# CAPITULO 1

## *Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del análisis de riesgos del sector de hidrocarburos ARSH.*

## ÍNDICE.

### CAPITULO 1.


I. GENERALIDADES. ..... 3

I.1. OBJETIVO. ..... 3

I.2. DEFINICIONES. ..... 3

I.3. DATOS DEL PROMOVENTE. ..... 8

I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. ..... 8

I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE. ..... 8

I.3.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE (S) LEGAL (S). ..... 8

I.3.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL. ..... 8

I.3.5. ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL. ..... 9

I.3.6. INVERSIÓN ESTIMADA EN MONEDA NACIONAL. ..... 9

I.4. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGOS DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS. ..... 10

I.4.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. ..... 10

I.4.2. REGISTRO FEDERAL DEL CONTRIBUYENTE. ..... 10

I.4.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO. ..... 10

I.4.4. CORREO ELECTRÓNICO. ..... 11

I.4.5. TELÉFONO. ..... 11

I.4.6. DIRECCIÓN PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES. ..... 11

# I. GENERALIDADES.

## I.1. OBJETIVO.

La empresa **“GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.,** consciente de que la seguridad es parte vital de los valores y procedimientos para una buena operación, ha elaborado el presente análisis de riesgo del sector de hidrocarburos, con la finalidad de describir la situación general que representará el proyecto de Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) en materia de riesgo ambiental, además de señalar e identificar las posibles desviaciones encontradas y las áreas de afectación en el entorno, así mismo definir las recomendaciones para eliminar, corregir, reducir o mitigar los riesgos identificados que puedan desencadenar efectos indeseables cuyas consecuencias puedan alterar tanto la integridad de las instalaciones, así como las de su entorno.

## I.2. DEFINICIONES.

- **Amenaza:**

Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al bienestar o salvaguarda al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro.

- **Análisis de Riesgo de Proceso (ARP):**

Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar peligros y evaluar riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar metodológicamente los escenarios de riesgo y verificar la existencia de dispositivos, sistemas de seguridad, salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún escenario de riesgo identificado.

- **Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH):**

Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos de procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los escenarios de riesgo generados por un proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, sistemas de seguridad, salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de

riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable.

- **Análisis Preliminar de Peligros:**

Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles riesgos que pueden originar los peligros en un diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la administración de los riesgos.

- **BLEVE:**

("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosión" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición.

- **Capa de Protección:**

Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación.

- **Efecto Dominó:**

También conocido como encadenamiento de eventos, evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares.

- **Escenario de Riesgo:**

Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias.

- **Exposición:**

Contacto de las personas, población o elementos que constituyen el medio ambiente con sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación peligrosa derivado de la materialización de un escenario de riesgo.

- **IDLH:**

("Immediately Dangerous to Life or Health", por sus siglas en inglés). Inmediatamente peligroso para la vida o la salud: concentración máxima de una sustancia peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m3), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud.

- **Riesgo Inherente:**

Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de riesgos.

- **Riesgo Tolerable:**

Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad.

- **Seguridad Funcional:**

Parte de la seguridad relacionada con el proceso y cada uno de los sistemas básicos del control de proceso y su funcionamiento correcto de los sistemas instrumentados de seguridad y otras capas de Protección.

- **Sistemas de Seguridad:**

Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a accidentes o emergencias.

- **Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS):**

Es un sistema instrumentado para implementar una o más funciones instrumentadas de cualquier combinación de sensores, controlador lógico y elementos finales de control.

- **Simulación.**

Representación de un escenario de riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas.

- **Sustancia explosiva:**

La que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión en forma casi instantánea.

- **Sustancia inflamable:**

Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición.

- **Sustancia peligrosa:**

Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión.

- **Sustancia tóxica:**

Aquella que puede producir alteraciones en organismos vivos, lesiones, enfermedades, al material genético o muerte.

- **TLV (15 min, STEL):**

("Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit", por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Limite de Exposición a corto plazo). Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición.

- **TLV (8 h. TWA):**

("Threshold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos.

- **Vulnerabilidad:**

Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este.

- **Zona de amortiguamiento para el análisis de riesgo:**

Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente.

- **Zona de alto riesgo para el análisis de riesgo:**

Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.

## I.3. DATOS DEL PROMOVENTE.

### I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

La razón social del promovente es **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V**

### I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.

El registro federal de contribuyente del promovente es: **GNN9706053S3**

### I.3.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE (S) LEGAL (S).

Los Representantes Legales de la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.,** son el Ing. José de Jesús Meza Muñiz quien se identifica con credencial de elector INE con número 1184019504822 y la Ing. Hortensia Lizeth Aparicio Moreno quien se identifica con credencial INE con número 1420058855203.

### I.3.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL.

Los datos del Representante Legal para oír y recibir notificaciones por parte de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), son los siguientes:

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

### I.3.5. ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL.

**GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.** tiene como propósito fundamental el almacenamiento, transporte y reparto de productos petrolíferos.

### I.3.6. INVERSIÓN ESTIMADA EN MONEDA NACIONAL.

La inversión total requerida para proyecto Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en

MONTO DE INVERSIÓN ARTÍCULO 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP

**RESUMEN TOTAL DE LA OBRA SDGN ZG VERACRUZ (ALTAMIRANO) 49,759.96 ML**

TUBERIA DE ACERO AL CARBON DE 8", 6" & 4" DE DIAMETRO & TUBERIA DE POLIETILENO DE 6", 3" & 2" DE DIAMETRO

| | | | SDGN ZG VERACRUZ (ALTAMIRANO) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CLV | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | MANO DE OBRA | IMPORTE TOTAL |
| RESUMEN DE ESTIMADO DE COSTO | | | | | | |
| 001 | MATERIALES DUCTO, VALVULAS, PD Y SEÑALIZACION HDPE | LOTE | | | | |
| 002 | MATERIALES DUCTO, VALVULAS, PD Y SEÑALIZACION AC | LOTE | | | | |
| 003 | OBRA CIVIL/ MECANICA DUCTO HDPE | LOTE | | | | |
| 004 | OBRA CIVIL DUCTO ACERO | LOTE | | | | |
| 005 | OBRA MECANICA DEL DUCTO ACERO | LOTE | | | | |
| 006 | OBRA CIVIL CITY GATE/ ERM | LOTE | | | | |
| 007 | PERFORACION DIRECCIONAL | LOTE | | | | |
| 008 | REGISTROS DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO ACERO | LOTE | | | | |
| 009 | PRUEBAS Y BARRIDOS DUCTO ACERO | LOTE | | | | |
| 011 | PERMISOS Y ADMINISTRATIVOS | LOTE | | | | |
| 012 | DISCIPLINA MECANICA | LOTE | | | | |

MONTO DE INVERSIÓN ARTÍCULO 116 PÁRRAFO CUARTO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN III DE LA LFTAIP

**Tabla. 1.** Resumen estimado de costos del proyecto

En el **ANEXO 1** se puede observar los documentos legales del presente proyecto.

## I.4. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGOS DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS.

### I.4.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

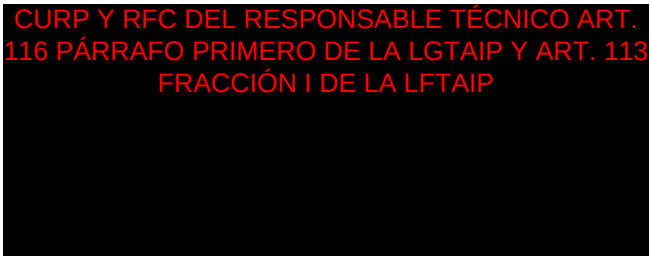
La empresa responsable de la elaboración del presente Análisis De Riesgos Del Sector Hidrocarburos (ARSH) es, **ASESORIA INDUSTRIAL REYCON, S.A. DE C.V.**

### I.4.2. REGISTRO FEDERAL DEL CONTRIBUYENTE.

**ASESORIA INDUSTRIAL REYCON S.A. DE C.V.** cuenta con registro federal de contribuyentes: AIR-190715-RD5.

### I.4.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.

El responsable de la elaboración del análisis de riesgos del sector hidrocarburos (ARSH) es el Ing. Jesús Alejandro Reyes Rueda quien funge con representante legal de la empresa **ASESORIA INDUSTRIAL REYCON S.A. DE C.V.** mismo que cuenta con los siguientes datos:




Quien firma como Responsable Técnico del presente análisis de riesgos del sector hidrocarburos, bajo protesta de decir verdad y sabedor de la responsabilidad en que incurren los que declaran con falsedad ante Autoridad Administrativa distinta de la judicial, tal como lo establece el artículo 247, fracción I, 420 Quater del Código Penal Federal y 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, manifiestan que la información contenida en el presente estudio fue obtenida a través de la aplicación de las

mejores técnicas y métodos comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, así como, las medidas de prevención y mitigación propuestas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

### I.4.4. CORREO ELECTRÓNICO.

CORREO ELECTRÓNICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

### I.4.5. TELÉFONO.

TELÉFONO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

### I.4.6. DIRECCIÓN PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.

DOMICILIO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

En el **ANEXO 1** se puede observar los documentos legales del presente proyecto.

# CAPITULO 2

## *Descripción del proceso*

## ÍNDICE.

**CAPITULO 2**

II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO. ....16
II.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SUS ETAPAS. ....16
II.1.1 SUSTANCIAS PELIGROSAS MANEJADAS EN EL PROCESO. ....54
II.1.2 CARACTERISTICAS DE SUSTANCIAS A UTILIZAR. ....55
II.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ....56
II.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL. ....56
II.2.2 FECHA PROGRAMADA DE INICIO DE OPERACIONES. ....93
II.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE PROCESO. ....93
II.2.3.1 GENERALIDADES. ....93
II.2.3.2 FILOSOFÍA DE OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL POR MEDIO DE DUCTOS EN LA ZONA GEOGRÁFICA VERACRUZ (ALTAMIRANO). ....93
II.2.3.3. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN. ....114
II.2.4 NORMATIVIDAD APLICADA AL PROYECTO. ....142
II.2.4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN EL DISEÑO. ....142
II.2.4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN LA SELECCIÓN DE MATERIALES. ....143
II.2.4.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN LA CONSTRUCCIÓN. ....144
II.2.5 SUCEPTIBILIDAD DE LA ZONA. ....144
II.2.5.1 SUCEPTIBILIDAD DE LA ZONA / FENOMENOS NATURALES O ANTROPOGENICOS ....145
II.2.6 ACCESOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES. ....164

## ÍNDICE DE FIGURAS.

**FIG. 1.** PUNTAS DE PERFORACIÓN DIRECCIONAL. ....26
**FIG. 2.** TÉCNICA DE PERFORACIÓN DIRECCIONAL. ....27
**FIG. 3.** DETALLE DE LA FORMA DE TRABAJO DE UNA PERFORADORA DIRECCIONAL QUE RESPETA LAS INSTALACIONES CONOCIDAS DE UN SITIO AL DIRIGIRLA EN SU EXCAVACIÓN, EVITANDO CUALQUIERA AFECTACIÓN. ....28
**FIG. 4.** DETALLE QUE MUESTRA LAS CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE GASODUCTO AL REALIZAR EL CRUCE SUBTERRÁNEO DE CARRETERAS Y VÍAS DE FERROCARRIL. ....28

**FIG. 5.** DETALLE QUE MUESTRA LAS CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE GASODUCTO AL REALIZAR CRUCE SUBTERRÁNEO DE VIALIDADES DENTRO DE ZONAS URBANAS O SUBURBANAS. ...29
**FIG. 6.** DETALLE QUE MUESTRA LAS CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE GASODUCTO AL REALIZAR CRUCE SUBTERRÁNEO DE CANALES O ARROYOS REVESTIDOS. ...29
**FIG. 7.** CÁLCULO DE VOLUMEN DE EMPACADO ...53
**FIG. 8.** CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN. ...57
**FIG. 9.** MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO EN EL ENTORNO ESTATAL. ...91
**FIG. 10.** UBICACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL MUNICIPAL. ...92
**FIG. 11.** DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN DE ERM TIPO 01. ...122
**FIG. 12.** ARREGLO MECÁNICO DE ERM TIPO 01. ...123
**FIG. 13.** DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN DE ERM TIPO 02. ...132
**FIG. 14.** ARREGLO MECÁNICO DE ERM TIPO 02. ...133
**FIG. 15.** DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN DE ERM TIPO 03. ...140
**FIG. 16.** ARREGLO MECÁNICO DE ERM TIPO 03. ...141
**FIG. 17.** TORMENTAS ELÉCTRICAS EN EL SAR. ...148
**FIG. 18.** MAPA DE TRAYECTORIAS DE DEPRESIONES TROPICALES QUE HAN IMPACTADO EL ESTADO. ..150
**FIG. 19.** MAPA DE TRAYECTORIAS DE TORMENTAS TROPICALES. ...150
**FIG. 20.** MAPA DE TRAYECTORIAS DE HURACANES PERIODO 1988- 2007. ...151
**FIG. 21.** MAPA DE RIESGO POR CICLONES TROPICALES. ...152
**FIG. 22.** RIESGO POR TORMENTA DE GRANIZO EN EL AIP ...155
**FIG. 23.** MAPA DE RIESGO POR INUNDACIONES. ...157
**FIG. 24.** MAPA DE FALLAS Y/O FRACTURAS, PRESENTE EN EL AIP. ...160
**FIG. 25.** ZONA DE VOLCANES CERCA DEL PROYECTO ...162
**FIG. 26.** SIGNOS CONVENCIONALES CON PELIGRO VOLCÁNICO CERCA DEL PROYECTO. ...162
**FIG. 27.** MAPA DE RIESGO POR ACTIVIDAD VOLCÁNICA EN EL AIP ...163
**FIG. 28.** ELEMENTOS DEL SISTEMA, VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO. ...175
**FIG. 29.** MAPA DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (CARRETERA MANLIO- MATA LOMAS). ...176
**FIG. 30.** MAPA DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (CARRETERA MATA LOMAS- INTERCONEXIÓN). ...177
**FIG. 31.** MAPA DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (MANLIO FABIO ALTAMIRANO). ...178
**FIG. 32.** MAPA DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (MATA LOMAS). ...179

## ÍNDICE DE TABLAS.

**TABLA. 1.** ETAPAS DEL PROYECTO .....16
**TABLA. 2.** CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.....52
**TABLA. 3.** SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS A EMPLEAR DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO 55
**TABLA. 4.** CONSUMOS DE OPERACIÓN (FLUJO Y PRESIÓN) DEL GASODUCTO .....56
**TABLA. 5.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE INFLEXIÓN .....80
**TABLA. 6.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO.....90
**TABLA. 7.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESTACIÓN DE REGULACIÓN .....90
**TABLA. 8.** CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.....113
**TABLA. 9.** CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN ERM TIPO 01. .....124
**TABLA. 10.** CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN ERM TIPO 02. .....133
**TABLA. 11.** CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN ERM TIPO 03. .....142
**TABLA. 12.** ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN EL DISEÑO. .....143
**TABLA. 13.** ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN LA SELECCIÓN DE MATERIALES. .....143
**TABLA. 14.** ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN LA CONSTRUCCIÓN .....144
**TABLA. 15.** NORMALES CLIMATOLOGICOS ENERGÍA ELECTRICA ESTACIÓN 00030192 VERACRUZ (OBS). 146
**TABLA. 16.** NORMALES CLIMATOLOGICOS ENERGÍA ELECTRICA ESTACIÓN 00030101 MANLIO FABIO ALTAMIRANO 147
**TABLA. 17.** NORMALES CLIMATOLÓGICOS GRANIZO.....154
**TABLA. 18.** NORMALES CLIMATOLÓGICOS GRANIZO.....154
**TABLA. 19.** UBICACIÓN DE ACCESOS A ESTACIONES DE REGULACIÓN Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTOS.....174

# II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

## II.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SUS ETAPAS.

Para el proyecto de Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) se involucrarán actividades de preparación del sitio, construcción del sistema para distribución y puesta en marcha del proyecto.

| **ETAPAS DEL PROYECTO** | |
|---|---|
| **ETAPA DEL PROYECTO** | **ACTIVIDADES** |
| **Etapa 1** | - Localización (levantamiento topográfico)<br>- Estudios Geotécnicos y mecánica de suelos<br>- Limpieza y despalme en el derecho de vía |
| **Construcción** | - Transporte de maquinaria y equipo<br>- Habilitación del derecho de vía o servidumbre de paso<br>- Excavación de zanja<br>- Tendido de tubería<br>- Doblado, alineado y soldadura<br>- Pruebas no destructivas<br>- (ultrasonido y radiografiado)<br>- Revestimiento de juntas soldadas<br>- Protección anticorrosiva<br>- Bajado de la tubería<br>- Pruebas hidrostáticas<br>- Protección catódica<br>- Rellenos de la zanja<br>- Obras especiales en cruces con vías de comunicación<br>- Construcción de Estación de Medición, Regulación y Control, y válvulas de seccionamiento |
| **Etapa 2 Operación y mantenimiento** | - Transporte de maquinaria y equipo<br>- Operación del Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA)<br>- Inspección y vigilancia del derecho de vía<br>- Sustitución de tramos de ducto (cuando aplique) |
| **Etapa 3 Abandono del sitio** | - En esta etapa es con base a la instrucción de trabajo de abandono de sitio. |

**Tabla. 1.** Etapas del proyecto

El presente proyecto consiste en la construcción y operación de un Sistema de distribución de gas natural en la zona geográfica en el municipio de Veracruz, pasando por el municipio de Manlio Fabio Altamirano, en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, propiedad de la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.,** El gas natural será distribuido por medio de un Gasoducto principal de 8" y 6" de Ø de AC, y Gasoductos de acometida de 4" de Ø de AC, provenientes de la interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de GNN. Teniendo como presión máxima de operación los 298.69 psi (21.00 Kg/cm2) hasta la acometida de cada E.R.M. conectada al Sistema de Distribución.

El gas natural será distribuido por medio de un Gasoducto principal de 8" y 6" de Ø de AC, y Gasoductos de acometida de 4" de Ø de AC, provenientes de la interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de GNN. Teniendo como presión máxima de operación los 298.69 psi (21.00 Kg/cm2) hasta la acometida de cada E.R.M. conectada al Sistema de Distribución.

Se han proyectado sobre toda la trayectoria del gasoducto principal de acero, registros con válvulas de seccionamiento de operación manual con desfogue a la atmosfera de manera estratégica para la operación del gasoducto, que en caso de ser necesario bloquear el flujo de gas natural o vaciar el gasoducto por motivos de mantenimiento o en caso de alguna contingencia.

Para lograr que el gas natural pueda ser usado en las redes de aprovechamiento de los clientes industriales dentro del Sistema de Distribución, se han diseñaron Estaciones de Regulación y Medición de acuerdo a las necesidades operativas de cada cliente, los cuales tienen el objetivo entregar un fluido limpio y reducir la presión proveniente del gasoducto principal y de acometida hasta la presión de operación solicitada por el cliente, con ello asegurar que los equipos empleados a cada red de aprovechamiento puedan operar de manera confiable y segura, y que la presión no implique un riesgo para el personal de la empresa. Como segundo objetivo de cada Estación de Regulación y Medición es la posibilidad de contabilizar flujo de gas que consume el cliente y realizar la facturación correspondiente.

En la acometida de cada cliente industrial se dejará instalada una válvula de seccionamiento de operación manual, con el fin de bloquear el suministro de gas por algún caso de mantenimiento y/o emergencia que pudiera existir en la Estación de Regulación y Medición o en la red de aprovechamiento del cliente industrial. Además, en la acometida, se encuentra instalada una junta aislante Dieléctrica Pikoteck, la cual

protegerá la Estación de Regulación y Medición de cualquier tipo de corriente que contenga el gasoducto debido al sistema de protección catódica con la que está protegida.

Para logar la distribución adecuada a cada vivienda dentro de las Redes de Distribución Residenciales, se han diseñaron Estaciones de Regulación y Medición Distritales de acuerdo a las necesidades operativas de cada sistema, las cuales tienen el objetivo entregar un fluido limpio y reducir la presión proveniente del gasoducto principal hacia los Gasoductos de media presión de PEAD, con ello asegurar que la presión de operación no supere el rango permitido. Como segundo objetivo de cada Estación de Regulación y Medición Distrital es la posibilidad de contabilizar el flujo de gas que entra al sistema.

En las Redes de Distribución Residencial se tiene proyectados ramales secundarios de 3" y 2" de Ø de PEAD por las distintas calles, colocando al inicio una válvula de seccionamiento correspondiente al diámetro del ramal, para las operaciones de mantenimiento o en caso de emergencia.

El Sistema de Distribución de gas natural cuenta con un sistema de protección catódica, ya que así lo indica la norma aplicable, y con el fin de salvaguardar la integridad mecánica del Sistema de Distribución, para este caso, se ha elegido el método de protección catódica por ánodos de sacrificio.

### A) PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

**GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** supervisará las actividades relacionadas con la preparación del sitio, para posteriormente llevar a cabo las actividades de limpieza, nivelado, excavación y relleno de trinchera y construcción del sistema de distribución de gas natural.

En general, durante los aspectos constructivos del proyecto serán respetadas las disposiciones de la **Norma Oficial Mexicana NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016,** Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos., el ASME B-31.8 Gas transmisión and distribution piping systems y el DOT part. 192 Del 49 CFR Transportation of natural or other gas by pipeline.

La supervisión por parte de **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.,** asegurará que las actividades de construcción se realicen de acuerdo con las especificaciones de las normas y estándares

dados y que toda medida de mitigación sea identificada y aplicada a estos requisitos. Las actividades de construcción serán de tal manera que se minimicen los efectos adversos al medio ambiente en que se pudiera incurrir.

La empresa distribuidora se encargará de supervisar todas las actividades y tendrá la responsabilidad de evitar afectaciones que pudieran darse en las distintas fases de construcción hacia cuerpos de agua, la erosión del suelo, vegetación y vida silvestre en el área.

**La obra consistirá en:**

- Limpieza de maleza y excavación de la franja de afectación de la construcción de proyecto de 1 m sobre los campos agrícolas y derechos de vía, a lo largo de toda la trayectoria de la obra a realizar desde la ERM hasta los usuarios finales, y el posterior relleno con el material de excavación para cobertura del ducto.

Es importante mencionar, que la obra está programada en vialidades urbanas del trayecto del Sistema de Distribución de Gas Natural, así como en derechos de vía de carreteras federales donde no existe vegetación forestal que vaya a ser impactada; en el caso de las vialidades urbanas solo se realizará la apertura de la carpeta asfáltica respetando la existencia de la vegetación de maleza que comúnmente se encuentra en las vialidades urbanas.

**Cabe señalar, que NO se llevarán a cabo obras de:**

- Desviación de cauces.
- Rellenos en zonas terrestres.
- Rellenos en cuerpos de agua, zonas inundables o marinas.
- Obras de dragado de cuerpos de agua y zonas de tiro.
- Muelles.

No se requerirá agua cruda y/o potable para este proceso. La necesidad que se llegue a tener de ésta será proporcionada por la empresa distribuidora (agua potable y de servicios para equipos).

Para el proyecto "Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano)" en la etapa de construcción no se contará con campamentos para las actividades de construcción, se cuenta con oficinas en el Estado de Veracruz por lo que se concentrará lo necesario en ellas y se trasladará conforme vayan avanzando los frentes de trabajo.

## 1. Preparación del sitio.

La preparación del sitio como etapa inicial del proyecto consistirá básicamente en las actividades de limpieza de la vegetación ruderal existente en los derechos de vía en las carreteras federales y la apertura de la carpeta asfáltica en las vialidades urbanas de los municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, pasando por la localidad de Mata Lomas en el estado de Veracruz

La preparación del sitio tanto para las ERMs y la instalación de la tubería en acero al carbón se efectuarán conforme a los tiempos establecidos en el Programa General de Trabajo que se incluye en el **Anexo 4.**

Por lo anterior, para realizar los trabajos de preparación del sitio y construcción en la mayor parte del trazo propuesto para la instalación del sistema de distribución de gas natural, únicamente se requiere ocupar un área temporal máxima de 10 m de ancho por toda la longitud del trazo, para realizar la apertura de una zanja de 0.5 m de ancho por 1.5 m de profundidad donde además se realizarán las actividades de ensamble y soldadura de los ductos.

La construcción a lo largo de caminos de terracería, se realizará por medio de apertura de zanjas a cielo abierto, cuidando de no afectar la posible infraestructura existente, previa autorización municipal, sin embargo, para el caso de los puntespeciales como cuerpos de agua, carreteras y ferroviarios, principalmente, se empleará la técnica de perforación direccional, la cual permite la instalación de los ductos de distribución sin necesidad de causar impactos a la infraestructura presente o cauces naturales.

Para el caso de la construcción de las ERMs, se requerirá de nivelación del terreno, debido a las características naturales del mismo, además será necesario hacer una compactación y colocación de una cama de grava para evitar el crecimiento de malezas.

Para el caso del Sistema para la distribución de Gas Natural, la preparación del terreno consistirá en realizar trabajos de limpieza y despeje, para después marcar la trayectoria que tendrá cada uno de los ductos, y posteriormente en la etapa de construcción llevar a cabo la apertura de la zanja.

## 2. Construcción.

Las técnicas de construcción que se utilizarán a lo largo del tendido del Sistema de distribución de gas natural, tales como: limpieza y nivelado, excavación, alineación de la tubería, soldado de tubería, depósito de la tubería en la zanja, prueba neumática, limpieza y arranque, se realizarán con apego a procedimientos propios **de GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.,** por lo que no se contempla la utilización de procedimientos o procesos ajenos a las técnicas comunes de instalación de tuberías para la distribución de gas natural.

- **Limpieza y Nivelado.**

Los derechos de vía y áreas de afectación serán claramente delimitados e identificados y no será permitida su trasgresión.

En general, el trayecto seleccionado para el tendido del Sistema de distribución no implica afectaciones a la flora como lo son maleza y/o plantas herbáceas que representen propósitos comerciales o desequilibrio ecológico ya que de acuerdo a la evaluación en campo, la trayectoria corre por derecho de vía carretero, el cual ya se encuentra impactado con áreas urbanizadas, industriales y de desarrollo Aunado a lo anterior, no se realizará ningún impacto negativo a la fauna localizada en el área donde se desarrollará la obra civil del proyecto.

- **Excavación.**

La excavación de la trinchera donde se instalará la tubería será realizada en su mayoría con maquinaria que corta verticalmente los lados extremos de ésta dando un ancho de 0,6 m, el material extraído de la trinchera será depositado a un costado de la misma en el lado donde no impida la circulación vial en el terreno.

La excavación se realizará en un solo paso removiendo subsuelo hasta alcanzar la profundidad requerida (1,5 m mínimo). El material será depositado en la parte más cercana, permitiendo facilitar su manejo para el relleno de esta.

- **Alineación de la tubería.**

La tubería será embarcada directamente desde su lugar de origen hasta el sitio de construcción de la obra. Cada segmento se descargará de la plataforma que la distribuirá para depositarlo a un costado del área de afectación, sin rebasar sus límites. La actividad de alineación de la tubería en el terreno será coordinada con la excavación de la trinchera para minimizar el tiempo de construcción.

- **Soldado de tubería.**

Una vez concluidas las actividades de alineación de la tubería, los segmentos serán soldados siguiendo el procedimiento indicado en el Capítulo 6 de la NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

Una vez concluida cada soldadura, el 100% de estas son inspeccionadas a todo lo largo del cordón de soldadura alrededor de la tubería, mediante métodos de pruebas no destructivas como radiografía, gammagrafía y/o ultrasonido. De encontrarse defectos reparables en la soldadura, de acuerdo a los criterios de aceptabilidad en la norma aplicable al proyecto, estos son reparados, de lo contrario la soldadura con defectos inaceptables es cortada, soldada e inspeccionada nuevamente para su aceptación.

Los soldadores que trabajarán en el proyecto estarán certificados, los procedimientos de soldadura serán asimismo calificados y aprobados.

La alineación y soldado de los tubos en el campo incluye las siguientes actividades: limpieza interna de los tubos que se llevará a cabo con un pase de espuma para retirar materiales extraños tales como polvo, suciedad, líquidos, etc.; preparación del bisel a ser soldado y de la superficie adyacente hasta que el metal blando no esté contaminado con pintura, grasa, óxido u otro material que pudiera impedir que se logre una soldadura de buena calidad.

Todos los procedimientos de soldadura serán calificados por medio de pruebas no destructivas antes de iniciar cualquier actividad de soldado. Las actividades de soldadura en campo serán suspendidas sólo en caso de que las condiciones climáticas pudieran impactar considerablemente la calidad del soldado.
La soldadura reparada quedará sujeta a los mismos controles de calidad previstos para la soldadura original. La soldadura reparada que no cumpla satisfactoriamente con todos los criterios de aceptación especificados en el estándar API 1004, será cortada y soldada nuevamente.

La tubería trae de fábrica un recubrimiento, aplicado de acuerdo con las normas nacionales e internacionales aceptadas. Así mismo, se aplicará en campo, revestimiento epóxico líquido en los extremos, en la unión (junta soldada) de tubo a tubo en la construcción de la línea la protección será compatible con la que fue aplicada en la planta.

- **Depósito en zanja.**

Previo al bajado de la tubería se retira de la zanja el material (azolves) producto de derrumbes, dejando en el fondo de la zanja la cama de arena formando una superficie plana, para que la tubería se apoye uniformemente.

El bajado de la tubería se lleva a cabo levantando la tubería de los polines o costales rellenos con arena por medio de tiende-tubos o "side booms" y colocándola con precaución dentro de la zanja. La maniobra se realiza utilizando eslingas de bandas de tela con un ancho menor de un diámetro del tubo, con el objetivo de no dañar el recubrimiento.

Antes de bajar la tubería a la zanja se inspecciona la condición del recubrimiento externo para verificar que el recubrimiento no está dañado.

Si se detectan sectores dañados, el recubrimiento se repara con un revestimiento epóxico líquido, antes de proceder al bajado de la tubería.

Una vez instalado el gasoducto, se rellenará la zanja con el material mismo de la excavación, limpio de impurezas (troncos, ramas, basura o materia orgánica). Se dejará un exceso de material sobre la línea de la zanja para permitir al asentamiento del suelo. El tapado o relleno de la zanja se realizará por medio de excavadoras. El material de tapado o relleno de zanja que va directamente en contacto con la tubería es seleccionado de manera que sea suficientemente fino para que no cause daños en el recubrimiento de la tubería.

Una vez que el relleno de la zanja alcanza los 20 cm sobre el lomo de la tubería, se procede a instalar una capa de tepetate compactado al 95% y encima de esta colocar la cinta preventiva y posteriormente colocar el material producto de la excavación, así como a compactar adecuadamente por medio de presión aplicada con el cucharón de la excavadora.

Las actividades de relleno serán ejecutadas inmediatamente después de que la tubería haya sido tendida en la zanja, se realizará en dos etapas con berma conforme a las especificaciones sobre el nivel del piso en el derecho de vía temporal.

En el primer relleno no se hará compactación, para evitar daños al recubrimiento o deformación oval del tubo, no obstante, para satisfacer las especificaciones del relleno para el máximo tamaño de tubo instalado se tendrá cuidado en la selección de material.

El material de relleno estará libre de raíces, tocones, ramas, rocas, residuos de madera y cascajo derivados de otras actividades, incluyendo de forma mínima residuos de metal, electrodos o trozos de cable.

Otra manera de realizar la perforación del subsuelo es a través de la técnica de perforación direccional, la cual se caracteriza por realizar la excavación subterránea sin realizar zanjas o movimiento de tierra. A continuación, se describe dicha técnica:

- **Perforación direccional.**

La perforación direccional horizontal es la técnica que permite realizar la perforación e instalación subterránea de tubería de acero y de polietileno de alta densidad, además permite trabajar en terrenos tipo I, II y III para desviación intencional de un ducto siguiendo un determinado programa establecido en términos de la profundidad y ubicación relativa del objetivo, es decir, para salvar un obstáculo como puede ser algún tipo de instalación o edificación (parque, edificio), o donde el terreno por condiciones naturales (lagunas, ríos, montañas) hacen difícil su acceso.

La perforación horizontal es una derivación directa de la perforación direccional. Con la aplicación de esta técnica se puede perforar un pozo direccionalmente hasta lograr un rango entre 80° y 90° de desviación a la profundidad y dirección del objetivo a alcanzar, a partir del cual se iniciará la sección horizontal. A continuación, se describe brevemente el procedimiento de perforación:

Antes de iniciar con la excavación, se llevan a cabo sondeos de estudio geotécnico completo, con el propósito de poder evaluar todas las dificultades posibles y determinar la trayectoria de la perforación, para lo cual se emplean diferentes brocas de múltiples formas y refuerzos en punta para adaptarse a las necesidades de cada terreno:

- En terrenos blandos se utiliza el sistema de lanza, equipada con un puntero protegido por puntas de widia (carburo de tungsteno, correspondiente a la parte cortante de la broca), el cual erosiona el terreno,
- En terrenos especialmente blandos la erosión es realizada directamente por el fluido de perforación,
- En terrenos duros se utiliza el sistema para obras que requieren de grandes esfuerzos en la punta de perforación, ya que da mayor potencia en el extremo del varillaje. Dicha potencia es distribuida a través del mismo fluido de perforación, el cual, accionando un motor hidráulico, permite dar fuerza de rotación al cabezal del que está provisto.

El cabezal de perforación (bit) es especial para cada tipo de roca, perforando el terreno de forma progresiva y evitando el martilleo.

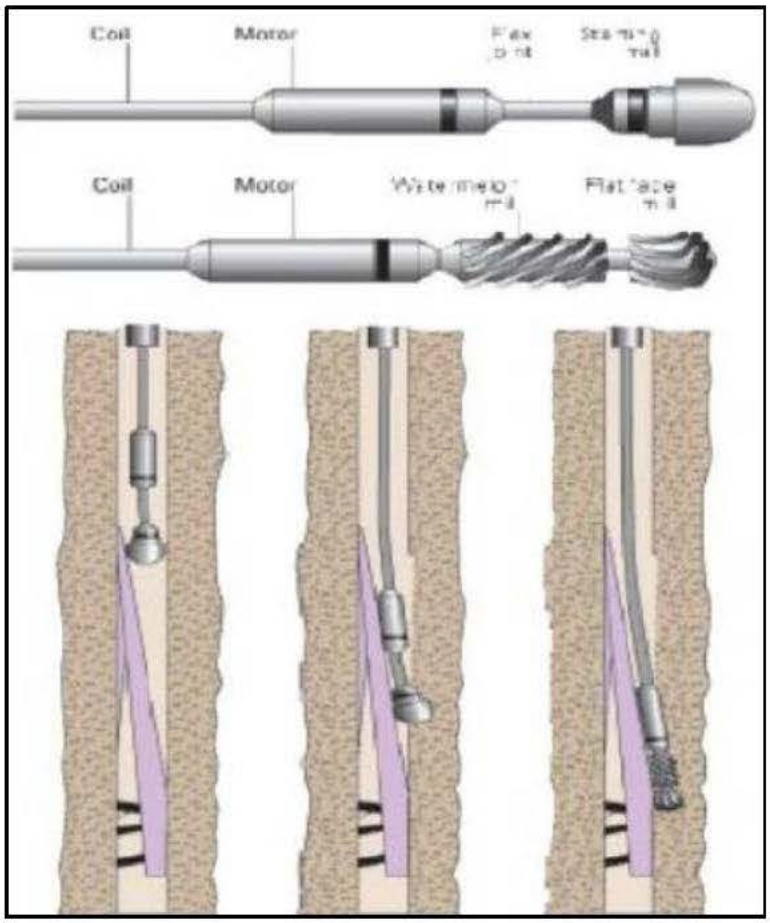



**Fig. 1.** Puntas de perforación direccional.

Luego del estudio geotécnico, definida la dirección y profundidades, se inicia la perforación con el ensanche, el cual consiste en el desmontaje del cabezal de perforación, utilizado para los trabajos de direccionamiento de la perforación piloto, y en la conexión de un escariador para proceder al ensanche del micro túnel hasta el diámetro requerido para la introducción del tubo de servicio. El ensanche del micro túnel se realiza progresivamente, es decir, no se pasa del diámetro de perforación piloto directamente al diámetro final, sino que se ejecutan varios ensanches intermedios dependiendo del diámetro del gasoducto a instalar.

El ducto por instalar puede ser de acero o polietileno, adaptando el proceso de perforación a los radios de giro admisibles según el material, para minimizar las tensiones residuales. En ambos casos, paralelamente al proceso de perforación, se procede a la preparación y soldadura de la tubería. Ésta se prepara en toda su longitud, y se alinea para permitir la introducción en la perforación.

La tubería por instalar se conecta inmediatamente detrás del escariador (ensanchador), como si se tratará del último de los ensanches, de forma que, al tirar desde la máquina de perforación, el ensanchador agranda o limpia el túnel abierto previamente, y simultáneamente, se instala el tubo de servicio. Una vez que la tubería sale a la cata de entrada, ésta queda instalada dentro del túnel, según el trazo seguido para la perforación piloto, sin tensiones ni deformaciones.

Terminada la introducción de la tubería, se procede a retirar todo el equipo de perforación. Al concluir la obra se entrega un informe completo, con fotografías de la obra, planta y perfil del trazo final de la instalación del tubo de servicio.



**Fig. 2.** Técnica de perforación direccional.

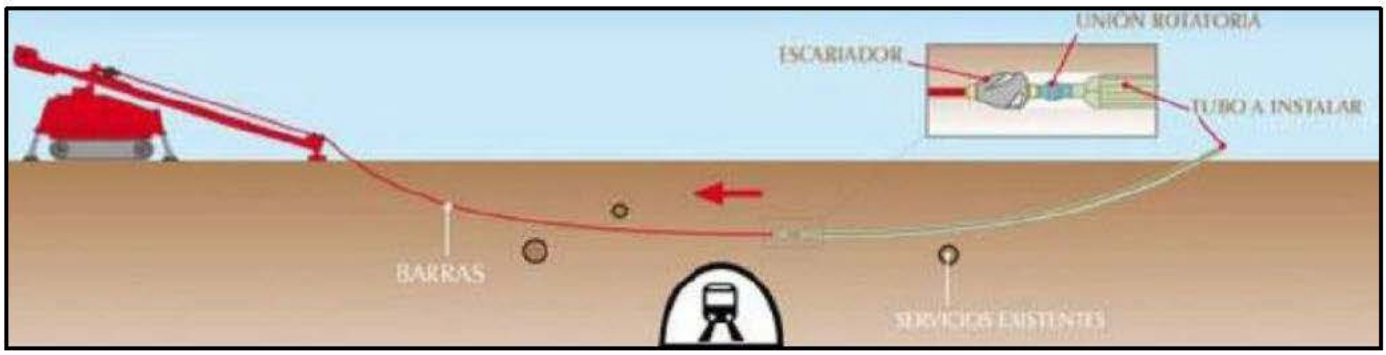



**Fig. 3.** Detalle de la forma de trabajo de una perforadora direccional que respeta las instalaciones conocidas de un sitio al dirigirla en su excavación, evitando cualquiera afectación.

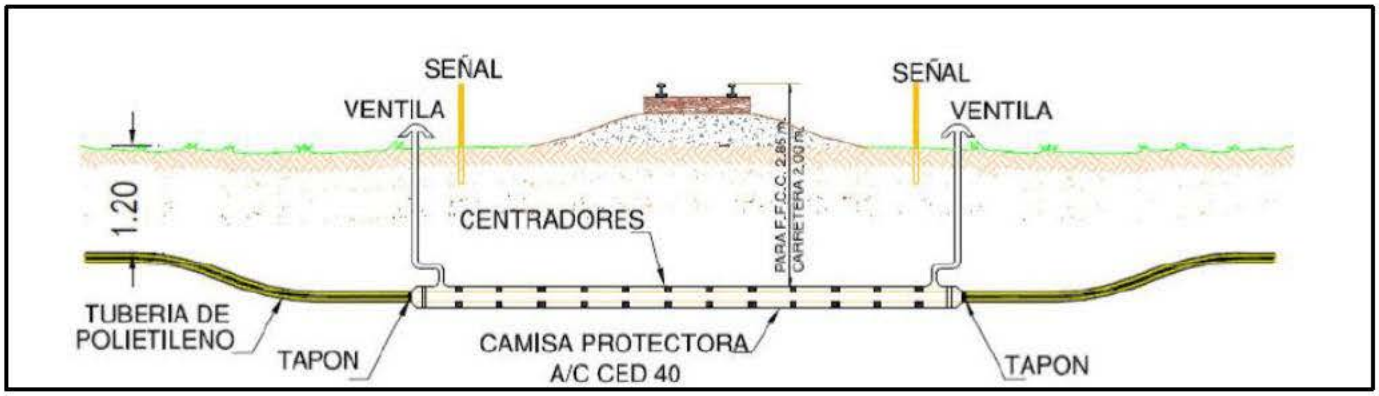



**Fig. 4.** Detalle que muestra las características de construcción de la línea de gasoducto al realizar el cruce subterráneo de carreteras y vías de ferrocarril.

La tubería enterrada como camisa de seguridad lleva protección mecánica anticorrosiva, que impida la inducción de cargas y corrosión por terrenos lodosos y erosión de la tierra.

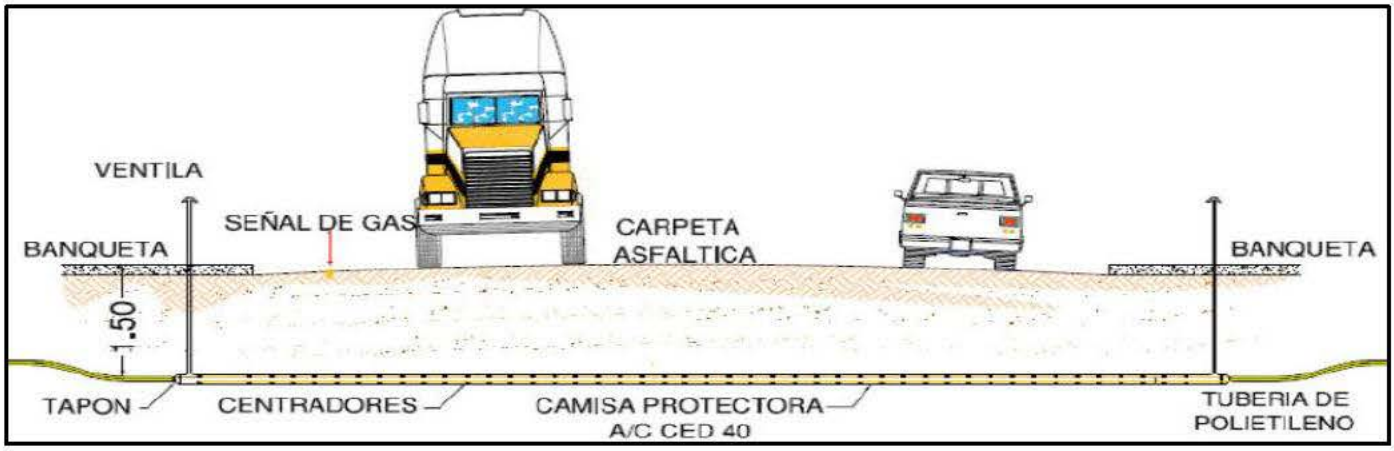



**Fig. 5.** Detalle que muestra las características de construcción de la línea de gasoducto al realizar cruce subterráneo de vialidades dentro de zonas urbanas o suburbanas.

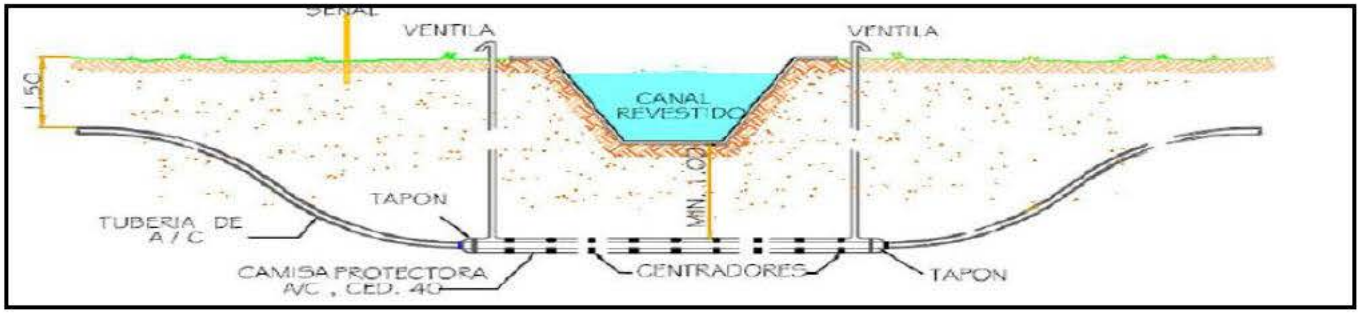



**Fig. 6.** Detalle que muestra las características de construcción de la línea de gasoducto al realizar cruce subterráneo de canales o arroyos revestidos.

- **Protección Catódica.**

De acuerdo con la filosofía de diseño para los sistemas de Sistema de distribución ductos y al ASME B31.8, la tubería de acero al carbón instalado bajo tierra tiene que estar protegida de la corrosión externa mediante la protección catódica como parte del sistema de protección, en el que se requiere que la tubería este aislada de otros sistemas. La protección catódica pasiva se instalará durante la construcción del sistema en áreas con cierta resistividad de suelo inferior. Para tener un criterio de potencial de la tubería se instalarán postes para la medición de potencial, los valores obtenidos de la toma de datos indicarán que la

tubería está protegida catódicamente. La protección catódica del sistema será generada por ánodos de sacrificio que están suministrando el voltaje requerido; por lo cual la instalación se protegerá catódicamente desde el límite y punto de entrega.

La tubería contará con la implementación de protección catódica de acuerdo con los procedimientos de **"GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.".**

- **Protección mecánica.**

La tubería será recubierta utilizando la especificación TGF-3 de la Asociación Nacional de Aplicadores de Recubrimientos de Tubería (National Associated of Pipe Coating Applicators), dicho recubrimiento será realizado en la planta del fabricante. El recubrimiento es elaborado en Polietileno Extruido Tricapa, el cual es distinto al alquitrán de hulla (prohibido por la normatividad mexicana).

- **Sistema contra incendio.**

Se contarán con extintores para fuego ABC y los equipos de control apropiados en cada caso, para proporcionar las condiciones de seguridad dentro de sus instalaciones y asegurar la funcionalidad en la operación.

- **Prueba de hermeticidad.**

Esta prueba comprueba la integridad de la tubería y se efectúa de acuerdo con **la NOM-003-ASEA-2016** y con apego a los requisitos establecidos en dicha norma Cualquier indicación de pérdida de presión que indique una fuga en el tramo a probar deberá originar una revisión exhaustiva para localizar la falla, su eliminación y reparación. El proceso se repetirá hasta que la prueba sea 100% satisfactoria durante las 24 horas requeridas.

Previo a la realización de la prueba de hermeticidad, se efectuará una limpieza al interior del tubo a través de un diablo de limpieza, que se correrá con aire para extraer cualquier material extraño.

- **Limpieza y arranque.**

Una vez concluido el relleno de la trinchera, la superficie será limpiada para dejarla libre de escombros. Se tomarán medidas para minimizar la erosión de la franja de afectación y restaurar el contorno natural para permitir el drenaje natural de la superficie.

- **Limpieza y rehabilitación del derecho de vía.**

La limpieza incluirá la rehabilitación del derecho de vía, los espacios de trabajo temporales y las rutas de acceso que se hayan impactado durante la construcción e instalación del gasoducto. Las actividades incluyen:

- Remoción y eliminación de rocas, escombros y sobrantes de excavación,
- Instalación de las obras de control de erosión donde apliquen.

Al final de estas actividades se deberá contar con:

- Las medidas de control de la erosión correctamente definida,
- La instalación correcta de las señales terrestres y aéreas del gasoducto,
- La remoción de todo el excedente de tubería y otros materiales de construcción.

Al término de la construcción e instalación el gasoducto, éste será protegido contra la erosión del suelo a lo largo de su vida útil para prevenir daños y posibles fallas, las cuales pueden ser causadas por la eliminación de los apoyos, por la fuerza de las corrientes de agua y movimiento dinámico, principalmente.

- **Puesta en servicio y arranque del sistema.**

Los procedimientos y protocolos de finalización para la puesta en servicio de las instalaciones serán elaborados completamente durante la fase de diseño.

En general, la puesta en servicio de una instalación involucrará lo siguiente:

- Planeación, preparación y programación de los procedimientos de pruebas previas a la puesta en servicio de los equipos y sistemas a fin de asegurar su ejecución completa y correcta. Todo incumplimiento con las especificaciones y deficiencia será rectificado,

La puesta en servicio de las instalaciones se realizará con base a la verificación de cada sistema uno por uno. Este trabajo pondrá al sistema para la distribución y sus accesorios en un estado operativo completamente probado. El funcionamiento y el rendimiento según diseño de todo equipo serán revisados y verificados.

**B) OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Las actividades de operación y mantenimiento se realizarán por personal capacitado y con experiencia. Sin embargo, como parte de los procedimientos operativos, se contará con manuales de operación y mantenimiento de las instalaciones.

Los Manuales de Operación y Mantenimiento se prepararán de acuerdo con las buenas prácticas de ingeniería, usando los manuales de instalación, operación y mantenimiento de los equipos individuales proporcionados por los proveedores de los equipos. Estos manuales estarán disponibles antes de la puesta en marcha del sistema para distribución, se revisarán y actualizarán periódicamente durante la etapa de operación del mismo, con el fin de que siempre reflejen todos los principios de ingeniería aplicables, la experiencia que va adquiriéndose, el conocimiento que se obtiene sobre el ducto en su operación, las consideraciones aplicables en materia de flujo de Gas Natural y las condiciones operativas del sistema.

En estos manuales se incluirán todos los planes de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, y los procedimientos de operación del sistema. Cada componente del sistema se manejará individualmente, incluyendo la siguiente información para cada uno: antecedentes, requisitos reglamentarios y de las normas técnicas, aspectos ambientales, instrucciones y procedimientos técnicos detallados, programas de control y aseguramiento de la calidad, auditorías y aspectos administrativos, principalmente.

Aunado a lo anterior, la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** cuenta con actividades para la aplicación y supervisión de mantenimiento tanto predictivo como correctivo, que tienen como objetivo reducir los riesgos de operación del gasoducto, para minimizar la presencia de fugas que puedan ocasionar eventos catastróficos si entran en contacto con una fuente de ignición; así mismo, con la implementación del programa de mantenimiento, se pretende extender la vida útil de la tubería que distribuirá el Gas Natural.

Además, la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.,** reúne muchos años de experiencia en la operación y mantenimiento de instalaciones de Gas Natural, cumpliendo con la normatividad nacional e internacional.

A continuación, se describen brevemente los principales aspectos a considerar en la operación del presente proyecto:

- ***Calidad del Gas Natural***. La calidad del Gas Natural a distribuir está considerada en el contrato con el proveedor del energético, bajo los parámetros de la **NOM-001-SECRE-2010** (Calidad del Gas Natural).
- ***Odorización.*** La Odorización del gas cumplirá con los requerimientos de la **NOM-001-SECRE- 2010** y para tal fin se instalará un sistema de Odorización en el interior de la City Gate.
- ***Procedimientos de Operación y Mantenimiento.*** La Comisión Reguladora de Energía es la entidad gubernamental encargada de aprobar los procedimientos de operación y mantenimiento de la empresa **Gas Natural del Noroeste, S.A. de C.V.,** durante el proceso de otorgamiento del permiso de distribución.
- ***Vigilancia y Monitoreo de Fugas.*** La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A**. **DE C.V.** cuenta con procedimientos de vigilancia y detección de fugas a través de revisiones periódicas y monitoreo a lo largo de sus gasoductos para detectar la presencia de gas en el subsuelo y en instalaciones relacionadas con el proyecto.
- ***Válvulas de Seccionamiento***. En el proyecto se contempla la instalación de válvulas a lo largo del gasoducto principal, que permitirán asegurar de una manera eficaz el control operativo del sistema y el suministro ideal y seguro del mismo.

- ***Reparaciones y Pruebas.*** Los ductos que conforman el sistema para distribución y suministro de gas natural están bajo procedimientos que garantizan reparaciones eficientes y seguras, dado que son sometidos a pruebas previas a la puesta en operación.
- ***Servicios de Emergencia***. La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** cuenta con un centro de recepción de reportes de emergencia, el cual opera durante los 365 días del año, las 24 horas del día; con el objeto de atender situaciones de reportes de fuga, alarma o emergencia, mediante cuadrillas de personal especializado.
- ***Capacitación y Entrenamiento.*** La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A.** DE C.V. cuenta con un programa de capacitación, mantenimiento y seguridad.
- La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** dispone de un plan integral de seguridad y protección civil, que incluye la prevención de accidentes, programas de auxilio, recuperación y plan de emergencia.

Todo lo anterior deberá ser constatado anualmente en su cumplimiento por una Unidad de Verificación aprobada por la Comisión Reguladora de Energía.

### C) DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.

**GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.,** de momento no tiene considerado un programa de abandono del sitio, ya que si bien, el sistema de gas natural fue diseñado para una vida útil de al menos 30 años, se tiene contemplado que en su momento se realizarán los estudios y análisis necesarios para determinar la extensión de la vida útil y así como el cumplimiento de todas las normas y leyes ambientales vigentes aplicables al proyecto; sin embargo, se cuenta con un procedimiento de abandono de sitio, el cual será considerado en su momento (al término de la vida útil del proyecto) en caso de que la red no sea viable de continuar operando.

- Procedimiento de abandono de sitio
- Actividades al término de la etapa constructiva
- Actividades al término de la vida útil del gasoducto
- Programa de revegetación

En el **ANEXO 6** se observan los procedimientos correspondientes a la información descrita anteriormente.

**ERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| GASODUCTO PRINC PAL | 8" AC | 0 000.000 | 0+069.34 | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+010.06 | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+006.82 | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+091.41 | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+009.73 | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+004.02 | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERM D-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4710 | 0 000.000 | 2+206.46 | 99.56 Kg/cm2 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm2 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERM D-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4711 | 0 000.000 | 0+071.71 | 99.56 Kg/cm3 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm3 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERM D-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4712 | 0 000.000 | 0+161.46 | 99.56 Kg/cm4 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm4 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**ERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4713 | 0 000.000 | 0+045.03 | 99.56 Kg/cm5 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm5 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"Ø] ESP. 0 602" [3"Ø] ESP. 0 319" [2" Ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4714 | 0 000.000 | 0+188.65 | 99.56 Kg/cm6 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm6 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"Ø] ESP. 0 602" [3"Ø] ESP. 0 319" [2" Ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4715 | 0 000.000 | 0+357.19 | 99.56 Kg/cm7 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm7 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"Ø] ESP. 0 602" [3"Ø] ESP. 0 319" [2" Ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4716 | 0 000.000 | 0+435.95 | 99.56 Kg/cm8 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm8 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"Ø] ESP. 0 602" [3"Ø] ESP. 0 319" [2" Ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4717 | 0 000.000 | 0+437.05 | 99.56 Kg/cm9 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm9 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"Ø] ESP. 0 602" [3"Ø] ESP. 0 319" [2" Ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4718 | 0 000.000 | 0+437.74 | 99.56 Kg/cm10 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm10 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"Ø] ESP. 0 602" [3"Ø] ESP. 0 319" [2" Ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4719 | 0 000.000 | 0+110.51 | 99.56 Kg/cm11 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm11 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"Ø] ESP. 0 602" [3"Ø] ESP. 0 319" [2" Ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**ERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4720 | 0 000.000 | 0+532.58 | 99.56 Kg/cm12 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm12 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4721 | 0 000.000 | 0+434.56 | 99.56 Kg/cm13 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm13 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4722 | 0 000.000 | 0+435.83 | 99.56 Kg/cm14 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm14 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4723 | 0 000.000 | 0+031.31 | 99.56 Kg/cm15 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm15 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4724 | 0 000.000 | 0+108.81 | 99.56 Kg/cm16 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm16 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4725 | 0 000.000 | 0+108.77 | 99.56 Kg/cm17 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm17 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4726 | 0 000.000 | 0+134.40 | 99.56 Kg/cm18 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm18 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**ERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4727 | 0 000.000 | 0+134.52 | 99.56 Kg/cm19 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm19 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4728 | 0 000.000 | 0+137.81 | 99.56 Kg/cm20 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm20 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4729 | 0 000.000 | 0+070.06 | 99.56 Kg/cm21 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm21 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4730 | 0 000.000 | 0+075.78 | 99.56 Kg/cm22 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm22 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4731 | 0 000.000 | 0+072.38 | 99.56 Kg/cm23 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm23 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4732 | 0 000.000 | 0+116.11 | 99.56 Kg/cm24 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm24 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4733 | 0 000.000 | 0+099.20 | 99.56 Kg/cm25 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm25 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

ERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4734 | 0 000.000 | 0+176.54 | 99.56 Kg/cm26 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm26 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4735 | 0 000.000 | 0+109.94 | 99.56 Kg/cm27 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm27 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4736 | 0 000.000 | 0+109.34 | 99.56 Kg/cm28 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm28 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4737 | 0 000.000 | 0+109.79 | 99.56 Kg/cm29 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm29 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4738 | 0 000.000 | 0+104.03 | 99.56 Kg/cm30 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm30 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4739 | 0 000.000 | 0+105.71 | 99.56 Kg/cm31 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm31 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4740 | 0 000.000 | 0+104.50 | 99.56 Kg/cm32 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm32 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

| | | | | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | RÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS. | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | Mínimo | | | | Máximo | | | | | Diseño | Operación |
| | | | | | | | | | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | | |
| Red de distribución residencial ERM D-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4741 | 0 000.000 | 0+112.17 | | 99.56 Kg/cm33 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm33 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERM D-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4742 | 0 000.000 | 0+110.97 | | 99.56 Kg/cm34 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm34 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERM D-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4710 | 0 000.000 | 1+430.59 | | 99.56 Kg/cm2 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm2 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERM D-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4711 | 0 000.000 | 0+742.39 | | 99.56 Kg/cm3 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm3 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERM D-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4712 | 0 000.000 | 0+989.73 | | 99.56 Kg/cm4 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm4 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERM D-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4713 | 0 000.000 | 0+647.97 | | 99.56 Kg/cm5 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm5 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERM D-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4714 | 0 000.000 | 0+919.77 | | 99.56 Kg/cm6 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm6 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**ERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4715 | 0 000.000 | 1+552.55 | 99.56 Kg/cm7 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm7 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4716 | 0 000.000 | 0+193.69 | 99.56 Kg/cm8 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm8 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4717 | 0 000.000 | 0+111.93 | 99.56 Kg/cm9 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm9 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4718 | 0 000.000 | 0+316.06 | 99.56 Kg/cm10 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm10 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4719 | 0 000.000 | 0+584.11 | 99.56 Kg/cm11 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm11 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4720 | 0 000.000 | 0+259.32 | 99.56 Kg/cm12 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm12 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4721 | 0 000.000 | 0+229.33 | 99.56 Kg/cm13 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm13 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**RÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4722 | 0 000.000 | 0+202.15 | 99.56 Kg/cm14 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm14 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4723 | 0 000.000 | 0+126.71 | 99.56 Kg/cm15 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm15 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4724 | 0 000.000 | 0+278.69 | 99.56 Kg/cm16 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm16 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4725 | 0 000.000 | 0+599.37 | 99.56 Kg/cm17 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm17 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4726 | 0 000.000 | 0+204.73 | 99.56 Kg/cm18 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm18 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4727 | 0 000.000 | 0+659.11 | 99.56 Kg/cm19 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm19 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4728 | 0 000.000 | 0+264.98 | 99.56 Kg/cm20 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm20 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**RÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4729 | 0 000.000 | 0+181.22 | 99.56 Kg/cm21 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm21 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4730 | 0 000.000 | 0+066.01 | 99.56 Kg/cm22 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm22 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4731 | 0 000.000 | 0+234.64 | 99.56 Kg/cm23 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm23 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4732 | 0 000.000 | 0+237.16 | 99.56 Kg/cm24 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm24 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4733 | 0 000.000 | 0+243.00 | 99.56 Kg/cm25 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm25 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4734 | 0 000.000 | 0+196.12 | 99.56 Kg/cm26 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm26 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4735 | 0 000.000 | 0+127.76 | 99.56 Kg/cm27 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm27 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**ERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4736 | 0 000.000 | 0+237.21 | 99.56 Kg/cm28 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm28 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4737 | 0 000.000 | 0+120.09 | 99.56 Kg/cm29 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm29 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4738 | 0 000.000 | 0+232.92 | 99.56 Kg/cm30 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm30 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4739 | 0 000.000 | 0+370.72 | 99.56 Kg/cm31 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm31 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4740 | 0 000.000 | 0+124.71 | 99.56 Kg/cm32 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm32 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4741 | 0 000.000 | 0+125.02 | 99.56 Kg/cm33 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm33 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4742 | 0 000.000 | 0+420.42 | 99.56 Kg/cm34 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm34 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**ERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

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

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4743 | 0 000.000 | 0+375.55 | 99.56 Kg/cm35 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm35 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4744 | 0 000.000 | 0+124.69 | 99.56 Kg/cm36 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm36 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4745 | 0 000.000 | 0+122.77 | 99.56 Kg/cm37 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm37 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4746 | 0 000.000 | 0+125.71 | 99.56 Kg/cm38 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm38 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4747 | 0 000.000 | 0+118.79 | 99.56 Kg/cm39 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm39 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4748 | 0 000.000 | 0+652.75 | 99.56 Kg/cm40 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm40 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4749 | 0 000.000 | 0+234.06 | 99.56 Kg/cm41 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm41 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4750 | 0 000.000 | 0+122.77 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm42 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm42 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4751 | 0 000.000 | 0+132.65 | | 99.56 Kg/cm43 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm43 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4752 | 0 000.000 | 0+368.46 | | 99.56 Kg/cm44 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm44 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4753 | 0 000.000 | 0+154.32 | | 99.56 Kg/cm45 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm45 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4754 | 0 000.000 | 0+158.08 | | 99.56 Kg/cm46 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm46 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4755 | 0 000.000 | 0+115.47 | | 99.56 Kg/cm47 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm47 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4756 | 0 000.000 | 0+126.01 | | 99.56 Kg/cm48 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm48 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4757 | 0 000.000 | 0+118.94 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm49 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm49 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4758 | 0 000.000 | 0+248.15 | | 99.56 Kg/cm50 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm50 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4759 | 0 000.000 | 0+248.99 | | 99.56 Kg/cm51 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm51 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4760 | 0 000.000 | 0+209.70 | | 99.56 Kg/cm52 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm52 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4761 | 0 000.000 | 0+068.50 | | 99.56 Kg/cm53 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm53 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4762 | 0 000.000 | 0+178.59 | | 99.56 Kg/cm54 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm54 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4763 | 0 000.000 | 0+205.95 | | 99.56 Kg/cm55 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm55 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Coordenadas UTM ORIGEN | Coordenadas UTM DESTINO | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4764 | 0 000.000 | 0+225.03 | [redacted] | | 99.56 Kg/cm56 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm56 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4765 | 0 000.000 | 0+163.10 | | | 99.56 Kg/cm57 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm57 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4766 | 0 000.000 | 0+135.94 | | | 99.56 Kg/cm58 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm58 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4767 | 0 000.000 | 0+136.86 | | | 99.56 Kg/cm59 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm59 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4768 | 0 000.000 | 0+138.73 | | | 99.56 Kg/cm60 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm60 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4769 | 0 000.000 | 0+264.54 | | | 99.56 Kg/cm61 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm61 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4770 | 0 000.000 | 0+490.21 | | | 99.56 Kg/cm62 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm62 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4771 | 0 000.000 | 0+105.32 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm63 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm63 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4772 | 0 000.000 | 0+112.95 | | 99.56 Kg/cm64 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm64 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4773 | 0 000.000 | 0+116.89 | | 99.56 Kg/cm65 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm65 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4774 | 0 000.000 | 0+124.66 | | 99.56 Kg/cm66 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm66 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4775 | 0 000.000 | 0+150.54 | | 99.56 Kg/cm67 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm67 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4776 | 0 000.000 | 0+411.40 | | 99.56 Kg/cm68 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm68 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4777 | 0 000.000 | 0+207.02 | | 99.56 Kg/cm69 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm69 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4778 | 0 000.000 | 0+225.41 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm70 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm70 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4779 | 0 000.000 | 0+075.83 | | 99.56 Kg/cm71 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm71 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4780 | 0 000.000 | 0+100.97 | | 99.56 Kg/cm72 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm72 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4781 | 0 000.000 | 0+117.42 | | 99.56 Kg/cm73 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm73 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4782 | 0 000.000 | 0+256.65 | | 99.56 Kg/cm74 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm74 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4783 | 0 000.000 | 0+180.21 | | 99.56 Kg/cm75 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm75 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4784 | 0 000.000 | 0+631.23 | | 99.56 Kg/cm76 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm76 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Coordenadas UTM ORIGEN | Coordenadas UTM DESTINO | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4785 | 0 000.000 | 0+217.92 | [redacted] | | 99.56 Kg/cm77 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm77 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4786 | 0 000.000 | 0+100.37 | | | 99.56 Kg/cm78 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm78 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4787 | 0 000.000 | 0+199.07 | | | 99.56 Kg/cm79 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm79 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4788 | 0 000.000 | 0+065.91 | | | 99.56 Kg/cm80 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm80 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4789 | 0 000.000 | 0+168.01 | | | 99.56 Kg/cm81 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm81 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4790 | 0 000.000 | 0+159.22 | | | 99.56 Kg/cm82 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm82 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4791 | 0 000.000 | 0+127.25 | | | 99.56 Kg/cm83 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm83 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4792 | 0 000.000 | 0+180.44 | [redacted] | 99.56 Kg/cm84 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm84 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4793 | 0 000.000 | 0+181.76 | | 99.56 Kg/cm85 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm85 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4794 | 0 000.000 | 0+380.87 | | 99.56 Kg/cm86 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm86 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4795 | 0 000.000 | 0+147.37 | | 99.56 Kg/cm87 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm87 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4796 | 0 000.000 | 0+890.70 | | 99.56 Kg/cm88 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm88 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4797 | 0 000.000 | 0+208.63 | | 99.56 Kg/cm89 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm89 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4798 | 0 000.000 | 0+158.78 | | 99.56 Kg/cm90 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm90 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

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

**Tabla. 2.** Características físicas y de operación de tuberías.

## D) CONDICIONES DE OPERACIÓN Y CAPACIDAD DE VOLUMEN EMPACADO

**Capacidad de volumen empacado gasoducto.**

De acuerdo a lo anteriormente descrito el gasoducto distribuirá Gas Natural en las condiciones mencionadas, por lo tanto, para empacar la línea completa del gasoducto se requiere un volumen de gas natural de 7,584.21 m3 (4,626.36 Kg @ ρ=0.61 Kg/m3) a 21.00 kg/cm2 (298.69 Psi) con una elevación promedio de 34.00 m.s.n.m. en el Estado de Veracruz, México.

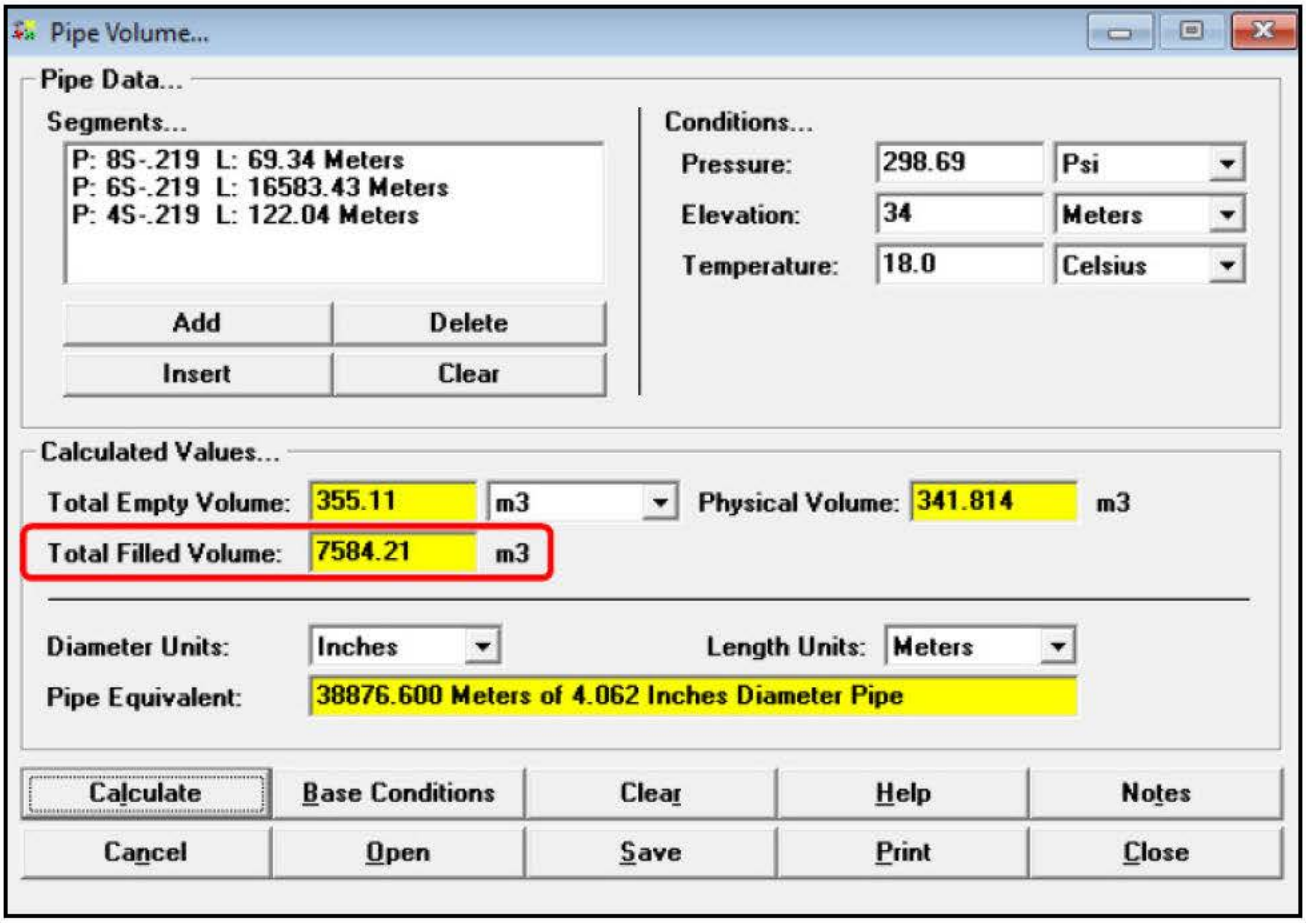



**Fig. 7.** Cálculo de volumen de empacado

Como parte de las etapas y sus actividades que comprende este proceso se tiene el programa de obra en el **ANEXO 4**, en **ANEXO 6** los procedimientos correspondientes al proyecto y **ANEXO 5. INGENERA,** se observan las condiciones de operación y capacidad de volumen de empacado.

### II.1.1 SUSTANCIAS PELIGROSAS MANEJADAS EN EL PROCESO.

Derivado de las operaciones de preparación de sitio, construcción y operación y mantenimiento del proyecto de Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) se utilizarán diferentes sustancias químicas peligrosas las cuales se encuentran enlistadas en las tablas siguientes:

| LISTADO DE SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sustancia (Nombre Químico y/o Comercial)** | **Tipo de almacenamiento (tipo de envase)** | **Volumen manejado** | **Estado físico** | **Características CRTI** | | | | **No. CAS** |
| | | | | **C** | **R** | **T** | **I** | |
| Bentonita | Bulto | 630 kg | Sólido (granulado) | 0 | 0 | 2 | 0 | 1302-78-9 |
| RAM-100 SP-Plus (Base) | Recipiente plástico | 63 kg | Semi-sólido | 0 | 0 | 0 | 0 | NA |
| RAM-100 SP-Plus (Endurecedor) | | 63 kg | Semi-sólido | 0 | 0 | 0 | 0 | NA |
| Carbonato de sodio (Soda ASH) | Bulto | 630 kg | Sólido (granulado) | 2 | 1 | 2 | 0 | 497-19-8 |
| Lp 2000 | Recipiente plástico | 210 L | Líquido | 0 | 1 | 0 | 0 | NA |
| AMC Xan-bore | Bulto | 420 kg | Sólido (granulado) | 0 | 1 | 0 | 0 | 11138-66-2 |
| AMC Penetrol Xtra | Contenedor plástico | 840 L | Líquido | 0 | 1 | 0 | 0 | NA |
| AMC - Pac | Bulto | 420 kg | Sólido (granulado) | 0 | 1 | 0 | 1 | 9004-32-4 |
| Aceite hidráulico | Recipiente plástico | 11 400 L | Líquido | 0 | 0 | 0 | 1 | NA |

| LISTADO DE SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sustancia (Nombre Químico y/o Comercial) | Tipo de almacenamiento (tipo de envase) | Volumen manejado | Estado físico | Características CRTI | | | | No. CAS |
| | | | | C | R | T | I | |
| Aceite de motor | | 10 800 L | Líquido | 0 | 0 | 0 | 1 | NA |
| Anticongelante | | 1 330 L | Líquido | 0 | 2 | 0 | 0 | 107-21-1 |
| Diesel | NA | 8 300 L | Liquido | 0 | 0 | 0 | 2 | 68476-34-6 |
| Gasolina | NA | 4 850 L | Liquido | 0 | 0 | 1 | 3 | 8006-61-9 |

**Tabla. 3.** Sustancias Químicas Peligrosas a emplear durante la etapa de operación del proyecto

## II.1.2 CARACTERISTICAS DE SUSTANCIAS A UTILIZAR.

La sustancia principal que se maneja en el proyecto es el Gas Natural, por lo que a continuación se describen sus principales características físicas y químicas.

- **Nombre:** Gas Natural - Gas Metano.
- **Cantidad de Reporte:** 500 kg. (Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas).
- **Familia química:** Hidrocarburo parafínico.
- **Peso molecular:** 18.2.
- **No. CAS (Chemical Abstract Service):** 8006-14-2.
- **No. ONU:** 1971.
- **Estado físico, color y olor:** Gas incoloro, inodoro e insípido.
- **Punto de fusión (760 mm Hg):** - 182 °C.
- **Punto de ebullición (760 mm Hg):** - 160 °C.
- **Temperatura crítica:** - 82,50°C.
- **Densidad del vapor (760 mm Hg):** 0,61.
- **Densidad específica (aire= 1):** 0,68.
- **Temperatura de auto ignición:** Entre 5 370 y 6 510°C.

- **Volumen crítico:** 0,098 m3/kg/mol.
- **Solubilidad en agua:** 0.4 – 20 microgramos/100 cm3.
- **Límite inferior de explosividad:** 15% Metano + 85% Aire.
- **Límite superior de explosividad:** 5% Metano + 95% Aire.
- **Valor Umbral Límite 15 min. (TLV 15):** No establecida por OSHA. Asfixiante simple.
- **Valor Umbral Límite 8 min. (TLV 8):** No establecida por OSHA. Asfixiante simple.
- **IDLH:** 5000 ppm (correspondiente al Metano).

## II.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

### II.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

El presente proyecto consiste en la construcción y operación de un Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano), el ducto pasa por la localidad de Mata Loma en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, propiedad de la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.,** El gas natural será distribuido por medio de un gasoducto principal de 8" de Ø de AC y de 6" de Ø de AC. El proyecto cuenta con una longitud total de 49,759.96 ML (49.75996 km que opera a una presión máxima de 298.69 Psi (21.00 Kg/cm$^2$) y se localizara en el municipio de Veracruz, pasando por el municipio de Manlio Fabio Altamirano, pasando por la localidad Mata Lomas en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

| CONSUMO DE OPERACIÓN (FLUJO Y PRESIÓN) DEL GASODUCTO PRINCIPAL | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **CONSUMOS** | **SCMD** | **MMSCFD** | **SCMH** | **SCFH** |
| Consumo mínimo | 48.856 | 1.73 | 2,035.66 | 71,889 |
| Consumo máximo | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 |

**Tabla. 4.** Consumos de operación (Flujo y presión) del gasoducto

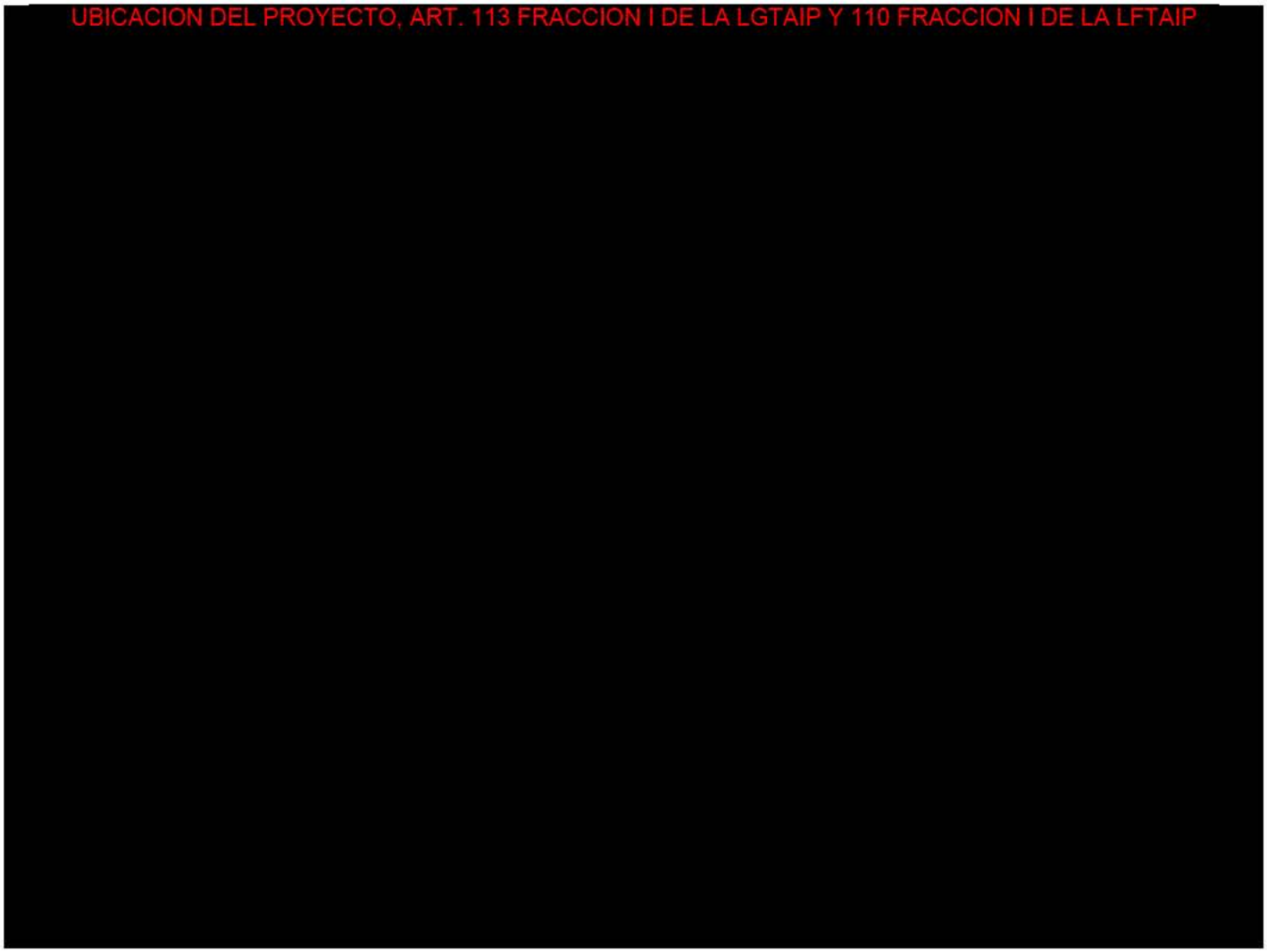



**Fig. 8.** Capacidad de conducción del Sistema de Distribución.

En el **ANEXO 7**, se encuentra la Capacidad de conducción del Sistema de distribución.

El presente proyecto se localizará en el municipio de Veracruz, pasando por el municipio de Manlio Fabio Altamirano, en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, en las coordenadas siguientes.

| **UBICACIÓN PUNTOS DE INFLEXION** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Metros** | **Cadenamiento** | **Coordenadas UTM** | |
| 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 |
| | | | A | |
| | | | B | |

| **UBICACIÓN PUNTOS DE INFLEXION** | |
|---|---|
| COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Coordenadas UTM** |
| | **Región: 14 Q** |

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

**UBICACIÓN PUNTOS DE INFLEXION**

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

**UBICACIÓN PUNTOS DE INFLEXION**

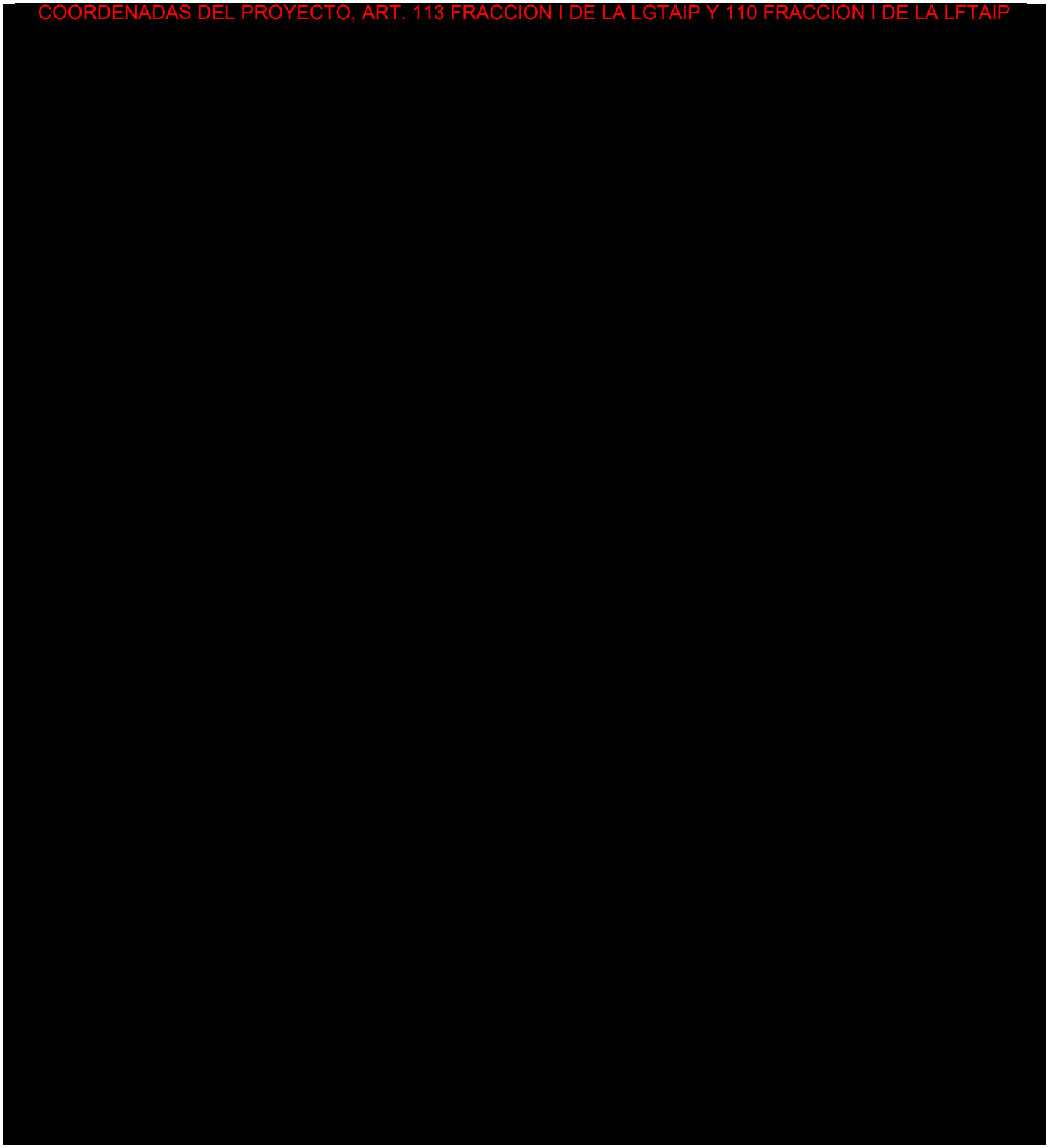
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

[redacted]

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

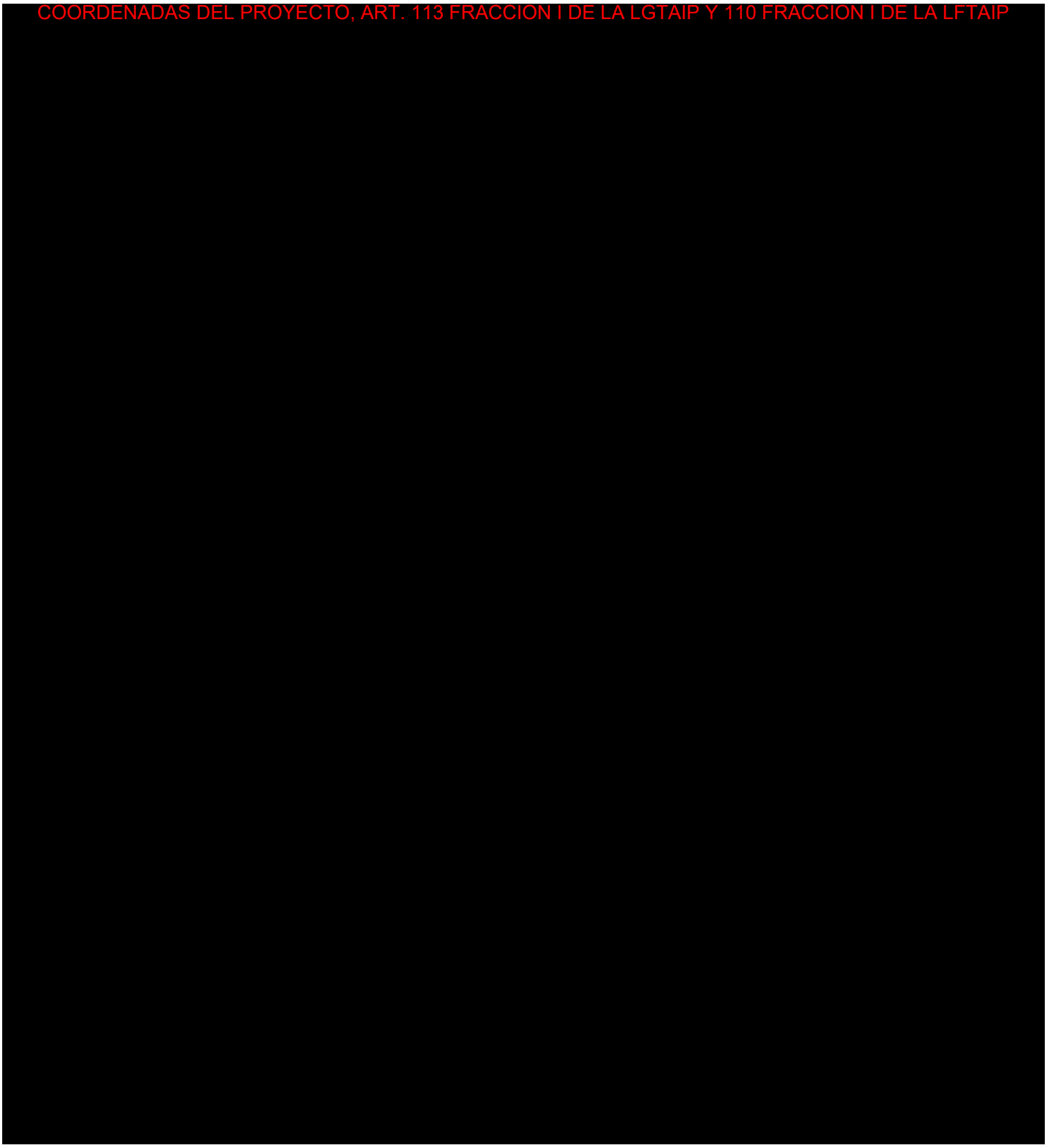
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

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



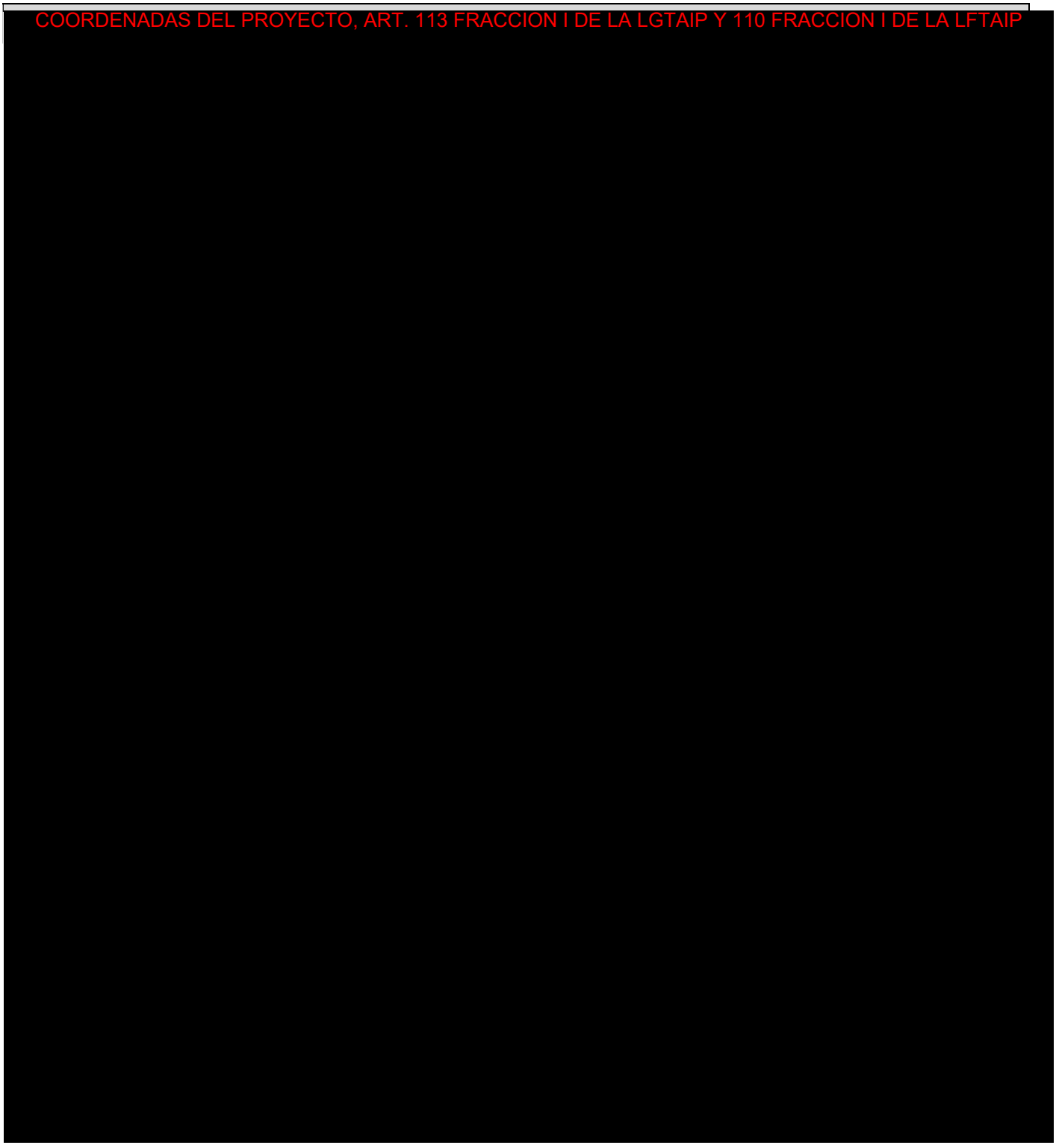
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

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

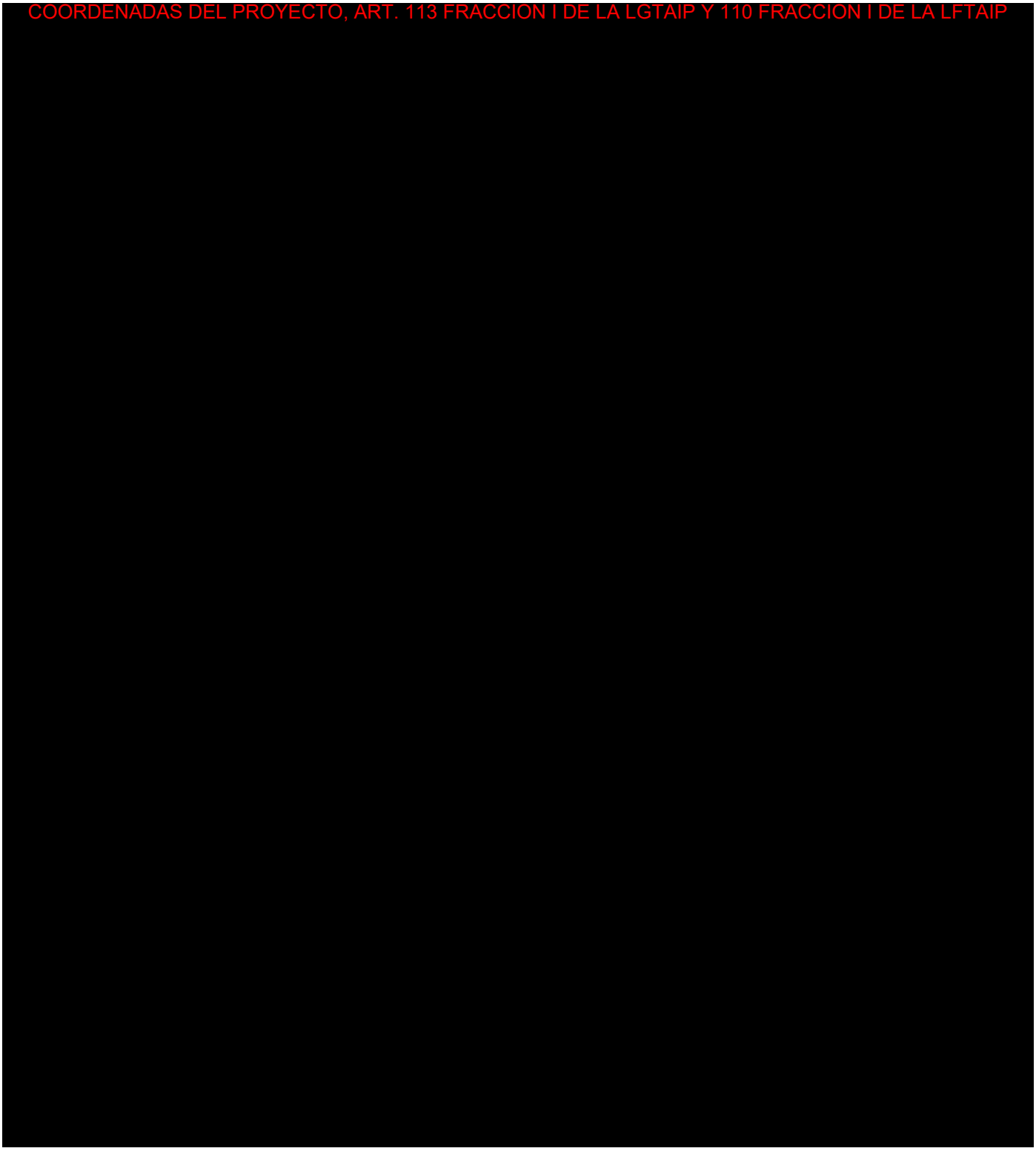


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

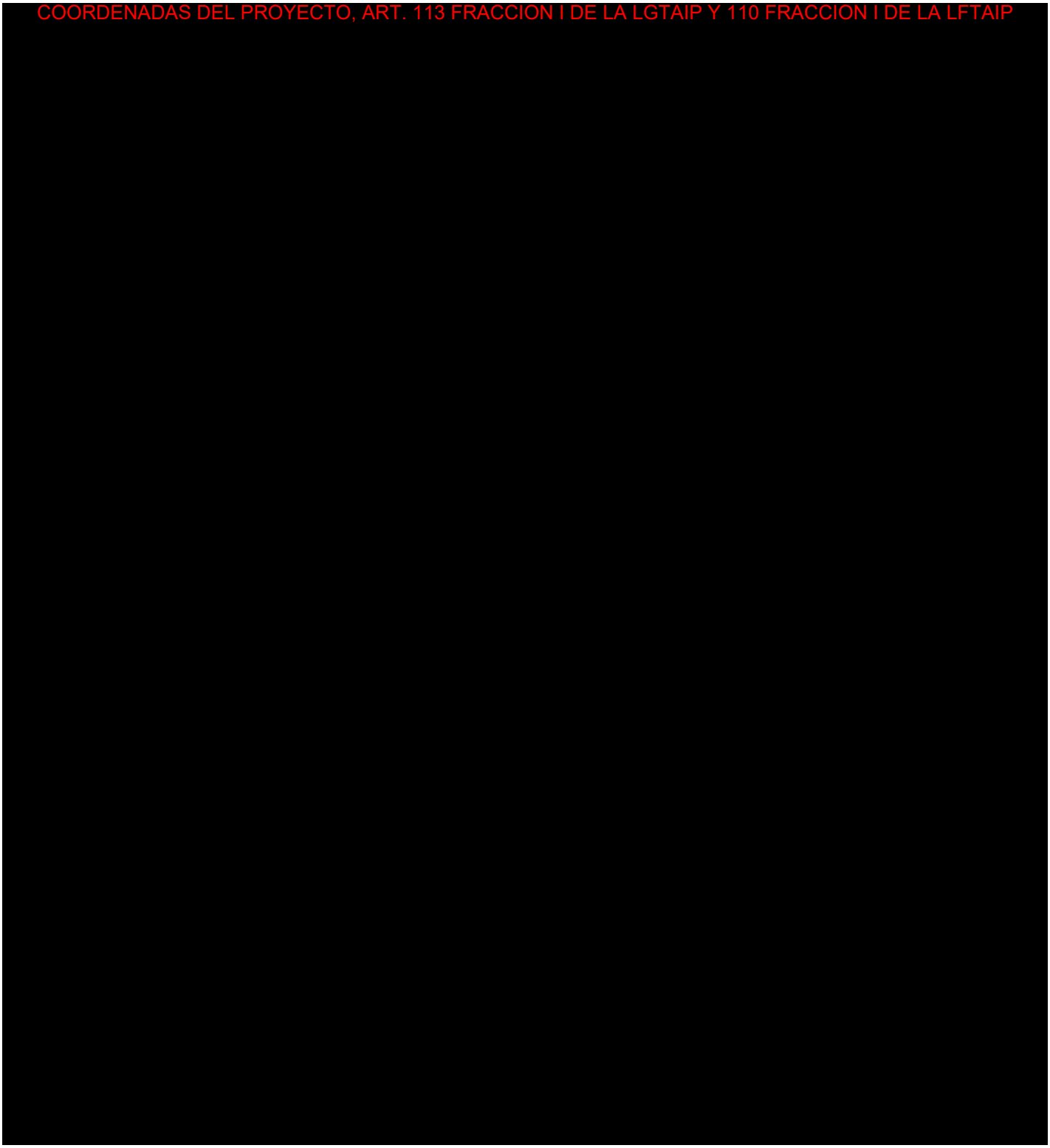
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



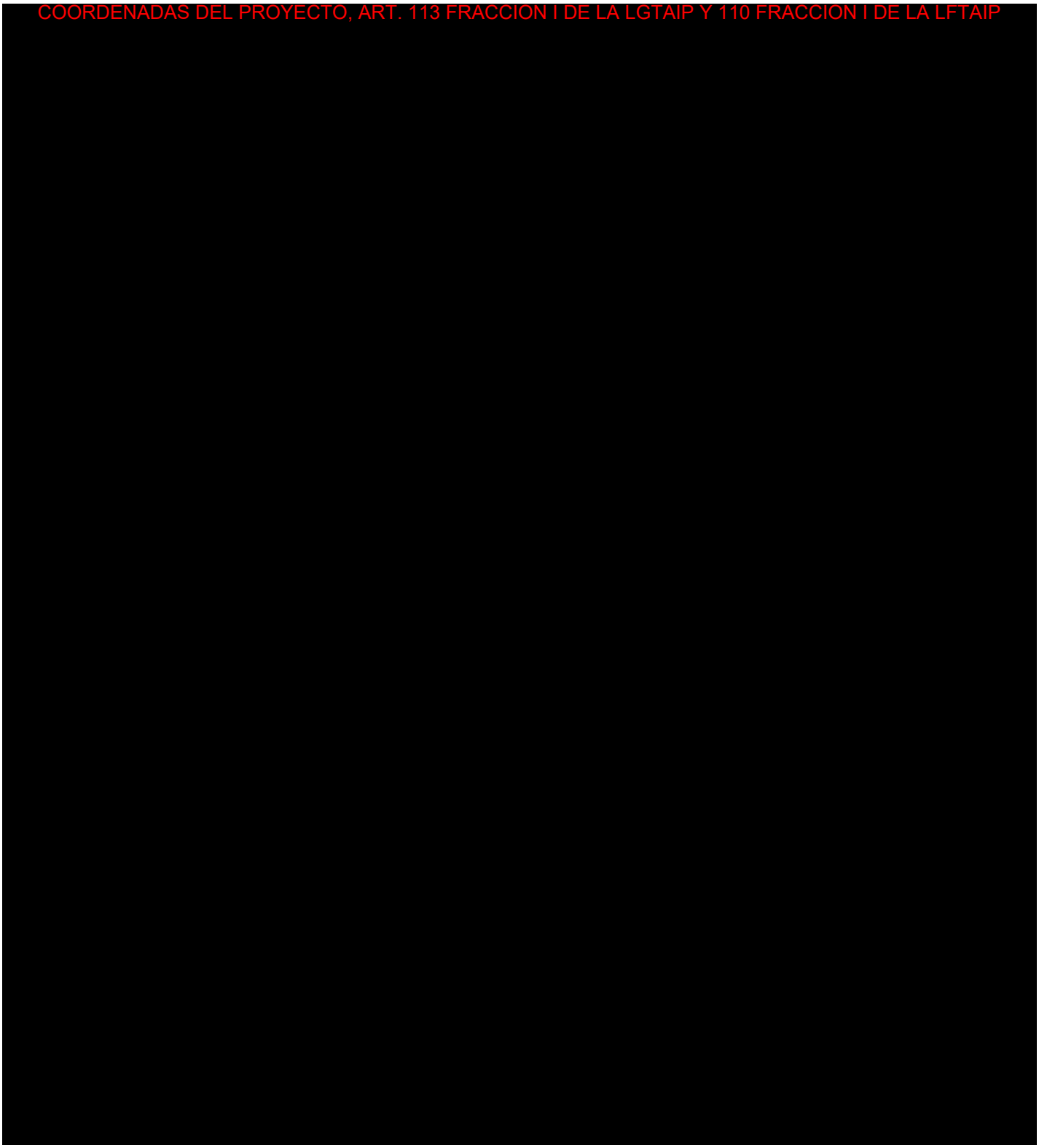
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



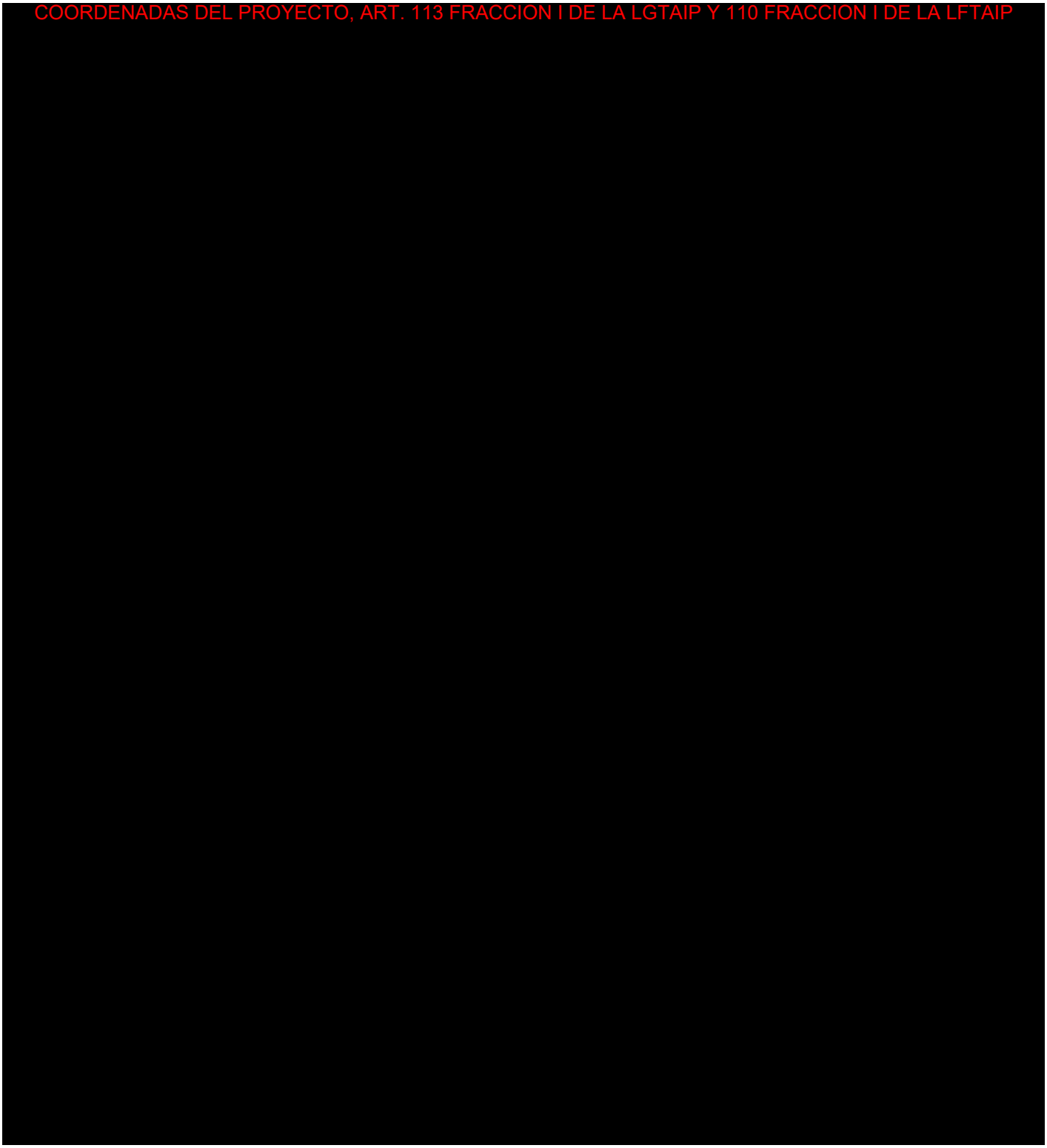
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



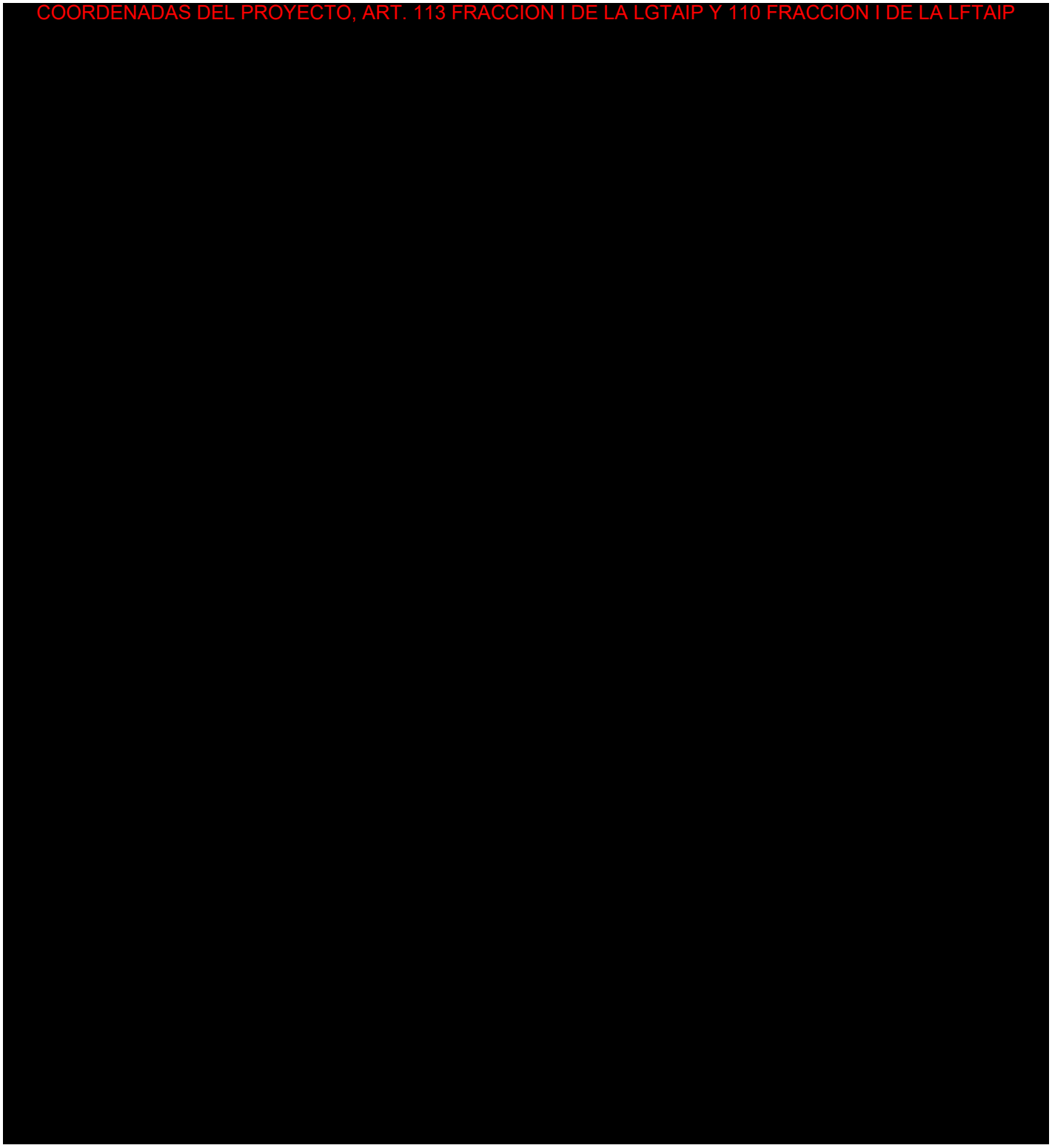
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



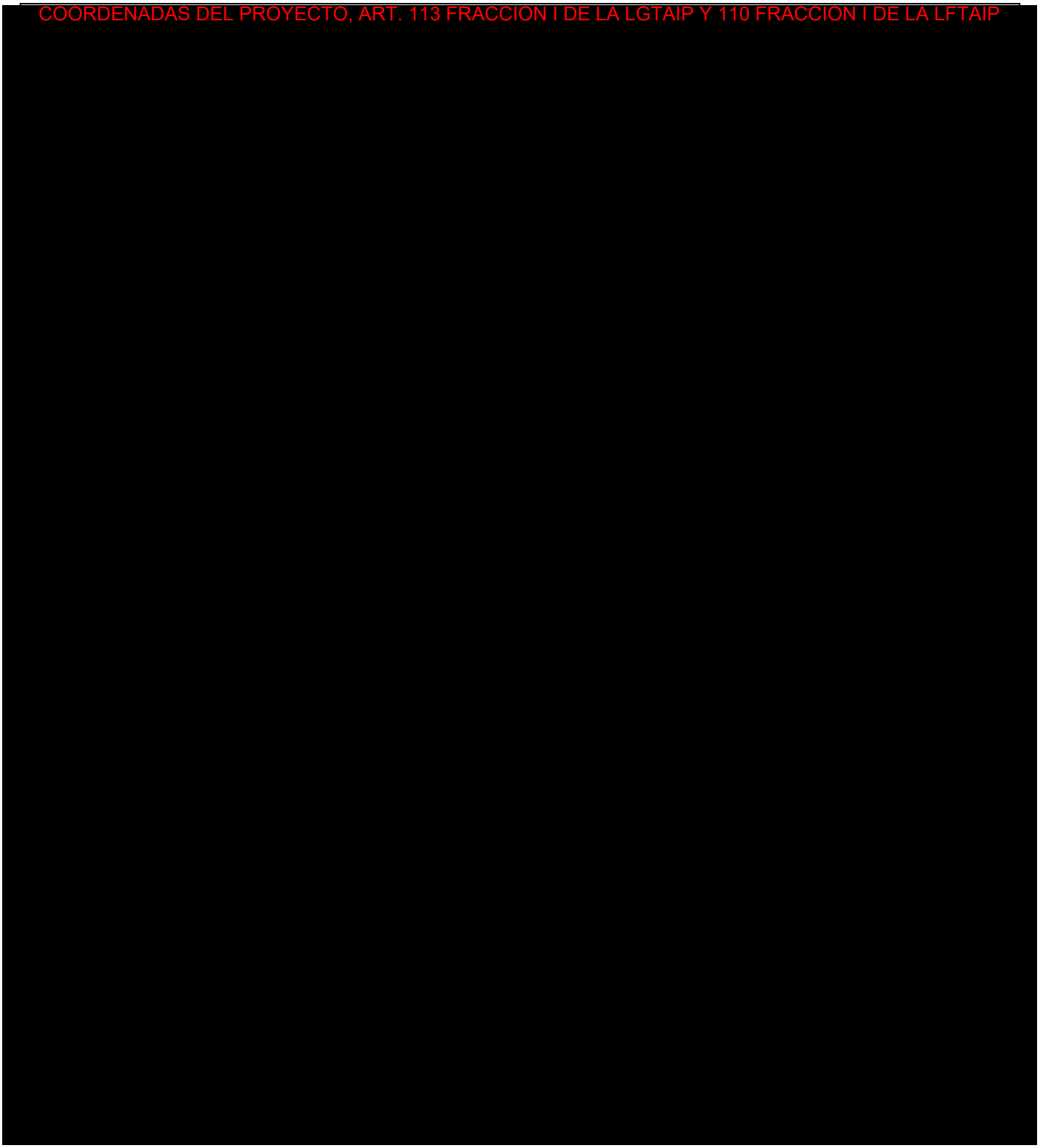
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



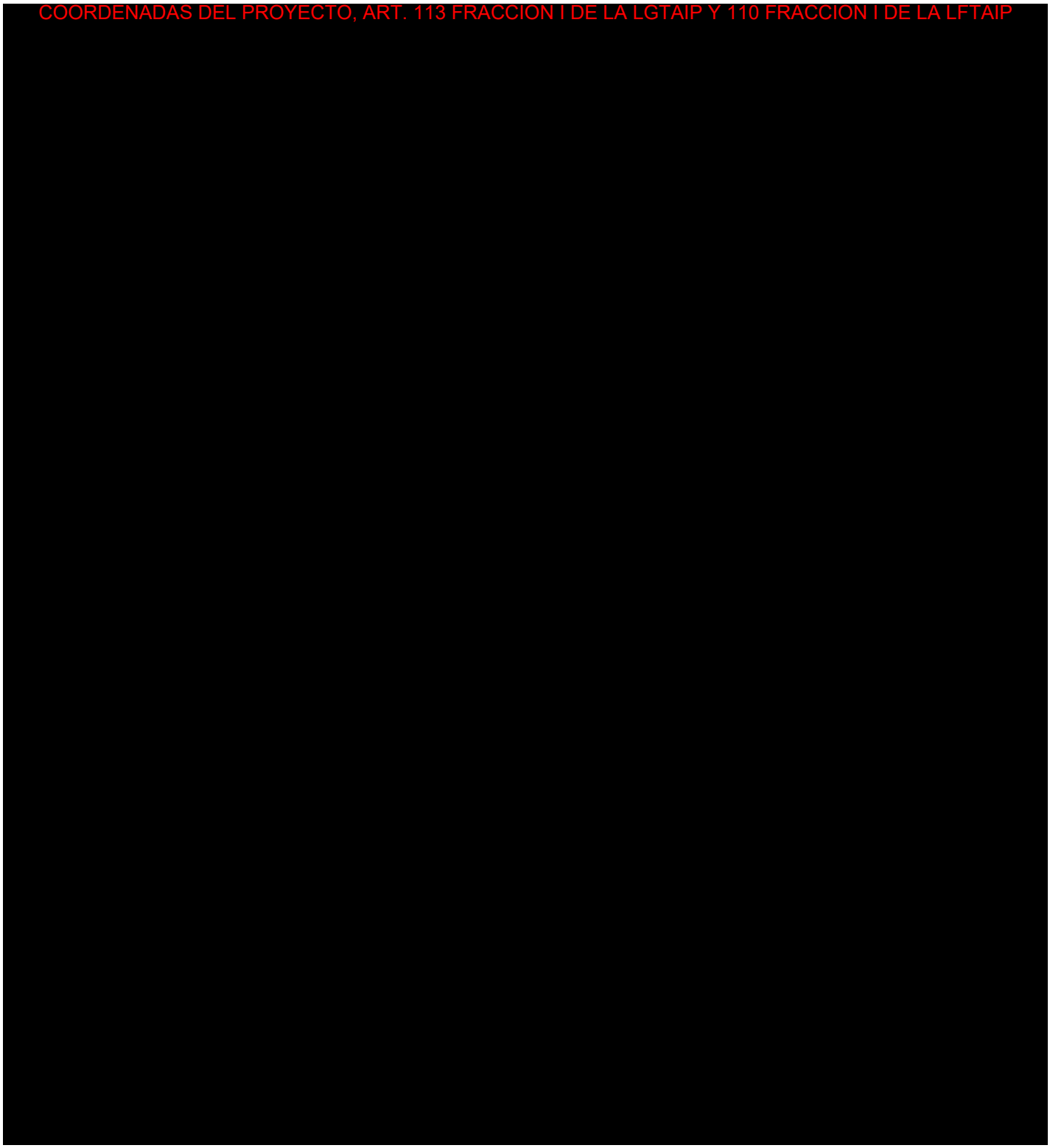
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



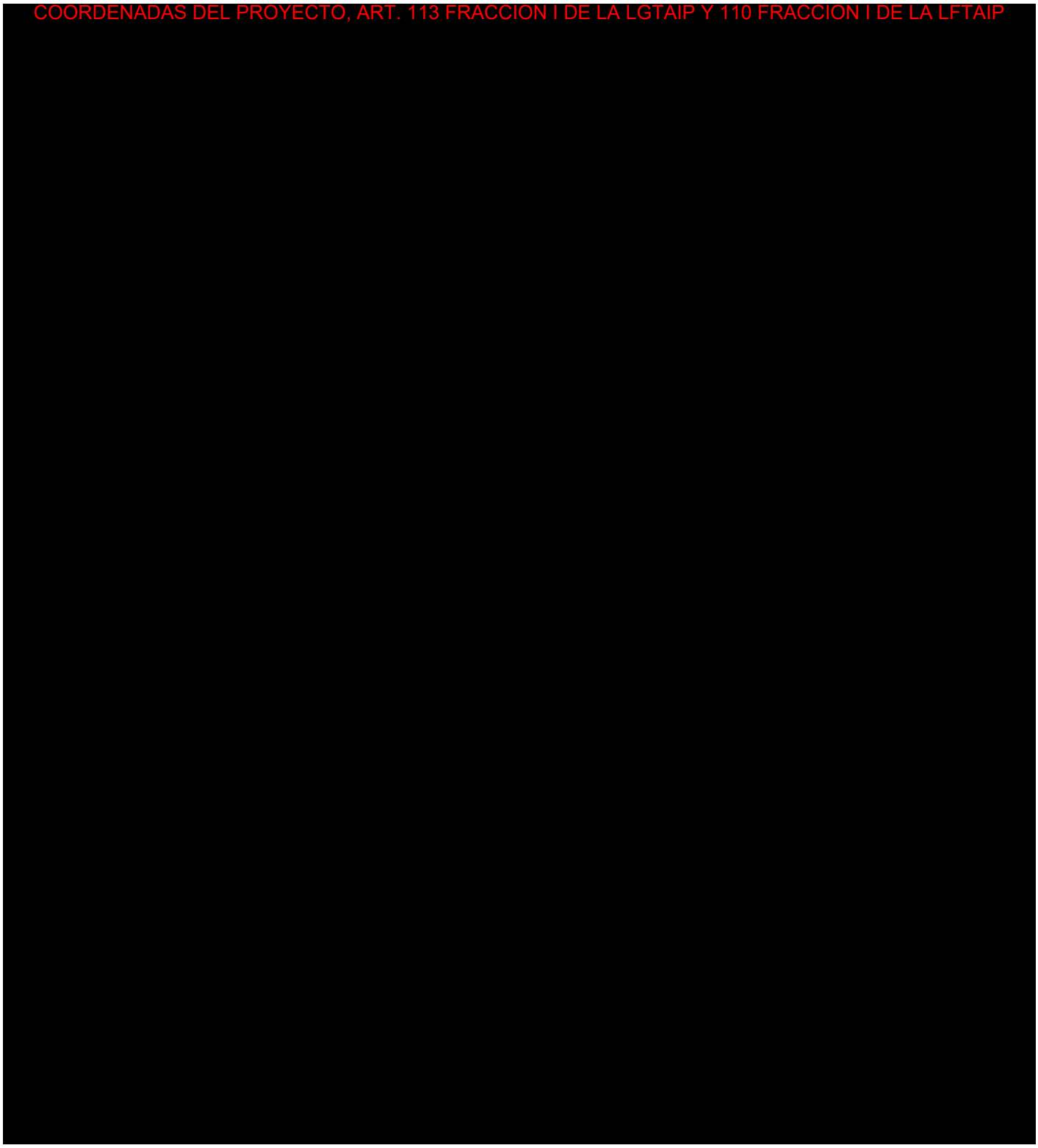
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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

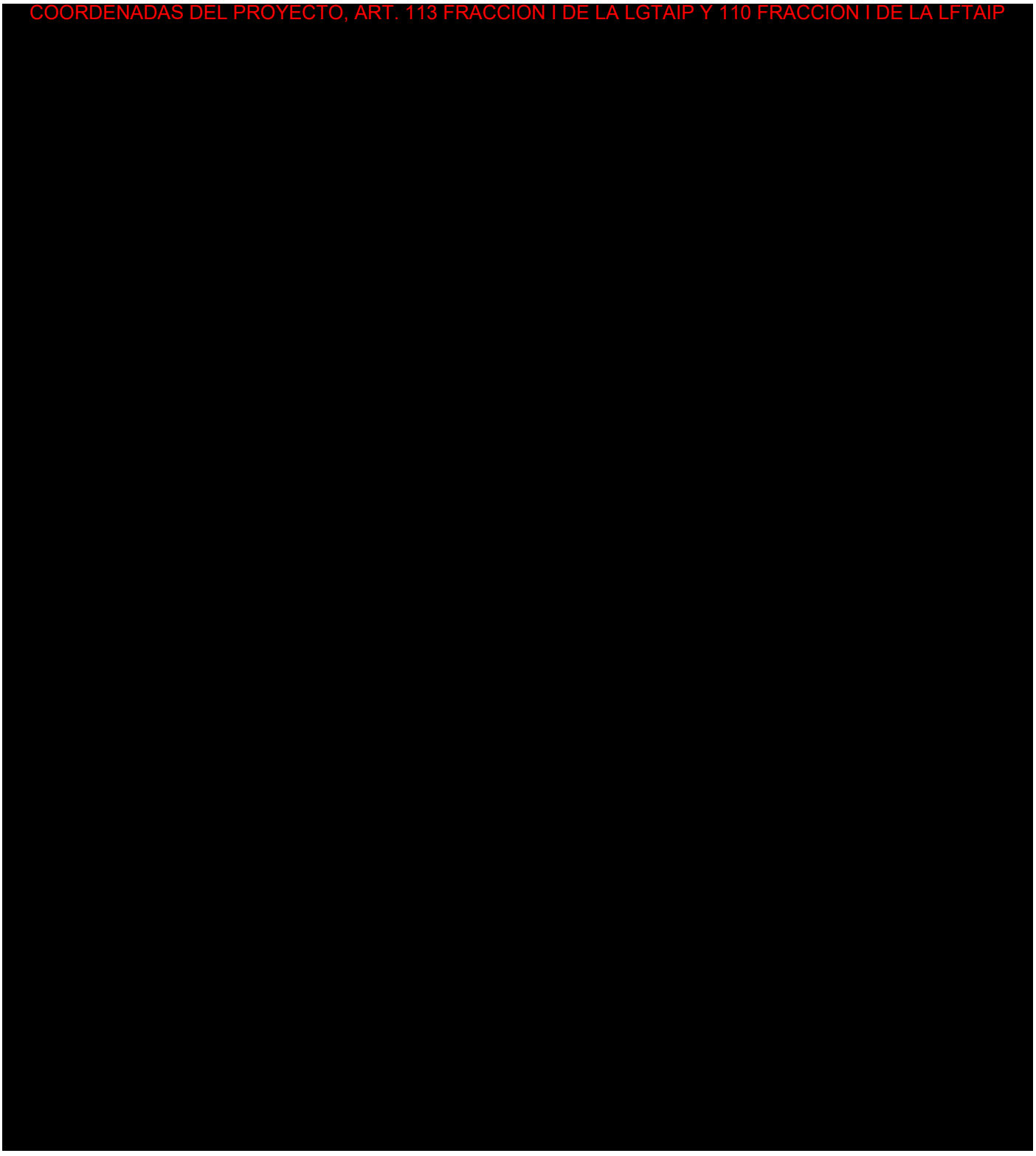


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

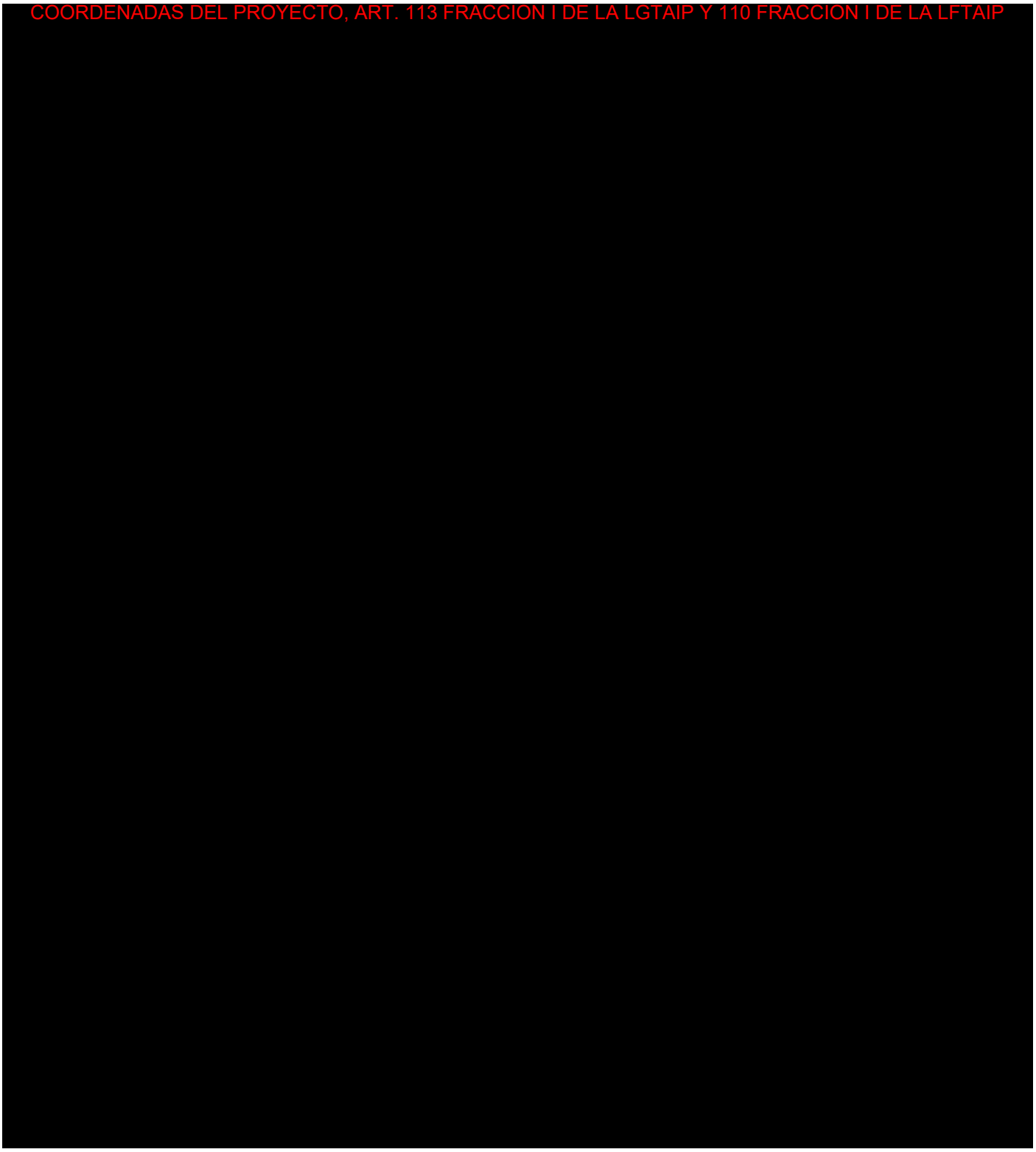


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

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

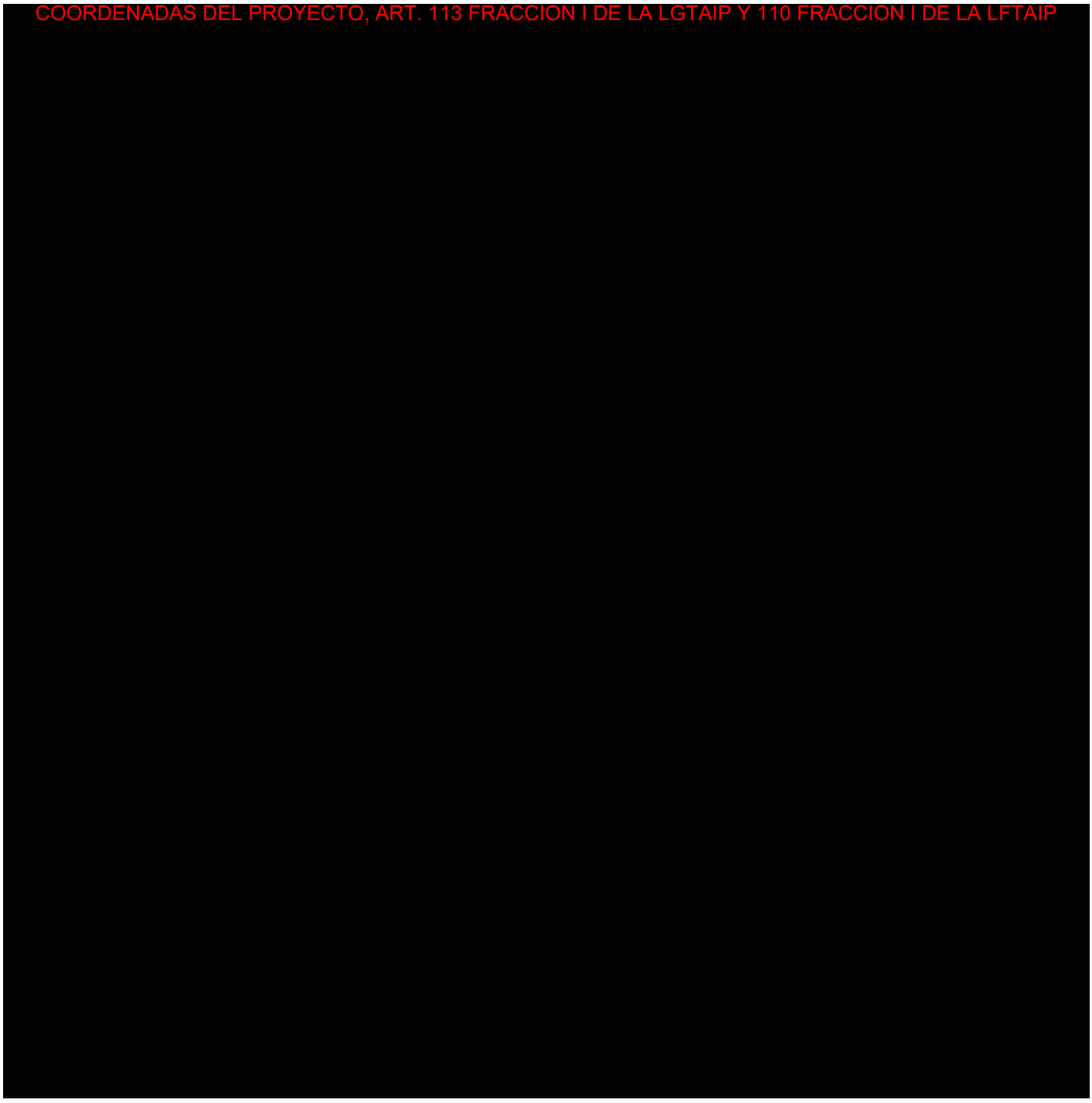
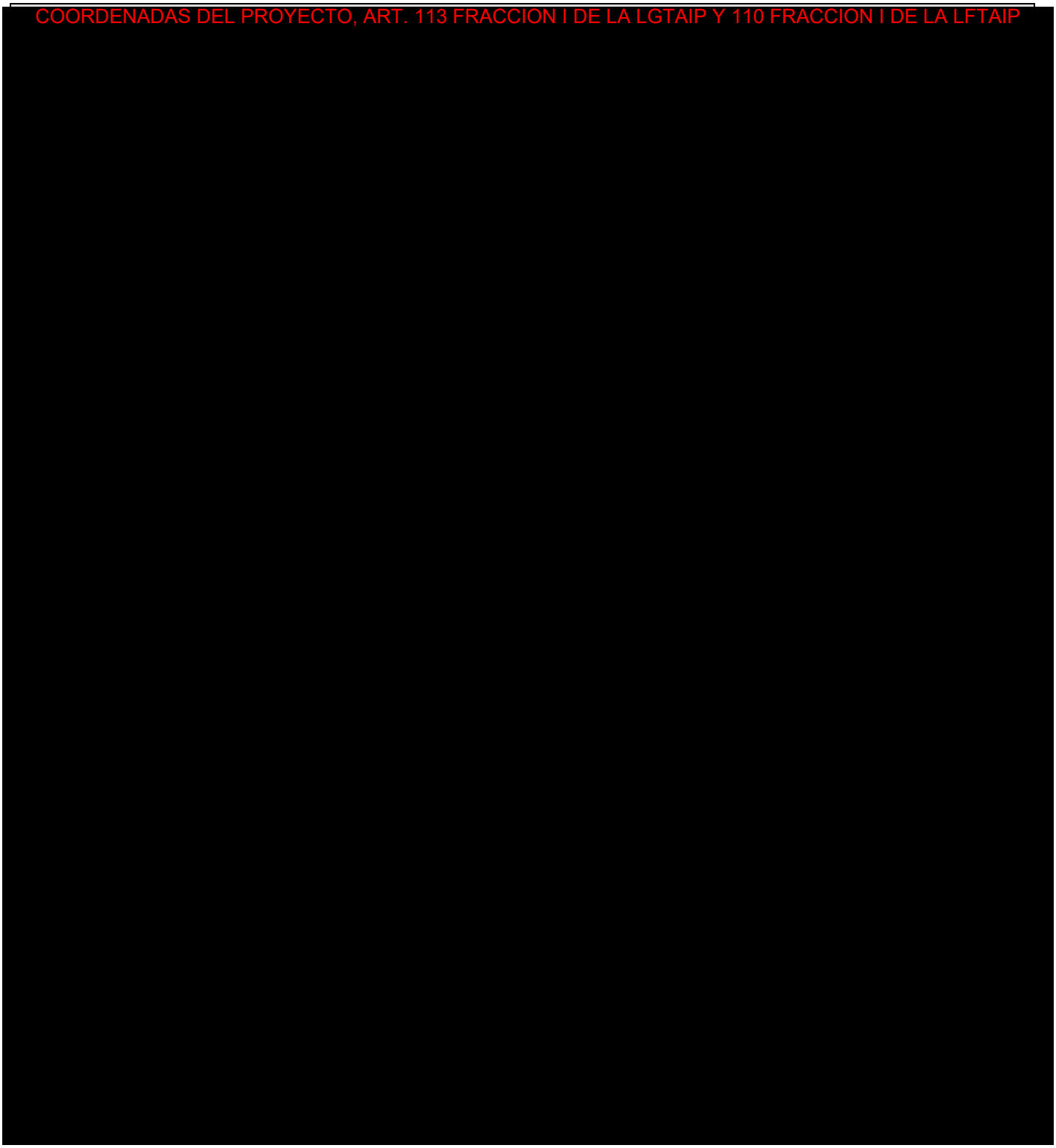
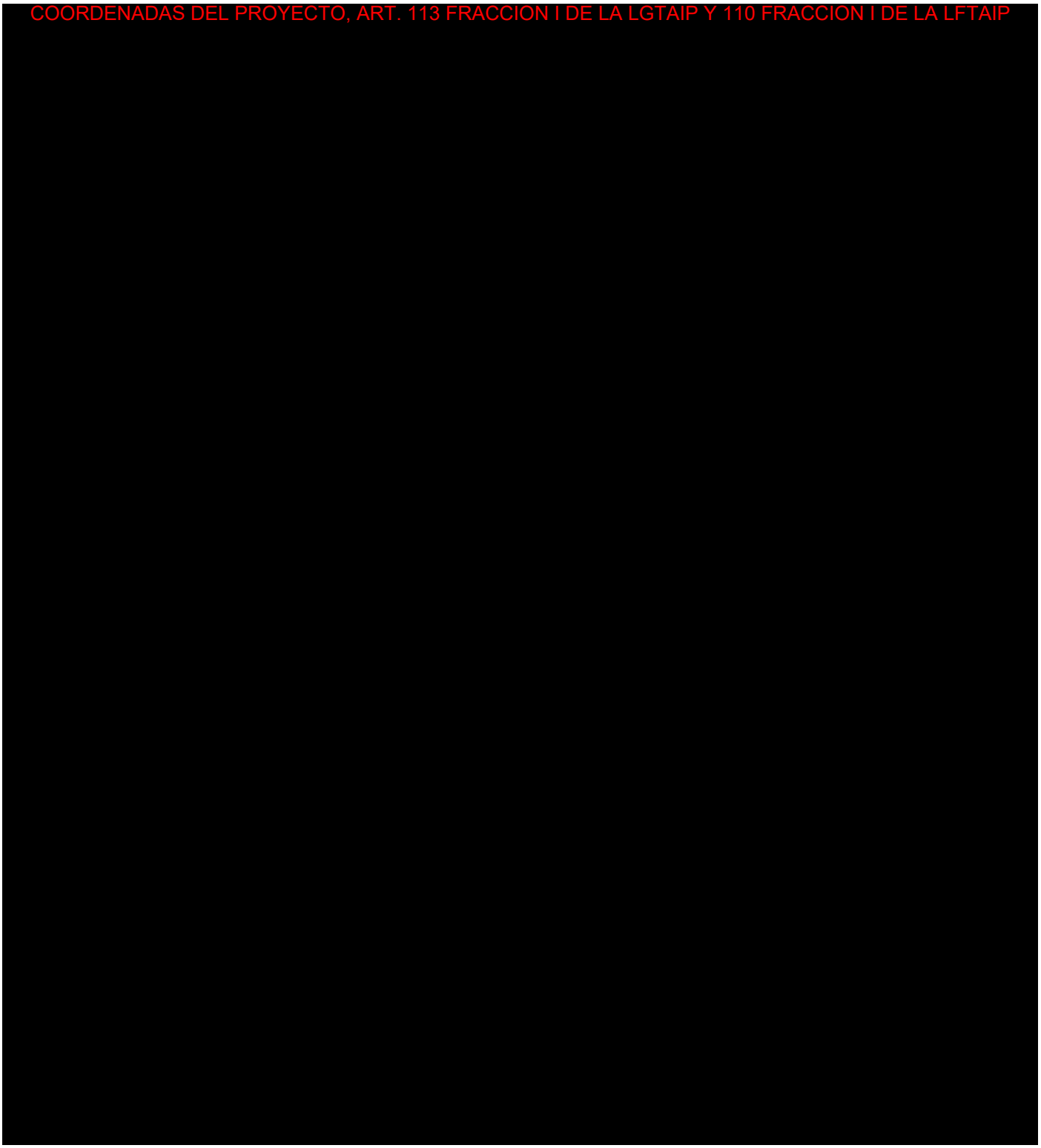


**Tabla. 5.** Coordenadas de ubicación de puntos de Inflexión

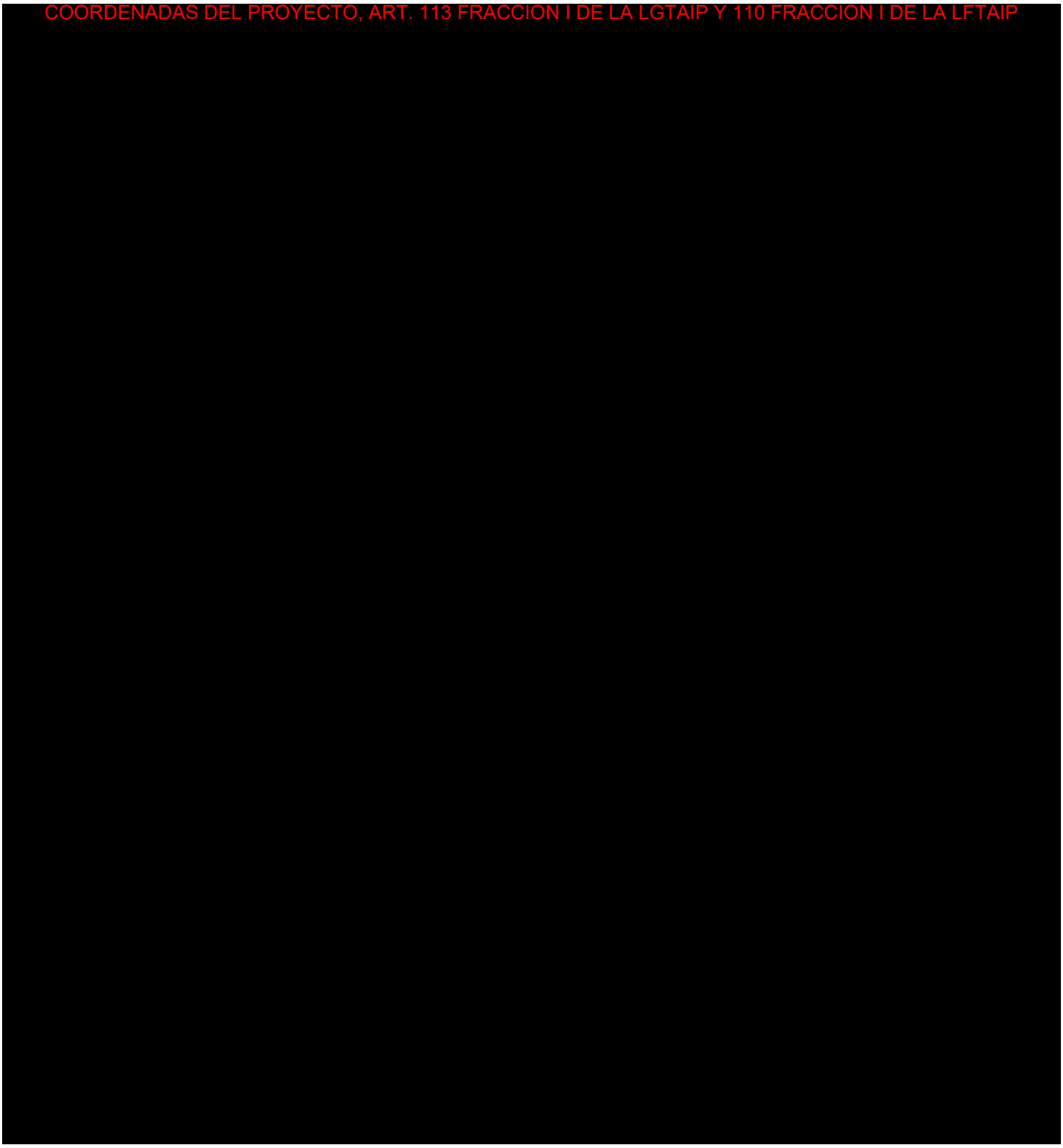
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



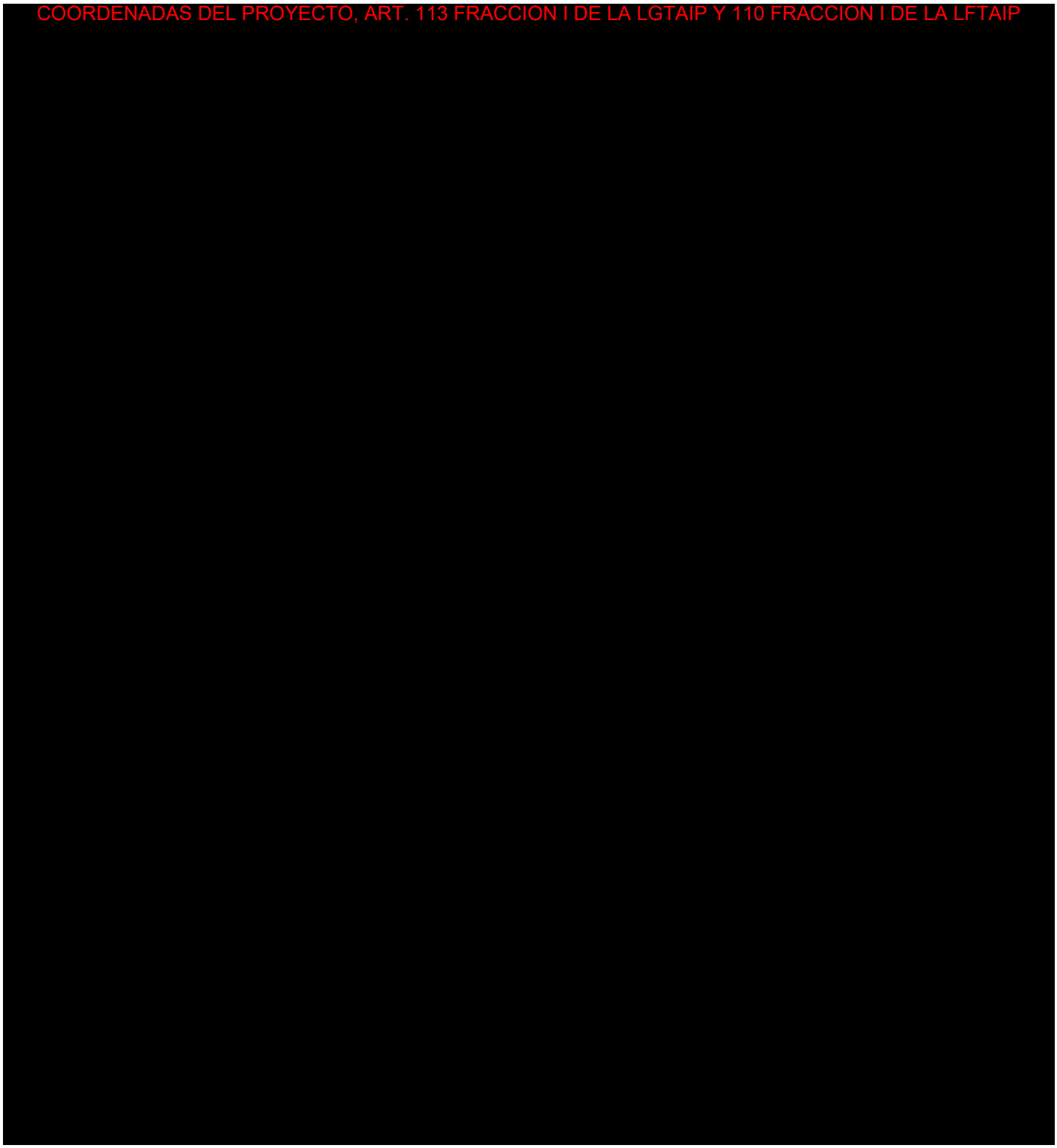
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



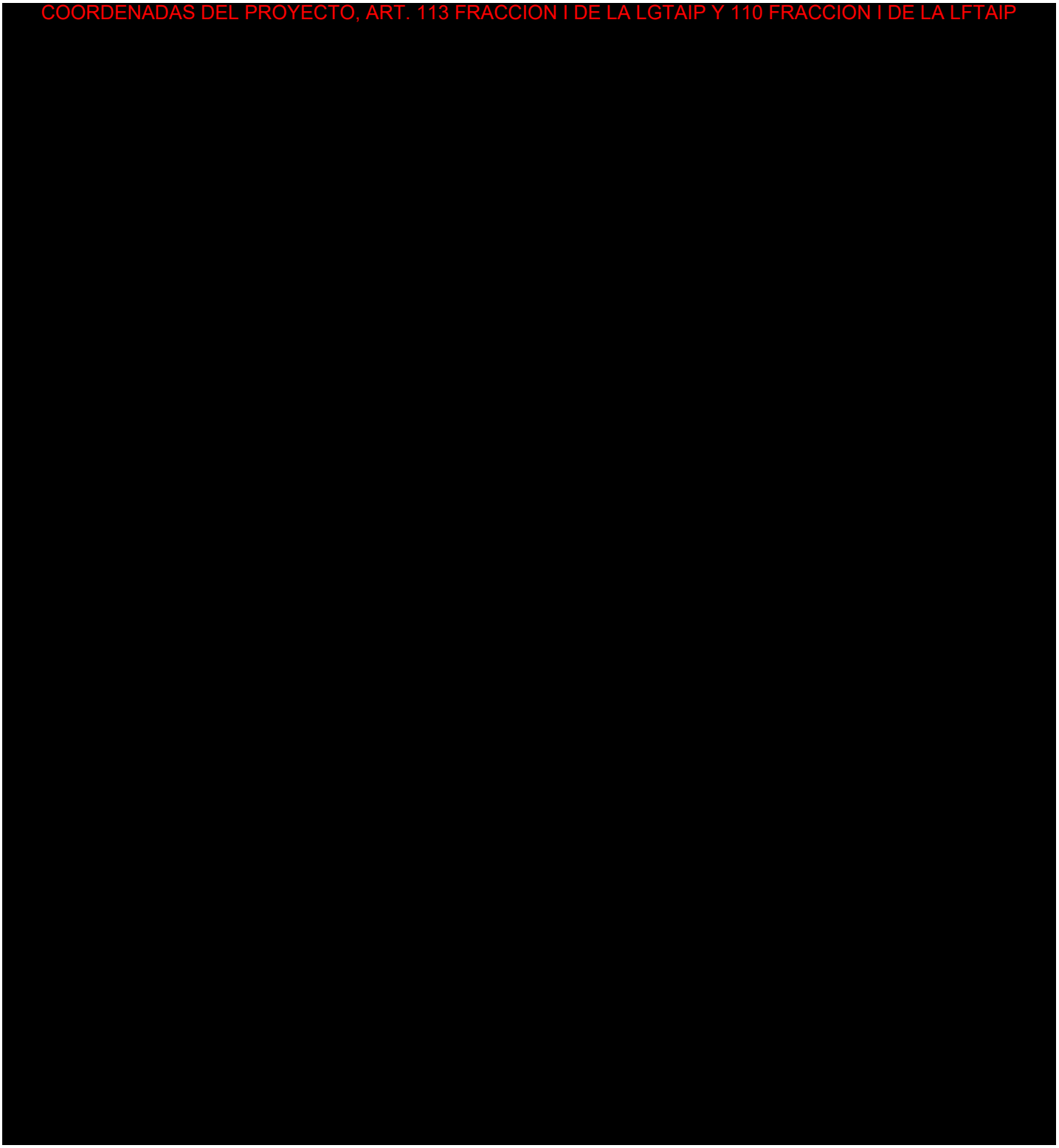
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



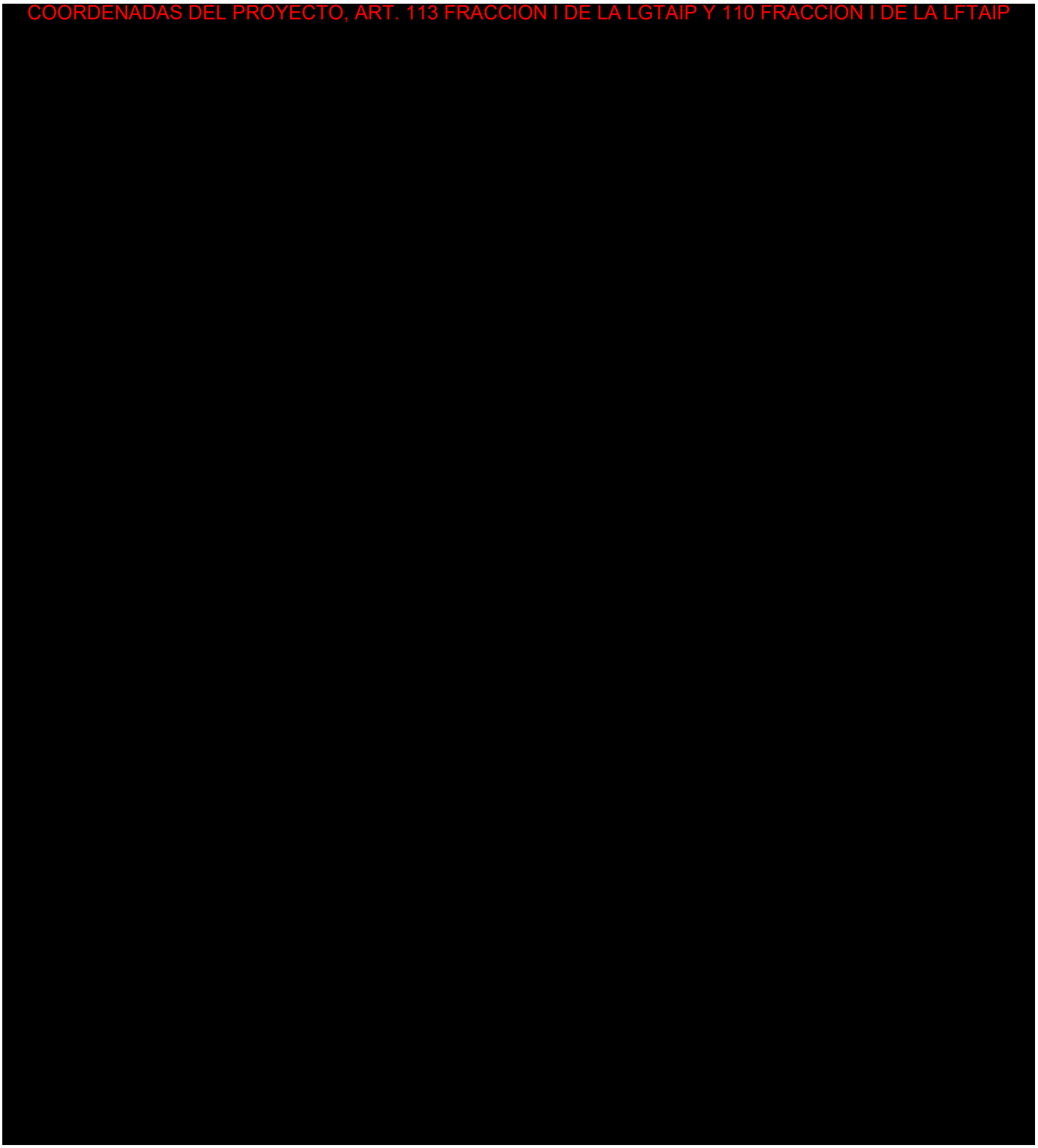
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



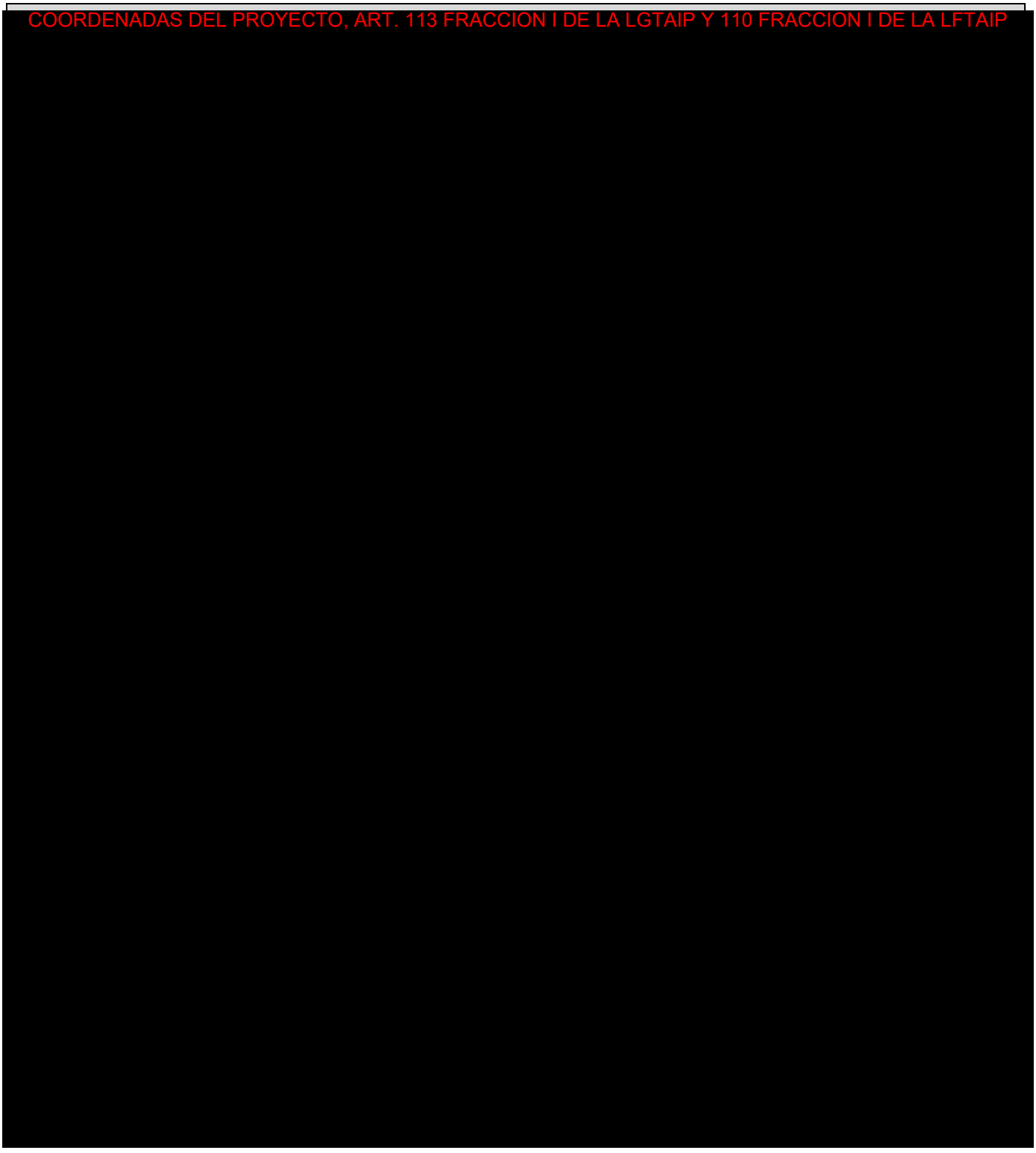
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



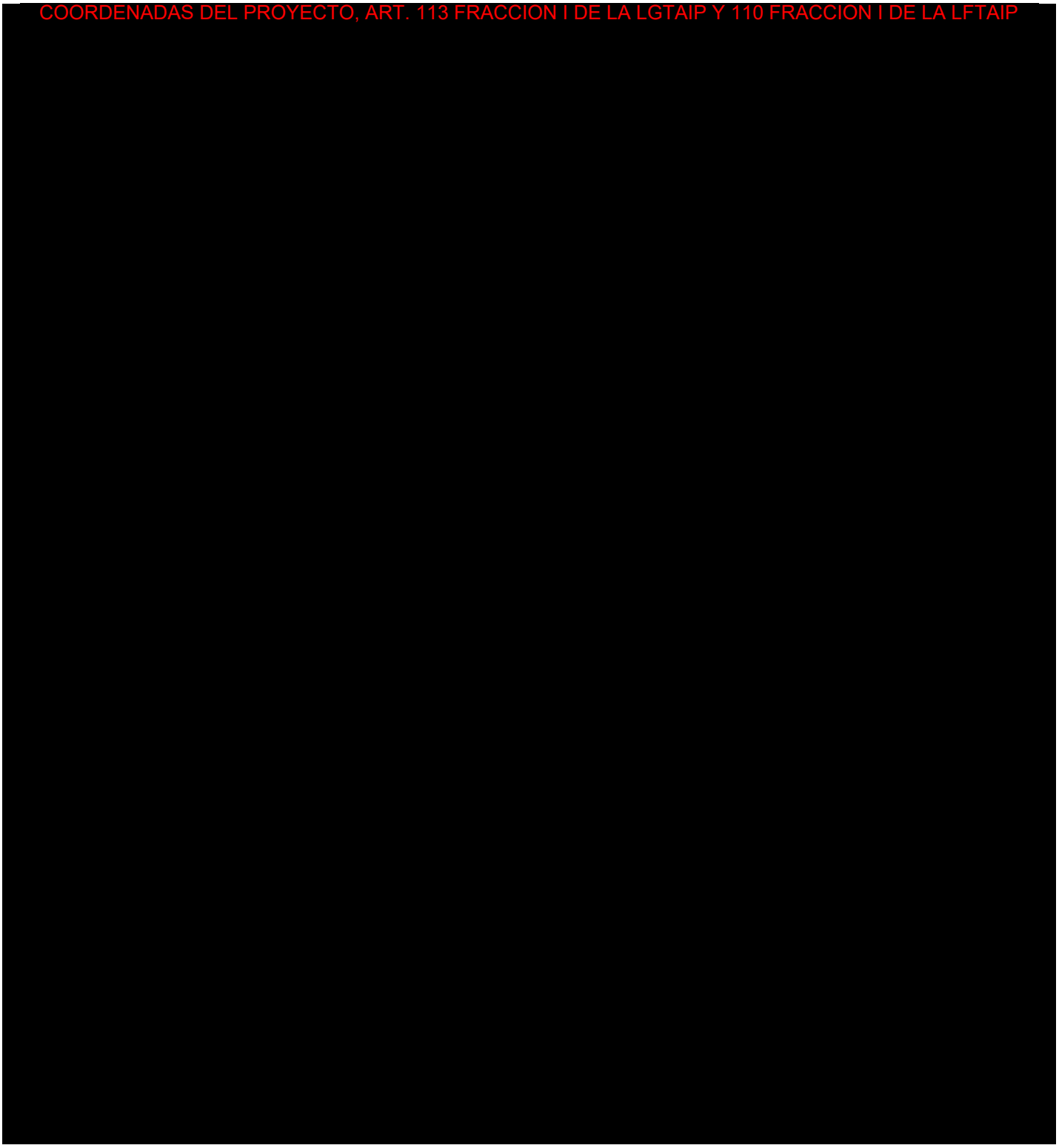
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



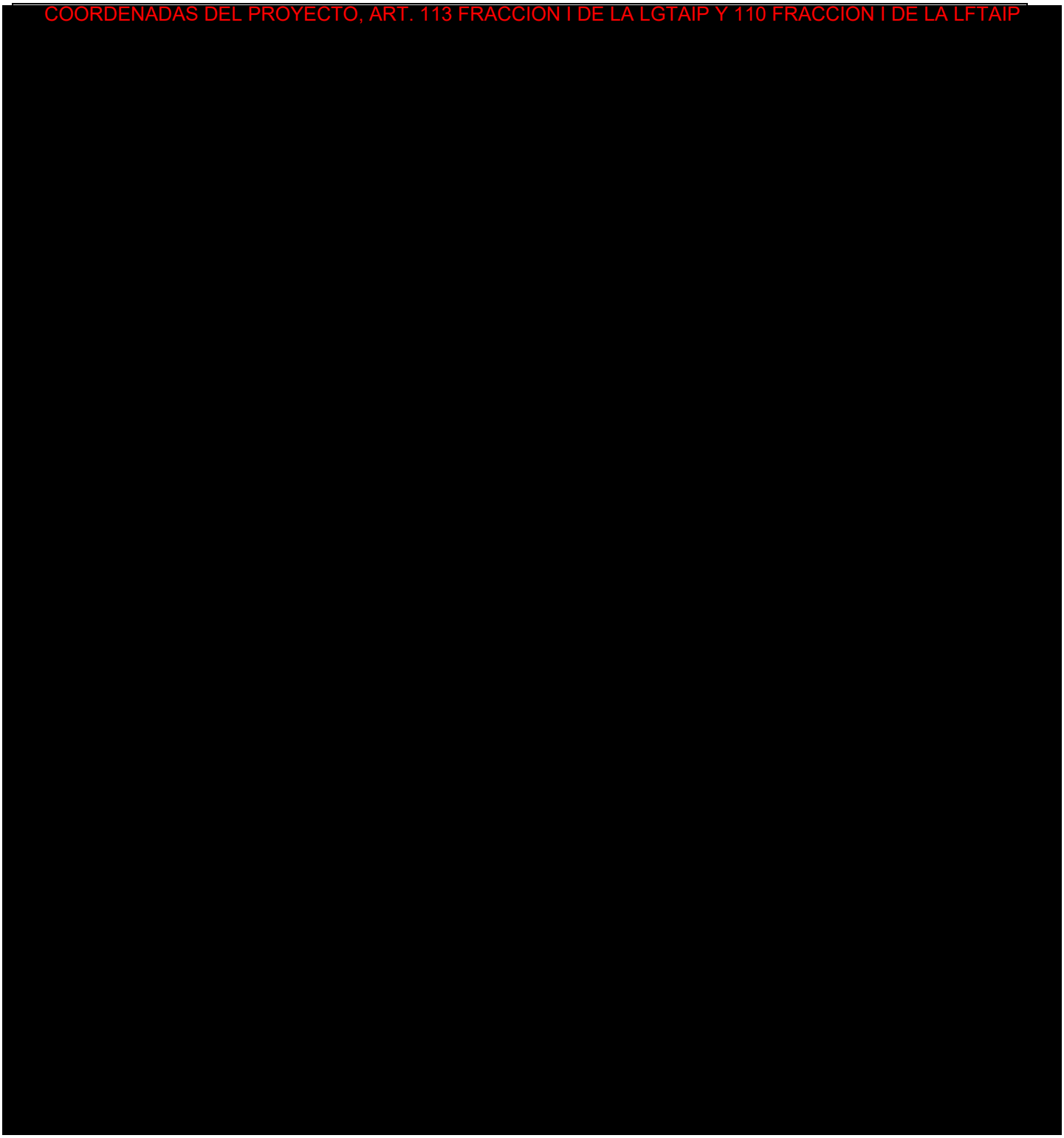
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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



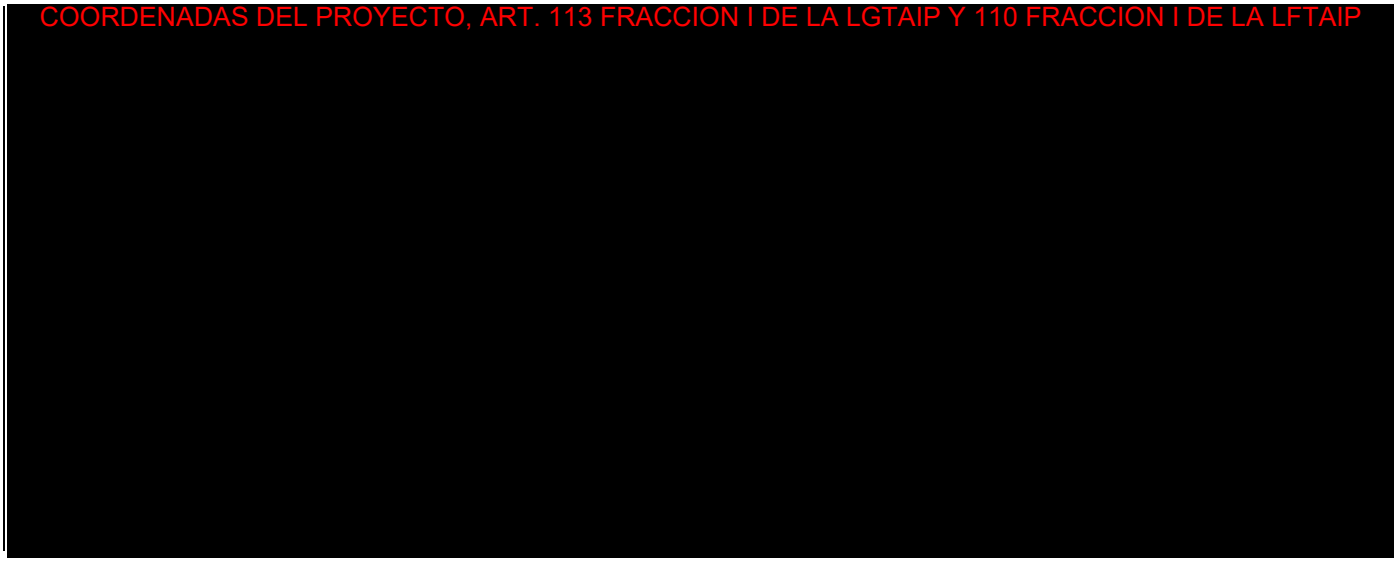



**Tabla. 6.** Coordenadas de ubicación de válvulas de seccionamiento.

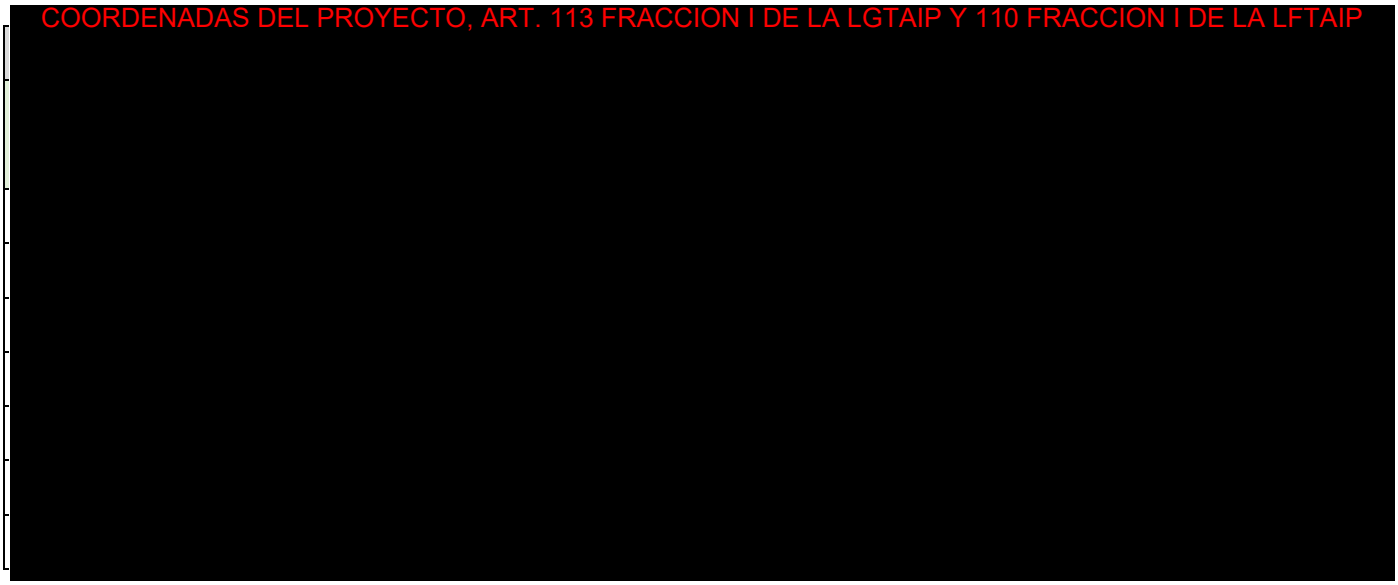



**Tabla. 7.** Coordenadas de ubicación de estación de regulación

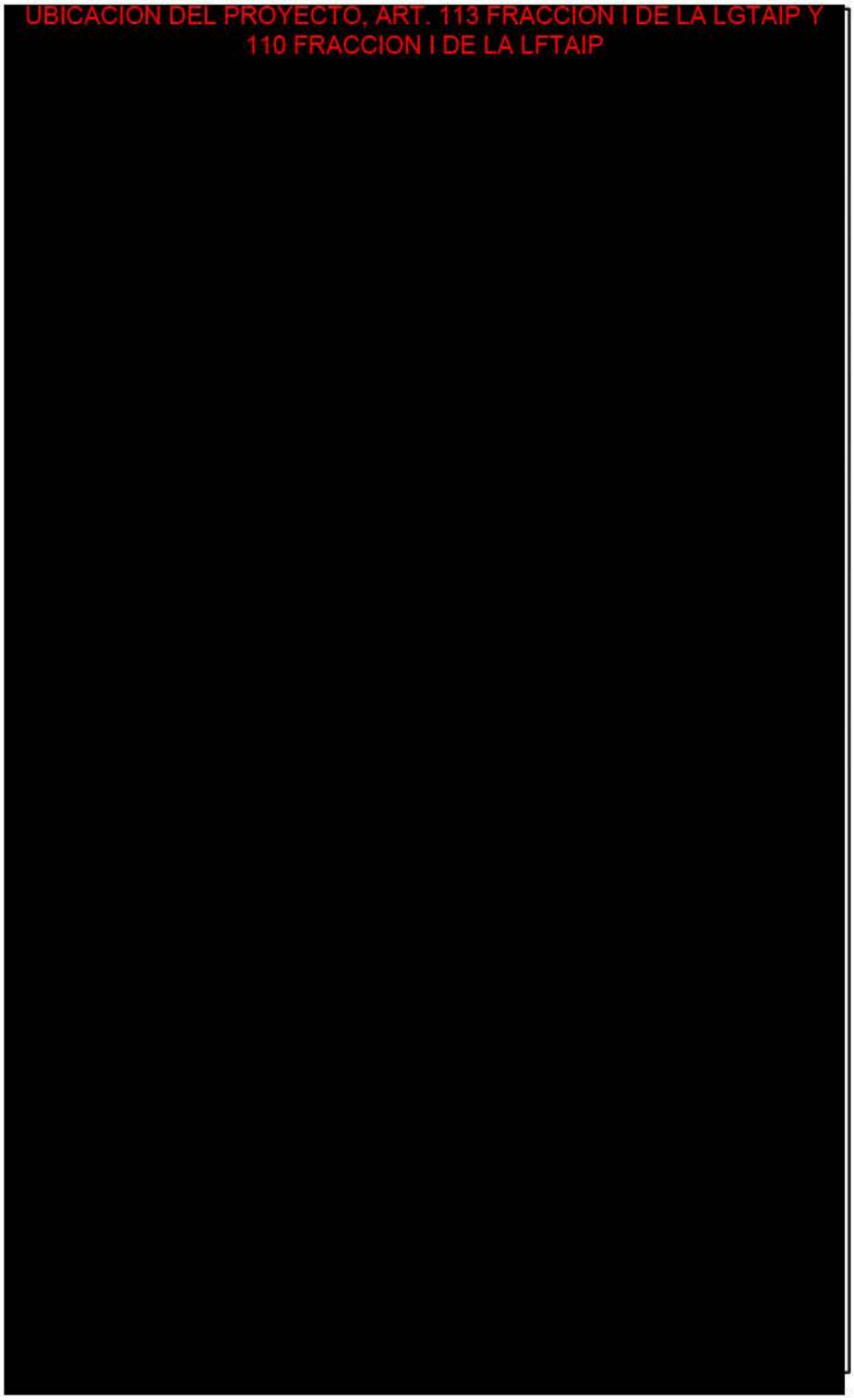



**Fig. 9.** Mapa de ubicación del proyecto en el entorno estatal.

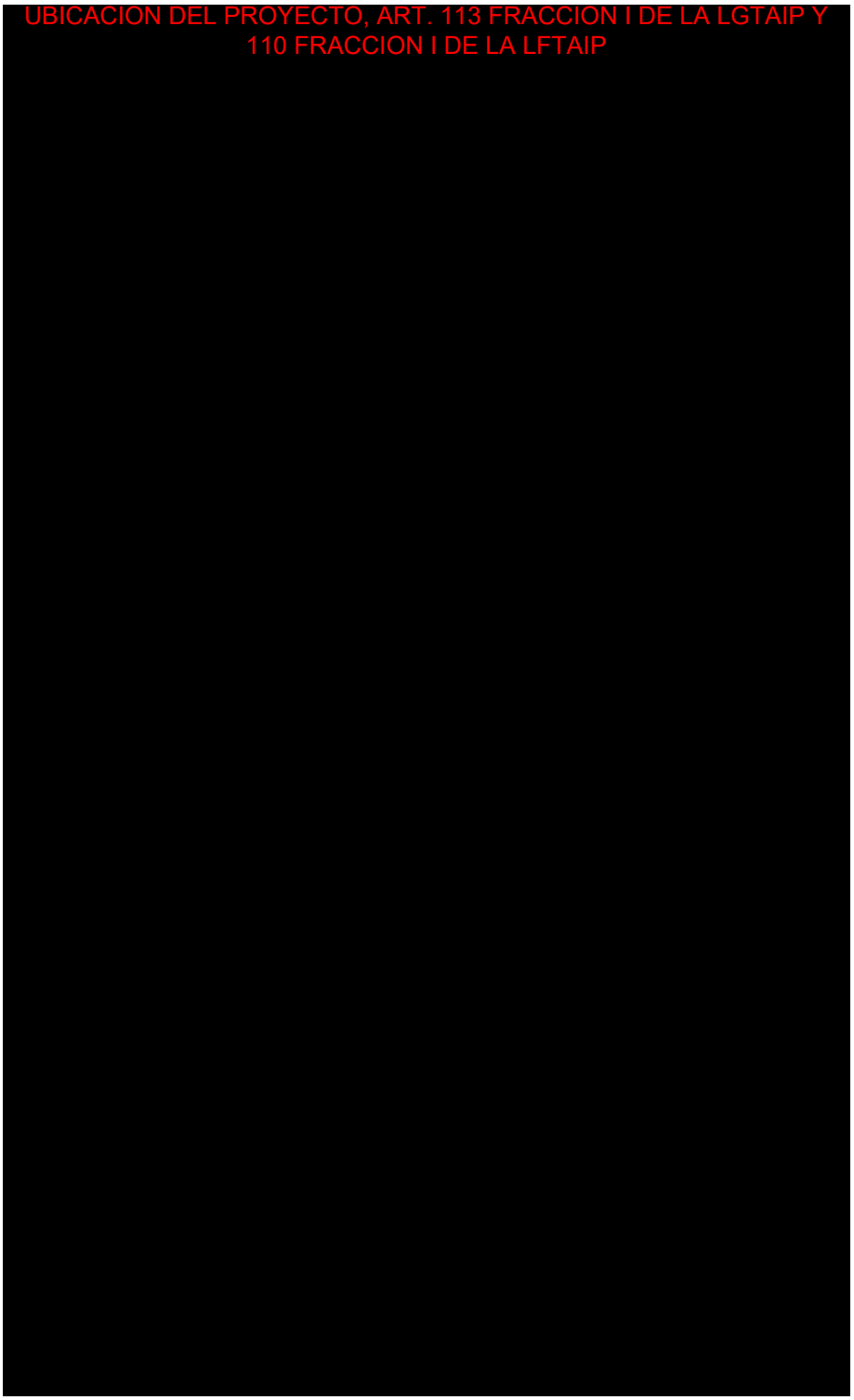



**Fig. 10.** Ubicación del proyecto a nivel municipal.

### II.2.2 FECHA PROGRAMADA DE INICIO DE OPERACIONES.

Las fechas estimadas para el inicio de operaciones varía de acuerdo a la autorización del presente documento, considerando el proceso de revisión y validación por la autoridad se programa el inicio de actividades.

### II.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE PROCESO.

#### II.2.3.1 GENERALIDADES.

El proyecto incluye las siguientes instalaciones:

- Gasoductos.
- Estación De Regulación y Medición Industrial (ERM) y sus tipos.

#### II.2.3.2. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL POR MEDIO DE DUCTOS EN LA ZONA GEOGRÁFICA VERACRUZ (ALTAMIRANO).

**a) Filosofía de Operación y Control para Red de distribución.**

**Funciones principales del Sistema de Distribución:**

- Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.
- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.
- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.
- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectada a las Estaciones de Regulación y Medición Distritales.

**Elementos Principales del Sistema de Distribución:**

- Gasoducto principal de 8" y 6" de Ø de AC.
- Gasoducto de acometida de 4" de Ø de AC.
- Gasoducto de media presión de 6", 3" y 2" de Ø de PEAD.
- Estaciones de Regulación y Medición para clientes industriales.
- Estaciones de Regulación y Medición Distritales con salida a media presión.
- Válvulas de seccionamiento de operación manual de 6" de Ø de AC con desfogue a la atmosfera.
- Válvulas de acometida de operación manual de 4" Ø de AC.
- Válvulas de seccionamiento de operación manual de 6", 3" y 2" Ø de PEAD.
- Accesorios de 8", 6" y 4" de Ø de AC para cambios de dirección o derivación de trayectoria.
- Accesorios de 6", 3" y 2" de Ø de PEAD para cambios de dirección o derivación de trayectoria.
- Riser roscable de PEAD de ¾" de Ø.
- Juntas aislantes Pikotek de 8" y 4" Ø.
- Sistema de protección catódica.

## b) Condiciones de operación.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | Coordenadas UTM ORIGEN | Coordenadas UTM DESTINO | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| GASODUCTO PRINC PAL | 8" AC | 0 000.000 | 0+069.34 | [redacted] | | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+010.06 | | | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+006.82 | | | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+091.41 | | | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+009.73 | | | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162 86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| GASODUCTO DE ACOMET DA | 4" AC | 0 000.000 | 0+004.02 | | | 35 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 21 Kg/cm2 | 20 Kg/cm2 | 48,856 | 1.73 | 2,03566 | 71,889 | 219,909 | 7.77 | 9,162.86 | 323,584 | ESP. 0219" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERM D-01 (Mata Loma) | 6 3 Y 2" de PEAD 4710 | 0 000.000 | 2+206.46 | | | 99.56 Kg/cm2 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm2 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERM D-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4711 | 0 000.000 | 0+071.71 | | | 99.56 Kg/cm3 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm3 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4712 | 0 000.000 | 0+161.46 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm4 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm4 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4713 | 0 000.000 | 0+045.03 | | 99.56 Kg/cm5 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm5 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4714 | 0 000.000 | 0+188.65 | | 99.56 Kg/cm6 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm6 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4715 | 0 000.000 | 0+357.19 | | 99.56 Kg/cm7 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm7 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4716 | 0 000.000 | 0+435.95 | | 99.56 Kg/cm8 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm8 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4717 | 0 000.000 | 0+437.05 | | 99.56 Kg/cm9 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm9 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4718 | 0 000.000 | 0+437.74 | | 99.56 Kg/cm10 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56.89 Kg/cm10 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | Mínimo | | | | Máximo | | | | | Diseño | Operación |
| | | | | | | | | | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | | |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4719 | 0 000.000 | 0+110.51 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm11 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56.89 Kg/cm11 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4720 | 0 000.000 | 0+532.58 | | 99.56 Kg/cm12 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm12 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4721 | 0 000.000 | 0+434.56 | | 99.56 Kg/cm13 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56.89 Kg/cm13 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4722 | 0 000.000 | 0+435.83 | | 99.56 Kg/cm14 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm14 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4723 | 0 000.000 | 0+031.31 | | 99.56 Kg/cm15 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56.89 Kg/cm15 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4724 | 0 000.000 | 0+108.81 | | 99.56 Kg/cm16 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm16 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4725 | 0 000.000 | 0+108.77 | | 99.56 Kg/cm17 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm17 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4726 | 0 000.000 | 0+134.440 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm18 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm18 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4727 | 0 000.000 | 0+134.552 | | 99.56 Kg/cm19 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm19 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4728 | 0 000.000 | 0+137.811 | | 99.56 Kg/cm20 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm20 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4729 | 0 000.000 | 0+070.006 | | 99.56 Kg/cm21 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm21 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4730 | 0 000.000 | 0+075.778 | | 99.56 Kg/cm22 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm22 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4731 | 0 000.000 | 0+072.338 | | 99.56 Kg/cm23 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm23 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4732 | 0 000.000 | 0+116.111 | | 99.56 Kg/cm24 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm24 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4733 | 0 000.000 | 0+099.20 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm25 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm25 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4734 | 0 000.000 | 0+176.54 | | 99.56 Kg/cm26 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56.89 Kg/cm26 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4735 | 0 000.000 | 0+109.94 | | 99.56 Kg/cm27 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56.89 Kg/cm27 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4736 | 0 000.000 | 0+109.34 | | 99.56 Kg/cm28 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm28 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4737 | 0 000.000 | 0+109.79 | | 99.56 Kg/cm29 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm29 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4738 | 0 000.000 | 0+104.03 | | 99.56 Kg/cm30 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm30 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4739 | 0 000.000 | 0+105.71 | | 99.56 Kg/cm31 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm31 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4740 | 0 000.000 | 0+104.50 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm32 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm32 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4741 | 0 000.000 | 0+112.17 | | 99.56 Kg/cm33 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm33 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución residencial ERMD-01 (Mata Loma) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4742 | 0 000.000 | 0+110.97 | | 99.56 Kg/cm34 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm34 | 7,620 | 0.27 | 317 52 | 11,213 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4710 | 0 000.000 | 1+430.59 | | 99.56 Kg/cm2 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm2 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4711 | 0 000.000 | 0+742.39 | | 99.56 Kg/cm3 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm3 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4712 | 0 000.000 | 0+989.73 | | 99.56 Kg/cm4 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm4 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4713 | 0 000.000 | 0+647.97 | | 99.56 Kg/cm5 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm5 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4714 | 0 000.000 | 0+919.77 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm6 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm6 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4715 | 0 000.000 | 1+552.55 | | 99.56 Kg/cm7 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm7 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4716 | 0 000.000 | 0+193.69 | | 99.56 Kg/cm8 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm8 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4717 | 0 000.000 | 0+111.93 | | 99.56 Kg/cm9 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm9 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4718 | 0 000.000 | 0+316.06 | | 99.56 Kg/cm10 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm10 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4719 | 0 000.000 | 0+584.11 | | 99.56 Kg/cm11 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm11 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4720 | 0 000.000 | 0+259.32 | | 99.56 Kg/cm12 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm12 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | resión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4721 | 0 000.000 | 0+229.33 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 g/cm13 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm13 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4722 | 0 000.000 | 0+202.15 | | 99.56 g/cm14 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm14 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4723 | 0 000.000 | 0+126.71 | | 99.56 g/cm15 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm15 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4724 | 0 000.000 | 0+278.69 | | 99.56 g/cm16 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm16 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4725 | 0 000.000 | 0+599.37 | | 99.56 g/cm17 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm17 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4726 | 0 000.000 | 0+204.73 | | 99.56 g/cm18 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm18 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4727 | 0 000.000 | 0+659.11 | | 99.56 g/cm19 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm19 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4728 | 0 000.000 | 0+264.98 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm20 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm20 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4729 | 0 000.000 | 0+181.22 | | 99.56 Kg/cm21 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm21 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4730 | 0 000.000 | 0+066.01 | | 99.56 Kg/cm22 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm22 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4731 | 0 000.000 | 0+234.64 | | 99.56 Kg/cm23 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm23 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4732 | 0 000.000 | 0+237.16 | | 99.56 Kg/cm24 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm24 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4733 | 0 000.000 | 0+243.00 | | 99.56 Kg/cm25 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm25 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4734 | 0 000.000 | 0+196.12 | | 99.56 Kg/cm26 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm26 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | esión seño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4735 | 0 000.000 | 0+127.76 | | 9.56 cm27 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm2 7 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4736 | 0 000.000 | 0+237.21 | | 9.56 cm28 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm2 8 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4737 | 0 000.000 | 0+120.09 | | 9.56 cm29 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm2 9 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4738 | 0 000.000 | 0+232.92 | | 9.56 cm30 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm3 0 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4739 | 0 000.000 | 0+370.72 | | 9.56 cm31 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm3 1 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4740 | 0 000.000 | 0+124.71 | | 9.56 cm32 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm3 2 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4741 | 0 000.000 | 0+125.02 | | 9.56 cm33 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm3 3 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4742 | 0 000.000 | 0+420.42 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 g/cm34 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm34 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4743 | 0 000.000 | 0+375.55 | | 99.56 g/cm35 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm35 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4744 | 0 000.000 | 0+124.69 | | 99.56 g/cm36 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm36 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4745 | 0 000.000 | 0+122.77 | | 99.56 g/cm37 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm37 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4746 | 0 000.000 | 0+125.71 | | 99.56 g/cm38 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm38 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4747 | 0 000.000 | 0+118.79 | | 99.56 g/cm39 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm39 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4748 | 0 000.000 | 0+652.75 | | 99.56 g/cm40 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm40 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | Mínimo | | | | Máximo | | | | | Diseño | Operación |
| | | | | | | | | | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | | |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4749 | 0 000.000 | 0+234.06 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 g/cm41 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm41 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4750 | 0 000.000 | 0+122.77 | | 99.56 g/cm42 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm42 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4751 | 0 000.000 | 0+132.65 | | 99.56 g/cm43 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm43 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4752 | 0 000.000 | 0+368.46 | | 99.56 g/cm44 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm44 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4753 | 0 000.000 | 0+154.32 | | 99.56 g/cm45 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm45 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4754 | 0 000.000 | 0+158.08 | | 99.56 g/cm46 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm46 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4755 | 0 000.000 | 0+115.47 | | 99.56 g/cm47 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm47 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | esión seño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4756 | 0 000.000 | 0+126.01 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 9.56 cm48 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm48 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4757 | 0 000.000 | 0+118.94 | | 9.56 cm49 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm49 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4758 | 0 000.000 | 0+248.15 | | 9.56 cm50 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm50 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4759 | 0 000.000 | 0+248.99 | | 9.56 cm51 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm51 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4760 | 0 000.000 | 0+209.70 | | 9.56 cm52 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm52 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4761 | 0 000.000 | 0+068.50 | | 9.56 cm53 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm53 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4762 | 0 000.000 | 0+178.59 | | 9.56 cm54 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm54 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | esión seño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4763 | 0 000.000 | 0+205.95 | | 9.56 /cm55 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm55 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4764 | 0 000.000 | 0+225.03 | | 9.56 /cm56 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm56 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4765 | 0 000.000 | 0+163.10 | | 9.56 /cm57 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm57 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4766 | 0 000.000 | 0+135.94 | | 9.56 /cm58 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm58 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4767 | 0 000.000 | 0+136.86 | | 9.56 /cm59 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm59 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4768 | 0 000.000 | 0+138.73 | | 9.56 /cm60 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm60 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4769 | 0 000.000 | 0+264.54 | | 9.56 /cm61 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm61 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

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

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4770 | 0 000.000 | 0+490.21 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm62 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm62 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4771 | 0 000.000 | 0+105.32 | | 99.56 Kg/cm63 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm63 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4772 | 0 000.000 | 0+112.95 | | 99.56 Kg/cm64 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm64 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4773 | 0 000.000 | 0+116.89 | | 99.56 Kg/cm65 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm65 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4774 | 0 000.000 | 0+124.66 | | 99.56 Kg/cm66 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm66 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4775 | 0 000.000 | 0+150.54 | | 99.56 Kg/cm67 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm67 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4776 | 0 000.000 | 0+411.40 | | 99.56 Kg/cm68 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm68 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | resión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4777 | 0 000.000 | 0+207.02 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 g/cm69 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm69 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4778 | 0 000.000 | 0+225.41 | | 99.56 g/cm70 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm70 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4779 | 0 000.000 | 0+075.83 | | 99.56 g/cm71 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm71 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4780 | 0 000.000 | 0+100.97 | | 99.56 g/cm72 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm72 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4781 | 0 000.000 | 0+117.42 | | 99.56 g/cm73 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm73 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4782 | 0 000.000 | 0+256.65 | | 99.56 g/cm74 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm74 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4783 | 0 000.000 | 0+180.21 | | 99.56 g/cm75 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm75 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4784 | 0 000.000 | 0+631.23 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm76 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm76 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4785 | 0 000.000 | 0+217.92 | | 99.56 Kg/cm77 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm77 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4786 | 0 000.000 | 0+100.37 | | 99.56 Kg/cm78 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm78 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4787 | 0 000.000 | 0+199.07 | | 99.56 Kg/cm79 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm79 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4788 | 0 000.000 | 0+065.91 | | 99.56 Kg/cm80 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm80 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4789 | 0 000.000 | 0+168.01 | | 99.56 Kg/cm81 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm81 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4790 | 0 000.000 | 0+159.22 | | 99.56 Kg/cm82 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm82 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.**

| Especificación del ducto | Diámetro del ducto | Cadenamiento | | Región 14 Q | Presiones de Operación | | | | Consumo | | | | | | | | Espesor (Pulgadas) | Temperaturas (° Grados Centígrados) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | | | |
| | | Origen | Destino | | Presión Diseño | Presión Máxima | Presión de operación | Presión Mínima | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | | Diseño | Operación |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4791 | 0 000.000 | 0+127.25 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | 99.56 Kg/cm83 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm83 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4792 | 0 000.000 | 0+180.44 | | 99.56 Kg/cm84 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm84 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4793 | 0 000.000 | 0+181.76 | | 99.56 Kg/cm85 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm85 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4794 | 0 000.000 | 0+380.87 | | 99.56 Kg/cm86 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm86 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4795 | 0 000.000 | 0+147.37 | | 99.56 Kg/cm87 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm87 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4796 | 0 000.000 | 0+890.70 | | 99.56 Kg/cm88 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm88 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4797 | 0 000.000 | 0+208.63 | | 99.56 Kg/cm89 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm89 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

| **ERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN DE TUBERÍAS.** | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Especificación del ducto** | **Diámetro del ducto** | **Cadenamiento** | | **Presiones de Operación** | | | | **Consumo** | | | | | | | | **Espesor (Pulgadas)** | **Temperaturas (° Grados Centígrados)** | |
| | | **Origen** | **Destino** | **Presión Diseño** | **Presión Máxima** | **Presión de operación** | **Presión Mínima** | **Mínimo** | | | | **Máximo** | | | | | | |
| | | | | | | | | **SCMD** | **MMSCFD** | **SCMH** | **SCFH** | **SCMD** | **MMSCFD** | **SCMH** | **SCFH** | | **Diseño** | **Operación** |
| Red de distribución ERMD-02 (Altamirano) | 6", 3" Y 2" de PEAD 4798 | 0 000.000 | 0+158.78 | 99.56 Kg/cm90 | 78 23 Kg/cm2 | 78.23 Kg/cm2 | 56 89 Kg/cm90 | 23,466 | 0.83 | 977.76 | 34,529 | 169,080 | 5 97 | 7,045.00 | 248,792 | [6"ø] ESP. 0 602" [3"ø] ESP. 0 319" [2" ø] ESP. 0 216" | 20 00° C | 18.00° C |

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

**Tabla. 8.** Características físicas y de operación de tuberías.

## II.2.3.3. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.

### 1. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN, TIPO 1.

#### a) Filosofía de operación y control de la ERM Tipo 01

**Funciones principales de la Estación de Regulación Tipo 01.**

- Recepción de gas proveniente del Ramal de 4" de Ø AC de una manera confiable y segura.
- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.
- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.
- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de facturación.

**Elementos Principales de La Estación de Regulación y Medición Tipo 01.**

- Un filtro Coalescente vertical marca FILTER-FAB de 3" de Ø modelo C3-740F con un elemento filtrante modelo 425.
- Dos trenes de regulación para bajar presión en una etapa, utilizando reguladores de 2" de Ø en ANSI 300 marca MOONEY, con un controlador automático con cortes por alta presión y baja presión.
- Un medidor de 6" de Ø con rangeabilidad de 1:20, bridado tipo RF en ANSI 150, cuerpo de metal y alabes de aluminio, con bomba de lubricación, contador m3, impulsos de alta y baja frecuencia.
- Transmisores de Temperatura marca Rosemount, para el monitoreo de la temperatura en los trenes de medición.
- Válvula de Seguridad bridada de 4" de Ø en ANSI 150 marca MOONEY

**Filosofía de Operación y Control de la Estación de Regulación y Medición Tipo 01.**

El gas natural llegará a la ERM por medio de un gasoducto ramal de 4" de Ø, el cual mantiene el diámetro de 4" de Ø hasta la acometida de la ERM. La estación comienza con una brida de 4" de Ø ANSI 300 conectada a una reducción de 6" X 3" y después a una Tee que conecta el tren de filtración y el By-Pass General de la Estación de Regulación y Medición.

Para lograr la filtración adecuada para la operación del equipo sensible y los reguladores, el filtro coalescente con conexiones de 3" de Ø a la entrada y la salida, utilizara cartuchos desechables que retienen las partículas sólidas y liquidas de 0.3 micras y mayores con eficiencia de 99.99%. Con el paso del tiempo y aumento de impurezas retenidas, el cartucho se va saturando y la caída de presión inicial comienza a ser cada vez mayor, lo cual es indicativo de que se debe remplazar el cartucho.

Se cuenta con un manómetro de presión diferencial en el filtro; para monitorear las condiciones de operación del mismo y además se cuenta aguas arriba del sistema de filtración y al inicio del tren del By-Pass con un manómetro de testigo, para poder monitorear la presión de entrada de gas al E.R.M.

Inmediatamente después del equipo de filtración, se encuentran los trenes de regulación, cada uno de ellos comprendido por un solo elemento regulador de operación con un controlador Slam Shut con corte por alta y baja presión, Aguas debajo del regulador se localiza un carrete de tubería con 3 injertos, el primero de ellos tiene instalado un manómetro para toma de presión, y el resto son las tomas de señales para el regulador (operación y Controlador Slam Shut).

El tren de regulación tiene la capacidad de suministro del 100 % de flujo. El Tren de regulación No. 1 tendrá un Regulador No.1 con dispositivo Slam Shut, este cuenta con un piloto No. 1 (trabajador) calibrado a 3.00 Kg/cm2 (42.67 Psi). El piloto corte por alta para el Slam Shut estará calibrado a 3.30 Kg/cm2 (46.94 Psi), el piloto corte por baja para el Slam Shut estará calibrado a 2.40 Kg/cm2 (34.14 Psi).

De tal manera, que si en el Tren de Regulación No 1, por el cual está fluyendo el gas llegara a fallar y sobrepasa la presión a la cual esta calibrado, seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrado el piloto corte por alta presión, este cortara el flujo de gas por el tren de regulación No. 1.

En el caso contrario si la presión de entrada llegara a disminuir al tal grado de alcanzar la presión a la cual esta calibrado el piloto corte por baja presión, este cortara el flujo de gas por el tren de regulación No. 1.

El Tren de regulación No. 2 tendrá cerrado el regulador No. 2 debido a que estará censando una presión mayor a la que esta calibrado 2.00 Kg/cm2 (28.45 Psi), al momento de que el flujo se corte por alta o baja presión en el tren de regulación No. 1, empezara a decrecer la presión en el sistema hasta alcanzar la presión a la que esta calibrado el piloto No. 2 del tren de regulación No. 2 el cual se abrirá automáticamente permitiendo el flujo de gas por este tren y continuar con el abastecimiento de gas, a continuación, se detallan las presiones de operación del tren de regulación No. 2.

El Tren de regulación No. 2 tendrá inicialmente el Regulador No. 2 con dispositivo Slam Shut, cuenta con un piloto No. 2 (trabajador) calibrado a 2.00 Kg/cm2 (28.45 Psi). El piloto corte por alta para el Slam Shut estará calibrado a 4.00 Kg/cm2 (56.89 Psi), por debajo de esta presión estará calibrada la válvula de seguridad de la estación, el piloto corte por baja para el Slam Shut estará calibrado a 1.60 Kg/cm2 (22.76 Psi). De tal manera que si en el Tren de Regulación No. 2, por el cual está fluyendo gas llegara a fallar y sobrepasara la presión a la cual está calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual está calibrada la válvula de seguridad que es de 3.60 Kg/cm2 (51.20 Psi); si no fuese suficiente y la presión siguiera incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual está calibrado el piloto de corte por alta presión del Slam Shut del regulador No. 2 del tren de regulación No. 2, entonces cortará el flujo de gas a la red general para asegurar que no se tenga una sobre presión en todo el sistema. En el caso contrario si la presión de entrada llegara a disminuir a tal grado de alcanzar la presión a la cual esta calibrado el piloto corte por baja presión, este cortara el flujo de gas en todo el sistema.

Después se encuentra el Tren de Medición, conformado por un Medidor Tipo Turbina de (6") de Ø modelo G-650 en ANSI 150, mismo que enviará señales (pulsos) a un computador mecánico de flujo; éste último calculará el flujo de gas natural que esté pasando por la ERM, aguas abajo del medidor se encuentra un carrete en el que se tienen tres injertos, en el primero de ellos, se encuentra una válvula de aguja, seguido de un manómetro para monitorear la presión, en el segundo y tercero se utilizan para la instalación de un termopozo el cual contienen un sensor de temperatura. Dicho tren de medición cuenta con válvulas de bloqueo aguas arriba y aguas abajo para seccionarlo en caso de falla o mantenimiento al medidor.

Después del tren de medición se encuentra una Tee donde se ubica la derivación hacia la válvula de seguridad antes mencionada. Después de la válvula de seguridad, el flujo del gas es dirigido por medio de un arreglo mecánico conformado por carretes de tubería y tee's, hacia la salida de la Estación de regulación.

**b) Memoria técnico-descriptiva de la ERM Tipo 01.**

**Descripción de la Estación de Regulación y Medición.**

La siguiente descripción es de la Estación de Regulación y Medición Tipo 01.

Inicia en posición vertical con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, donde se colocara una junta aislante de 4" de Ø en ANSI 300, para llegar al extremo de una reducción soldable de acero al carbón Cedula40 de 4" x 3" de Ø, esta estará soldada al extremo lateral de una tee soldable de acero al carbón de 3" de Ø cedula 40, a la que nombraremos TEE 1, En la que por el extremo central se deriva el BY-PASS, y por el extremo lateral sobrante se deriva el Tren de Filtración que se describe a continuación.

Continuando por el extremo lateral de la TEE 1 en posición vertical en dirección hacia arriba, se coloca un carrete de tubería de acero al carbón de 3" de Ø cedula 40, el cual estará soldado al extremo de un codo de radio largo soldable de acero al carbón de 3" de Ø cedula 40. Posterior mente se suelda en posición horizontal en dirección hacia arriba se une a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40 la cual empata con una válvula de esfera de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, esta tienen la finalidad de cortar el suministro de gas a través de los equipos sensibles de la estación de regulación y medición y que el flujo de gas se dirija hacia el By-Pass general, continuando en la última válvula mencionada se conecta un filtro Coalescente Marca Filter-Fab Modelo C3-740F con elemento filtrante 425 de 3" de Ø bridado tipo Rf en ANSI 300, en el extremo opuesto al filtro, en la salida de este elemento está conectada a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, la cual esta soldada al extremo recto lateral de una tee soldable de acero al carbón de 3" de Ø cedula 40, al cual nombraremos TEE 2, en este punto culmina el Tren de Filtración y da inicio a los Trenes de Regulación que se describen a continuación.

Partiendo de la TEE 2 en su extremo lateral recto restante se suelda una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, conectando una válvula de esfera de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, la cual servirá para bloquear el flujo de gas por el Tren de Regulacion N° 01 en caso de algún mantenimiento, en el extremo opuesto se conecta con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 al cual es soldado una reducción soldable de acero al carbón de 3" X 2" de Ø cedula 40 soldada en su diámetro menor a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300, la cual empata con un Primer Regulador Marca Mooney Modelo SG-30 de 2" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300 con Modulo de corte automático (Slam shut), seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, después se tiene una reducción concéntrica soldable de acero al carbón de 6" X 2" de Ø cedula 40 para llegar a un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40, en el cual se localizan cuatro injertos de ½" de Ø, el primero se emplea para la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT, seguida de un manómetro para monitorear la presión, el segundo injerto se usa para la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT, la cual se utilizara para toma de señal de la presión del regulador, el tercer injerto se usa para la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT, la cual se utilizara para toma de señal de los cortes por baja y alta presión del módulo de corte automático, el cuarto injerto que se encuentra a 90° en posición horizontal con respecto a los injertos antes mencionados, se instalara una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½" de Ø NPT, para desfogue, al término del carrete de tubería se suelda un codo de radio largo soldable de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40 cambiando de dirección a la derecha en posición horizontal, inmediatamente se suelda una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40 conectado a una válvula de esfera de 6" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150, al otro extremo se conecta con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, soldado a un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40, que por el otro extremo se suelda un codo de radio corto soldable de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40 en posición horizontal soldado al extremo recto lateral de una tee soldable de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40, al cual nombraremos TEE 3 en este punto culmina el Tren de Regulación N° 01 y da inicio al Tren de Medición, y por el extremo lateral restante se conecta al Tren de Regulacion N° 02 el cual se describe continuación.

Retomando el extremo central de la TEE 2, se cambia en dirección de 90° sobre la vertical, para que con ayuda de un carrete de tubería de acero al carbón de 3" de Ø cedula 40 en el cual se localiza un injerto

para la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT, seguida de un manómetro para monitorear la presión, en el lado opuesto de la tubería, se suelda un codo soldable de acero al carbón de 90° X 3" de Ø cedula 40, cambiando la dirección de 90° sobre la horizontal, seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, conectando una válvula de esfera de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, la cual servirá para bloquear el flujo de gas por el Tren de Regulación N° 02 en caso de algún mantenimiento, en el extremo opuesto se conecta con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 al cual es soldado una reducción soldable de acero al carbón de 3" X 2" de Ø cedula 40 soldad en su diámetro menor a una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300, la cual empata con un Segundo Regulador Marca Mooney Modelo SG-30 de 2" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300 con Modulo de corte automático (Slam shut), seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, después se tiene una reducción concéntrica soldable de acero al carbón de 6" X 2" de Ø cedula 40 para llegar a un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40, en el cual se localizan cuatro injertos de ½" de Ø, el primero se emplea para la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT, seguida de un manómetro para monitorear la presión, el segundo injerto se usa para la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT, la cual se utilizara para toma de señal de la presión del regulador, el tercer injerto se usa para la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT, la cual se utilizara para toma de señal de los cortes por baja y alta presión del módulo de corte automático, el cuarto injerto que se encuentra a 90° en posición horizontal con respecto a los injertos antes mencionados, se instalara una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½" de Ø NPT, para desfogue, al término del carrete de tubería se suelda un codo de radio largo soldable de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40 cambiando de dirección a la derecha en posición horizontal, inmediatamente se suelda una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40 conectado a una válvula de esfera de 6" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150, al otro extremo se conecta con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, soldado a un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40, que por el otro extremo se suelda un codo de radio corto soldable de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40 en posición horizontal, se conecta con un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40 el cual esta soldado al extremo lateral restante de la TEE 3 descrita con anterioridad, en este punto culmina el Tren de Regulación N° 02.

En el extremo central de TEE 3 se conecta una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, inmediatamente se conecta una brida deslizable soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40 se suelda un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40 para llegar a una brida de deslizable soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, empatada con un Medidor tipo Turbina Modelo G-650 de 6" de Ø bridado tipo RF en ANSI 150, seguido de una brida deslizable soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, continuando con un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40, en el cual se localiza dos injertos uno de ½" y dos de ¾" de Ø, el primero se utiliza para la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT seguida de un manómetro para monitorear la presión, el segundo y tercer injerto se emplea para instalación de un tapón de acero al carbón de ¾" de Ø NPT ( estos serán para instalaciones de futuros termopozos), el cuarto injerto que se encuentra a 90° en posición horizontal con respecto a los injertos antes mencionados, se instalara una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½" de Ø NPT, para desfogue, aguas abajo del carrete de tubería se tiene una brida de deslizable soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, empatada con una válvula de esfera de 6" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150, seguida de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, la cual se suelda al extremo central de una tee recta soldable de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40, la cual nombraremos como TEE 4, terminando así el Tren de Medición, y con ello iniciando el Tren de Desfogue, que se detalla a continuación.

Comienza en posición vertical y en dirección hacia arriba del Extremo lateral recto de la TEE 4 con una reducción soldable de acero al carbón de 6" X 4" de Ø cedula 40, para continuar con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, empatada con una válvula de esfera de acero al carbón de 4" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150, seguida de una brida deslizable soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, posteriormente se encuentra un pequeño carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø cedula 40, en el cual se encuentra un inserto de 1/4" de Ø, mismo que se emplea para la instalación de una válvula de aguja de acero al carbón de 1/4" de Ø NPT, la cual se utiliza para la toma de señal del piloto de la válvula de seguridad que será descrita más adelante, aguas abajo del carrete de tubería se encuentra una brida deslizable soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, para continuar con una Válvula de Seguridad Marca Mooney Modelo FG-39 de 4" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150, inmediatamente después se localiza una brida de deslizable soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150, para continuar con un pequeño

carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø cedula 40, con un corte a 60° para ser empatado con un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø cedula 40, dando como terminado el Tren de Desfogue.

Regresando a la TEE 4, en su extremo lateral restante se coloca un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40, el cual se empata al extremo central de una tee recta soldable de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40 la cual nombraremos TEE 5.

Regresando al extremo central de TEE 1, Se localiza el BY-PASS de la estación de regulación el cual se describe de la siguiente forma, se encuentra soldado un carrete de tubería de acero al carbón de 3" de Ø cedula 40 en el cual se encuentran instalados un injerto de ½" de Ø en el cual se usa para la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT seguida de un manómetro para monitorear la presión Después del carrete descrito se localiza una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, inmediatamente después una válvula de esfera de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, la cual conecta a una válvula globo de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, continuando aguas abajo de esta válvula está localizada una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, soldada a una reducción una reducción concéntrica soldable de acero al carbón de 6" X 3" de Ø cedula 40 continuando con un carrete de tubería de acero al carbón de 6" de Ø cedula 40 en el cual se encuentra instalado un injerto de ½" de Ø el cual se la instalación de una válvula de aguja de ½" de Ø NPT seguida de un manómetro para monitorear la presión. Al Termino de este carrete esta soldado al extremo recto lateral de la TEE 5, el cual en su extremo lateral restante se localiza una brida de cuello soldable de acero al carbón de 6" de Ø tipo RF en ANSI 150 misma que da salida al flujo de gas natural hacia la red de aprovechamiento del cliente.

**c) Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI).**

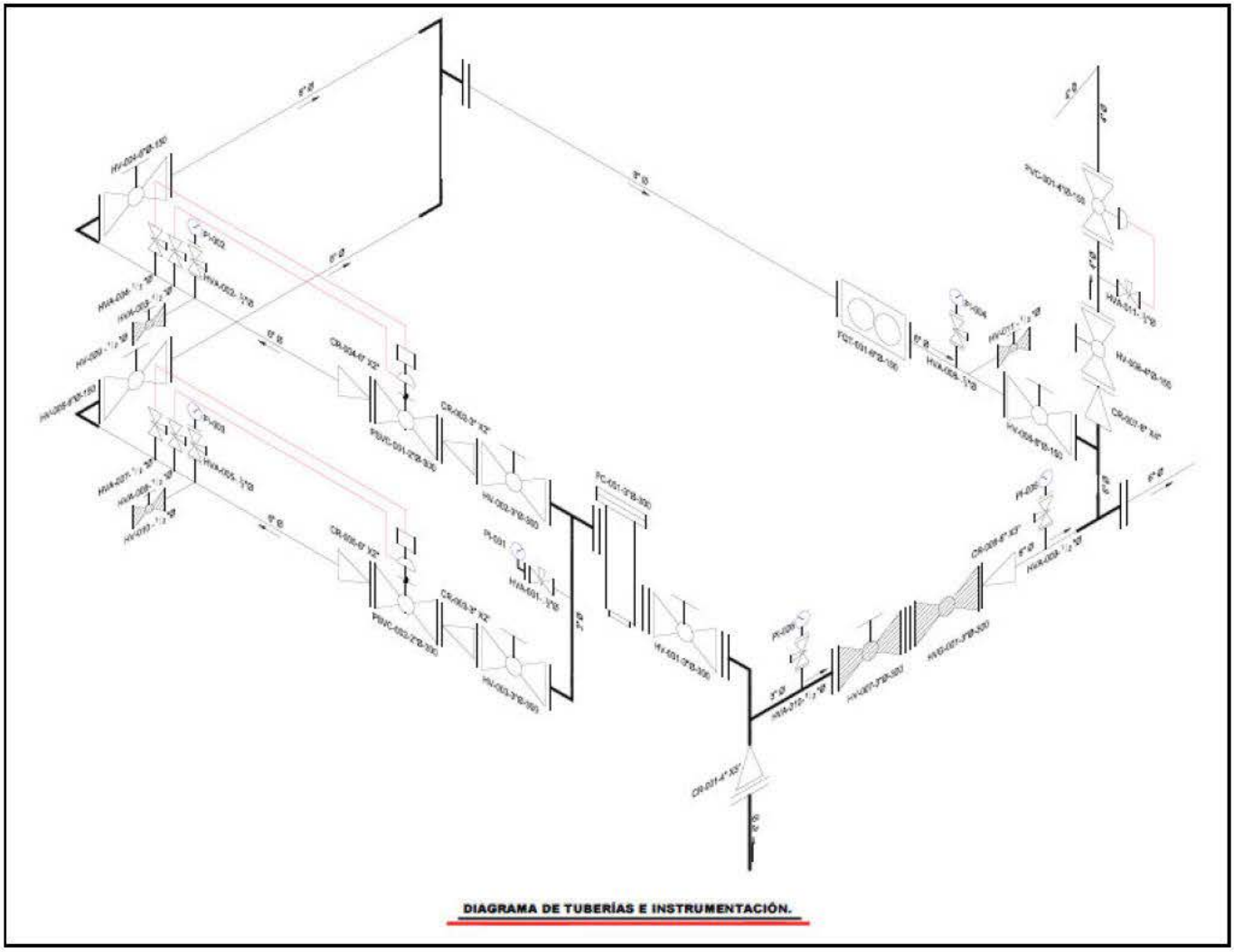



**Fig. 11.** Diagrama de tuberías e instrumentación de ERM tipo 01.

**d) Arreglo Mecánico.**

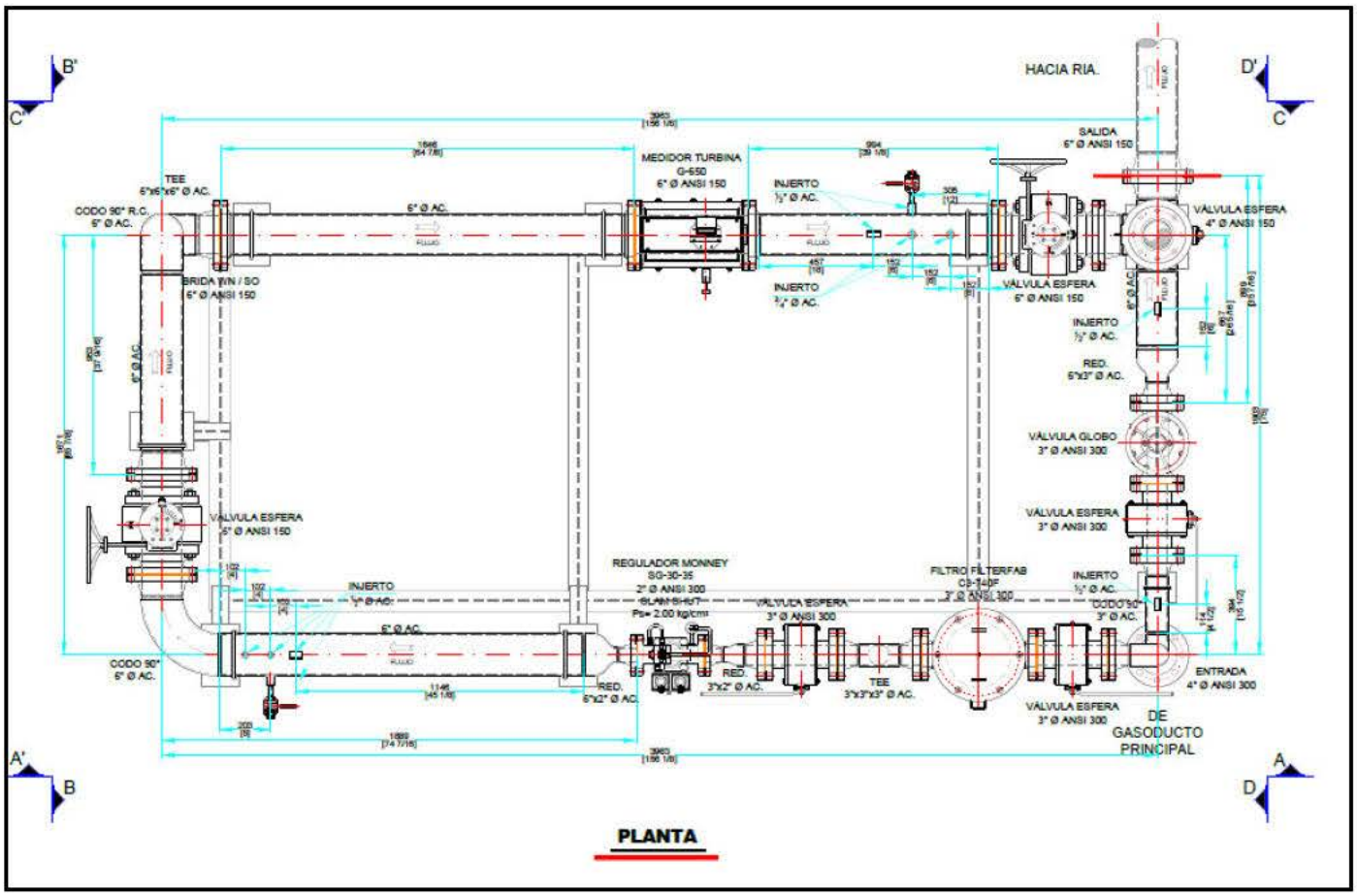



**Fig. 12.** Arreglo mecánico de ERM Tipo 01.

### e) Condiciones de operación de le estación de regulación y medición Tipo 01.

| CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN TIPO 01. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre | Especificación del Gasoducto | Presión Máxima Entrada (Kg/cm2) | Presión de operación (Kg/cm2) | Presión Diseño (kg/cm2) | Temperatura de Diseño | Temperatura de Operación | Consumo | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | Capacidad Máxima | | | |
| | | | | | | | | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH |
| 1 | ERM Tipo 1 Entrada | 4" de Ø de AC | 21.00 kg/cm$^2$ | 21.00 kg/cm$^2$ | 21.00 kg/cm$^2$ | 20.00° C | 18.00° C | 34,800 | 1.23 | 1,450.00 | 51,206 | 57,330.00 | 2.02 | 2,388.75 | 84,358.00 | 130,719.00 | 4.62 | 5,446.63 | 192,346.00 |
| 2 | ERM Tipo 1 Salida | 4" de Ø de AC | 3.00 kg/cm$^2$ | 2.00 kg/cm$^2$ | 10.54 kg/cm$^2$ | 20.00° C | 18.00° C | 34,800 | 1.23 | 1,450.00 | 51,206 | 57,330.00 | 2.02 | 2,388.75 | 84,358.00 | 130,719.00 | 4.62 | 5,446.63 | 192,346.00 |

**Tabla. 9.** Condiciones de operación de la estación de regulación ERM Tipo 01.

## 2. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN (TIPO 2).

### a) Filosofía de operación y control de la ERM Tipo 02

**Funciones principales de la Estación de Regulación Tipo 02**

- Recepción de gas proveniente del Ramal de 4" de Ø AC de una manera confiable y segura.
- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.
- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.
- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de facturación.

**Elementos Principales de La Estación de Regulación y Medición Tipo 02**

- Un filtro coalescente horizontal marca Parker de 2" de Ø modelo MN8S-7CVPG.
- Dos trenes de regulación, los cuales bajan la presión en una sola etapa, contando con un arreglo tipo (pressure reducing), utilizando un regulador de 2" de Ø en ANSI 300 marca MOONEY, con corte por alta presión.

- Un tren de medición, el cual mide el flujo de gas natural, con fines de facturación, contando con un medidor tipo turbina de 3" de Ø, en ANSI 150.
- Un tren para By-pass (Normalmente cerrado), el cual permite el flujo de gas, cuando el tren de regulación y el de medición se encuentran cerrados por mantenimiento; este tren consta de una válvula esfera bridada de 2" de Ø en ANSI 300 y una válvula de globo bridada de 2" de Ø en ANSI 300.
- Válvula de seguridad Vayremex roscable, de 1" de Ø de entrada y 1 1/4" de Ø de salida, la cual desfoga el gas por sobre presión.

**Filosofía de Operación y Control de la Estación de Regulación y Medición Tipo 02**

El gas natural llegará a la E.R.M. proveniente del Gasoducto propiedad de GNN. La estación comienza con una brida w.n. de 4" de Ø en ANSI 300, después tenemos una reducción soldable de 4" x 2" de Ø, a la cual se conecta una tee soldable de 2" de Ø que conecta el tren de filtración y el By- Pass de la estación de regulación y medición.

Para lograr la filtración adecuada, el filtro coalescente con conexiones NPT de 2" de Ø a la entrada y la salida, utilizara un elemento filtrante tipo 7CVP el cual es desechable, retiene partículas sólidas y liquidas de 0.3 a 0.6 micras con una eficiencia de 99.50%. Además, cuenta con una caratula que funge como manómetro diferencial, el cual marca la caída de presión generada por la acumulación de impurezas, esta caratula también cuenta con unas escalas, las cuales nos ayudan a saber el estado en el que se encuentra el elemento filtrante, esto para fines de mantenimiento.

Se cuenta con un manómetro de presión diferencial en el filtro; para monitorear las condiciones de operación del mismo y además se cuenta aguas arriba del sistema de filtración y al inicio del tren del By-Pass con un manómetro de testigo, para poder monitorear la presión de entrada de gas al E.R.M.

Inmediatamente después del equipo de filtración, se encuentran los trenes de regulación, cada uno de ellos comprendido por un solo elemento regulador de operación con un controlador Slam Shut con corte por alta, Aguas debajo del regulador se localiza un carrete de tubería con 3 injertos, el primero de ellos

tiene instalado un manómetro para toma de presión, y el resto son las tomas de señales para el regulador (operación y Controlador Slam Shut).

Los trenes de regulación tienen la capacidad de suministro del 100 % de flujo. El Tren de regulación No. 1 tendrá un Regulador No.1 con dispositivo Slam Shut, este cuenta con un piloto No. 1 (trabajador) calibrado a 2.50 Kg/cm2 (35.56 Psi). El piloto corte por alta para el Slam Shut estará calibrado a 2.80 Kg/cm2 (39.83 Psi).

De tal manera, que si en el Tren de Regulación No 1, por el cual está fluyendo el gas llegara a fallar y sobrepasa la presión a la cual esta calibrado, seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrado el piloto corte por alta presión, este cortara el flujo de gas por el tren de regulación No. 1.

El Tren de regulación No. 2 tendrá cerrado el regulador No. 2 debido a que estará censando una presión mayor a la que esta calibrado 2.00 Kg/cm2 (28.45 Psi), al momento de que el flujo se corte por alta en el tren de regulación No. 1, empezara a decrecer la presión en el sistema hasta alcanzar la presión a la que esta calibrado el piloto No. 2 del tren de regulación No. 2 el cual se abrirá automáticamente permitiendo el flujo de gas por este tren y continuar con el abastecimiento de gas, a continuación, se detallan las presiones de operación del tren de regulación No. 2.

El Tren de regulación No. 2 tendrá inicialmente el Regulador No. 2 con dispositivo Slam Shut, cuenta con un piloto No. 2 (trabajador) calibrado a 2.00 Kg/cm2 (28.45 Psi). El piloto corte por alta para el Slam Shut estará calibrado a 3.20 Kg/cm2 (45.51 Psi), por debajo de esta presión estará calibrada la válvula de seguridad de la estación. De tal manera que si en el Tren de Regulación No. 2, por el cual está fluyendo gas llegara a fallar y sobrepasara la presión a la cual está calibrado, la presión seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual está calibrada la válvula de seguridad que es de 2.90 Kg/cm2 (41.25 Psi); si no fuese suficiente y la presión siguiera incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual está calibrado el piloto de corte por alta presión del Slam Shut del regulador No. 2 del tren de regulación No. 2, entonces cortará el flujo de gas a la red general para asegurar que no se tenga una sobre presión en todo el sistema.

Después de los trenes de regulación, se encuentra el tren de medición, el cual tiene un medidor tipo turbina de 3" de Ø en ANSI 150, mediante el cual se medirá el flujo de gas que pasa a través de la ERM, para esto el medidor cuenta con un contador mecánico en $m^3$, en donde se reflejaran estas cantidades, para fines de facturación.

Aguas abajo del medidor, se encuentra un carrete de tubería en el cual se instalará una válvula roscable de ½" de Ø de AC, la cual sirve para desfogar el tren de medición, del otro lado se encuentra una preparación a futuro para poner un termopozo de ½" de Ø.

Paralelo a los trenes de filtración y regulación, se encuentra el arreglo mecánico del By-Pass de la estación (normalmente cerrado), el cual nos permite el flujo de gas, para cuando se tenga que dar mantenimiento a los demás elementos de ERM, esto con el propósito de evitar el corte de suministro del servicio. En él se localiza una válvula de esfera de palanca de 2" de Ø en ANSI 300, para el bloqueo del fluido y que este pueda dirigirse a los elementos principales; después se tiene una válvula de globo de 2" de Ø en ANSI 300 la cual se usa para la regulación de flujo del gas hacia la salida de la ERM. Para esto aguas arriba y abajo de estas válvulas se localizan manómetros de caratula, para monitorear estas presiones.

Después de la válvula de globo se tiene una preparación para alojar una válvula de seguridad la cual tiene como función desfogar el gas cuando exista una sobre presión en el sistema, estará calibrada a 2.90 Kg/cm2. Utilizando tubería de PVC esta línea de desfogue, siempre tendrá que ir hacia el exterior.

**b) Memoria técnico-descriptiva de la ERM Tipo 02.**

**Descripción de la Estación de Regulación y Medición.**

La siguiente descripción es de la Estación de Regulación y Medición Tipo 02

Inicia en posición vertical con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 300 ced. 40, para llegar al extremo de una reducción soldable de acero al carbón Ced.40 de 4" x 2" de Ø, esta estará soldada al extremo lateral de una tee soldable de acero al carbón de 2" de Ø ced. 40, a la que

nombraremos TEE 1, en la que por el otro extremo lateral se deriva el Tren de Filtración, y por el extremo lateral recto se deriva el BY- PASS, se describe a continuación el tren de filtración.

Continuando por el extremo lateral de la TEE 1 en posición vertical en dirección hacia arriba, se coloca una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300, inmediatamente después una válvula de esfera de 2" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, posteriormente para empatar con la válvula, se coloca una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300; continuando en posición vertical y con dirección hacia arriba, se soldara un carrete de tubería de 2" de Ø A-53, el cual estará soldado al extremo de un codo de radio largo soldable de acero al carbón de 2" de Ø ced. 40, posteriormente se suelda en posición horizontal en dirección hacia la derecha una brida cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 ced. 40, para empatar con la brida cuello soldable, se coloca una brida slip-on de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 ced. 40, después se suelda un carrete de tubería de 2" de Ø A-53, continuando en posición horizontal en dirección hacia la derecha se tiene un filtro coalescente horizontal marca Parker de 2" de Ø modelo MN8S-7CVPG en ANSI 300; aguas abajo se encuentra un carrete de tubería de 2" de Ø A-53, este cuenta con un extremo roscable el cual empata con la salida del filtro, por el otro de sus extremos se suelda una brida slip-on de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 ced. 40, la cual empata con una brida cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 ced. 40, esta estará soldada al extremo recto lateral de una tee soldable de acero al carbón de 2" de Ø ced. 40, a la cual nombraremos TEE 2.

Continuando en posición vertical en dirección hacia arriba, se suelda al extremo lateral de la TEE 2 un carrete de tubería de 2" de Ø A-53, al cual estará soldado un codo de radio largo soldable de acero al carbón de 2" de Ø ced. 40, continuando en posición horizontal en dirección hacia el lado derecho, iniciará al que nombraremos TREN DE REGULACIÓN 1, en posición vertical en dirección hacia abajo, se suelda al extremo lateral de la TEE 2 un carrete de tubería de 2" de Ø A-53, al cual estará soldado un codo de radio largo soldable de acero al carbón de 2" de Ø ced. 40, continuando en posición horizontal en dirección hacia el lado derecho, iniciara al que nombraremos TREN DE REGULACIÓN 2, a continuación, se explican ambos trenes de regulación.

El TREN DE REGULACIÓN 1 comienza inmediatamente después del codo de radio largo soldable de acero al carbón de 2" de Ø ced. 40, con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF

en ANSI 300 ced. 40, la cual empata con una válvula de esfera de 2" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, aguas abajo se coloca un Regulador Marca Mooney Modelo SG-30 al 35% de 2" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300 con piloto serie 50D de corte automático por alta presión (Slam shut); seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 ced. 40, aguas abajo en dirección hacia la derecha se suelda una reducción soldable de acero al carbón Ced.40 de 3" x 2" de Ø, a la cual estará soldado un carrete de tubería de 3" de Ø A-53, en el cual se localizan 3 injertos de ¼" de Ø, y un injerto de ½" de Ø; el primero se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, seguido de un manómetro de caratula de 2" NPT, el segundo injerto se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, la cual sirve para la toma de señal del piloto serie 20 del regulador Mooney, el tercer injerto se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, la cual sirve para la toma de señal del piloto serie 50D (slam-shut) del regulador Mooney, del otro extremo del tubo es encuentra el injerto de ½" de Ø, el cual sirve para la colocación de una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½" de Ø NPT, para desfogue, posteriormente se coloca una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 150, para empatar con una válvula mariposa de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150, aguas abajo se coloca una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 150, a esta se suelda una tee soldable de acero al carbón de 3" de Ø ced. 40, a la que nombraremos TEE 3. El TREN DE REGULACIÓN 2, comienza inmediatamente después del codo de radio largo soldable de acero al carbón de 2" de Ø ced. 40, con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 ced. 40, la cual empata con una válvula de esfera de 2" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, aguas abajo se coloca un Regulador Marca Mooney Modelo SG-30 al 35% de 2" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300 con piloto serie 50D de corte automático por alta presión (Slam shut); seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 ced. 40, aguas abajo en dirección hacia la derecha se suelda una reducción soldable de acero al carbón Ced.40 de 3" x 2" de Ø, a la cual estará soldado un carrete de tubería de 3" de Ø A-53, en el cual se localizan 3 injertos de ¼" de Ø, y un injerto de ½" de Ø; el primero se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, seguido de un manómetro de caratula de 2" NPT, el segundo injerto se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, la cual sirve para la toma de señal del piloto serie 20 del regulador Mooney, el tercer injerto se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, la cual sirve para la toma de señal del piloto serie 50D (slam-shut) del regulador Mooney, del otro extremo del tubo es encuentra el injerto de ½" de Ø, el cual sirve para la colocación de una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½" de Ø NPT, para desfogue, posteriormente se coloca una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø

tipo RF en ANSI 150, para empatar con una válvula mariposa de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 150, aguas abajo se coloca una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 150, a esta se suelda un codo de radio largo soldable de acero al carbón de 3" de Ø ced. 40, del otro extremo del codo en posición vertical en dirección hacia arriba se suelda un carrete de tubería de 3" de Ø A-53, este estará soldado al extremo recto de la TEE 3.

Continuando en posición horizontal en dirección hacia la derecha, se suelda al extremo lateral de TEE 3, un carrete de tubería de 3" de Ø A-53, inmediatamente después estará colocado un codo de radio largo soldable de acero al carbón de 3" de Ø ced. 40, aguas abajo se encuentra el tren de medición, que se explica a continuación.

El TREN DE MEDICIÓN comienza con un carrete de tubería de 3" de Ø A-53, del lado opuesto se localiza una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 150, la cual conecta con un medidor tipo turbina de 3" de Ø, en ANSI 150, aguas abajo del medidor se encuentra una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 150; a la cual se suelda un carrete de tubería de 3" de Ø A-53, en el cual se localizan 2 injertos de ½" de Ø; el primer injerto de ½" de Ø se emplea para la colocación de una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½" de Ø NPT, para desfogue, el segundo injerto de ½" de Ø se emplea para la colocación de un termopozo de ½" de Ø; continuando en posición vertical en dirección hacia abajo, se localiza una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 150, la cual conecta con una válvula mariposa bridada de 3" de Ø tipo RF en ANSI 150 del lado opuesto a la válvula se tiene una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 150, la cual esta soldada al extremo recto de una tee soldable de acero al carbón de 3" de Ø ced. 40 la cual nombraremos TEE 4.

Regresando al extremo lateral restante de TEE 1, se localiza el BY-PASS de la estación de regulación y medición, el cual se describe de la siguiente forma; se encuentra soldado a TEE 1 un carrete de tubería de 2" de Ø A-53, en el cual se localiza un injerto de ¼" de Ø, se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT seguida de un manómetro de caratula de 2" NPT, siguiendo en posición horizontal y en dirección hacia la derecha se localiza una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 inmediatamente después una válvula de esfera de 2" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, la cual conecta a una válvula globo de 2" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, continuando aguas abajo de

esta válvula está localizada una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2” de Ø tipo RF en ANSI 300, aguas abajo se coloca una reducción soldable de acero al carbón Ced.40 de 3” x 2” de Ø, después se tiene un carrete de tubería de 3” de Ø A-53, en el cual se localizan 2 injertos, un injerto de ¼” de Ø se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼” de Ø NPT seguida de un manómetro de caratula de 2” NPT, después se encuentra un injerto de 1”, se emplea para la colocación de una válvula de bronce roscable de 1”, para después colocar una válvula de seguridad mca. Vayremex; posterior al carrete se encuentra una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3” de Ø tipo RF en ANSI 150 ced. 40, la cual empata con otra de iguales características, esta se suelda al extremo lateral izquierdo de TEE 4, hacia el otro extremo lateral derecho de TEE 4, se suelda una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3” de Ø tipo RF en ANSI 150, en posición horizontal la cual será la salida de la estación de regulación y medición.

**c) Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI).**

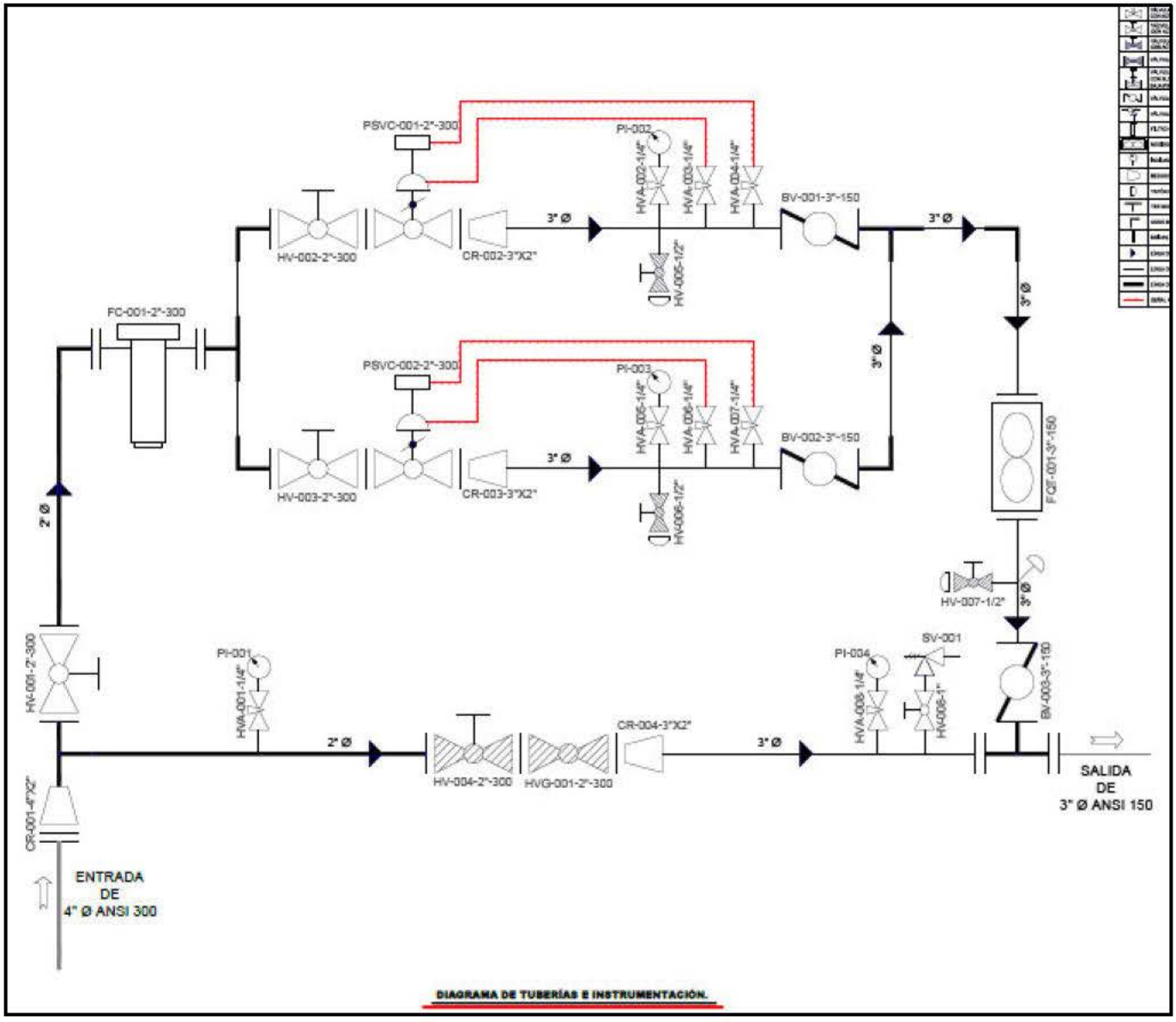



**Fig. 13.** Diagrama de tuberías e instrumentación de ERM tipo 02.

### d) Arreglo Mecánico.

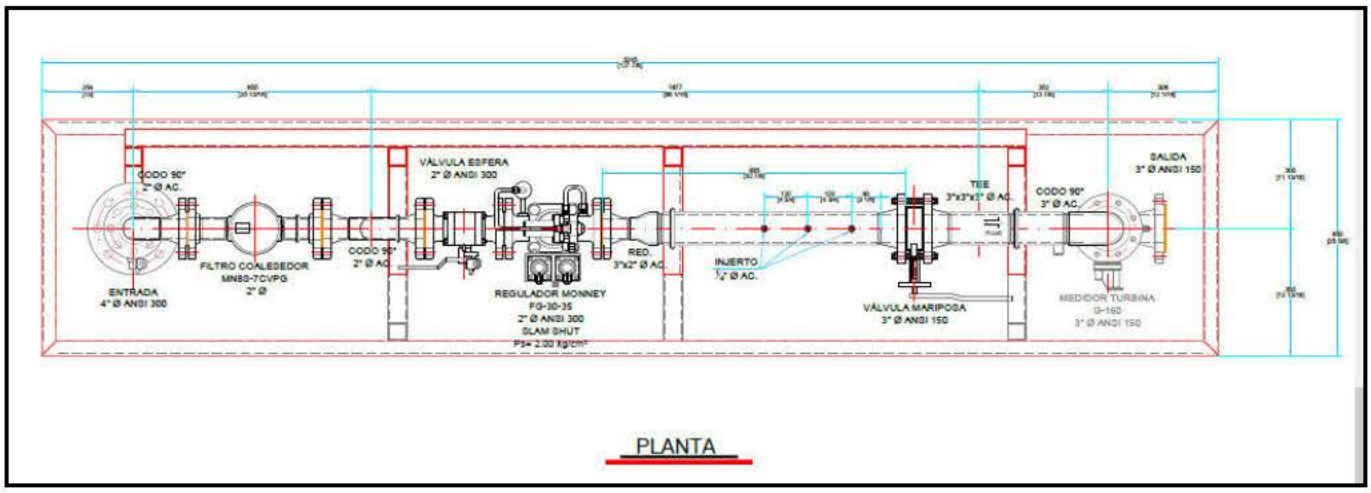



**Fig. 14.** Arreglo mecánico de ERM Tipo 02.

### e) Condiciones de operación de le estación de regulación y medición Tipo 02.

| CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN TIPO 02. | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre | Especificación del Gasoducto | Presión Máxima Entrada (Kg/cm2) | Presión de operación (Kg/cm2) | Presión Diseño (kg/cm2) | Temperatura de Diseño | Temperatura de Operación | Consumo | | | | | | | |
| | | | | | | | | Máximo | | | | Mínimo | | | |
| | | | | | | | | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH |
| 1 | ERM Tipo 02 Entrada | 4" de Ø de AC | (21.00 kg/cm2 | (21.00 kg/cm2 | (35.15 kg/cm2) | (20.00° C) | (18.00° C | 11,520 | 0.41 | 480.00 | 16,951 | 33,436.00 | 1.18 | 1,393.18 | 49,200.00 |
| 2 | ERM Tipo 02 Salida | 4" de Ø de AC | (3.00 kg/cm2) | (2.00 Kg/cm2) | (10.54 kg/cm2) | (20.00° C) | (18.00° C | 11,520 | 0.41 | 480.00 | 16,951 | 33,436.00 | 1.18 | 1,393.18 | 49,200.00 |

**Tabla. 10.** Condiciones de operación de la estación de regulación ERM Tipo 02.

## 3. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN (TIPO 3).

### a) Filosofía de operación y control de la ERM Tipo 03.

**Funciones principales de la Estación de Regulación Tipo 03.**

- Recepción de gas proveniente del gasoducto principal de una manera confiable y segura.
- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.
- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.
- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de Monitoreo.

**Elementos Principales de La Estación de Regulación y Medición Tipo 03.**

- Un filtro Coalescedor vertical marca FILTER-FAB de 3" de Ø modelo C3-740F con un elemento filtrante modelo 425.
- Un tren de regulación para regulación de presión en una etapa, contando con un arreglo de Monitor-Activo utilizando un regulador de 2" de Ø en ANSI 300 marca Cronos Modelo CCB, integrado con un Slam Shut con cortes por alta presión y baja presión.
- Medidor Ultrasónico con Corrector electrónico de volumen en conexiones en 4" Ø RF con sensores de presión y temperatura, rangueabilidad 01:160 con pulso LF.
- Bypass con una válvula de globo de 3" Ø ANSI 300 para ajuste de presión manual.

**Filosofía de Operación y Control de la Estación de Regulación y Medición Tipo 03.**

El gas natural llegará a la ERM por medio de un tubo de 3" de Ø proveniente de la interconexión al gasoducto principal de 6" Ø.

Desde la Interconexión se mantiene el diámetro de 3" de Ø a la entrada de la ERM. La estación comienza con una Tee que conecta el tren de filtración y el By-Pass de la estación de regulación.

Para lograr la filtración adecuada para la operación del equipo sensible y los reguladores, el filtro coalescedor con conexiones de 3" de Ø a la entrada y la salida, utilizara cartuchos desechables que retienen las partículas sólidas y liquidas de 0.3 micras y mayores con eficiencia de 99.99%. Con el paso del tiempo y aumento de impurezas retenidas, el cartucho se va saturando y la caída de presión inicial comienza a ser cada vez mayor, lo cual es indicativo de que se debe remplazar el cartucho.

Se cuenta con un manómetro de presión diferencial en el filtro; para monitorear las condiciones de operación del filtro coalescedor y además se cuenta antes del sistema de filtración y al inicio del tren del By-Pass con un manómetro de testigo, para poder monitorear la presión de entrada de gas al E.R.M.

Inmediatamente después del equipo de filtración, se encuentran el tren de regulación, el cual comienza con la instalación de un solo regulador el cual en un solo cuerpo está incluido un regulador Monitor, un regulador Activo y un controlador Slam Shut con acción para corte por alta y baja presión que sirve como válvula de corte a la entrada del tren de regulación que sensa la presión a la salida del tren. Aguas debajo del regulador se localiza un carrete de tubería con 3 injertos, el primero de ellos tiene instalado un manómetro para toma de presión, y el resto son las tomas de señales para los reguladores (monitor, Activo y Controlador Slam Shut).

El tren de regulación tiene la capacidad de suministro del 100 % de flujo. El tren de regulación operara con un único regulador en cual en su cuerpo está constituido en su primera etapa se encuentra el Regulador Activo calibrado a 4.00 Kg/cm2 (56.89 Psi) este mantendrá la presión y la demanda del gas a la salida de la estación, dentro del mismo cuerpo como segunda etapa, se encuentra el Regulador Monitor el cual estará calibrado a 5.50 Kg/cm2 (78.23 Psi), y como tercera etapa se encuentra el dispositivo Slam Shut con corte por alta calibrado a 5.70 Kg/cm2 (81.07 Psi) y corte por baja presión calibrado a 3.80 Kg/cm2 (54.05 Psi). En un servicio normal el regulador monitor está completamente abierto ya que un valor de presión inferior a su valor establecido (5.50 Kg/cm2), el regulador activo es el que está operando (4.00 Kg/cm2), si debido a una falla del regulador activo, la presión aguas abajo aumenta, cuando supera el nivel al cual está ajustado, el monitor entra en funcionamiento y ajusta la presión a su propio valor establecido.

De la misma manera si llegara a fallar el regulador monitor y sobrepasa la presión a la cual esta calibrado seguirá incrementándose hasta alcanzar la presión a la cual esta calibrado el controlador por alta presión y cortara el flujo de gas por el tren de regulación, de esta forma se asegura que no tenga una sobrepresión en todo el sistema de distribución. En el caso contrario si la presión de entrada llegara a disminuir al tal caso de alcanzar la presión a la cual esta calibrado el controlador por corte por baja presión, cortara el flujo de gas por el tren de regulación.

Después del tren de regulación, el flujo del gas es dirigido a través de un carrete de tubería hacia el Medidor ultrasónico el cual cuenta con un corrector electrónico de volumen el cual muestra las cualidades y características del gas, por medio de un arreglo mecánico conformado por carretes de tubería y tee's, el flujo es dirigido la salida de la Estación de regulación.

Paralelo a los trenes de filtración y regulación, se encuentra el arreglo mecánico del By-Pass de la estación, el cual tiene como propósito su apertura para el mantenimiento general de los elementos principales de la estación (Tren de filtración, Tren de regulación y tren de Medición). Este conecta desde el inicio de la Estación hasta el final para evitar el corte del flujo del gas. En él se localizan una válvula esfera de 3" de DN de palanca de apertura manual para el bloqueo del fluido y este pueda dirigirse a los elementos principales, una válvula 3" de DN de compuerta la cual se usa para la regulación manual del gas, aguas arriba de los elementos descritos se cuenta con un manómetro testigo el cual indica la presión de entrada de la E.R.M., y aguas debajo de la válvula de globo, se localiza un manómetro testigo que indica la presión de salida de la E.R.M. y un injerto con válvula esfera de apertura manual para un posible desfogue del By-Pass

Continuando en dirección hacia la salida de la estación esta amplia su diámetro principal de 4" Ø a 6" Ø, para terminar con una brida 6" de Ø.

**b) Memoria técnico-descriptiva de la ERM Tipo 03.**

**Descripción de la Estación de Regulación y Medición Tipo 03.**

Inicia en posición horizontal con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, para llegar al extremo recto lateral de una Tee soldable de acero al carbón de 3" de Ø cedula 40, a la que nombraremos TEE 1, en la que por su extremo central se deriva el Tren de Filtración, que se describe a continuación.

Continuando por el extremo central de la TEE 1 en posición vertical en dirección hacia arriba, se suelda una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, inmediatamente después se tiene una válvula de esfera de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, la cual a su vez es conectada con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, continuando con un codo soldable de acero al carbón de 90° X 3" de Ø cedula 40, cambiando a posición horizontal, se encuentra soldado una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, posteriormente se conecta un Filtro Coalescedor Marca Filter-Fab Modelo C3-740F con elemento filtrante 425 de 3" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300 , inmediatamente después se tiene una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40. Dando por terminado el Tren de Filtración, posteriormente se encuentra un codo soldable de acero al carbón de 90° X 3" de Ø cedula 40, cambiando a posición horizontal y en dirección hacia la izquierda se instala una reducción concéntrica soldable de acero al carbón de 3" X 2" de Ø cedula 40, donde comienza el Tren de Regulación que se detalla a continuación.

El Tren de Regulación comienza inmediatamente después de la reducción soldable de acero al carbón de 3" X 2" de Ø cedula 40 con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, la cual empata con Regulador Emerson Cronos CCB de 2" de Ø bridado tipo RF en ANSI 300 con Modulo de corte automático (Slam shut), seguido de una brida de cuello soldable de acero al carbón de 2" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, después se tiene una reducción concéntrica soldable de acero al carbón de 4" X 2" de Ø cedula 40, para llegar a un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø cedula 40, en el cual se localizan tres injertos de ¼" de Ø, el primero se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, seguida de un manómetro para monitorear la presión, el segundo

injerto se utiliza para la instalación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, la cual sirve para la toma de señal del Módulo de corte automático Slam shut del regulador, el tercero es utilizado para la instalación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, la cual sirve para la toma de señal del piloto del regulador y un injerto de ½" de Ø injerto se usa para la colocación de una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½" de Ø NPT, para desfogue, continuando con un codo soldable de acero al carbón de 90° X 4" de Ø cedula 40, cambiando a posición vertical descendente, inmediatamente inicia el Tren de Medición el cual se detalla a continuación.

El Tren de Medición continúa con una brida cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, la cual empata con Medidor Ultrasónico Marca Flowsick de 4" de Ø bridado tipo RF en ANSI 150, conectado con una brida de deslizable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, seguido de carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø cedula 40 en el cual se localiza un injerto de ½" de Ø se usa para la colocación de una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½" de Ø NPT, para desfogue, se continua con una brida deslizable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, conectado con válvula de esfera de A/C DE 4" ANSI 150 la cual a su vez es conectada con una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4" de Ø tipo RF en ANSI 150 cedula 40, que esta soldada por el extremo central una Tee soldable de acero al carbón de 4 " de Ø cedula 40, a la que nombraremos TEE 2.

Regresando al extremo lateral recto restante de TEE 1, Se localiza el BY-PASS de la estación de regulación y medición el cual se describe de la siguiente forma, se encuentra soldado un carrete de tubería de acero al carbón de 3" de Ø cedula 40 en el cual se localiza un injerto de ¼" de Ø se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼" de Ø NPT, seguida de un manómetro para monitorear la presión, en el eje central de la tubería se localiza un injerto de ½" de Ø injerto se usa para la colocación de una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½" de Ø NPT, para desfogue. Después del carrete descrito se localiza codo soldable de acero al carbón de 90° X 3" de Ø cedula 40, cambiando la dirección hacia la izquierda, al cual se suelda una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300 cedula 40, inmediatamente después se une a una válvula de esfera de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, la cual conecta a una válvula globo de 3" de Ø bridada tipo RF en ANSI 300, continuando aguas abajo de esta válvula está localizada una brida de cuello soldable de acero al carbón de 3" de Ø tipo RF en ANSI 300, soldada a una reducción una reducción concéntrica soldable de acero al carbón de 4" X 3" de Ø cedula 40 continuando con un carrete de tubería de acero al carbón de 4" de Ø cedula 40 en el cual se encuentran

instalado un injerto de ¼” de Ø se emplea para la colocación de una válvula de aguja de ¼” de Ø NPT, seguida de un manómetro para monitorear la presión, en el eje central de la tubería se localiza un injerto de ½” de Ø injerto se usa para la colocación de una válvula de esfera de ¼ de vuelta de ½” de Ø NPT, para desfogue. Al Termino de este carrete esta soldado al extremo lateral de la TEE 2, y por el otro extremo lateral restante se localiza soldada una reducción soldable de acero al carbón de 6” X 4” de Ø cedula 40 y por el extremo mayor tiene soldada una brida de cuello soldable de acero al carbón de 4” de Ø tipo RF en ANSI 150 misma que da salida al flujo de gas natural.

### c) Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI).

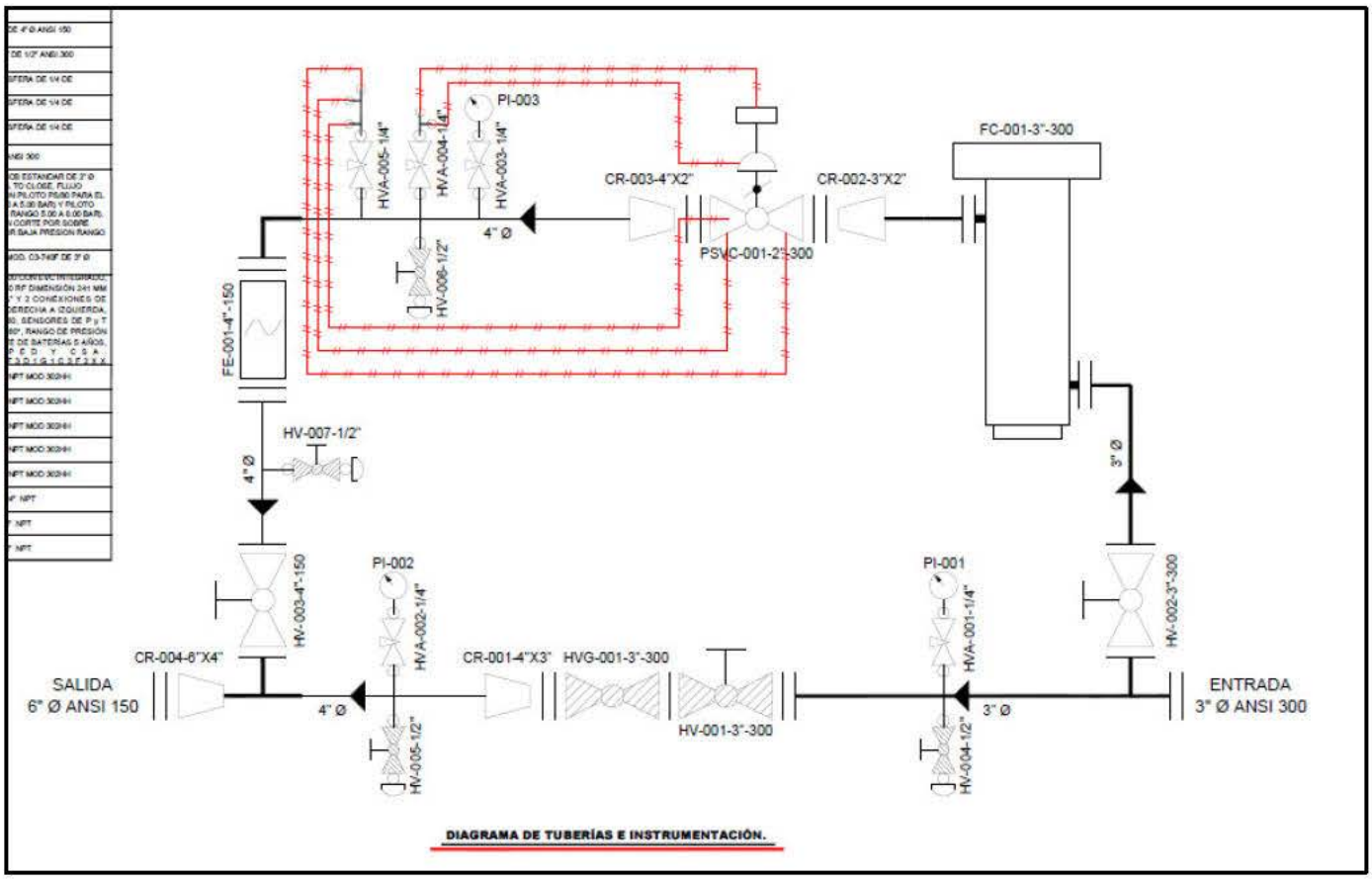



**Fig. 15.** Diagrama de tuberías e instrumentación de ERM tipo 03.

**d) Arreglo Mecánico.**

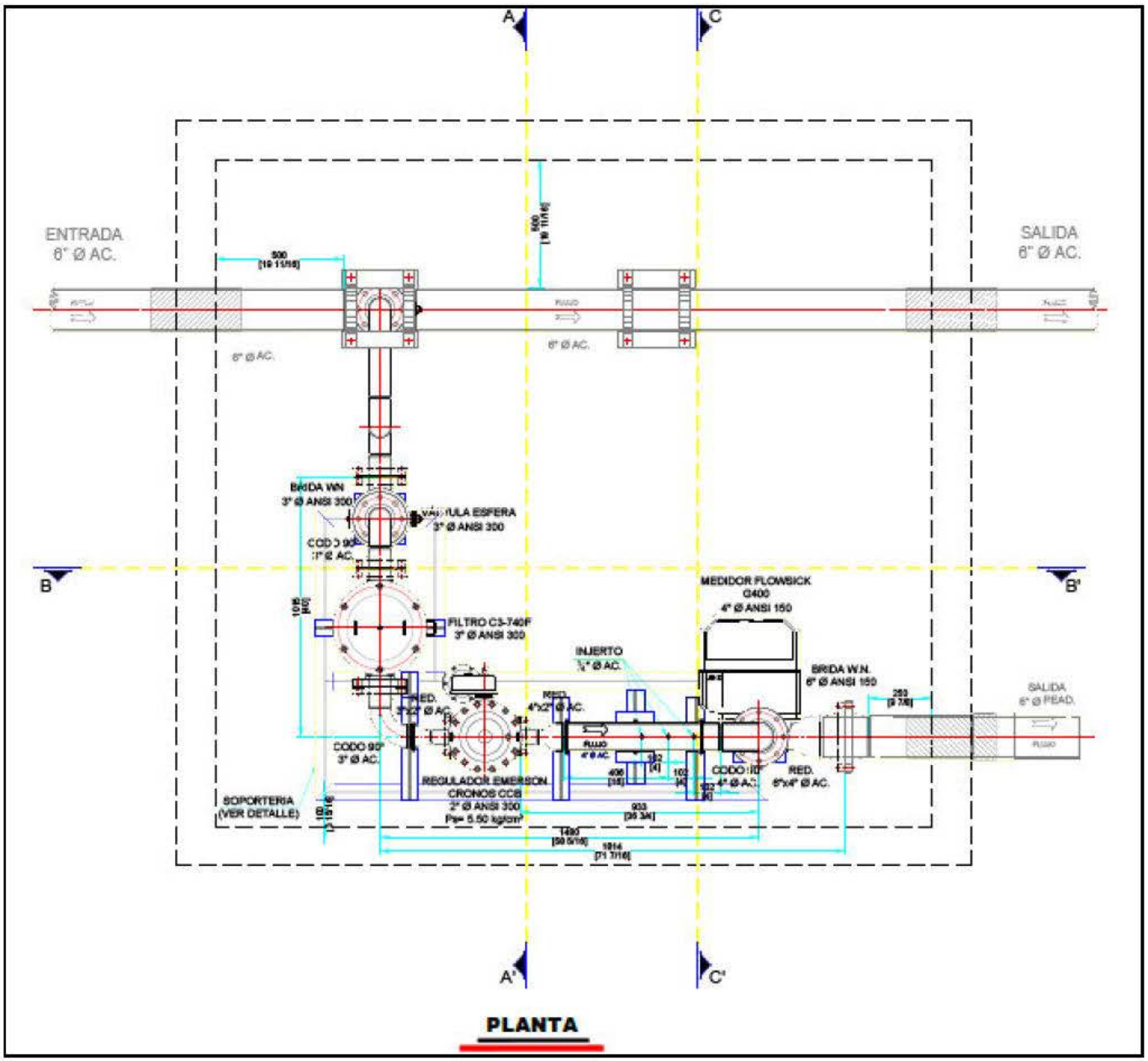



**Fig. 16.** Arreglo mecánico de ERM Tipo 03.

**e) Condiciones de operación de le estación de regulación y medición Tipo 03.**

| CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN TIPO 03. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre | Especificación del Gasoducto | Presión Máxima Entrada (Kg/cm2) | Presión de operación (Kg/cm2) | Presión Diseño (kg/cm2) | Temperatura de Diseño | Temperatura de Operación | Consumo | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | Capacidad Máxima | | | |
| | | | | | | | | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH |
| 1 | ERM Tipo 3 Entrada | 6" de Ø de AC | (21.00 kg/cm2 | (21.00 kg/cm2 | (35.15 kg/cm2) | (20.00 ° C) | (18.00 ° C | 7,620 | 0.27 | 317.52 | 11,213 | 23,466.00 | 0.83 | 977.76 | 34,529.00 | 93,294.00 | 3.29 | 3,887.24 | 137,277.00 |
| 2 | ERM Tipo 3 Salida | 6" de Ø de AC | (5.50 kg/cm2) | (5.50 Kg/cm2) | (10.54 kg/cm2) | (20.00 ° C) | (18.00 ° C | 7,620 | 0.27 | 317.52 | 11,213 | 23,466.00 | 0.83 | 977.76 | 34,529.00 | 93,294.00 | 3.29 | 3,887.24 | 137,277.00 |

**Tabla. 11.** Condiciones de operación de la estación de regulación ERM Tipo 03.

En el **ANEXO 7** se puede visualizar lo relacionado a ingeniera de este proyecto, como se describió anteriormente.

## II.2.4 NORMATIVIDAD APLICADA AL PROYECTO.

Para el diseño, construcción y operación del Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) propiedad de la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.,** se utilizará la siguiente normatividad:

### II.2.4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN EL DISEÑO.

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN EL DISEÑO | | |
|---|---|---|
| **Referencia y título.** | **Descripción de la especificación.** | **Justificación de la elección.** |
| NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos. | La presente Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento, de los Sistemas de distribución de Gas Natural y de Gas Licuado de Petróleo por Ductos. | El proyecto se construirá bajo los requisitos mínimos y especificaciones técnicas de seguridad identificados. |

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN EL DISEÑO | | |
|---|---|---|
| **Referencia y título** | **De cripción de la e pecificación** | **Ju tificación de la elección** |
| Código ASME B 31.8 "Gas Transmission and Distribution Piping Systems" | Código que establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño y construcción de tuberías conductoras de gas natural. | Este código ha sido empleado en Norteamérica desde antes de su aceptación en 1951 por el Instituto Nacional Americano de Estándares, (ANSI). Se usará para lo no definido en la NOM-003-ASEA-2016 |
| Standard API 1104 "Welding of Pipelines and Related Facilities"; | Standard que establece los requisitos mínimos para ejecutar uniones soldadas en las tuberías conductoras de gas natural. | Standard aceptado en la industria de las tuberías en los Estados Unidos. |
| Norma Oficial Mexicana NOM-008 SCFI-2002 | Sistema general de unidades de medida | Para la aplicación de unidades en sistema métrico. |

**Tabla. 12.** Especificaciones técnicas usadas en el diseño.

### II.2.4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN LA SELECCIÓN DE MATERIALES.

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN LA SELECCIÓN DE MATERIALES. | | |
|---|---|---|
| **Referencia y título.** | **Descripción de la especificación.** | **Justificación de la elección.** |
| API 5L: Especificación para tubería usada en gasoductos. | Especificación para tubos con y sin costura para uso en la industria del gas y el petróleo | Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías. |
| ASTM A 53 Tubos de Acero, negros y galvanizados en caliente. | Materiales y especificaciones de la fabricación de tubos de acero, con y sin costura. | Define las especificaciones del material, el peso del tubo y el espesor de pared mínimos. |
| ASTM A 105 Especificación de acero, contenido de carbono y materiales aleantes. | Especificaciones del material a utilizarse en conexiones forjadas, bridas, válvulas y componentes | Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías. |
| ASTM A 193 Materiales para espárragos y tornillería para servicio en alta temperatura. | Especificación de materiales para fabricación de tornillería que se instala en tuberías a presión. | Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías. |

**Tabla. 13.** Especificaciones técnicas usadas en la selección de materiales.

## II.2.4.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN LA CONSTRUCCIÓN.

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS USADAS EN LA CONSTRUCCIÓN | | |
|---|---|---|
| **Referencia y título.** | **Descripción de la especificación.** | **Justificación de la elección.** |
| NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos. | La presente Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento, de los Sistemas de distribución de Gas Natural y de Gas Licuado de Petróleo por Ductos. | El proyecto se construirá en base a los requisitos normativos aplicables por la norma mencionada. |
| Código ASME B 31.8, "Gas Transmission and Distribution Piping Systems" | Código que establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño y construcción de tuberías conductoras de gas natural. | Este código ha sido empleado en Norteamérica desde antes de su aceptación en 1951 por el Instituto Nacional Americano de Estándares, (ANSI). Se usará para lo no definido en la NOM-003-ASEA-2016 |
| Standard API 1104 "Welding of Pipelines and Related Facilities"; | Standard que establece los requisitos mínimos para ejecutar uniones soldadas en las tuberías para gas natural. | Standard aceptado en la industria de las tuberías en los Estados Unidos. |

**Tabla. 14.** Especificaciones técnicas usadas en la construcción

## II.2.5 SUCEPTIBILIDAD DE LA ZONA.

La información mostrada en este numeral fue tomada de distintas fuentes del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y se localizara en el municipio de Veracruz, pasando por el municipio de Manlio Fabio Altamirano por la naturaleza de estos fenómenos, se considera que son representativos de la zona.

## II.2.5.1 SUCEPTIBILIDAD DE LA ZONA / FENOMENOS NATURALES O ANTROPOGENICOS

### 1. FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

Los fenómenos climatológicos extremos son procesos naturales que se producen durante los ciclos meteorológicos. Siempre ha habido huracanes, sequías, incendios, inundaciones y temporales de viento.

Los fenómenos meteorológicos extremos incluyen fenómenos inusuales, lluvias y muchas cataratas severas o impropios de la estación; tiempo en los extremos de la distribución histórica. A menudo los acontecimientos extremos están basados en el registro meteorológico de una localización y definidos como ubicado en el diez por ciento más inusual. En años recientes algunos eventos extremos han sido atribuidos al calentamiento global antropogénico, con estudios que indican una amenaza creciente de fenómenos extremos en el futuro.

### 1.1. TORMENTA ELÉCTRICA

- **TORMENTAS ELÉCTRICAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los valores de riesgo por tormenta eléctrica, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) presenta valores predominantes de Bajo riesgo por tormenta eléctrica. Para realizar una visualización sobre los puntos de riesgos por tormenta eléctrica que conforma el SAR, se puede apreciar en la Fig. 31. Valores de riesgos por tormentas eléctricas existentes en el SAR del apartado IV.2.1.2.1. TORMENTAS ELÉCTRICAS, ubicado en el CAPT. 4. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región en el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA-R-) del presente proyecto.

Por otro lado, de acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en el Estado de Veracruz Ignacio de la Llave, incidiendo en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica el nivel de riesgos por tormenta de granizo presente en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

La estación 00030192 Veracruz (OBS), Veracruz reportó los siguientes días con tormenta eléctrica, dando como resultado un promedio de media de 3.5 días con tormenta eléctrica en el año.

| NORMALES CLIMATOLOGICAS | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ESTADO:** VERACRUZ | | | | | | | | | | | | | |
| **ESTACIÓN: 00030192 Veracruz (OBS), Veracruz** | | | | | | | | | | | | | |
| **TORMENTA ELÉCTRICA** | | | | | | | | | | | | | |
| **DATOS** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **ACUMULADO** | **MEDIA** |
| MINIMA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.5 |
| MAXIMA | 1 | 3 | 3 | 4 | 15 | 24 | 27 | 28 | 23 | 17 | 4 | 2 | 101.0 | 8.4 |
| MEDIA | 0.0833 | 0.1666 | 0.3333 | 0.7333 | 1.8125 | 6.4444 | 11.042 | 11.888 | 8.1555 | 2.3404 | 0.5217 | 0.2222 | 40 | 3.5 |

**Tabla. 15.** Normales climatologicos energía electrica estación 00030192 Veracruz (OBS).

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO.**

La estación 00030101 MANLIO FABIO ALTAMIRANO reportó 0.0 días con tormenta eléctrica.

| NORMALES CLIMATOLOGICAS | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ESTADO:** VERACRUZ | | | | | | | | | | **PERIODO:** 1951-2010 | | | |
| **ESTACIÓN:** 00030101 MANLIO FABIO ALTAMIRANO | | | | | | | | | | **ALTURA:** 44 MSNM. | | | |
| **LATITUD:** 19°05'40" N. | | | | | | | | | | **LONGITUD:** 096°20'20" W. | | | |
| **TORMENTA ELÉCTRICA** | | | | | | | | | | | | | |
| **DATOS** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **ANUAL** |

| **NORMALES CLIMATOLOGICAS** | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ESTADO:** VERACRUZ | | | | | | | **PERIODO:** 1951-2010 | | | | | | |
| **ESTACIÓN:** 00030101 MANLIO FABIO ALTAMIRANO | | | | | | | **ALTURA:** 44 MSNM. | | | | | | |
| **LATITUD:** 19°05'40" N. | | | | | | | **LONGITUD:** 096°20'20" W. | | | | | | |
| **TORMENTA ELÉCTRICA** | | | | | | | | | | | | | |
| **NORMAL** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **AÑOS DE DATOS** | 19 | 19 | 20 | 19 | 19 | 19 | 18 | 17 | 16 | 17 | 16 | 17 | |

**Tabla. 16.** Normales climatologicos energía electrica estación 00030101 MANLIO FABIO ALTAMIRANO

Por lo antes descrito y como se puede observar en la **Fig. 17**, el proyecto de construcción del sistema de distribución de gas natural presenta un riesgo de medio por tormentas eléctricas en el Área de Influencia del Proyecto (AIP).

Así mismo, como se puede observar en la Fig. 17, el proyecto de construcción del sistema de distribución de gas natural presenta un riesgo bajo y muy bajo por tormentas eléctricas.

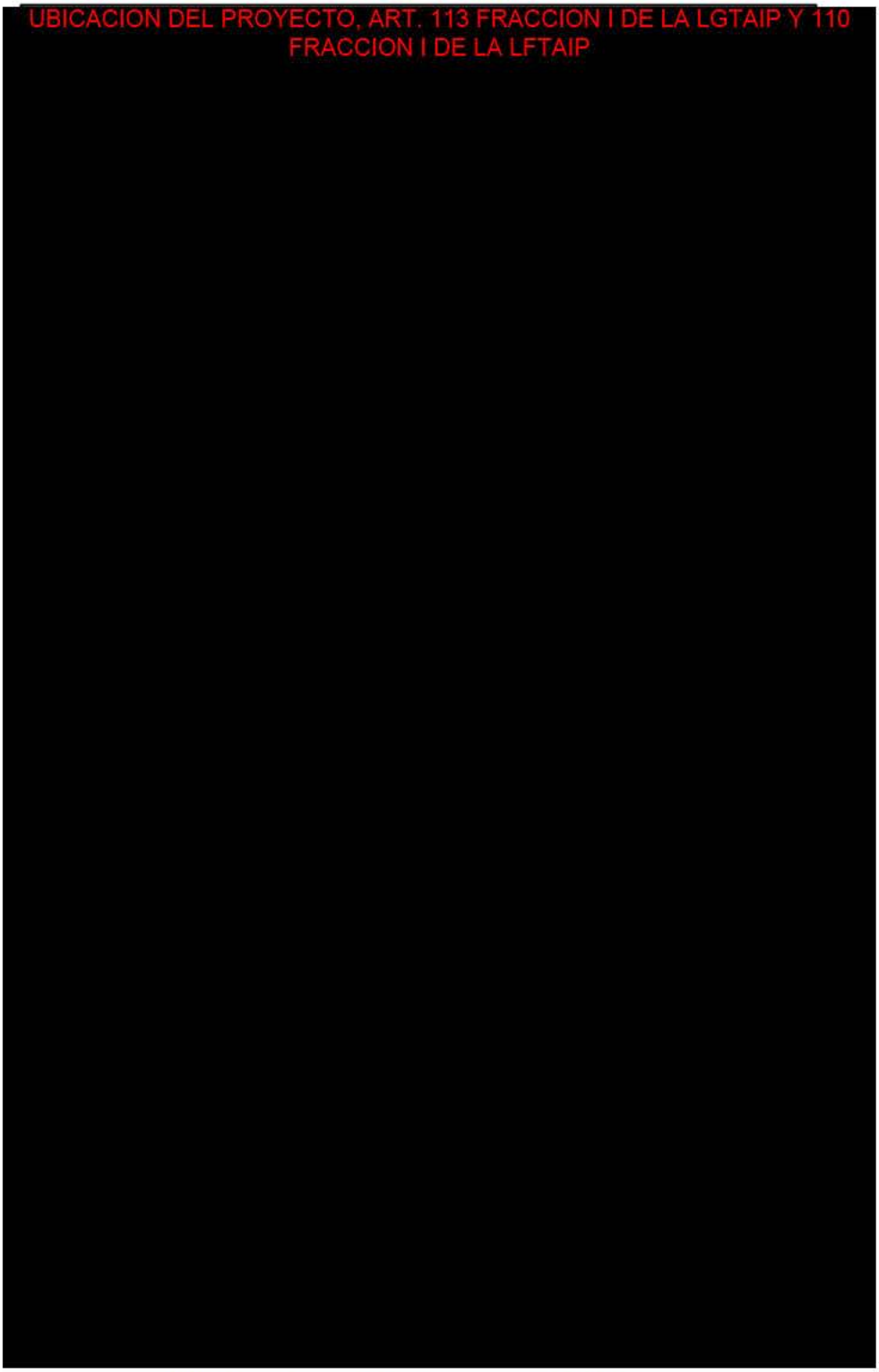



**Fig. 17.** Tormentas eléctricas en el SAR.

## 1.2. CICLÓN TROPICAL

- **CICLONES TROPICALES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los valores de riesgos por Ciclones Tropicales, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) la mayor parte del proyecto presenta valores de riesgo de Bajo, medio y muy bajo. Para realizar una visualización sobre los puntos de riesgos por Ciclón tropical que conforma el SAR, se puede apreciar en la Fig. 34. Valores de riesgo por ciclones tropicales existentes en el SAR del apartado IV.2.1.2.2. CICLÓN TROPICAL, ubicado en el CAPT. 4. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región en el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA-R-) del presente proyecto.

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

Para tener una mejor idea acerca del desarrollo y trayectoria de los sistemas ciclónicos que han entrado en el Golfo de México y que inciden con el proyecto, se plasmaran los siguientes mapas en donde muestra el historial de incidencia de ciclones tropicales en el área del gasoducto. El primero mapa corresponde a los sistemas en su etapa de Depresión Tropical que han impactado al estado de Veracruz de 1995-1999. En este caso, solo se les asigna un número, puesto que el nombre se les asigna al alcanzar cuando menos la categoría de tormenta tropical. El segundo mapa corresponde a los sistemas en etapa de Tormenta Tropical. En esta fase a los sistemas se les asigna un nombre, el mapa muestra un número mayor de sistemas, debido a que se consideran los sistemas que afectaron al estado o pasaron cerca de él o impactaron en estados vecinos como depresiones tropicales. Un tercer mapa muestra a los sistemas en etapa de ciclón tropical o huracán. Desde luego, en este mapa no se considera a los sistemas en etapa de depresión tropical y tormenta tropical. En cuanto al número de ciclones en una temporada, puede estar influida por la presencia de fenómenos a escala casi global como lo son El Niño y La Niña. Se ha mencionado que, en el caso del primero, el número de ciclones disminuye, mientras que con la presencia del segundo aumenta. Tal condición implica, Que, en el segundo fenómeno, por ser mayor el número, la probabilidad de impacto en la entidad es también mayor.

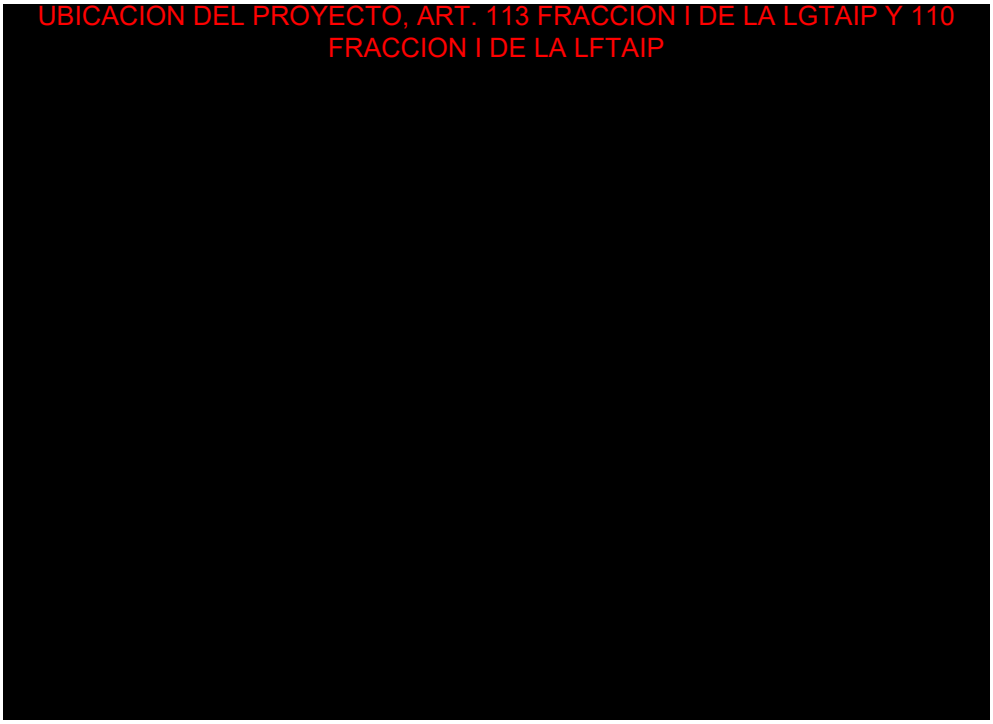



**Fig. 18.** Mapa de trayectorias de Depresiones tropicales que han impactado el estado.

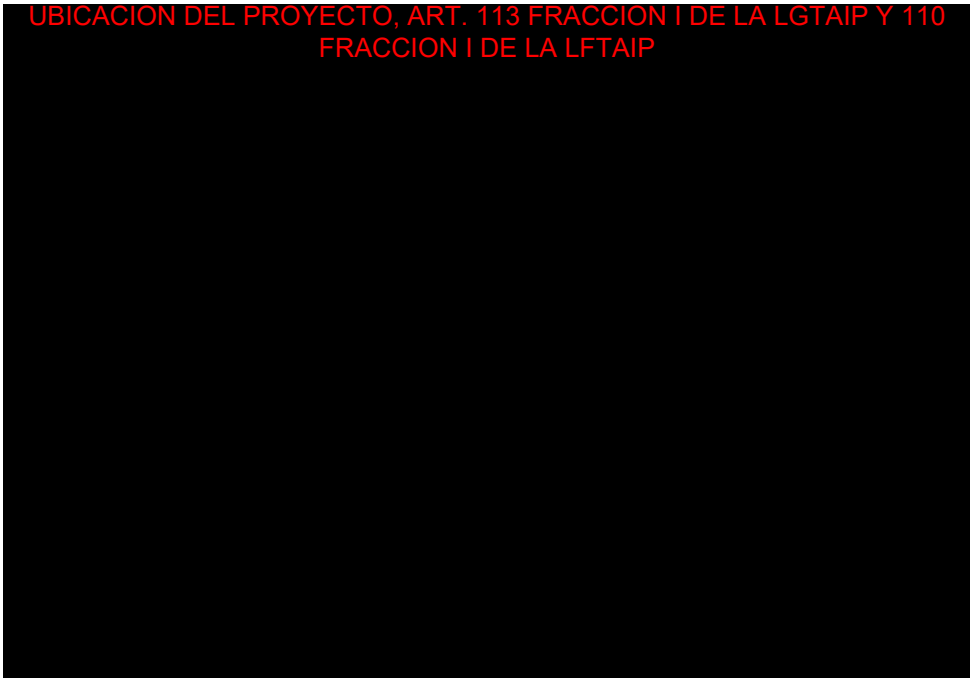



**Fig. 19.** Mapa de trayectorias de tormentas tropicales.

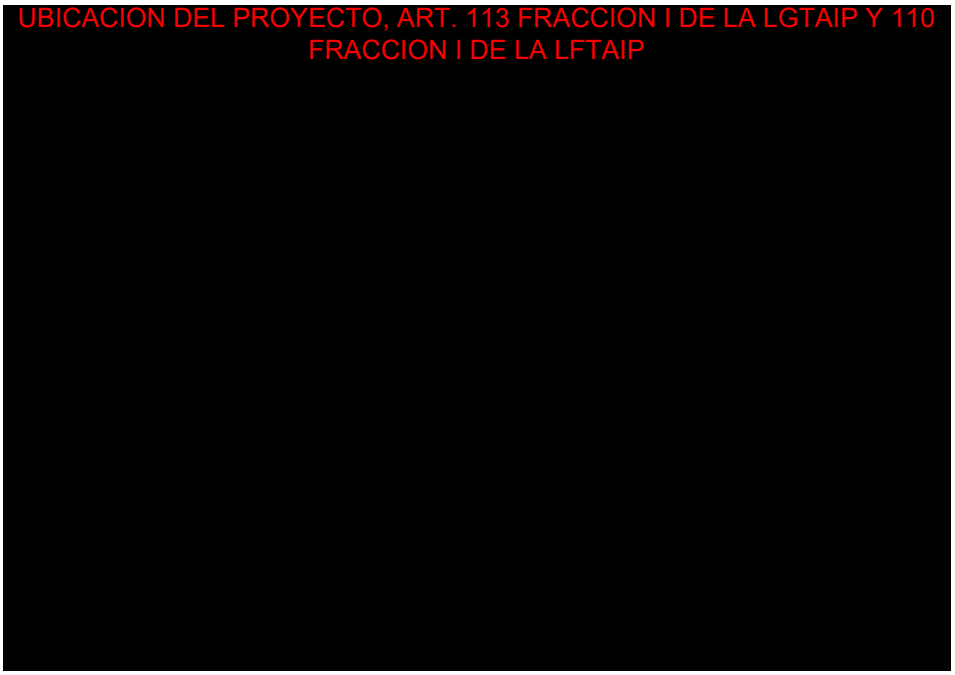



**Fig. 20.** Mapa de trayectorias de huracanes periodo 1988- 2007.

A continuación, se aprecia el mapa donde se identifica el riesgo por ciclón tropical identificado en el Área de Influencia del Proyecto (AIP).

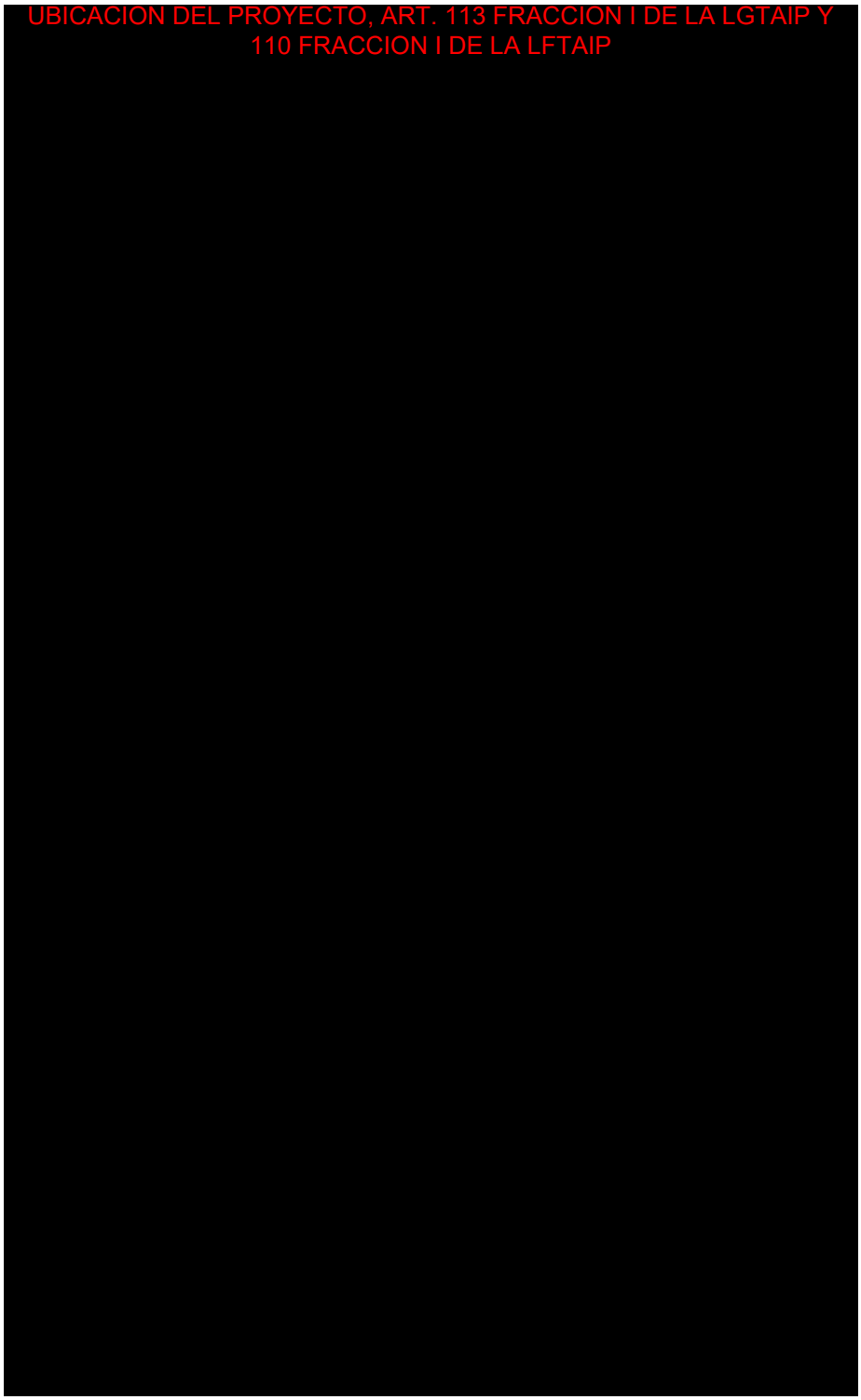



**Fig. 21.** Mapa de riesgo por ciclones tropicales.

Una vez analizado lo anteriormente descrito, se tiene que en la trayectoria de ubicación del proyecto de Sistema de Distribución de Gas Natural Altamirano se presenta un riesgo medio y muy bajo por daños por ciclones tropicales y huracanes, ya que al ser costa está susceptible a estos peligros climatológicos, así mismo la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** en sus planes de operación y mantenimiento tomaran las medidas necesarias para no causar afectaciones al ecosistema y población.

## 1.3. TORMENTA DE GRANIZO.

Una granizada es una lluvia de trozos de hielo cuyo diámetro puede ser de 5 a mayor de 50 mm, a veces varios pueden solidificarse formando grandes masas de hielo y nieve sin forma y así caer. Regularmente la granizada puede estar asociada con tormenta eléctrica, viento fuerte y después de la misma, lluvia intensa.

- **TORMENTA DE GRANIZO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación los riesgos por tormenta de granizo, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presenta los riesgos por una tormenta de granizo: Para realizar una visualización sobre los puntos de riesgos por tormenta de granizo que conforma el SAR, se puede apreciar en la Fig. 41. Riesgos por tormenta de granizo en el SAR del apartado IV.2.1.2.3. TORMENTAS DE GRANIZO, ubicado en el CAPT. 4. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región en el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA-R-) del presente proyecto.

- **MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

La estación 00030192 Veracruz (OBS), Veracruz reportó los siguientes días con Granizo, dando como resultado un promedio de media de 0.0 días con tormenta eléctrica en el año.

| NORMALES CLIMATOLOGICAS | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ESTADO:** VERACRUZ<br>**ESTACIÓN: 00030192 Veracruz (OBS), Veracruz** | | | | | | | | | | | | | |
| **GRANIZO** | | | | | | | | | | | | | |
| **DATOS** | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **ACUMULADO** | **MEDIA** |
| MINIMA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| MAXIMA | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 6 | 6.0 | 0.5 |
| MEDIA | 0 | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 0.066 | 0 | 0.088 | 0.066 | 0 | 0.043 | 0.133 | 0.4 | 0.0 |

**Tabla. 17.** Normales Climatológicos granizo.

Por lo antes descrito y como se puede observar en la **tabla 17** el proyecto de construcción del sistema de distribución de gas natural presenta un riesgo bajo por tormentas de granizo.

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO.**

La estación 00030101 MANLIO FABIO ALTAMIRANO reportó 0.0 días con Tormentas con granizo.

| NORMALES CLIMATOLOGICAS | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ESTADO:** VERACRUZ | | | | | | | | | **PERIODO:** 1951-2010 | | | | |
| **ESTACIÓN:** 00030101 MANLIO FABIO ALTAMIRANO | | | | | | | | | **ALTURA:** 44 MSNM. | | | | |
| **LATITUD:** 19°05'40" N. | | | | | | | | | **LONGITUD:** 096°20'20" W. | | | | |
| **GRANIZO** | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS | **ENE** | **FEB** | **MAR** | **ABR** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** | **DIC** | **ANUAL** |
| NORMAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Años de datos | 19 | 19 | 20 | 19 | 19 | 19 | 18 | 17 | 16 | 17 | 16 | 17 | - |

**Tabla. 18.** Normales Climatológicos granizo.

Por lo antes descrito y como se puede observar en la **tabla 18,** el proyecto de construcción del sistema de distribución de gas natural presenta un riesgo bajo por tormentas de granizo.

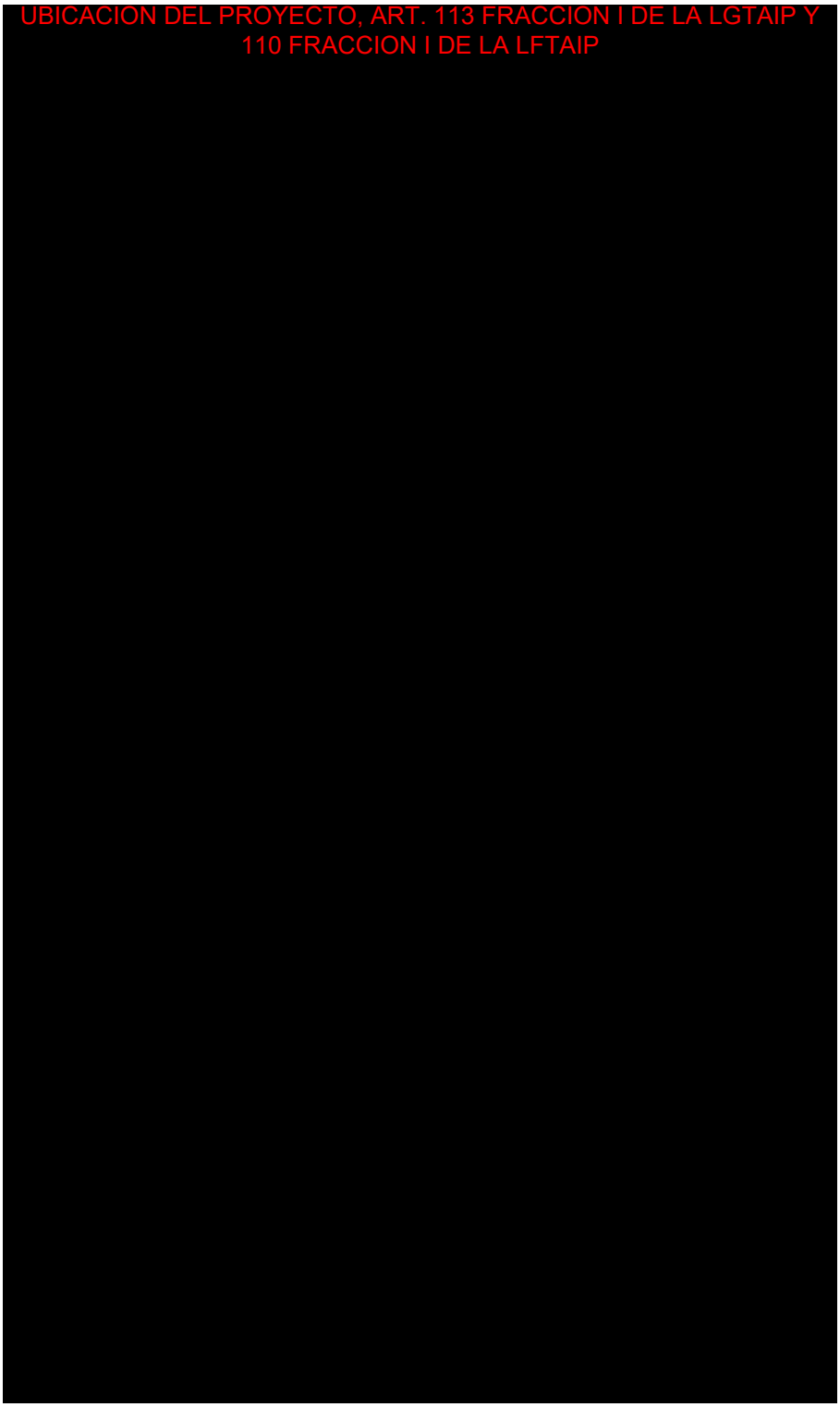



**Fig. 22.** Riesgo por tormenta de granizo en el AIP

## 1.4. INUNDACIONES.

.

- **INUNDACIONES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los valores por riego de inundaciones, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan valores de Ato, Medio y Bajo riesgo por inundaciones. Para realizar una visualización sobre los puntos de riesgos por Inundación que conforma el SAR, se puede apreciar en la Fig. 44. Valores de Riesgos por inundación existentes en el SAR del apartado IV.2.1.2.4. INUNDACIONES, ubicado en el CAPT. 4. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región en el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA-R-) del presente proyecto.

De acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en el Estado de Veracruz Ignacio de la Llave, incidiendo en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica los riesgos que presentan por inundaciones presentes en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

Con base a evaluación del riesgo de inundación en la zona de ubicación del Proyecto está en un riesgo medio de inundación para lo cual dicho riesgo quedaría debidamente controlado de acuerdo a los estándares de construcción, operación y de seguridad definidos por la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE DE S.A. DE C.V.,** y fundamentados en los requisitos legales de la autoridad.

A continuación, se aprecia el mapa donde se identifica el nivel de riesgo por inundación que presenta el Área de Influencia del Proyecto (AIP).

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

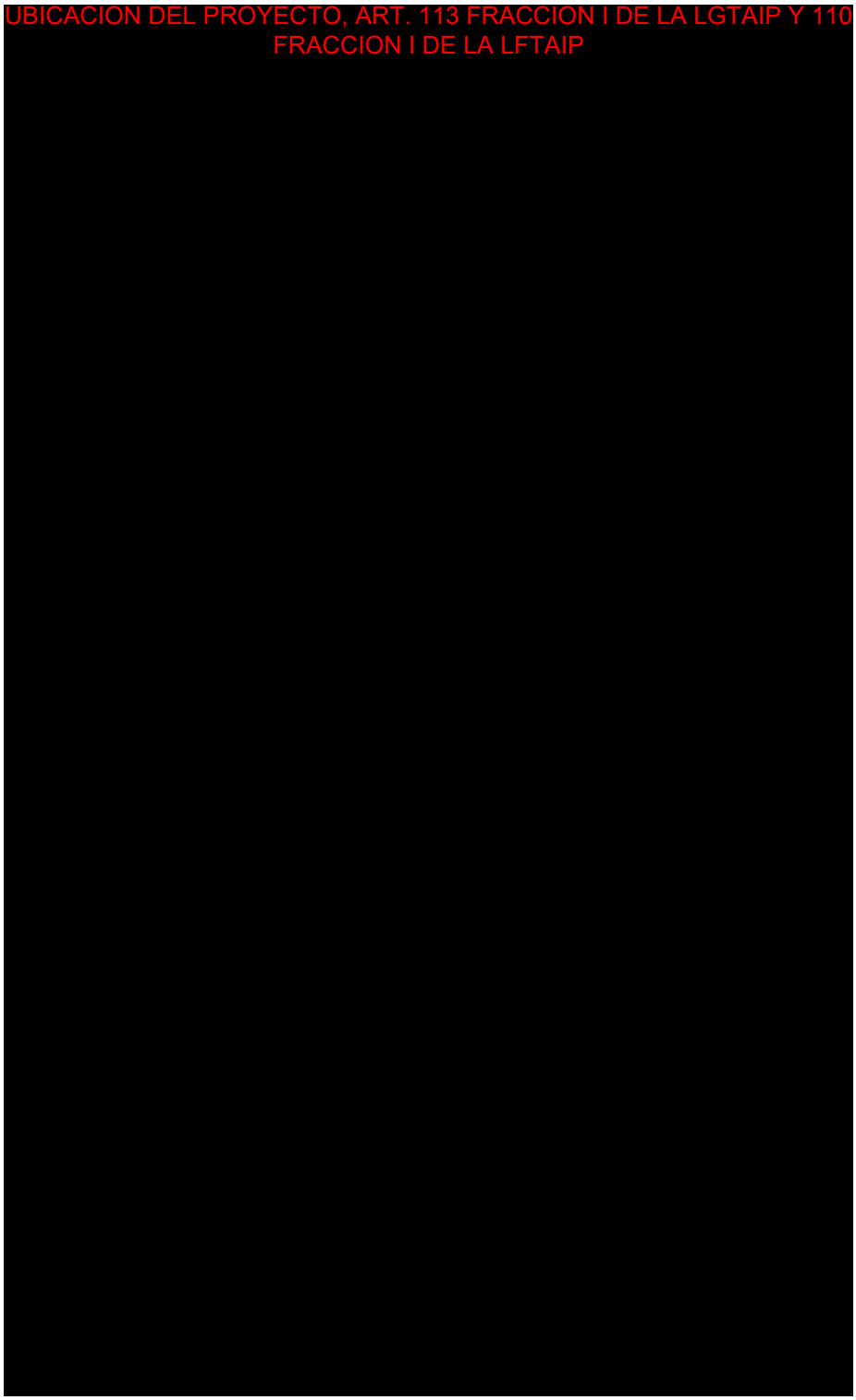


**Fig. 23.** Mapa de riesgo por inundaciones.

### 1.5. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA

- **EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los valores de Fallas y/o fracturas en el SAR, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan Ejes estructurales, fallas y fracturas, así mismo para realizar una visualización sobre los puntos Fallas y/o fracturas que conforma el SAR, se puede apreciar en la Fig. 75. Fallas y/o Fracturas en el SAR. del apartado IV.2.1.3.4. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA, ubicado en el CAPT. 4. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región en el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA-R-) del presente proyecto.

Por otro lado, de acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en el Estado de Veracruz Ignacio de la Llave, incidiendo en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica la susceptibilidad de la zona presente en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

Según los registros del municipio de Veracruz, se registró uno con fecha del 11 de marzo de 1967, dicho sismo es conocido como el temblor de Veracruz (M~5.7), es el más importante para esta Ciudad por los daños que ocasionó en aproximadamente 50 edificaciones, siendo el desplome de la cúpula del Hotel Victoria y el descuadre de la cúpula del edificio de la aduana algunos de los daños más importantes.

El temblor fue localizado en la plataforma continental frente a Punta Antón Lizardo, a unos 20 km al sureste del Puerto de Veracruz. También resultaron afectadas las Ciudades de Boca del Río, Medellín, Antón Lizardo y Alvarado. No se reportaron víctimas mortales. (Fuente: Atlas de Peligros Geológicos e Hidrometeorológicos del Estado de Veracruz.)

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO.**

La actividad sísmica Veracruz de Ignacio de la Llave, el municipio de Manlio Fabio Altamirano, se encuentra en una zona en donde no se presenta riesgos altos por sismos., y en la figura 24, se aprecia que el proyecto tiene una incidencia baja por deslizamientos por lo que no tendrá afectación alguna con el proyecto.

A continuación, se aprecian el mapa de Fallas y/o Fracturas identificadas en el Área de Influencia del Proyecto (AIP).

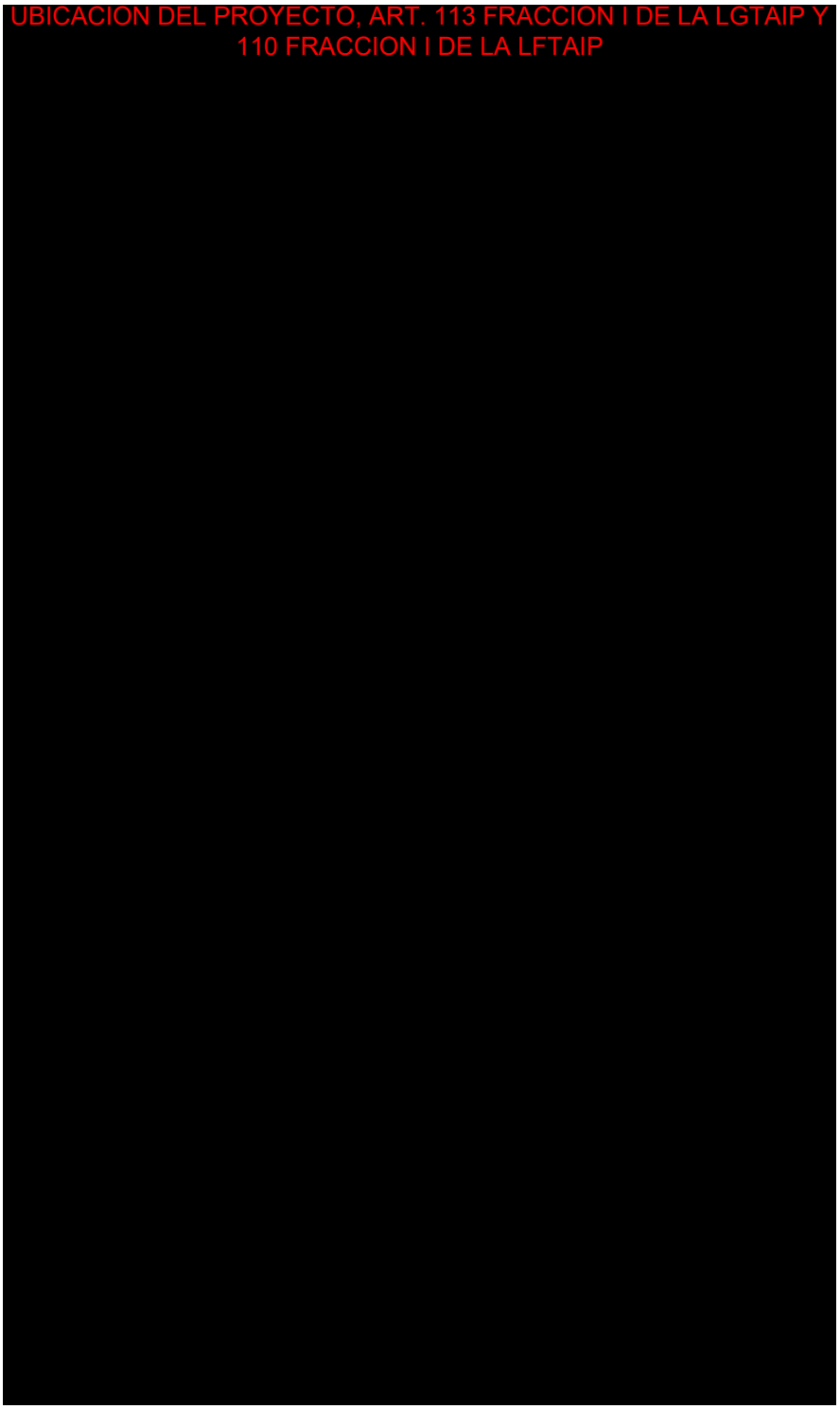



**Fig. 24.** Mapa de fallas y/o fracturas, presente en el AIP.

Una vez analizado la anteriormente descrito, se tiene que en la trayectoria de ubicación del proyecto de sistema de distribución de gas natural es de bajo riesgo y de acuerdo al mapa de regionalización sísmica corresponde a la zona B que de igual manera es de riesgo bajo.

Así mismo, como lo indica la estadística municipal y estatal registrada por el INEGI, se tiene que en la trayectoria de ubicación del proyecto de sistema de distribución no presenta riesgo por deslizamiento.

## 1.6. VULCANOLOGÍA

- **VULCANOLOGÍA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los volcanes, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). Para realizar una visualización sobre los puntos de riesgos por tormenta eléctrica que conforma el SAR, se puede apreciar en la Fig. 82. Vulcanología presente en el SAR del apartado IV.2.1.3.5. VULCANOLOGÍA, ubicado en el CAPT. 4. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región en el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA-R-) del presente proyecto.

De acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en el Estado de Veracruz Ignacio de la Llave, incidiendo en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica la vulcanología presente en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

Como se observa en el siguiente mapa, no se encuentran volcanes registrados en el municipio Manlio Fabio Altamirano y en el municipio de Veracruz.

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

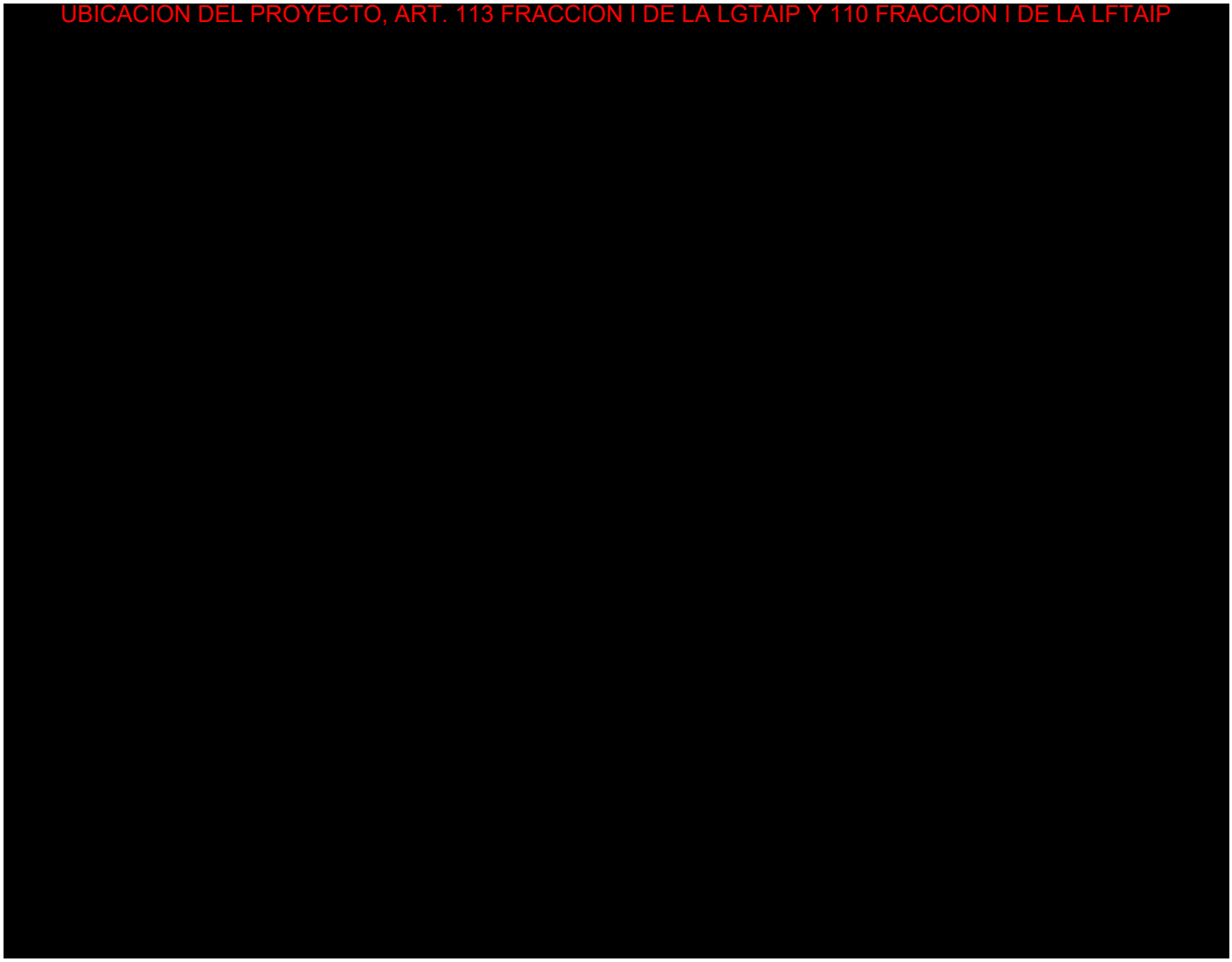


**Fig. 26.** Signos convencionales con peligro volcánico cerca del proyecto.

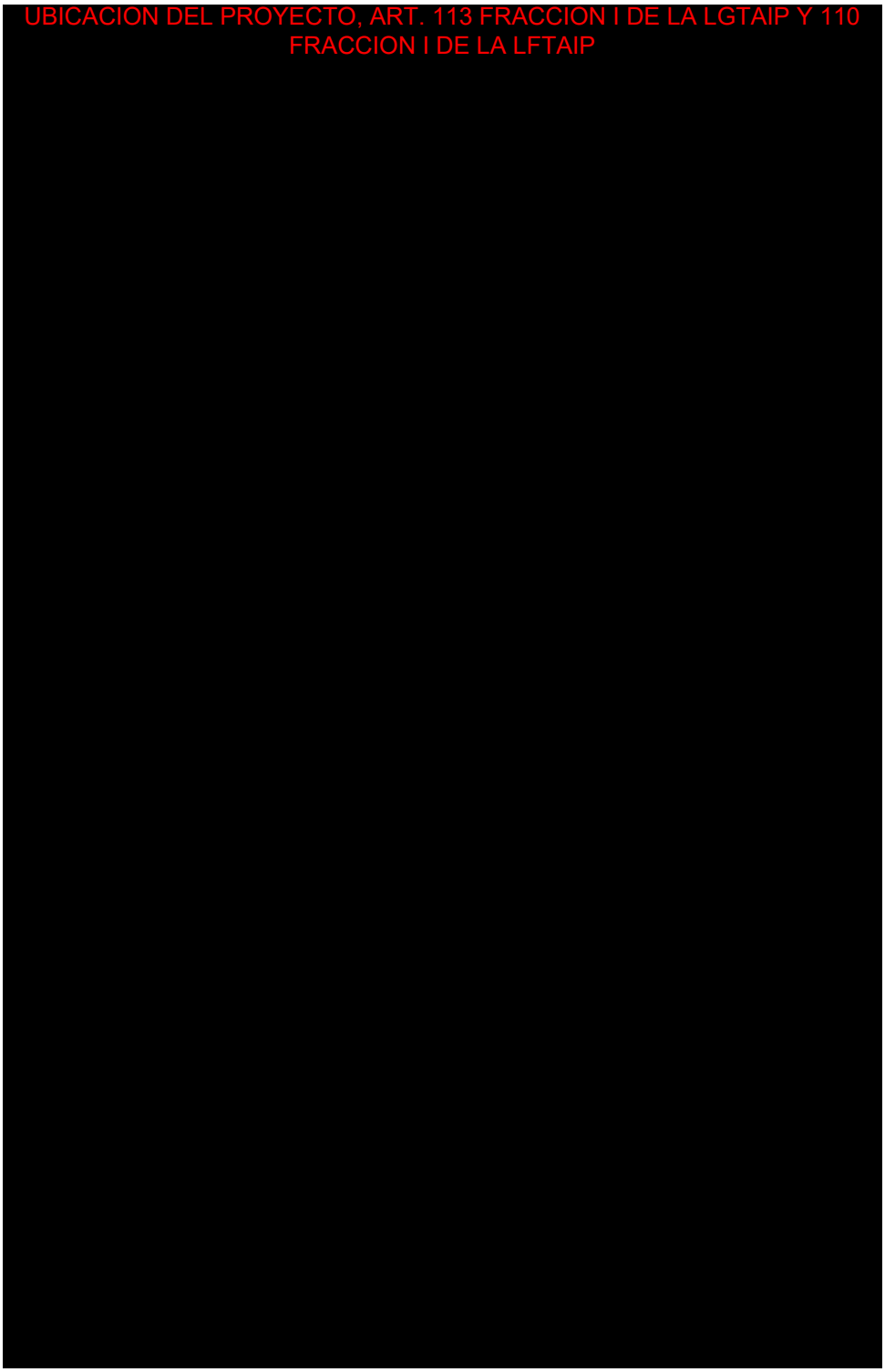



**Fig. 27.** Mapa de riesgo por actividad volcánica en el AIP

Una vez analizado lo anteriormente descrito podemos y en base al área de influencia donde se observa la ubicación del proyecto de Sistema de Distribución de Gas Natural Altamirano no se presentan volcanes cerca.

## II.2.6 ACCESOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES.

Para los accesos a las instalaciones superficiales del proyecto de Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano), se estableció lo siguiente:

- Elementos principales
- Estaciones de regulación y medición.
- Válvulas de seccionamiento.

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| No. | DESCRIPCIÓN | CADENAMIENTO | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| | ELEMENTOS PRINCIPALES | | |
| 1 | Interconexión | 0+000.00 A | |
| | ESTACION DE REGULACIÓN Y MEDI | | |
| 1 | Punto de entrada ERM C-01 | 0+091.41 F | |
| 2 | Punto de entrada ERM C-02 | 0+009.73 G | |
| 3 | Punto de entrada ERM C-03 | 0+004.02 H | |
| 4 | Punto de entrada ERM C-04 | 0+006.82 E | |
| 5 | Punto de entrada ERM C-05 | 0+010.06 D | |
| 6 | Punto de entrada ERM T-01 | 1+617.51 C | |
| 7 | Punto de entrada ERM T-02 | 12+828.32 B | |
| | VALVULAS | | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| No. | DESCRIPCIÓN | CADENAMIENTIO | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 1 | V.S. 01 | 0+000.00 B | [redacted] |
| 2 | V.S. 02 | 0+000.00 C | |
| 3 | V.S. 03 | 3+306.59 C | |
| 4 | V.S. 04 | 13+276.84 B | |
| 5 | V.S. 05 | 0+000.00 E | |
| 6 | V.S. 06 | 2+083.22 C | |
| 7 | V.S. 07 | 0+000.00 D | |
| 8 | V.S. 08 | 0+000.00 F | |
| 9 | V.S. 09 | 0+000.00 G | |
| 10 | V.S. 10 | 0+000.00 H | |
| 11 | V.S. 11 | 0+000.00 I | |
| 12 | V.S. 12 | 0+000.00 J | |
| 13 | V.S. 13 | 0+000.00 K | |
| 14 | V.S. 14 | 2+206.46 K | |
| 15 | V.S. 15 | 0+000.00 L | |
| 16 | V.S. 16 | 0+989.73 L | |
| 17 | V.S. 17 | 0+000.00 M | |
| 18 | V.S. 18 | 0+647.97 M | |
| 19 | V.S. 19 | 0+000.00 N | |
| 20 | V.S. 20 | 0+919.77 N | |
| 21 | V.S. 21 | 0+000.00 O | |
| 22 | V.S. 22 | 1+552.55 O | |
| 23 | V.S. 23 | 0+000.00 P | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **DESCRIPCIÓN** | **CADENAMIENTO** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| **24** | V.S. 24 | 0+000.00 Q | [redacted] |
| **25** | V.S. 25 | 0+000.00 R | |
| **26** | V.S. 26 | 0+316.06 R | |
| **27** | V.S. 27 | 0+000.00 S | |
| **28** | V.S. 28 | 0+584.11 S | |
| **29** | V.S. 29 | 0+000.00 T | |
| **30** | V.S. 30 | 0+000.00 U | |
| **31** | V.S. 31 | 0+000.00 V | |
| **32** | V.S. 32 | 0+000.00 W | |
| **33** | V.S. 33 | 0+126.71 W | |
| **34** | V.S. 34 | 0+000.00 X | |
| **35** | V.S. 35 | 0+000.00 Y | |
| **36** | V.S. 36 | 0+599.37 Y | |
| **37** | V.S. 37 | 0+000.00 Z | |
| **38** | V.S. 38 | 0+204.73 Z | |
| **39** | V.S. 39 | 0+000.00 AA | |
| **40** | V.S. 40 | 0+659.11 AA | |
| **41** | V.S. 41 | 0+000.00 AB | |
| **42** | V.S. 42 | 0+000.00 AC | |
| **43** | V.S. 43 | 0+000.00 AD | |
| **44** | V.S. 44 | 0+066.01 AD | |
| **45** | V.S. 45 | 0+000.00 AE | |
| **46** | V.S. 46 | 0+234.64 AE | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| No. | DESCRIPCIÓN | CADENAMIENTIO | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 47 | V.S. 47 | 0+000.00 AF | [redacted] |
| 48 | V.S. 48 | 0+237.16 AF | |
| 49 | V.S. 49 | 0+000.00 AG | |
| 50 | V.S. 50 | 0+243.00 AG | |
| 51 | V.S. 51 | 0+000.00 AH | |
| 52 | V.S. 52 | 0+196.12 AH | |
| 53 | V.S. 53 | 0+000.00 AI | |
| 54 | V.S. 54 | 0+127.76 AI | |
| 55 | V.S. 55 | 0+000.00 AJ | |
| 56 | V.S. 56 | 0+237.21 AJ | |
| 57 | V.S. 57 | 0+000.00 AK | |
| 58 | V.S. 58 | 0+120.09 AK | |
| 59 | V.S. 59 | 0+000.00 AL | |
| 60 | V.S. 60 | 0+232.92 AL | |
| 61 | V.S. 61 | 0+000.00 AM | |
| 62 | V.S. 62 | 0+370.72 AM | |
| 63 | V.S. 63 | 0+000.00 AN | |
| 64 | V.S. 64 | 0+124.71 AN | |
| 65 | V.S. 65 | 0+000.00 AO | |
| 66 | V.S. 66 | 0+125.02 AO | |
| 67 | V.S. 67 | 0+000.00 AP | |
| 68 | V.S. 68 | 0+000.00 AQ | |
| 69 | V.S. 69 | 0+000.00 AR | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **DESCRIPCIÓN** | **CADENAMIENTIO** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| **70** | V.S. 70 | 0+124.69 AR | |
| **71** | V.S. 71 | 0+000.00 AS | |
| **72** | V.S. 72 | 0+122.77 AS | |
| **73** | V.S. 73 | 0+000.00 AT | |
| **74** | V.S. 74 | 0+125.71 AT | |
| **75** | V.S. 75 | 0+000.00 AU | |
| **76** | V.S. 76 | 0+118.79 AU | |
| **77** | V.S. 77 | 0+000.00 AV | |
| **78** | V.S. 78 | 0+652.75 AV | |
| **79** | V.S. 79 | 0+000.00 AW | |
| **80** | V.S. 80 | 0+234.06 AW | |
| **81** | V.S. 81 | 0+000.00 AX | |
| **82** | V.S. 82 | 0+122.77 AX | |
| **83** | V.S. 83 | 0+000.00 AY | |
| **84** | V.S. 84 | 0+132.65 AY | |
| **85** | V.S. 85 | 0+000.00 AZ | |
| **86** | V.S. 86 | 0+368.46 AZ | |
| **87** | V.S. 87 | 0+000.00 BA | |
| **88** | V.S. 88 | 0+154.32 BA | |
| **89** | V.S. 89 | 0+000.00 BB | |
| **90** | V.S. 90 | 0+000.00 BC | |
| **91** | V.S. 91 | 0+115.47 BC | |
| **92** | V.S. 92 | 0+000.00 BD | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **DESCRIPCIÓN** | **CADENAMIENTO** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| **93** | V.S. 93 | 0+126.01 BD | |
| **94** | V.S. 94 | 0+000.00 BE | |
| **95** | V.S. 95 | 0+118.94 BE | |
| **96** | V.S. 96 | 0+000.00 BF | |
| **97** | V.S. 97 | 0+248.15 BF | |
| **98** | V.S. 98 | 0+000.00 BG | |
| **99** | V.S. 99 | 0+248.99 BG | |
| **100** | V.S. 100 | 0+000.00 BH | |
| **101** | V.S. 101 | 0+209.70 BH | |
| **102** | V.S. 102 | 0+000.00 BI | |
| **103** | V.S. 103 | 0+000.00 BJ | |
| **104** | V.S. 104 | 0+178.59 BJ | |
| **105** | V.S. 105 | 0+000.00 BK | |
| **106** | V.S. 106 | 0+000.00 BL | |
| **107** | V.S. 107 | 0+000.00 BM | |
| **108** | V.S. 108 | 0+000.00 BN | |
| **109** | V.S. 109 | 0+135.94 BN | |
| **110** | V.S. 110 | 0+000.00 BO | |
| **111** | V.S. 111 | 0+136.86 BO | |
| **112** | V.S. 112 | 0+000.00 BP | |
| **113** | V.S. 113 | 0+138.73 BP | |
| **114** | V.S. 114 | 0+000.00 BQ | |
| **115** | V.S. 115 | 0+264.54 BQ | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| No. | DESCRIPCIÓN | CADENAMIENTO | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 116 | V.S. 116 | 0+000.00 BR | |
| 117 | V.S. 117 | 0+490.21 BR | |
| 118 | V.S. 118 | 0+000.00 BS | |
| 119 | V.S. 119 | 0+105.32 BS | |
| 120 | V.S. 120 | 0+000.00 BT | |
| 121 | V.S. 121 | 0+112.95 BT | |
| 122 | V.S. 122 | 0+000.00 BU | |
| 123 | V.S. 123 | 0+116.89 BU | |
| 124 | V.S. 124 | 0+000.00 BV | |
| 125 | V.S. 125 | 0+124.66 BV | |
| 126 | V.S. 126 | 0+000.00 BW | |
| 127 | V.S. 127 | 0+150.54 BW | |
| 128 | V.S. 128 | 0+000.00 BX | |
| 129 | V.S. 129 | 0+411.40 BX | |
| 130 | V.S. 130 | 0+000.00 BY | |
| 131 | V.S. 131 | 0+207.02 BY | |
| 132 | V.S. 132 | 0+000.00 BZ | |
| 133 | V.S. 133 | 0+552.41 BZ | |
| 134 | V.S. 134 | 0+000.00 CA | |
| 135 | V.S. 135 | 0+075.83 CA | |
| 136 | V.S. 136 | 0+000.00 CB | |
| 137 | V.S. 137 | 0+000.00 CC | |
| 138 | V.S. 138 | 0+000.00 CD | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **DESCRIPCIÓN** | **CADENAMIENTIO** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| **139** | V.S. 139 | 0+265.65 CD | |
| **140** | V.S. 140 | 0+000.00 CE | |
| **141** | V.S. 141 | 0+000.00 CF | |
| **142** | V.S. 142 | 0+631.23 CF | |
| **143** | V.S. 143 | 0+000.00 CG | |
| **144** | V.S. 144 | 0+217.92 CG | |
| **145** | V.S. 145 | 0+000.00 CH | |
| **146** | V.S. 146 | 0+100.37 CH | |
| **147** | V.S. 147 | 0+000.00 CI | |
| **148** | V.S. 148 | 0+199.07 CI | |
| **149** | V.S. 149 | 0+000.00 CJ | |
| **150** | V.S. 150 | 0+065.91 CJ | |
| **151** | V.S. 151 | 0+000.00 CK | |
| **152** | V.S. 152 | 0+168.01 CK | |
| **153** | V.S. 153 | 0+000.00 CL | |
| **154** | V.S. 154 | 0+159.22 CL | |
| **155** | V.S. 155 | 0+000.00 CM | |
| **156** | V.S. 156 | 0+000.00 CN | |
| **157** | V.S. 157 | 0+108.44 CN | |
| **158** | V.S. 158 | 0+000.00 CO | |
| **159** | V.S. 159 | 0+108.39 CO | |
| **160** | V.S. 160 | 0+000.00 CP | |
| **161** | V.S. 161 | 0+380.87 CP | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **DESCRIPCIÓN** | **CADENAMIENTIO** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| **162** | V.S. 162 | 0+000.00 CQ | |
| **163** | V.S. 163 | 0+147.37 CQ | |
| **164** | V.S. 164 | 0+000.00 CR | |
| **165** | V.S. 165 | 0+000.00 CS | |
| **166** | V.S. 166 | 0+000.00 CT | |
| **167** | V.S. 167 | 0+000.00 CU | |
| **168** | V.S. 168 | 0+000.00 CV | |
| **169** | V.S. 169 | 0+357.19 CV | |
| **170** | V.S. 170 | 0+000.00 CW | |
| **171** | V.S. 171 | 0+435.95 CW | |
| **172** | V.S. 172 | 0+000.00 CX | |
| **173** | V.S. 173 | 0+437.05 CX | |
| **174** | V.S. 174 | 0+000.000 CY | |
| **175** | V.S. 175 | 0+437.74 CY | |
| **176** | V.S. 176 | 0+000.00 CZ | |
| **177** | V.S. 177 | 0+000.00 DA | |
| **178** | V.S. 178 | 0+532.58 DA | |
| **179** | V.S. 179 | 0+000.000 DB | |
| **180** | V.S. 180 | 0+434.56 DB | |
| **181** | V.S. 181 | 0+000.00 DC | |
| **182** | V.S. 182 | 0+435.83 DC | |
| **183** | V.S. 183 | 0+000.00 DD | |
| **184** | V.S. 184 | 0+031.31 DD | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **DESCRIPCIÓN** | **CADENAMIENTIO** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| **185** | V.S. 185 | 0+000.00 DE | |
| **186** | V.S. 186 | 0+108.81 DE | |
| **187** | V.S. 187 | 0+000.00 DF | |
| **188** | V.S. 188 | 0+108.77 DF | |
| **189** | V.S. 189 | 0+000.00 DG | |
| **190** | V.S. 190 | 0+134.40 DG | |
| **191** | V.S. 191 | 0+000.00 DH | |
| **192** | V.S. 192 | 0+134.52 DH | |
| **193** | V.S. 193 | 0+000.00 DI | |
| **194** | V.S. 194 | 0+137.81 DI | |
| **195** | V.S. 195 | 0+000.00 DJ | |
| **196** | V.S. 196 | 0+070.06 DJ | |
| **197** | V.S. 197 | 0+000.00 DK | |
| **198** | V.S. 198 | 0+075.78 DK | |
| **199** | V.S. 199 | 0+000.00 DL | |
| **200** | V.S. 200 | 0+072.38 DL | |
| **201** | V.S. 201 | 0+000.00 DN | |
| **202** | V.S. 202 | 0+000.00 DM | |
| **203** | V.S. 203 | 0+000.00 DO | |
| **204** | V.S. 204 | 0+000.00 DP | |
| **205** | V.S. 205 | 0+109.94 DP | |
| **206** | V.S. 206 | 0+000.00 DQ | |
| **207** | V.S. 207 | 0+109.34 DQ | |

| UBICACIÓN ELEMENTOS DE TRAYECTORIA | | | |
|---|---|---|---|
| No. | DESCRIPCIÓN | CADENAMIENTO | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 208 | V.S. 208 | 0+000.00 DR | [redacted] |
| 209 | V.S. 209 | 0+109.79 DR | |
| 210 | V.S. 210 | 0+000.00 DS | |
| 211 | V.S. 211 | 0+104.03 DS | |
| 212 | V.S. 212 | 0+000.00 DT | |
| 213 | V.S. 213 | 0+105.71 DT | |
| 214 | V.S. 214 | 0+000.00 DU | |
| 215 | V.S. 215 | 0+104.50 DU | |
| 216 | V.S. 216 | 0+000.00 DV | |
| 217 | V.S. 217 | 0+112.17 DV | |
| 218 | V.S. 218 | 0+000.00 DW | |
| 219 | V.S. 219 | 0+110.97 DW | |
| 220 | V.S. 220 | 0+000.00 DX | |
| 221 | V.S. 221 | 0+000.00 DY | |
| 222 | V.S. 222 | 0+000.00 DZ | |

**Tabla. 19.** Ubicación de accesos a estaciones de regulación y válvulas de seccionamientos.

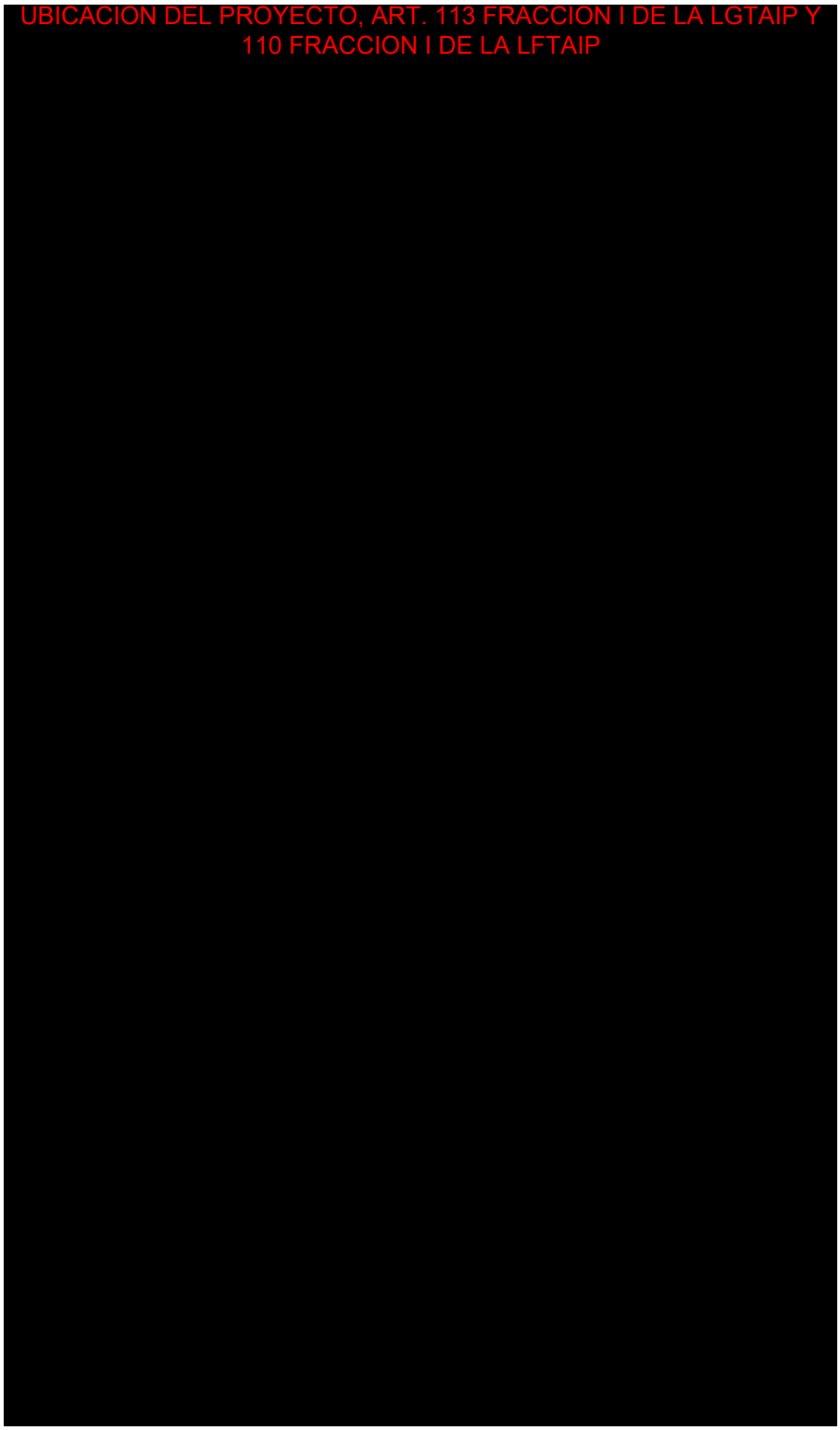



**Fig. 28.** Elementos del sistema, Válvulas de seccionamiento.

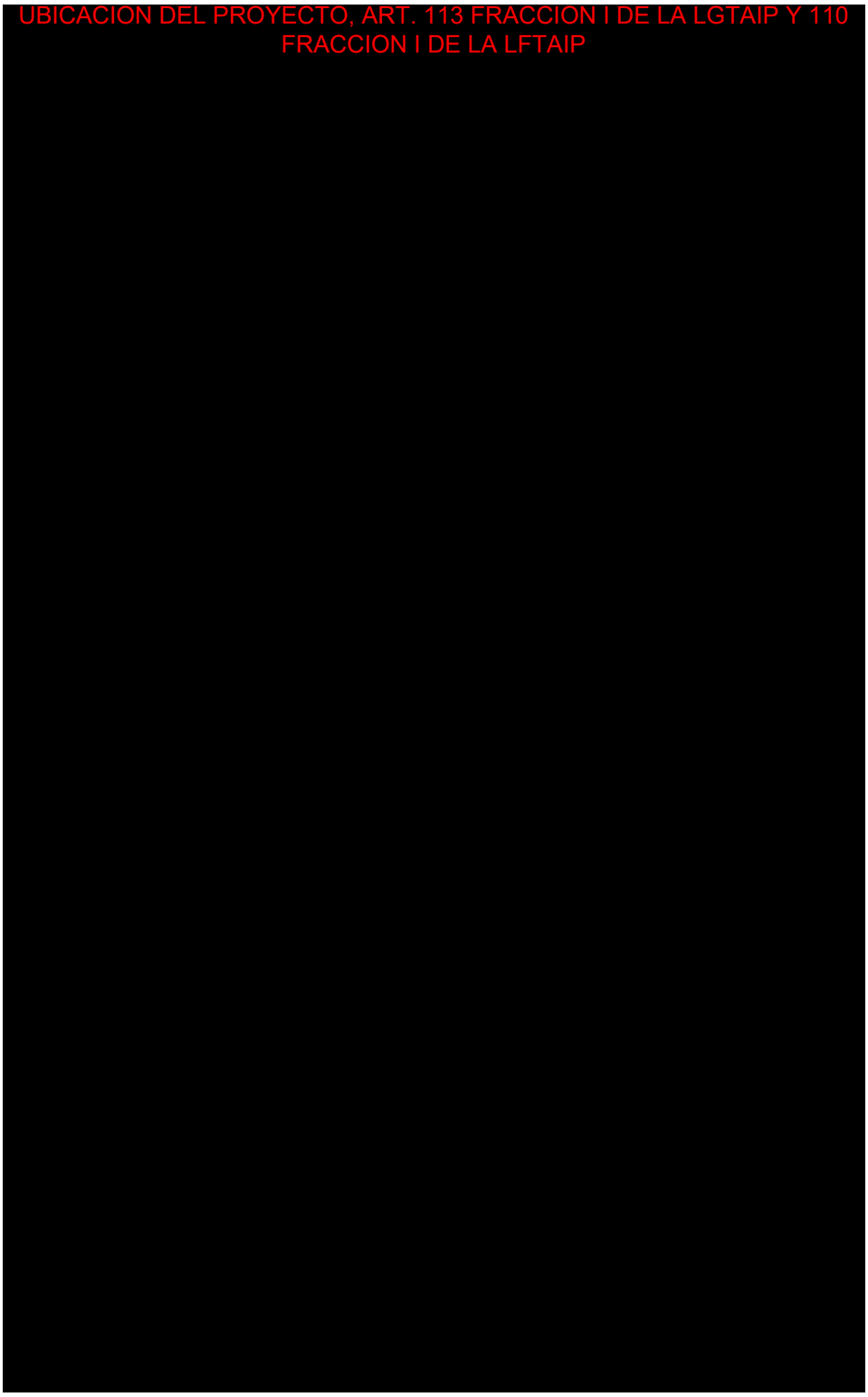



**Fig. 29.** Mapa de válvulas de seccionamiento (carretera Manlio- Mata Lomas).

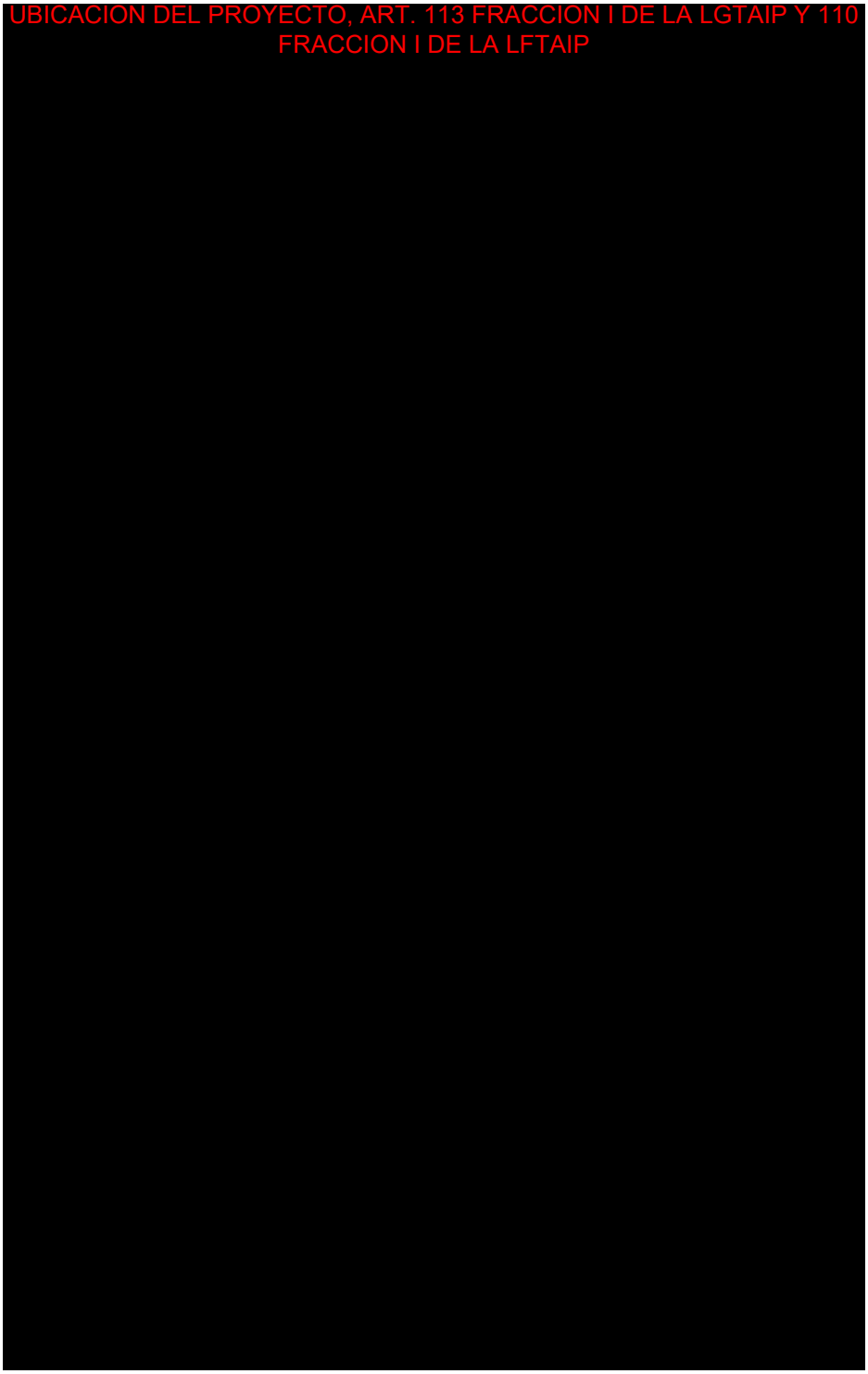



**Fig. 30.** Mapa de válvulas de seccionamiento (carretera Mata Lomas- Interconexión).

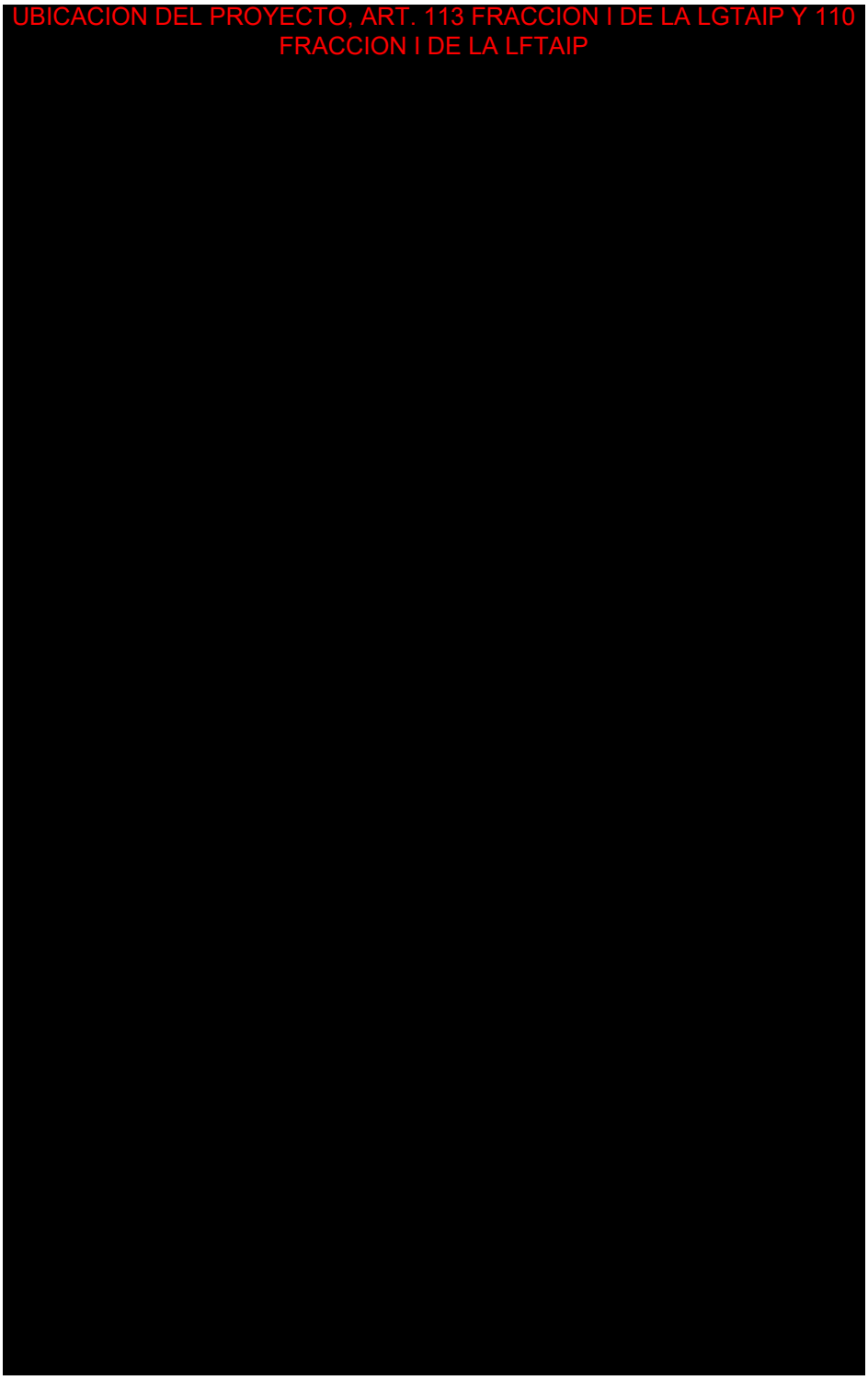



**Fig. 31.** Mapa de válvulas de seccionamiento (Manlio Fabio Altamirano).

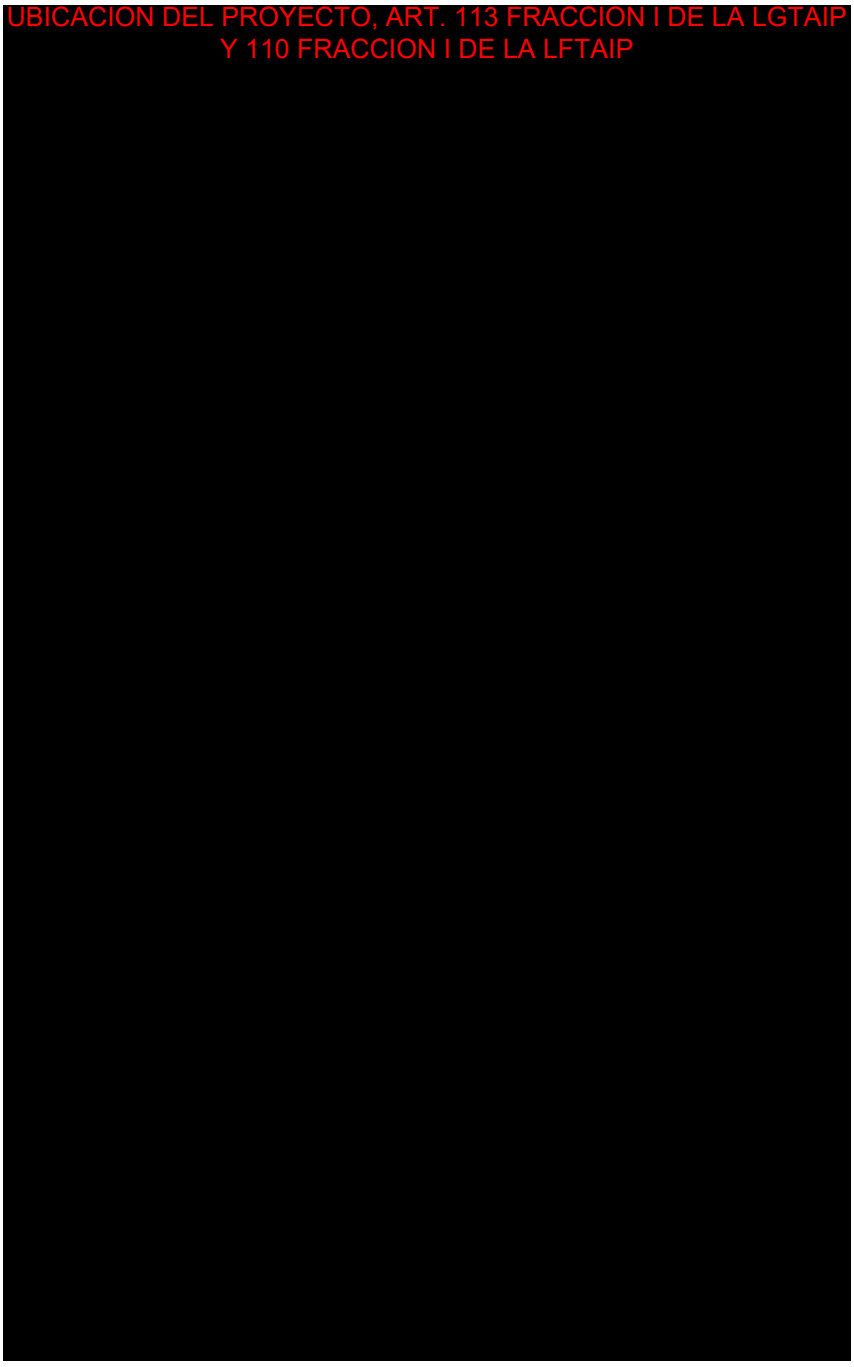



**Fig. 32.** Mapa de válvulas de seccionamiento (Mata Lomas).

Como parte de la ubicación del proyecto, se cuenta con planos del mismo en el **ANEXO 2** y mapas temáticos en el **ANEXO 3**.

# CAPITULO 3

## *Descripción del entorno*

## ÍNDICE.

**CAPITULO 3**

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO. ....187
III.1. PROYECTO. ....187
III.1.1. ASPECTOS ABIÓTICOS. ....189
III.1.2 ASPECTOS BIÓTICOS. ....245
III.1.3 ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN. ....259
III.1.3.1 COMPONENTES AMBIENTALES. ....259
III.1.3.2 INFRAESTRUCTURA VIAL ....304
III.1.4 SUELO. ....309
III.2. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL POR MEDIO DE DUCTOS EN LA ZONA GEOGRÁFICA VERACRUZ (ALTAMIRANO). ....318
III.2.1 INSTALACIONES SUPERFICIALES. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN. ....329
III.2.1.1 RECUBRIMIENTO CORROSIVO. ....331
III.2.1.2 TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS. ....331
III.2.1.3 VALVULAS DE SECCIONAMIENTO. ....331
III.2.1.4 CRUZAMIENTOS. ....346
III.2.1.5 SEÑALAMIENTOS. ....352
III.2.1.6. PUNTOS DE INFLEXION. ....369
III.2.2. PROFUNDIDAD DE DUCTOS. ....391
III.2.3 EQUIPO O INFRAESTRUCTURA HUMANA. ....392
III.2.4 PRUEBAS HIDROSTATICAS. ....393
III.2.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCION CATODICA. ....393
III.2.6. SISTEMA DE DETECCION DE FUGAS. ....396
III.2.7 PERFIL HIDRAULICO. ....398
III.2.8 SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL SCADA. ....401

## ÍNDICE DE FIGURAS.

**FIGURA 1.** MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO EN EL ENTORNO ESTATAL....188
**FIGURA 2.** TIPOS DE CLIMAS EXISTENTES EN EL SAR DEL PROYECTO....190
**FIGURA 3.** CLIMA EN EL MUNICIPIO DE VERACRUZ. ....191
**FIGURA 4.** CLIMA EN EL MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO. ....192
**FIGURA 5.** MAPA DE CLIMAS DEL PROYECTO EN EL MUNICIPIO DE MANLIO Y VERACRUZ. ....193
**FIGURA 6.** VALORES DE PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EXISTENTES EN EL SAR. ....195
**FIGURA 7.** VALORES DE PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL EXISTENTES EN EL SAR. ....196
**FIGURA 8.** PROBABILIDAD DE PRECIPITACIÓN EN EL MUNICIPIO DE VERACRUZ. ....198
**FIGURA 9.** PROBABILIDAD DE PRECIPITACIÓN EN MANLIO FABIO ALTAMIRANO. ....200
**FIGURA 10.** PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DEL AIP ....201
**FIGURA 11.** PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL DEL AIP ....202
**FIGURA 12.** VALORES DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EXISTENTES EN EL SAR. ....204
**FIGURA 13.** VALORES DE TEMPERATURAS MÁXIMA ANUAL EXISTENTES EN EL SAR. ....205
**FIGURA 14.** VALORES DE TEMPERATURAS MÍNIMA ANUAL EXISTENTES EN EL SAR. ....206
**FIGURA 15.** TEMPERATURA MÍNIMA Y MÁXIMA EN EL MUNICIPIO DE VERACRUZ ....207
**FIGURA 16.** TEMPERATURA MÍNIMA Y MÁXIMA EN MANLIO FABIO ALTAMIRANO. ....208
**FIGURA 17.** MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL AIP ....209
**FIGURA 18.** MAPA DE TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL DEL AIP ....210
**FIGURA 19.** MAPA DE TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL EN EL AIP ....211
**FIGURA 20.** VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENDO EN MUNICIPIO DE VERACRUZ. ....213
**FIGURA 21.** VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENDO EN MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO. ....214
**FIGURA 22.** GEOLOGÍA (ERA) PRESENTE EN EL SAR....215
**FIGURA 23.** GEOLOGÍA (LITOLOGÍA) PRESENTE EN EL SAR ....216
**FIGURA 24.** GEOLOGÍA (PERIODO) PRESENTE EN EL SAR ....217
**FIGURA 25.** GEOLOGÍA (TIPO DE FORMACIÓN PRESENTE EN EL SAR. ....218
**FIGURA 26.** GEOLOGÍA (TIPO DE ROCA) PRESENTE EN EL SAR ....219
**FIGURA 27.** MAPA GEOLÓGICO EN EL MUNICIPIO DE VERACRUZ. ....220
**FIGURA 28.** PROVINCIA GEOLÓGICA DEL MUNICIPIO DE VERACRUZ. ....221
**FIGURA 29.** MAPA GEOLÓGICO EN EL MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO. ....222
**FIGURA 30.** PROVINCIA GEOLÓGICA DEL MUNICIPIO DE MANLIO FABIO ALTAMIRANO ....223
**FIGURA 31.** TIPO DE ROCAS GEOLÓGICAS DONDE INCIDE EL PROYECTO ....224
**FIGURA 32.** DENOMINACIÓN DE TIPOS DE ROCAS PRESENTES EN LA ZONA DEL PROYECTO. ....224

**FIGURA 33.** MAPA DE GEOLOGÍA (ERA) PRESENTE EN EL AIP .....225
**FIGURA 34.** MAPA DE GEOLOGÍA (LITOLOGÍA) PRESENTE EN EL AIP .....226
**FIGURA 35.** MAPA DE GEOLOGÍA (PERIODO) QUE INCIDE EN EL AIP .....227
**FIGURA 36.** TIPO DE GEOLOGÍA (TIPO DE FORMACIÓN) QUE INCIDE EN EL AIP .....228
**FIGURA 37.** TIPO DE GEOLOGÍA (TIPO DE ROCA) QUE INCIDE EN EL AIP. .....229
**FIGURA 38.** SISTEMA DE TOPOFORMAS EN EL SAR .....231
**FIGURA 39.** PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS EN EL SAR .....232
**FIGURA 40.** SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS EN EL SAR. .....233
**FIGURA 41.** MAPA REGIÓN FISIOGRÁFICA LLANURA COSTERA DEL GOLFO SUR. .....236
**FIGURA 42.** MAPA DE FISIOGRAFÍA (PROVINCIAS FISIOGRÁFICAS) EN EL AIP. .....237
**FIGURA 43.** MAPA DE FISIOGRAFÍA (SISTEMA DE TOPOFORMAS) EN EL AIP. .....238
**FIGURA 44.** MAPA DE FISIOGRAFÍA (SUBPROVINCIAS FISIOGRÁFICAS) EN EL AIP. .....239
**FIGURA 45.** USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN DEL ESTADO DE VERACRUZ (INEGI) .....245
**FIGURA 46.** MAPA DE CRUCES DE CUERPOS DE AGUA .....260
**FIGURA 47.** ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS QUE INCIDEN EN EL SAR. .....262
**FIGURA 48.** MAPA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 1 DEL AIP .....268
**FIGURA 49.** MAPA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 2 DEL AIP. .....269
**FIGURA 50.** REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTPS) QUE INCIDEN EN EL SAR. .....271
**FIGURA 51.** MAPA DE REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTPS) EN EL AIP .....272
**FIGURA 52.** REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHPS) QUE INCIDEN EN EL SAR. .....274
**FIGURA 53.** MAPA DE REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHPS) QUE INCIDEN EN EL AIP. .....275
**FIGURA 54.** ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES (AICAS) QUE INCIDEN EN EL SAR. 279
**FIGURA 55.** MAPA DE ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES (AICAS) EN EL AIP. ..282
**FIGURA 56.** HIDROLOGÍA SUPERFICIAL EXISTENTE EN EL SAR. .....284
**FIGURA 57.** CUENCAS EXISTENTES EN EL SAR. .....285
**FIGURA 58.** SUBCUENCAS EXISTENTES EN EL SAR. .....286
**FIGURA 59.** REGIONES HIDROLÓGICAS EN EL SAR. .....287
**FIGURA 60.** MAPA DE CUENCAS HIDROLÓGICAS IDENTIFICADAS EN EL AIP. .....292
**FIGURA 61.** MAPA DE SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS IDENTIFICADAS EN EL AIP. .....293
**FIGURA 62.** REGIONES HIDROLÓGICAS DEL AIP. .....294
**FIGURA 63.** DISTRITO DE RIEGO 035, LA ANTIGUA. .....295
**FIGURA 64.** MAPA DE CRUCES DE CUERPOS DE AGUA .....296
**FIGURA 65.** MAPA DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL 1 QUE INCIDE EN EL AIP .....298

**FIGURA 66.** MAPA DE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL 2 QUE INCIDE EN EL AIP .....299
**FIGURA 67.** LOCALIZACIÓN DE ACUÍFERO COSTERA DE VERACRUZ. .....301
**FIGURA 68.** LOCALIZACIÓN DE ACUÍFERO COTAXTLA. .....303
**FIGURA 69.** UBICACIÓN DE CRUCES CARRETEROS .....306
**FIGURA 70.** UBICACIÓN DE CRUCES FERROVIARIOS. .....308
**FIGURA 71.** TIPOS DE SUELOS EXISTENTES EN EL SAR. .....310
**FIGURA 72.** MAPA DE SUELO DOMINANTE DE SUELOS. .....312
**FIGURA 73.** TIPO DE SUELO EN EL AIP .....313
**FIGURA 74.** CARTA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL INEGI. .....314
**FIGURA 75.** LOCALIDAD MATA LOMAS, COORDENADAS LATITUD 19.132985 Y LONGITUD -96.293856. CRUCE FERROVIARIO UB-CR-CCFF-01 .....315
**FIGURA 76.** LOCALIDAD MATA LOMAS, COORDENADAS LATITUD 19.095845 Y LONGITUD -96.338465 ....315
**FIGURA 77.** LOCALIDAD MATA LOMAS, COORDENADAS LATITUD 19.095885 Y LONGITUD -96.335304 ...316
**FIGURA 78.** MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO COORDENADAS LATITUD 19.09742 Y LONGITUD -96.33817 316
**FIGURA 79.** MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO, COORDENADAS LATITUD 19.085227 Y LONGITUD -96.334145 317
**FIGURA 80.** TRAYECTORIA GENERAL DEL PROYECTO - DIAGRAMA DE FLUJO .....320
**FIGURA 81.** CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN. .....322
**FIGURA 82.** DIAGRAMA Y DATOS DE BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA .....323
**FIGURA 83.** CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE GAS EMPACADO EN LA TUBERÍA DE ACERO (ALTA PRESIÓN) 327
**FIGURA 84.** CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE GAS EMPACADO EN LA TUBERÍA DE PEAD (MEDIA PRESIÓN) 328
**FIGURA 85.** ELEMENTOS DEL SISTEMA, VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO. .....341
**FIGURA 86.** MAPA DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (CARRETERA MANLIO- MATA LOMAS). .....342
**FIGURA 87.** MAPA DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (CARRETERA MATA LOMAS- INTERCONEXIÓN). 343
**FIGURA 88.** MAPA DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (MANLIO FABIO ALTAMIRANO). .....344
**FIGURA 89.** MAPA DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO (MATA LOMAS). .....345
**FIGURA 90.** UBICACIÓN DE CRUCES CARRETEROS .....347
**FIGURA 91.** UBICACIÓN DE CRUCES FERROVIARIOS. .....349
**FIGURA 92.** UBICACIÓN DE CRUCES DE CUERPOS DE AGUA. .....351
**FIGURA 93.** UBICACIÓN DE POSTES DE SEÑALAMIENTOS .....368

**FIGURA 94.** DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE FUGAS .....397
**FIGURA 95.** DIAGRAMA DE PERFIL HIDRÁULICO – OPERACIÓN NORMAL. .....398
**FIGURA 96.** DIAGRAMA DE PERFIL HIDRÁULICO – OPERACIÓN MÁXIMA.....399
**FIGURA 97.** DIAGRAMA DE PERFIL HIDRÁULICO – DISEÑO.....400

## ÍNDICE DE TABLAS.

**TABLA. 1.** ESPECIFICACIONES DE LA TUBERÍA.....187
**TABLA. 2.** CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS. .....194
**TABLA. 3.** PROBABILIDAD DIARIA DE PRECIPITACIÓN MUNICIPIO DE VERACRUZ. .....198
**TABLA. 4.** PROBABILIDAD DIARIA DE PRECIPITACIÓN EN MANLIO FABIO ALTAMIRANO.....200
**TABLA. 5.** CLASIFICACIÓN DE GEOLOGÍA. .....223
**TABLA. 6.** CARACTERÍSTICAS DE LA PROVINCIA Y SUBPROVINCIA DEL SAR. .....235
**TABLA. 7.** CÓDIGOS DE GRUPOS DE SUELO. .....244
**TABLA. 8.** CÓDIGOS PARA REPRESENTAR LOS ESPECIFICADORES DEL SUELO. .....244
**TABLA. 9.** USO DE SUELO Y VEGETACIÓN MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ. ..246
**TABLA. 10.** COORDENADAS DE ZONAS DE EVALUACIÓN DE CAMPO. .....253
**TABLA. 11.** FLORA PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO SAR.....255
**TABLA. 12.** FAUNA QUE SE PUEDE LOCALIZAR DENTRO DE LA ZONA DEL PROYECTO. .....258
**TABLA. 13.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES DE CUERPOS DE AGUA. .....261
**TABLA. 14.** ÁREA NATURAL PROTEGIDA SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO .....263
**TABLA. 15.** ÁREA NATURAL PROTEGIDA CAÑÓN DEL RÍO BLANCO.....264
**TABLA. 16.** ÁREA NATURAL PROTEGIDA LOS TUXTLAS. .....265
**TABLA. 17.** ÁREA NATURAL PROTEGIDA PICO DE ORIZABA .....266
**TABLA. 18.** ÁREA NATURAL PROTEGIDA TEHUACÁN – CUICATLÁN.....267
**TABLA. 19.** INFORMACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SAR. .....288
**TABLA. 20.** CUENCAS HIDROLÓGICAS DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA NÚMERO 28 PAPALOAPAN INCLUIDAS EN EL ESTUDIO. .....291
**TABLA. 21.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES DE CUERPOS DE AGUA. .....297
**TABLA. 22.** ACUÍFERO COSTERA DE VERACRUZ.....302
**TABLA. 23.** ACUÍFERO COTAXTLA. .....304
**TABLA. 24.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES CARRETEROS. .....305
**TABLA. 25.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES FERROVIARIOS. .....307
**TABLA. 26.** CLASIFICACIÓN DE CLASES DE LOCALIZACIÓN. .....325

**TABLA. 27.** CLASES DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL ALTAMIRANO. ....326
**TABLA. 28.** CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN ERM TIPO 01. ....329
**TABLA. 29.** CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN ERM TIPO 02. ....330
**TABLA. 30.** CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN ERM TIPO 03. ....330
**TABLA. 31.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO. ....340
**TABLA. 32.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES CARRETEROS. ....346
**TABLA. 33.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES FERROVIARIOS. ....348
**TABLA. 34.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES DE CUERPOS DE AGUA. ....350
**TABLA. 35.** UBICACIÓN DE POSTES DE SEÑALAMIENTOS ....367
**TABLA. 36.** UBICACIÓN DE PUNTOS DE INFLEXIÓN ....391
**TABLA. 37.** PROFUNDIDAD MÍNIMA DEL LOMO DE LA TUBERÍA AL NIVEL DE PISO TERMINADO. ....392
**TABLA. 38.** DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA: CAMAS ANÓDICAS. ....395
**TABLA. 39.** DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA: POSTES DE MEDICIÓN DE TUBO/SUELO. 396

# III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

## III.1. PROYECTO.

### Generalidades.

El presente proyecto promovido por **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** consiste en un sistema para la distribución de gas natural de compuesto en su por tuberías de acero al carbón y polietileno en diámetros variables ver tabla 1, con una longitud total de 49,759.96 ML (49.75996 km que opera a una presión máxima de 298.69 Psi (21.00 Kg/cm$^2$) y se localizara en el municipio de Veracruz, pasando por el municipio de Manlio Fabio Altamirano, en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

| ESPECIFICACIONES DE LA TUBERÍA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Diámetro** | **Espesor (pulg)** | **Longitud (ml)** | **Especificación** | **Presión de diseño (psi )** |
| 8 de Ø | 0.219" | 69.34 ml | API 5L Grado x42 | 298.69 Psi |
| 6 de Ø | 0.219" | 16,583.43 ml | API 5L Grado x42 | 298.69 Psi |
| 4 de Ø | 0.219" | 122.04 ml | API 5L Grado x42 | 298.69 Psi |
| 6 de Ø | 0.219" | 5,369.17 ml | PEAD-4710 SDR 11 | 78.23 Psi |
| 3 de Ø | 0.216" | 3,120.29 ml | PEAD-4710 SDR 11 | 78.23 Psi |
| 2 de Ø | 0.154" | 24,495.69 ml | PEAD-4710 SDR 11 | 78,23 Psi |

**Tabla. 1.** Especificaciones de la tubería

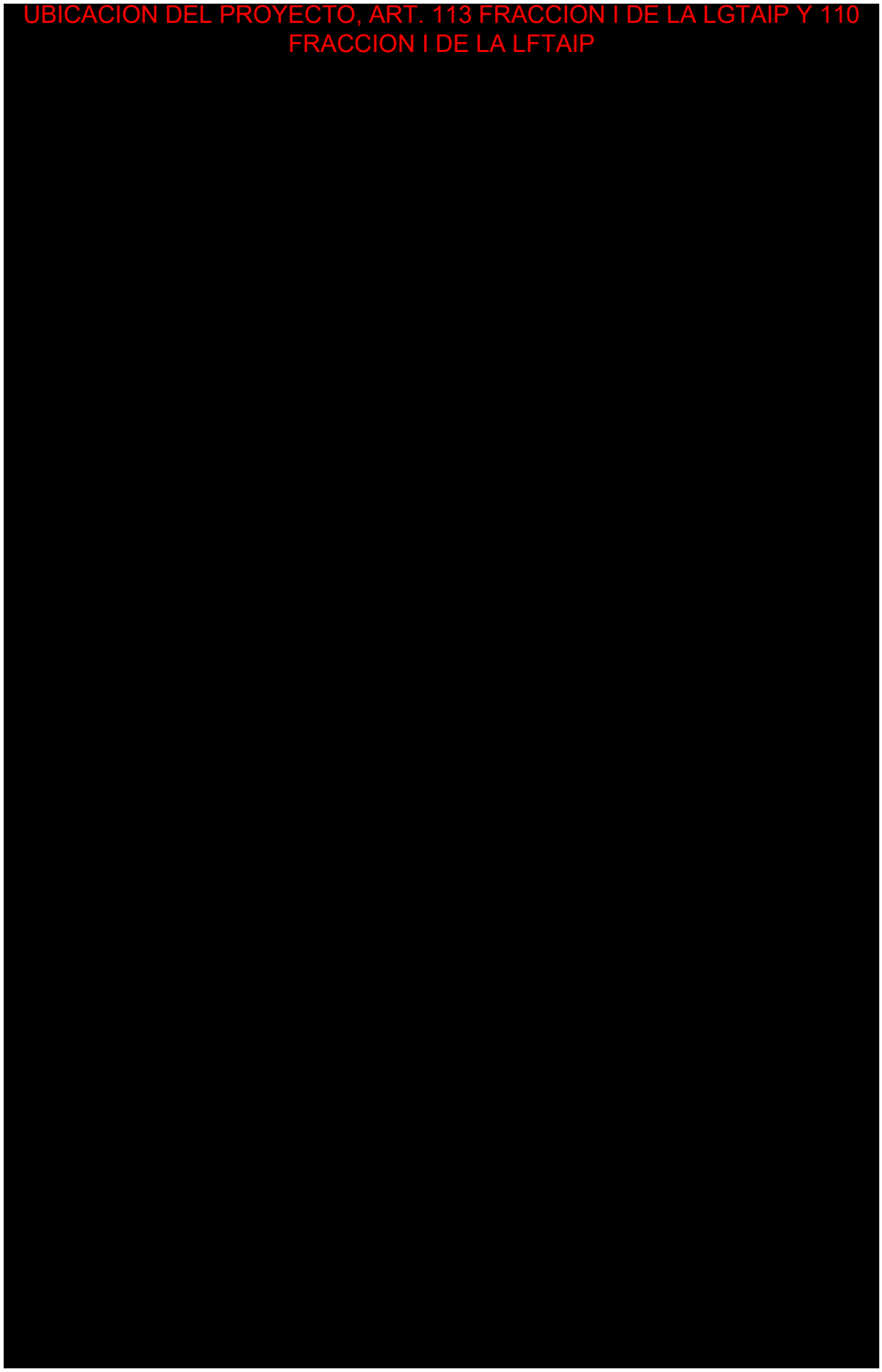



**Figura 1.** Mapa de ubicación del proyecto en el entorno estatal

## III.1.1. ASPECTOS ABIÓTICOS.

### A. CLIMA.

- **TIPO DE CLIMA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los valores de clima, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan hasta 10 diferentes tipos de climas de acuerdo a la información proporcionada por INEGI. Los climas predominantes son: cálido húmedo, cálido subhúmedo, frio, semicálido húmedo, semifrío subhúmedo, semiseco semicálido y templado húmedo, los cuales se aprecian en la **FIGURA 2.**

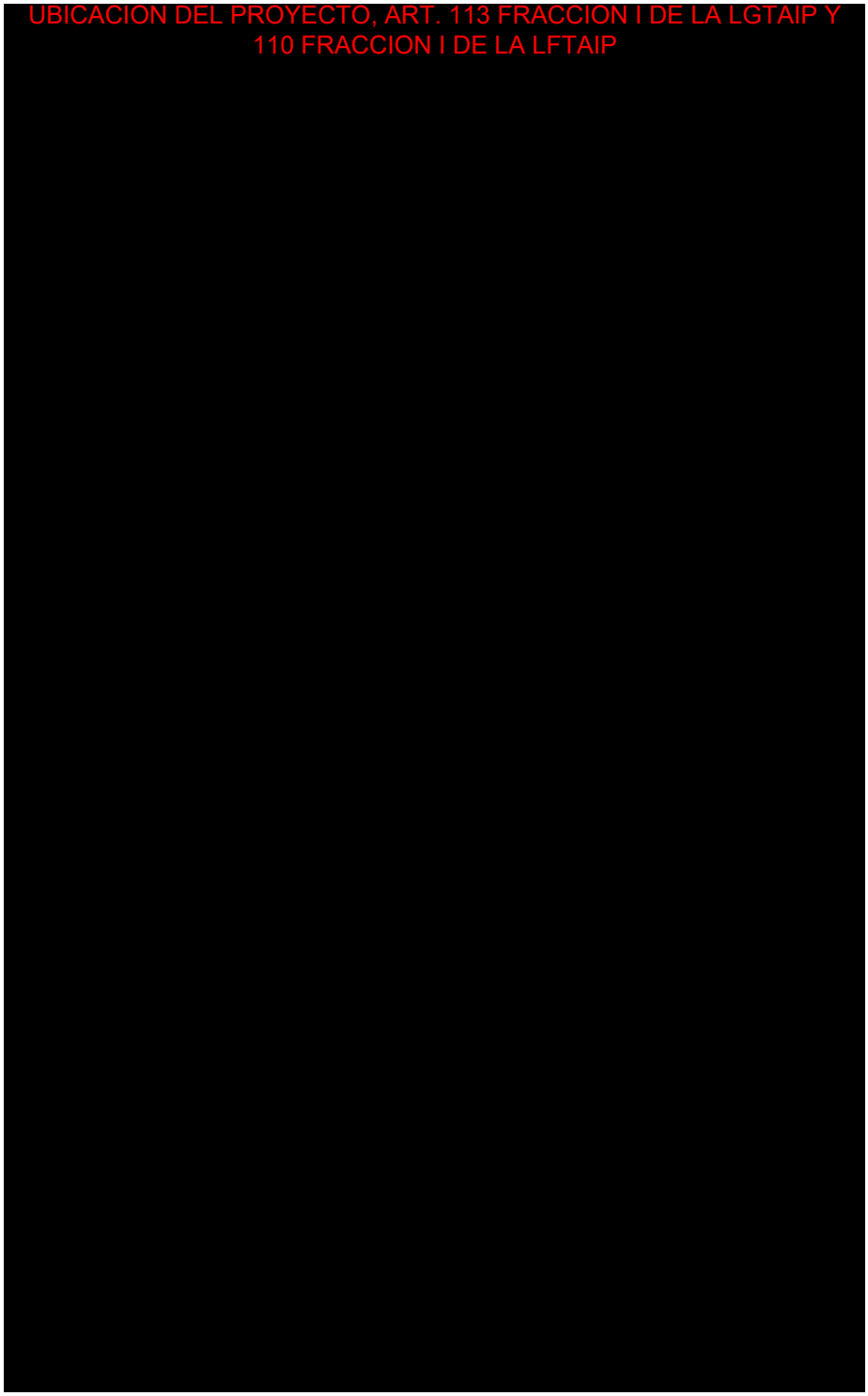



**Figura 2.** Tipos de Climas existentes en el SAR del proyecto

Sin embargo, existen condiciones particulares del medio que provocan variaciones en las condiciones ambientales. Por este motivo se realizó un análisis que integra información relacionada al área de influencia del proyecto (AIP) de los municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, descritos a continuación:

- **MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

El clima es tropical cálido, con una temperatura media anual de 25.3 °C y precipitación media anual de 1500 mm. Durante los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero se presenta el fenómeno conocido como "norte", que son rachas de viento provenientes del Norte y que alcanzan velocidades aproximadamente desde los 50 hasta los 130 kilómetros por hora. En algunas ocasiones la temperatura desciende varios grados, aunque su duración es breve; de uno a tres días.

En Veracruz, la temporada de lluvia es muy caliente, opresiva y nublada y la temporada seca es caliente, bochornosa y mayormente despejada. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 18 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 35 °C.

En base a la puntuación de turismo, la mejor época del año para visitar Veracruz para actividades de tiempo caluroso es desde principios de diciembre hasta finales de marzo.

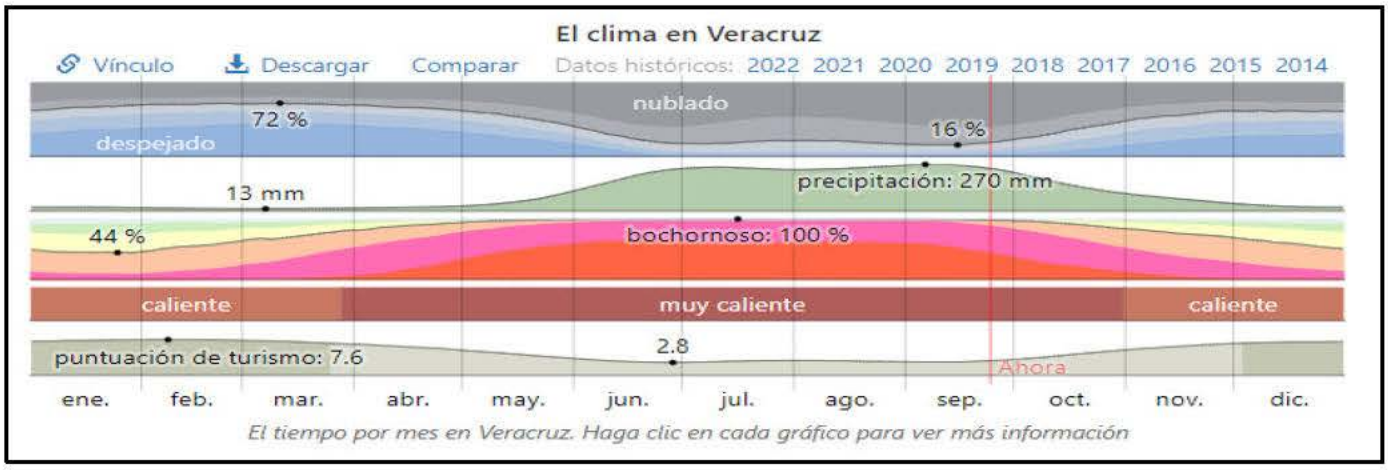



**Figura 3.** Clima en el municipio de Veracruz.

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO.**

En el municipio Manlio Fabio Altamirano se presenta un clima Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (80%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (20%) con una precipitación media anual de 909 milímetros.

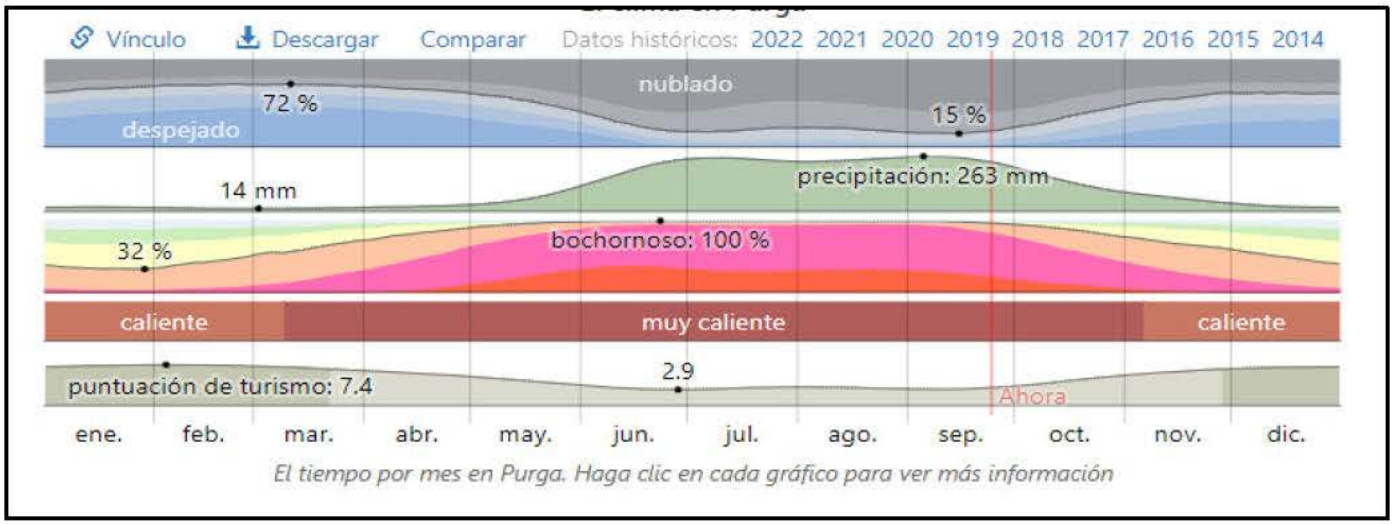



**Figura 4.** Clima en el municipio de Manlio Fabio Altamirano.

En lo que respecta al Área de Influencia del Proyecto, a continuación se muestra el mapa de clima existente en la zona, donde arroja como resultado un clima Cálido Subhúmedo con una clasificación $AW_1(W)$ existente en la zona:.

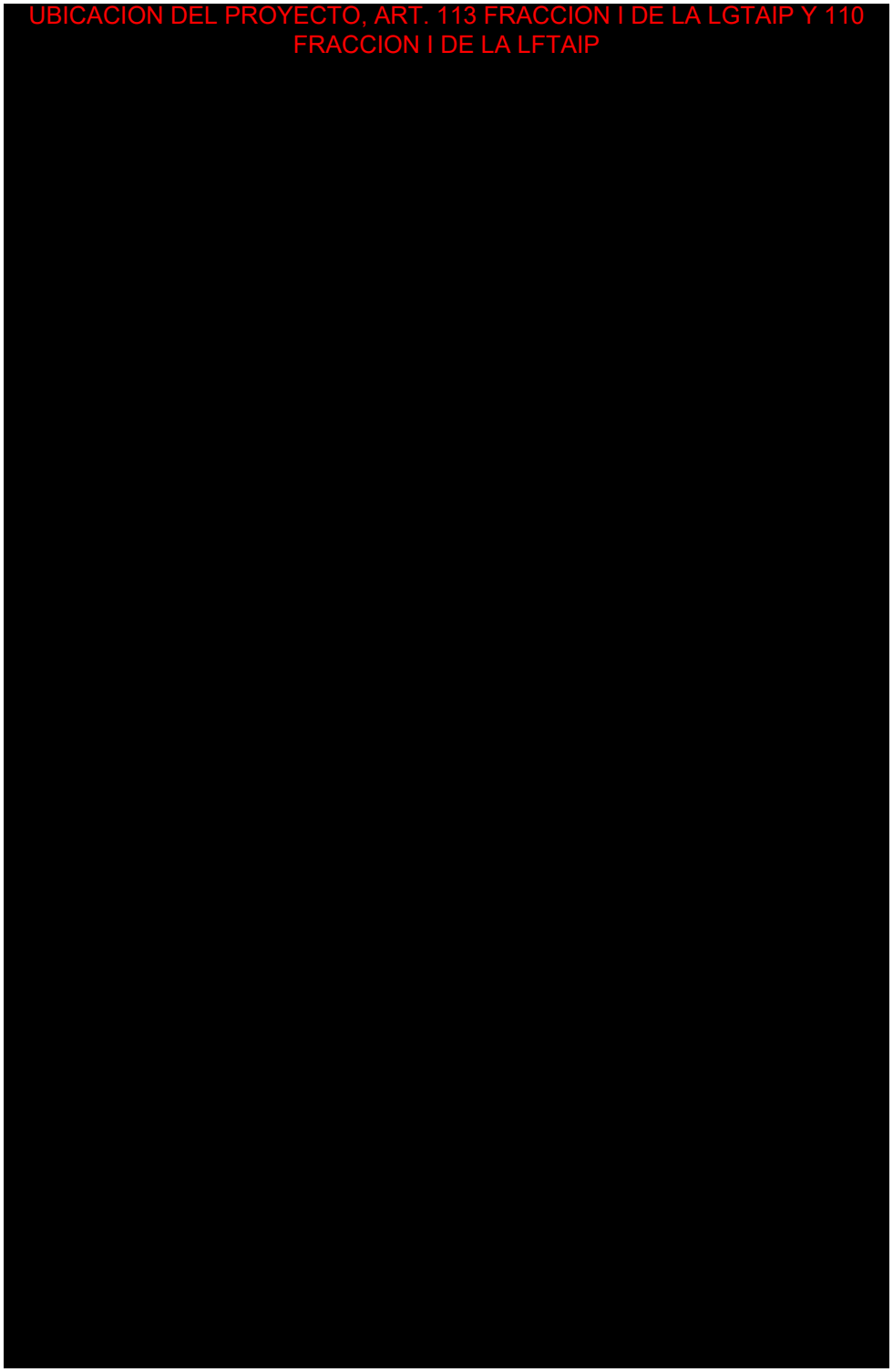



**Figura 5.** Mapa de climas del proyecto en el municipio de Manlio y Veracruz.

## CLASIFICACIÓN DE CLIMAS

Como resultado de dicho análisis se encontró que la distribución de climas en la región y más específicamente dentro del AIP presenta las siguientes características climáticas de acuerdo a la clasificación de Köppen.

| CARACTERÍSTICAS DE LOS CLIMAS | | |
|---|---|---|
| **Clima** | **Descripción** | **Superficie** |
| A(w) | Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor a 22° C y temperatura del mes más frío mayor a 18° C. precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2 % del total anual. | 54.14 |

**Tabla. 2.** Características climatológicas.

### B. PRECIPITACIÓN

- **PRECIPITACIÓN EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los valores de precipitación, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto se presentan los siguientes valores de precipitación a nivel nacional, la mayor parte del SAR del proyecto presenta valores de precipitación media anual entre 400 y 4000 mm, véase **Fig. 6.** Valores de precipitación media anual existentes en el SAR. Así mismo, se cuenta con una precipitación total anual con valores de precipitación entre 300 y 4000 mm, véase en **Fig. 7.** Valores de precipitación total anual existentes en el SAR.

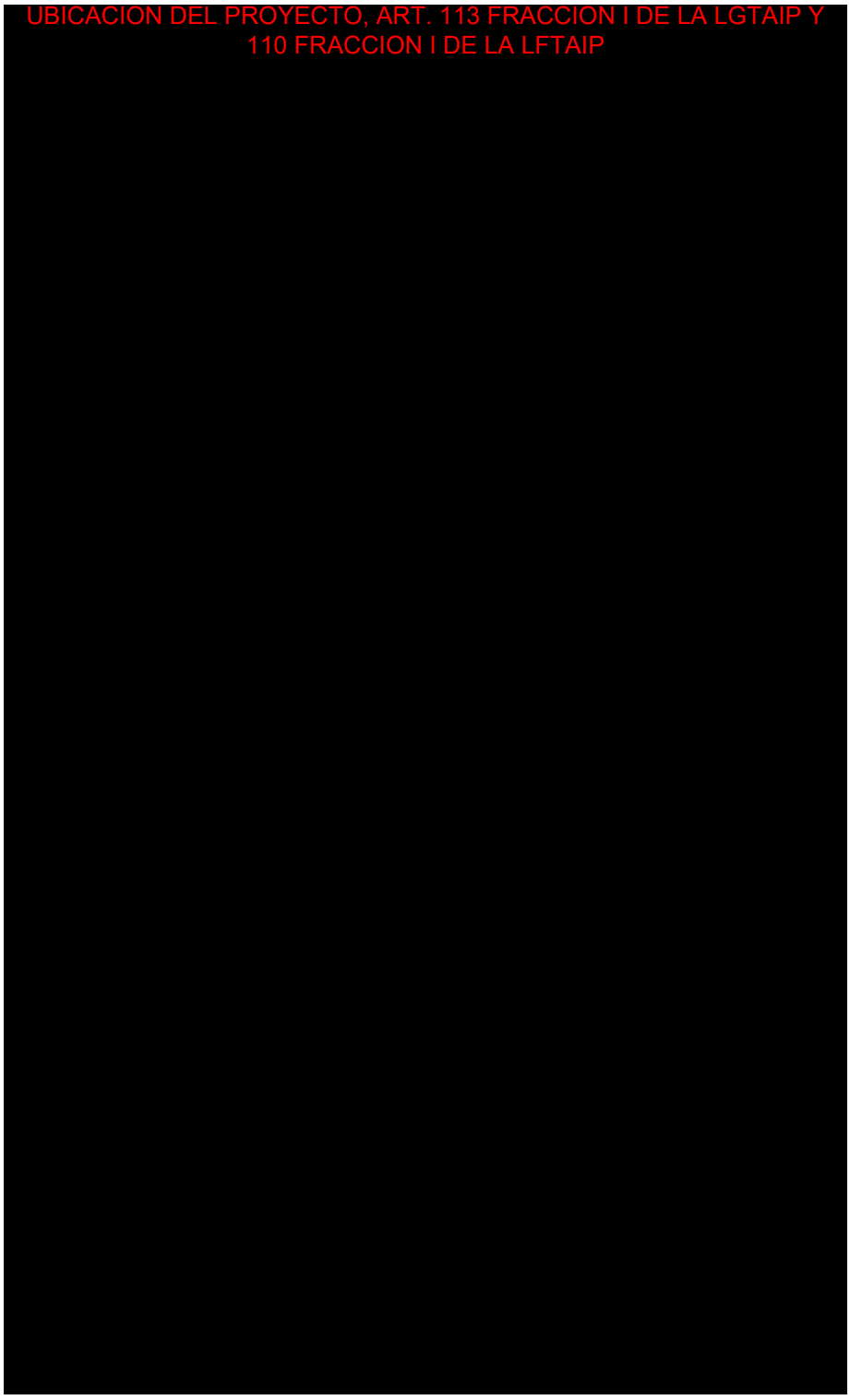



**Figura 6.** Valores de precipitación media anual existentes en el SAR.

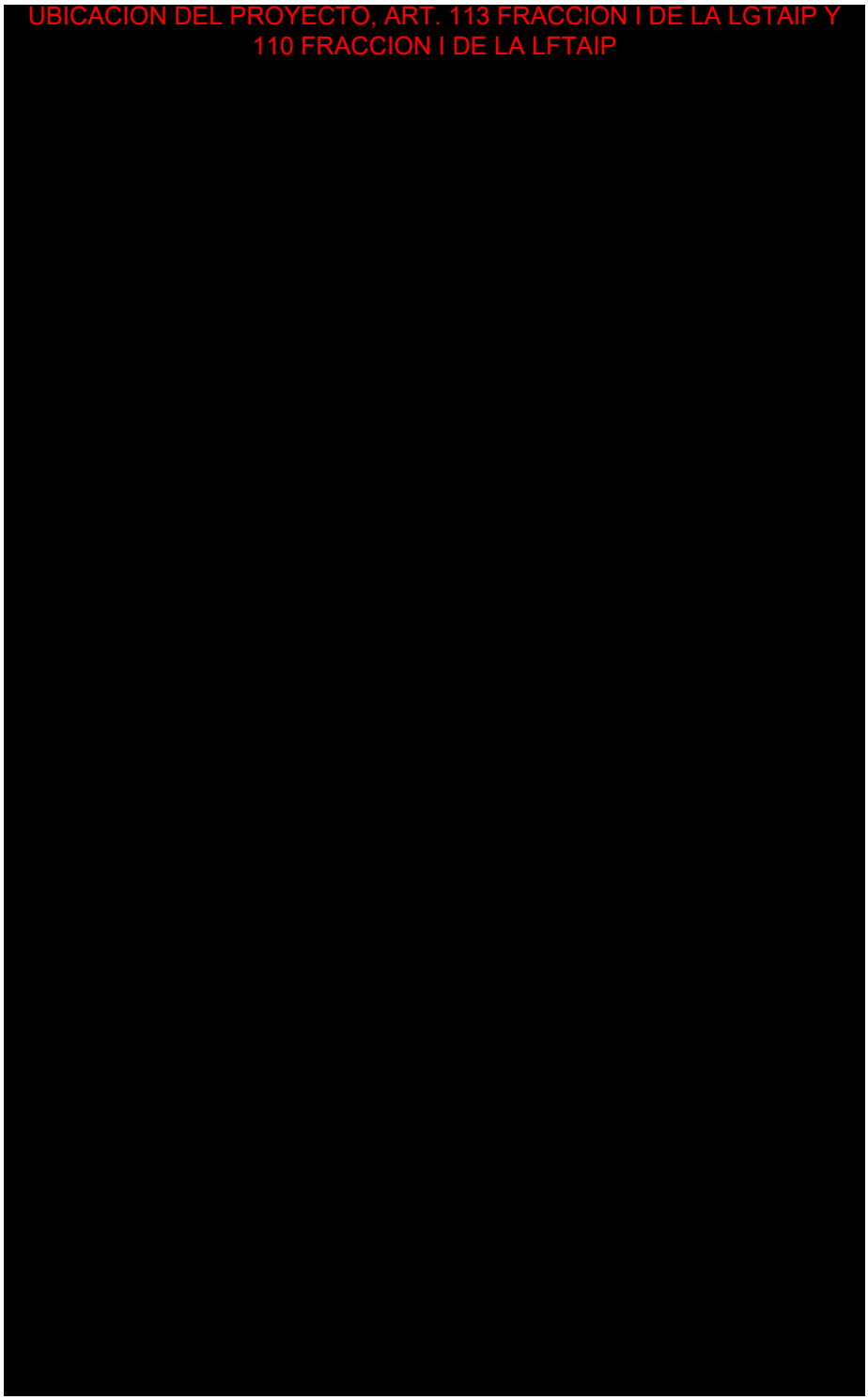



**Figura 7.** Valores de precipitación total anual existentes en el SAR.

Por otro lado de acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, cuenta con presencia en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano como se presenta a continuación:

- **MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Veracruz varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 4.5 meses, de 1 de junio a 17 de octubre, con una probabilidad de más del 44 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Veracruz es agosto, con un promedio de 22.9 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 7.5 meses, del 17 de octubre al 1 de junio. El mes con menos días mojados en Veracruz es febrero, con un promedio de 2.9 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Veracruz es agosto, con un promedio de 22.9 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 78 % el 2 de septiembre.

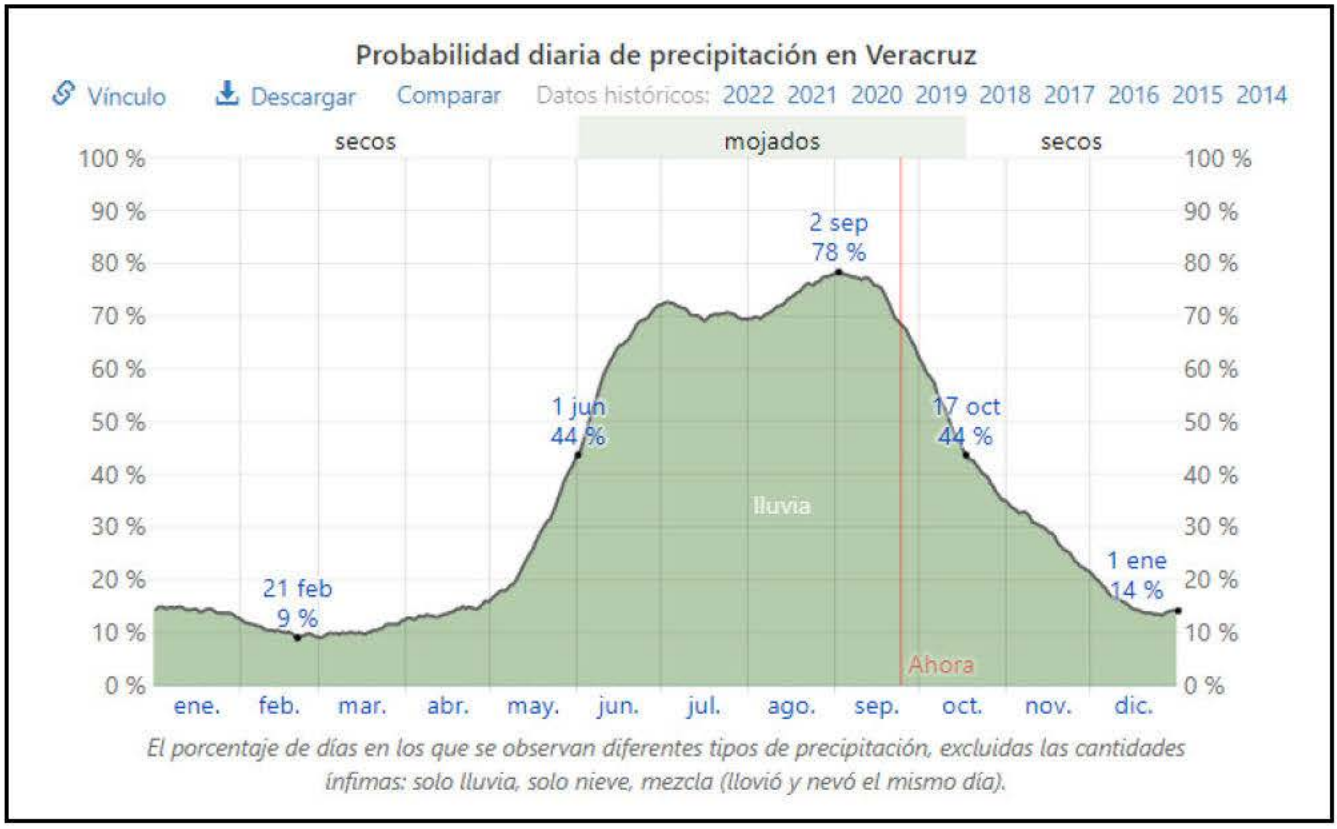



**Figura 8.** Probabilidad de precipitación en el municipio de Veracruz.

A continuación, se muestra la probidad de precipitación promedio de lluvia, mezcla y otros por día.

| PROBABILIDAD DIARIA DE PRECIPITACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Promedio** | **Ene.** | **Feb.** | **Mar.** | **Abr.** | **May.** | **Jun.** | **Jul.** | **Ago.** | **Sep.** | **Oct.** | **Nov.** | **Dic.** |
| Lluvia | 4.4d | 2.9d | 3.2d | 4.2d | 8.7d | 18.7d | 21.9d | 22.9d | 21.9d | 14.2d | 8.4d | 4.8d |

**Tabla. 3.** Probabilidad diaria de precipitación municipio de Veracruz.

En cuanto al municipio de Veracruz su precipitación pluvial media anual es de 1500 mm.

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO.**

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Purga varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 4.5 meses, de 30 de mayo a 16 de octubre, con una probabilidad de más del 44 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados es agosto, con un promedio de 23.3 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

La temporada más seca dura 7.5 meses, del 16 de octubre al 30 de mayo. El mes con menos días mojados en Purga es febrero, con un promedio de 3.0 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. El mes con más días con solo lluvia en Purga es agosto, con un promedio de 23.3 días. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 79 % el 1 de septiembre.

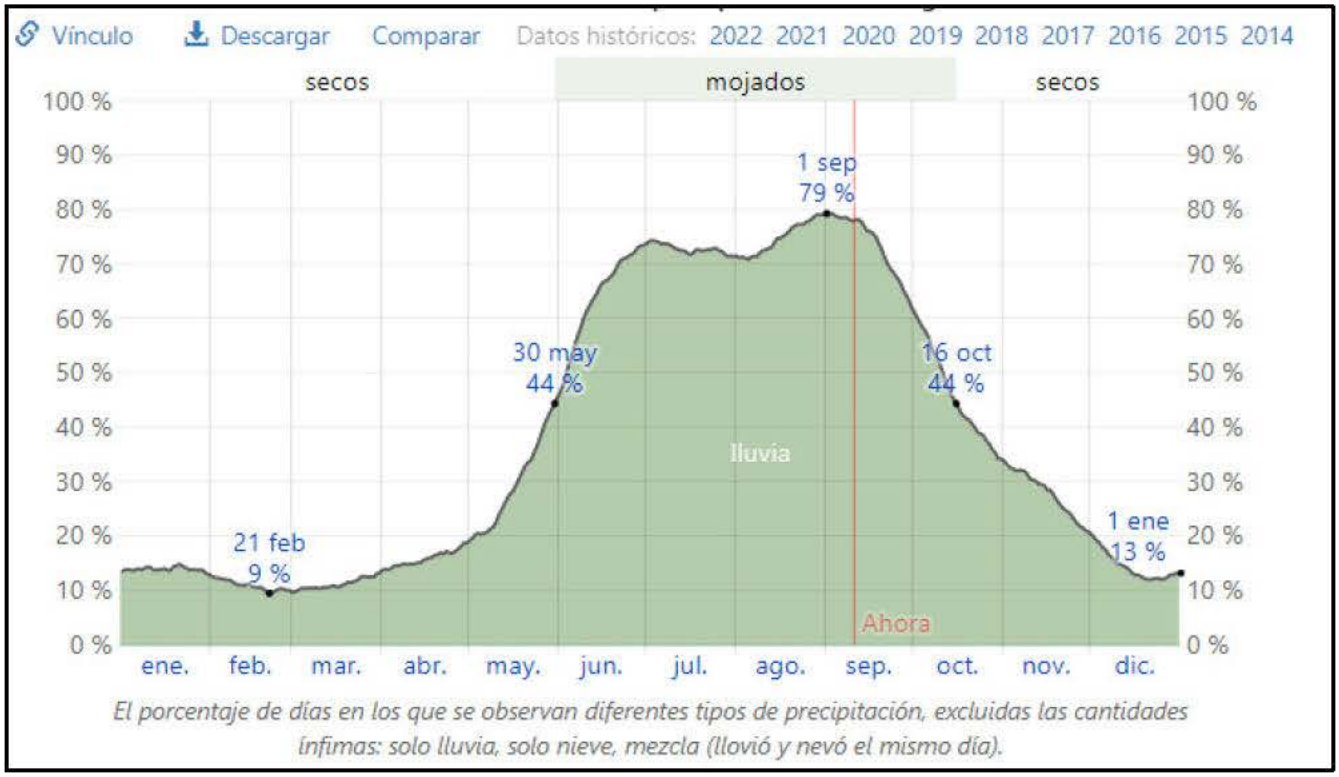



**Figura 9.** Probabilidad de precipitación en Manlio Fabio Altamirano.

A continuación, se muestra la probidad de precipitación promedio de lluvia por día.

| PROBABILIDAD DIARIA DE PRECIPITACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Promedio** | **Ene.** | **Feb.** | **Mar.** | **Abr.** | **May.** | **Jun.** | **Jul.** | **Ago.** | **Sep.** | **Oct.** | **Nov.** | **Dic.** |
| Lluvia | 4.3d | 3.0d | 3.5d | 4.8d | 9.4d | 19.4d | 22.5d | 23.3d | 22.0d | 14.0d | 8.2d | 4.4d |

**Tabla. 4.** Probabilidad diaria de precipitación en Manlio Fabio Altamirano.

En cuanto al municipio de Manlio Fabio Altamirano su precipitación pluvial media anual es de 909 mm.

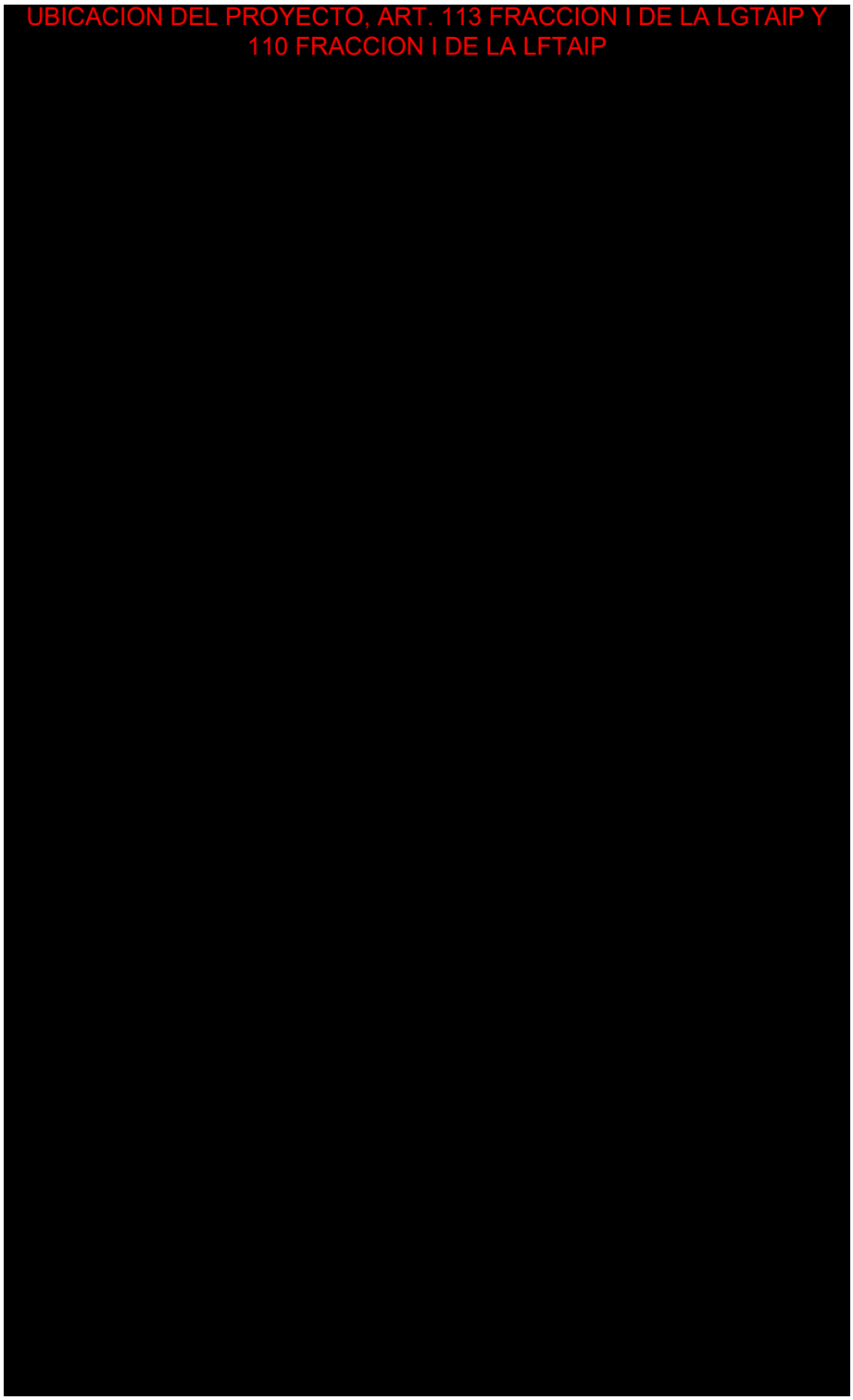



**Figura 10.** Precipitación media anual del AIP

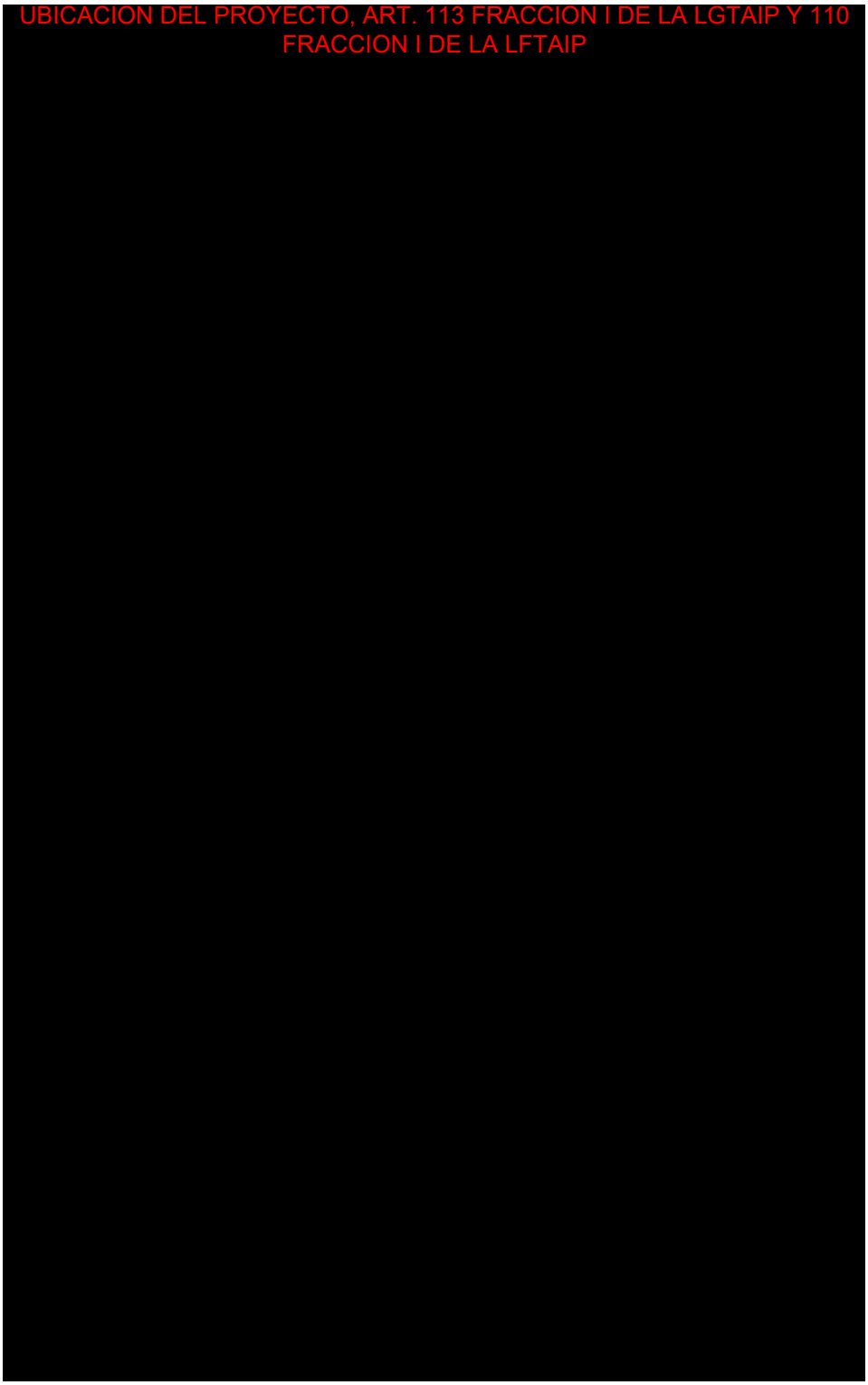



**Figura 11.** Precipitación total anual del AIP

Una vez analizado lo anteriormente descrito podemos observar que dentro del área de influencia donde se presenta la ubicación del proyecto de Sistema de Distribución de Gas Natural Altamirano presenta na precipitación media anual de 800 a 1200 mm y una precipitación total anual de los 1000 a 1500 mm.

**C. TEMPERATURA.**

- **TEMPERATURA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los valores de temperatura, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan los siguientes valores de temperaturas: cálida, muy cálida, semicálida y templada, véase en **Fig. 12.** Así mismo, se cuenta con una temperatura máxima anual de 14 a 42 grados centígrados, véase en **Fig. 13.**, y una temperatura mínima anual de -2 a 18 grados centígrados, Véase en **Fig. 14.**

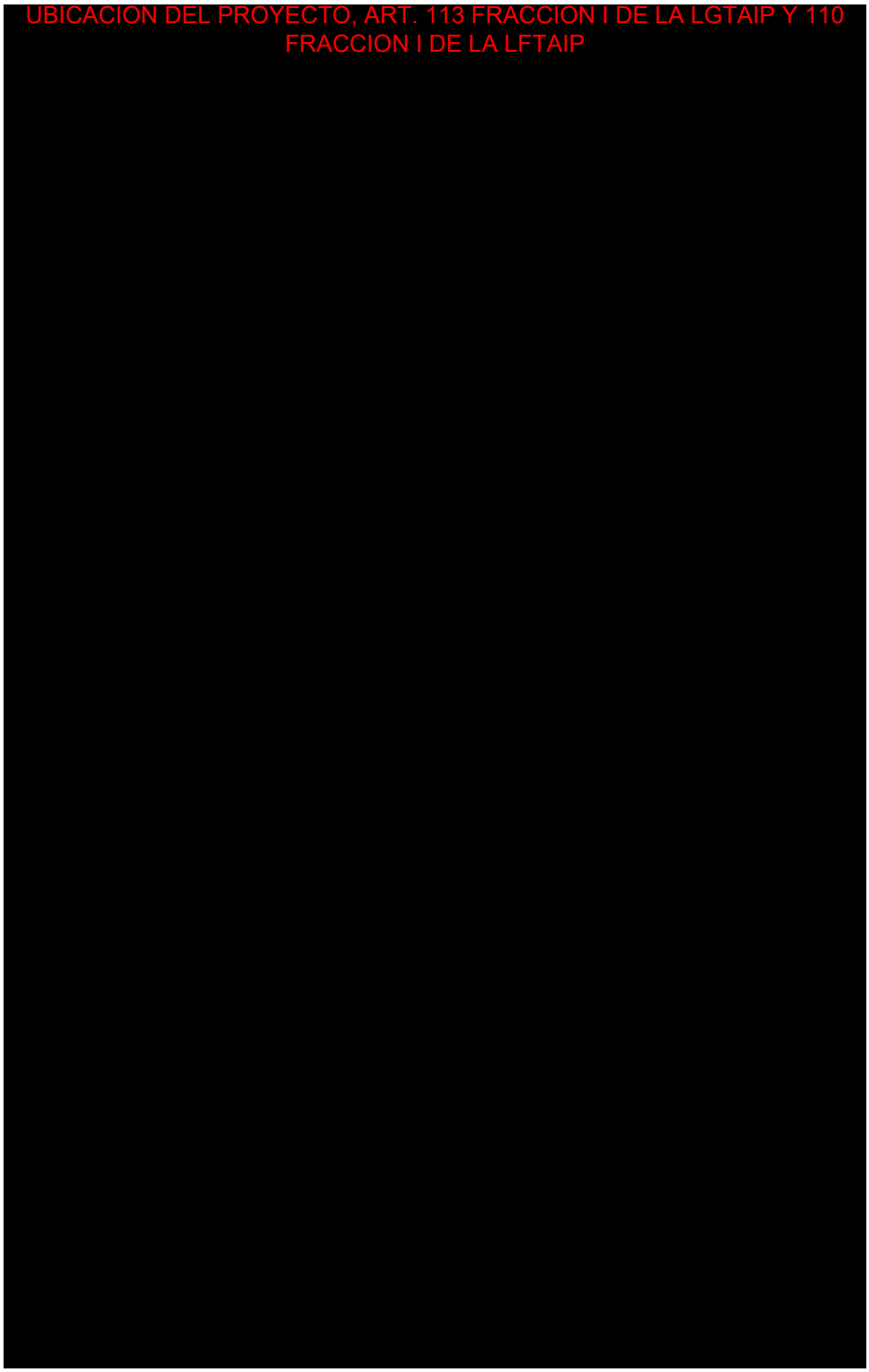



**Figura 12.** Valores de Distribución de temperaturas existentes en el SAR.

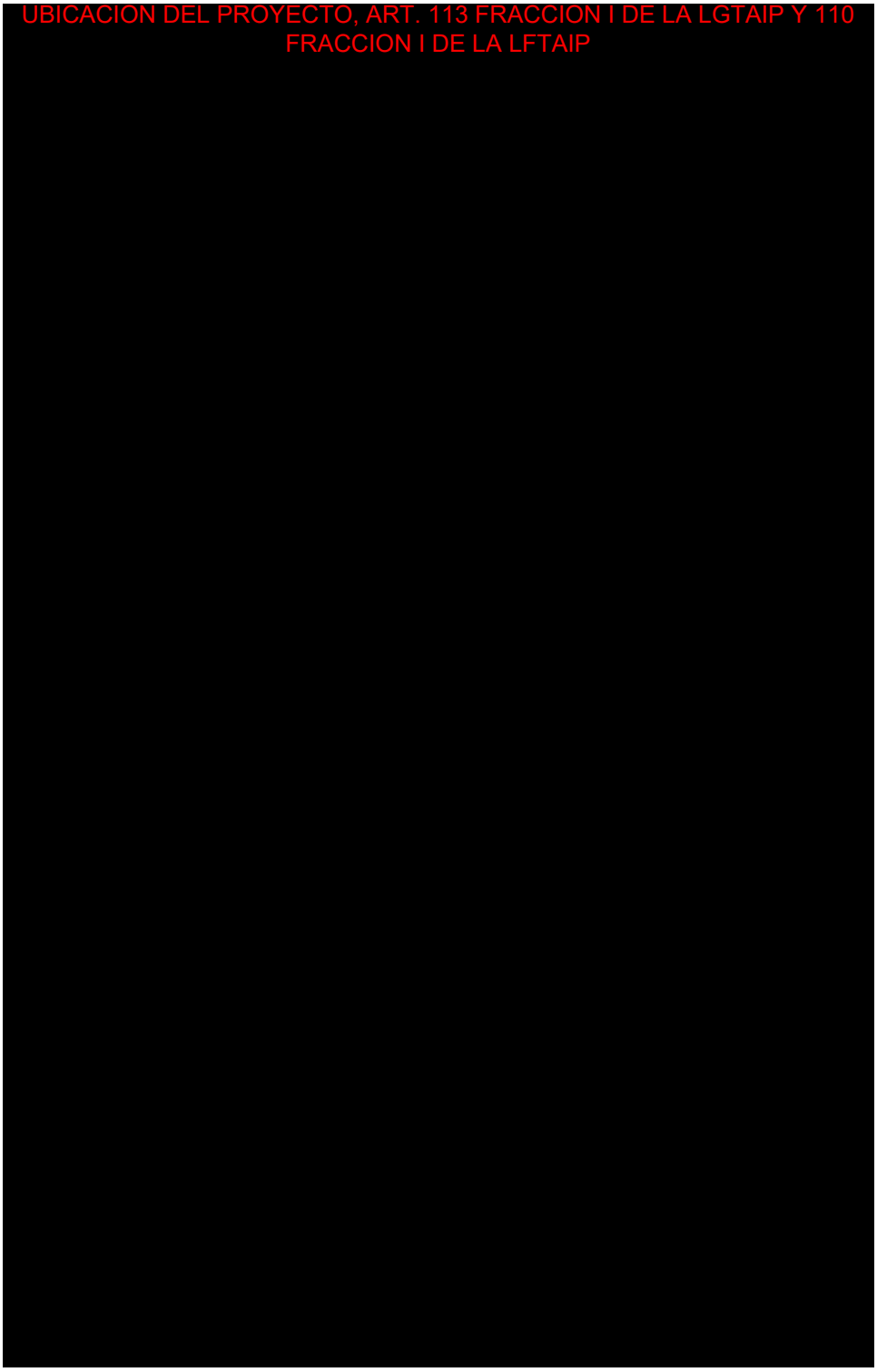



**Figura 13.** Valores de temperaturas máxima anual existentes en el SAR.

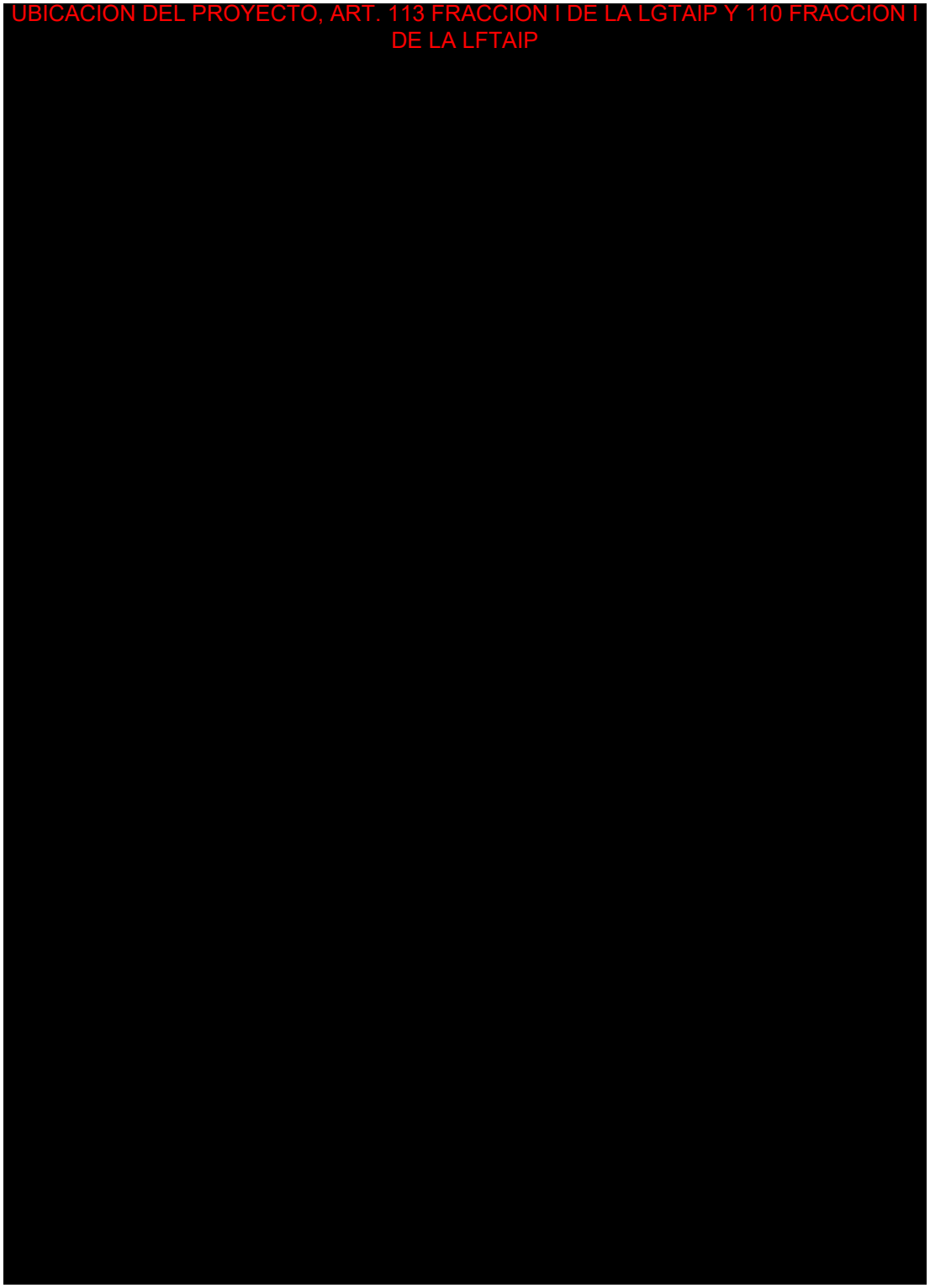



**Figura 14.** Valores de temperaturas mínima anual existentes en el SAR.

Por otro lado de acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica la temperatura presente en estas zonas mencionadas

- **MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

La temporada calurosa dura 5.0 meses, del 24 de abril al 23 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 31 °C. El mes más cálido del año en Veracruz es junio, con una temperatura máxima promedio de 32 °C y mínima de 25 °C.

La temporada fresca dura 2.4 meses, del 10 de diciembre al 22 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 27 °C. El mes más frío del año en Veracruz es enero, con una temperatura mínima promedio de 18 °C y máxima de 26 °C.

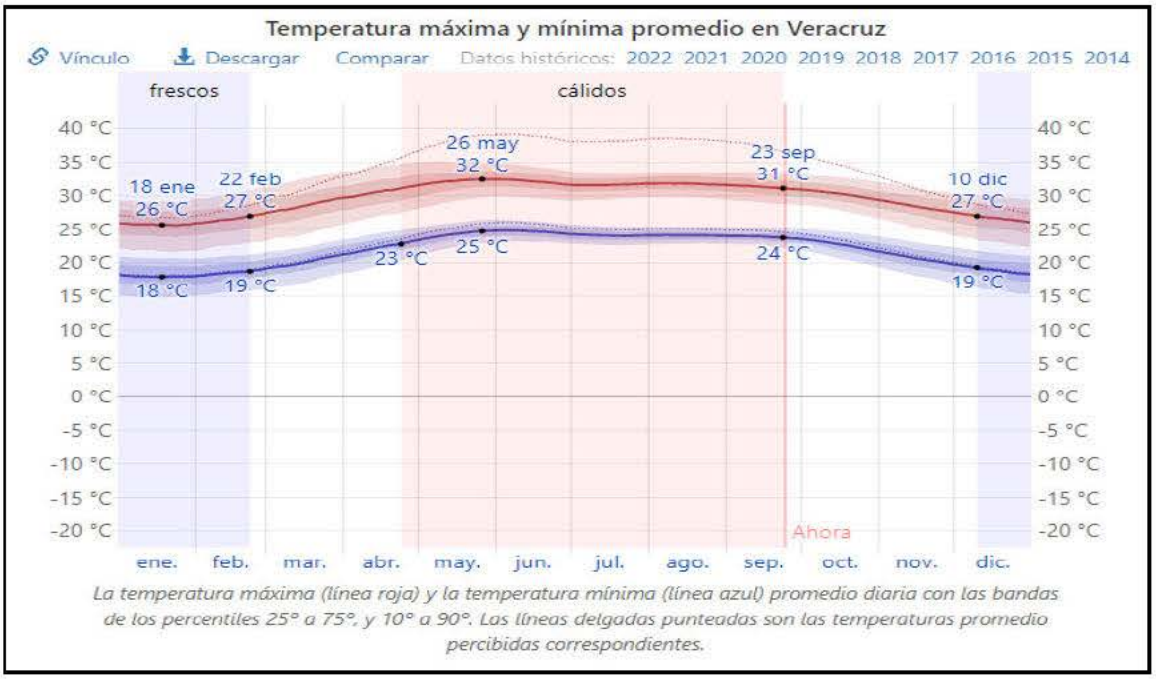



**Figura 15.** Temperatura mínima y máxima en el municipio de Veracruz

Cuenta con una temperatura media anual en el municipio de Veracruz es de 25.3 °C.

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO.**

La temporada calurosa dura 2.4 meses, del 14 de abril al 26 de junio, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. El mes más cálido del año es mayo, con una temperatura máxima promedio de 34 °C y mínima de 24 °C.

La temporada fresca dura 2.5 meses, del 2 de diciembre al 18 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 28 °C. El mes más frío del año es enero, con una temperatura mínima promedio de 17 °C y máxima de 27 °C.

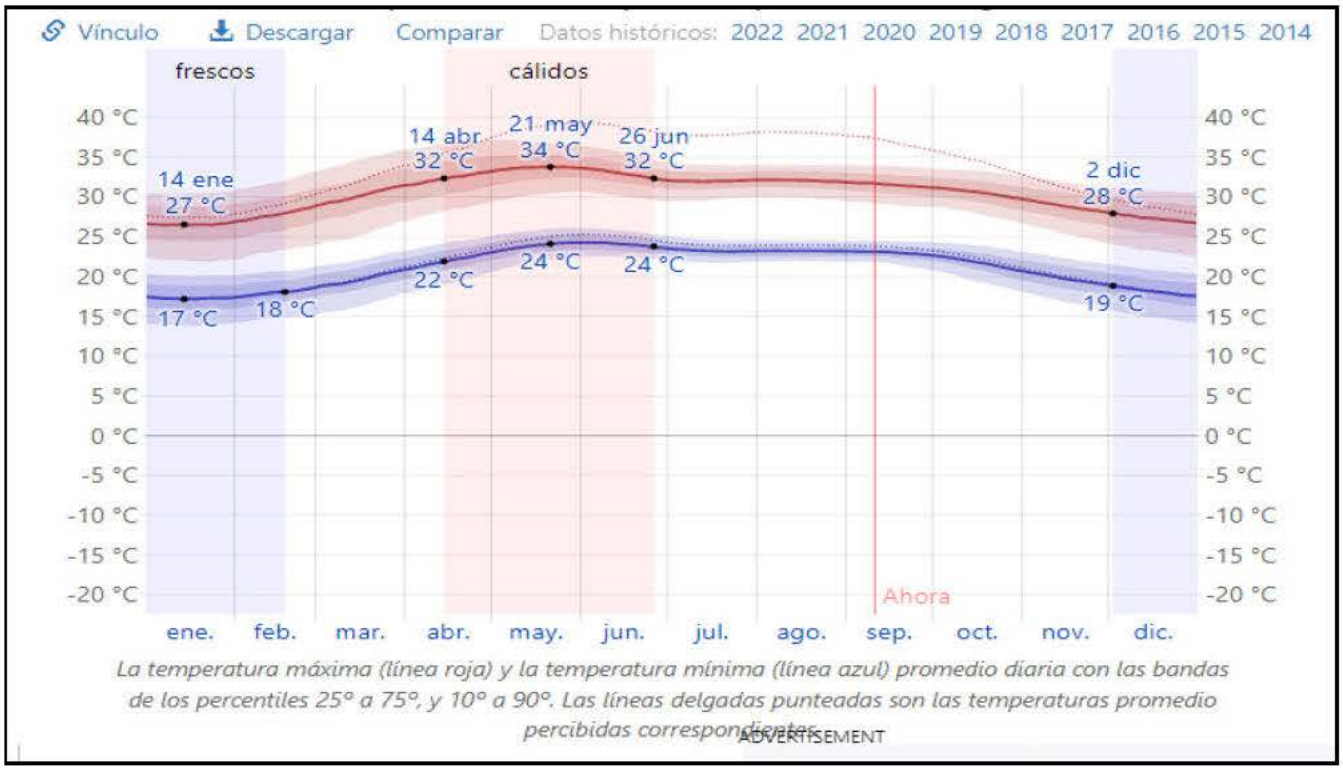



**Figura 16.** Temperatura mínima y máxima en Manlio Fabio Altamirano.

Cuenta con una temperatura promedio en Manlio Fabio Altamirano de 25.3 °C

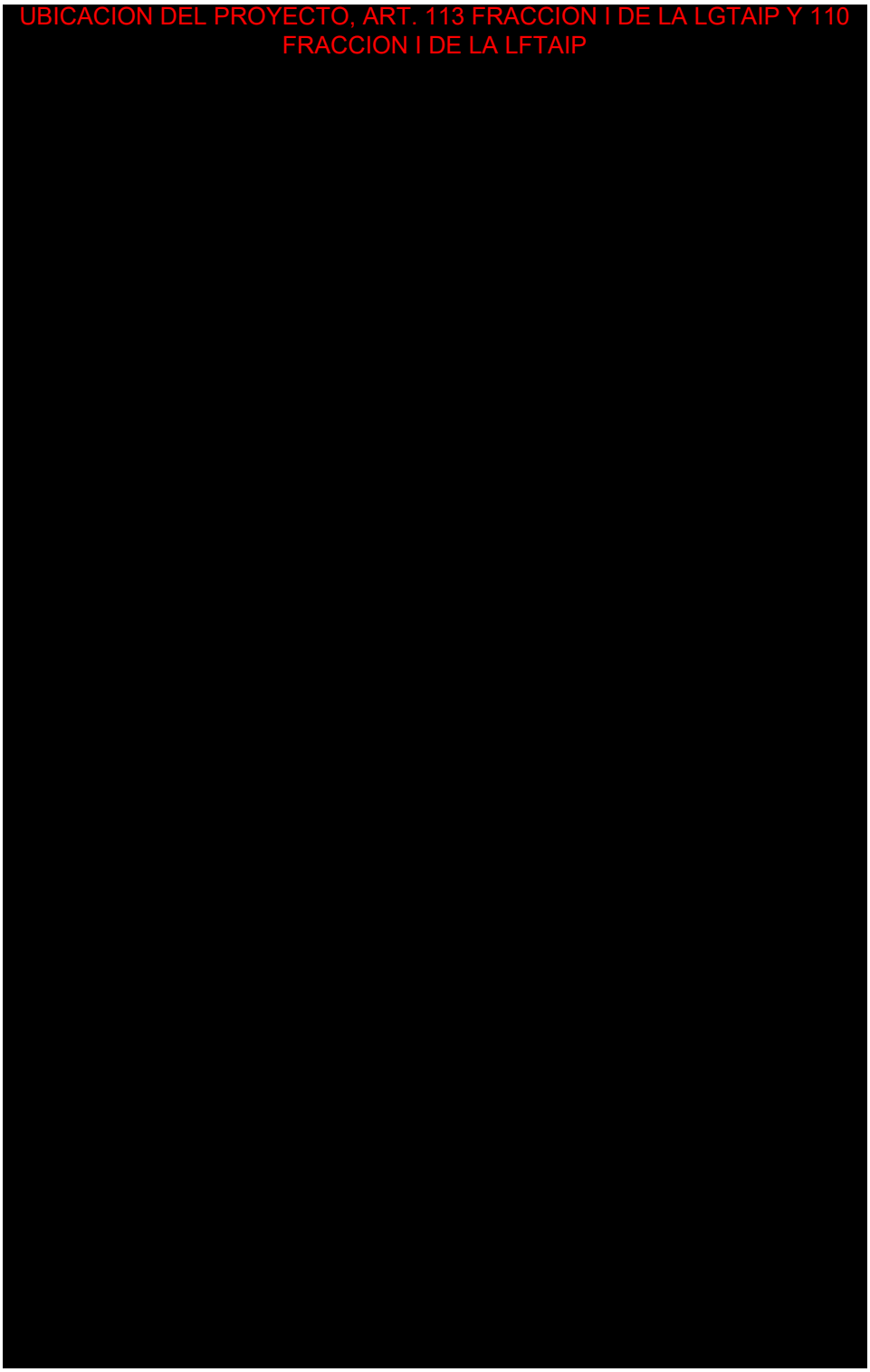



**Figura 17.** Mapa de distribución de temperatura en el AIP

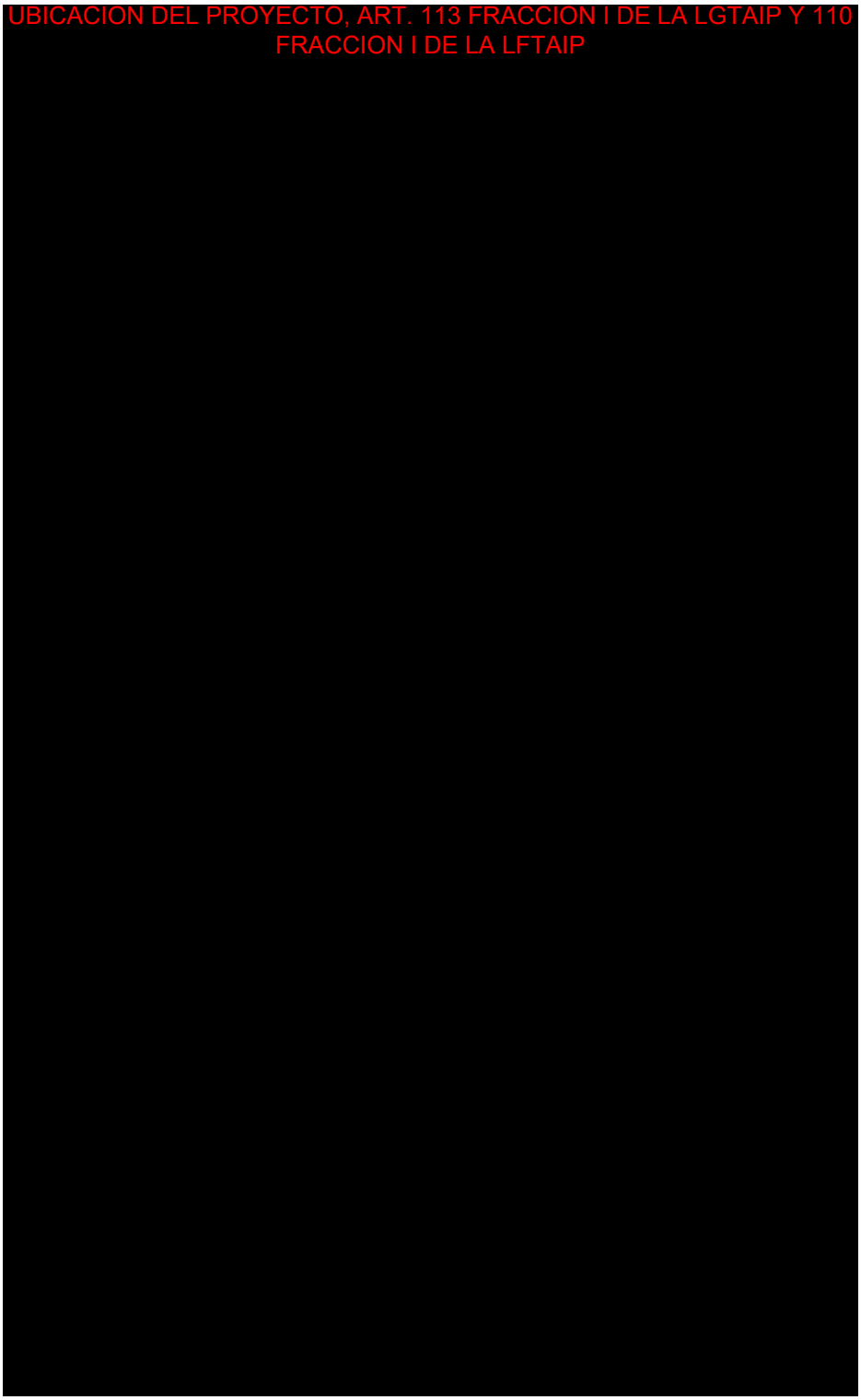



**Figura 18.** Mapa de temperatura máxima anual del AIP

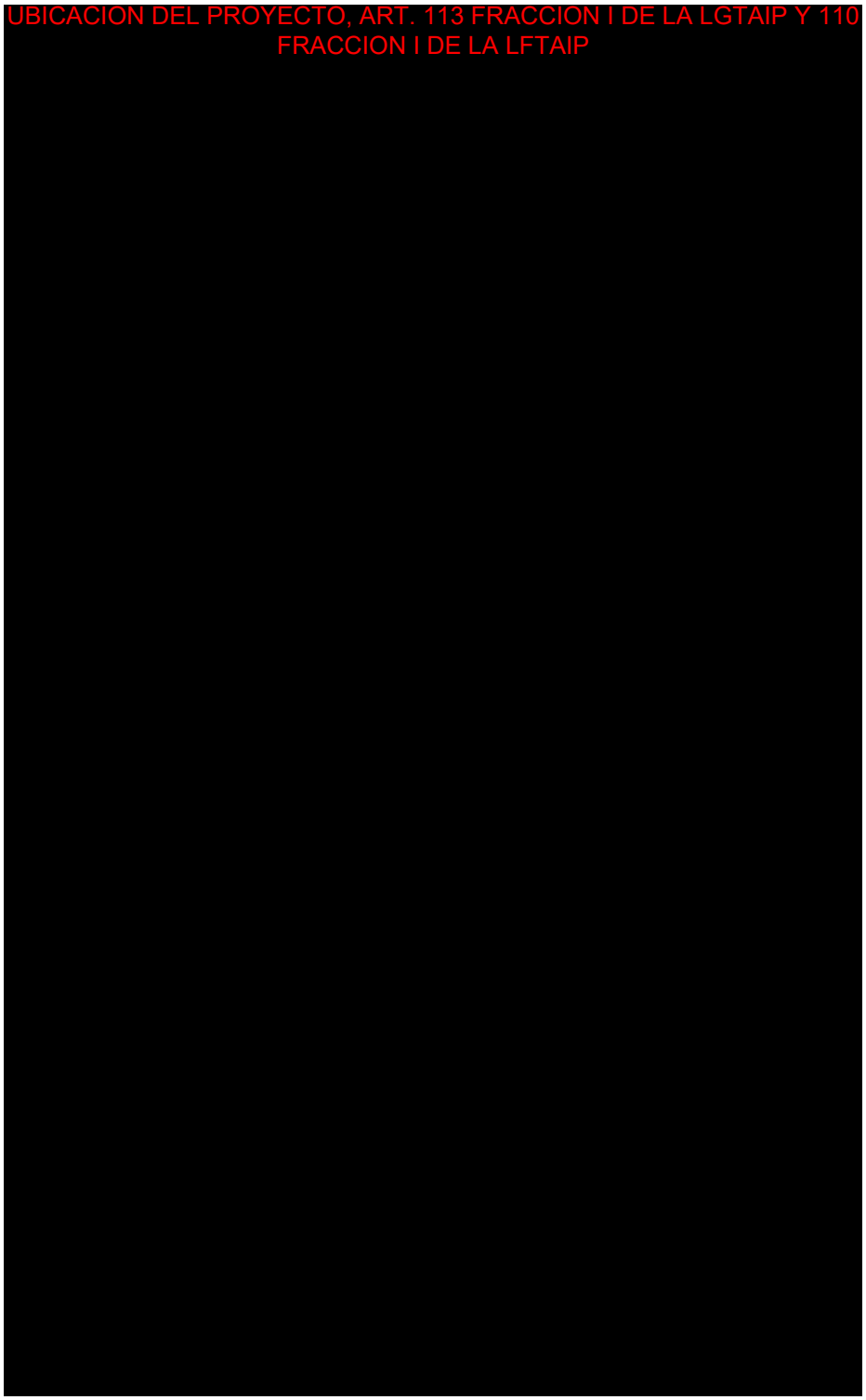



**Figura 19.** Mapa de temperatura mínima anual en el AIP

Es importante mencionar que dentro del área de influencia del proyecto se presenta una temperatura muy cálida, con una temperatura máxima anual que va de los 38 a los 42 grados centígrados y una temperatura mínima anual que va de los 14 a los 18 grados centígrados.

**D. VIENTO.**

De acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica el viento presente en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Veracruz tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 8.2 meses, del 17 de septiembre al 24 de mayo, con velocidades promedio del viento de más de 12.6 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Veracruz es noviembre, con vientos a una velocidad promedio de 15.6 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 3.8 meses, del 24 de mayo al 17 de septiembre. El mes más calmado del año en Veracruz es julio, con vientos a una velocidad promedio de 9.6 kilómetros por hora.

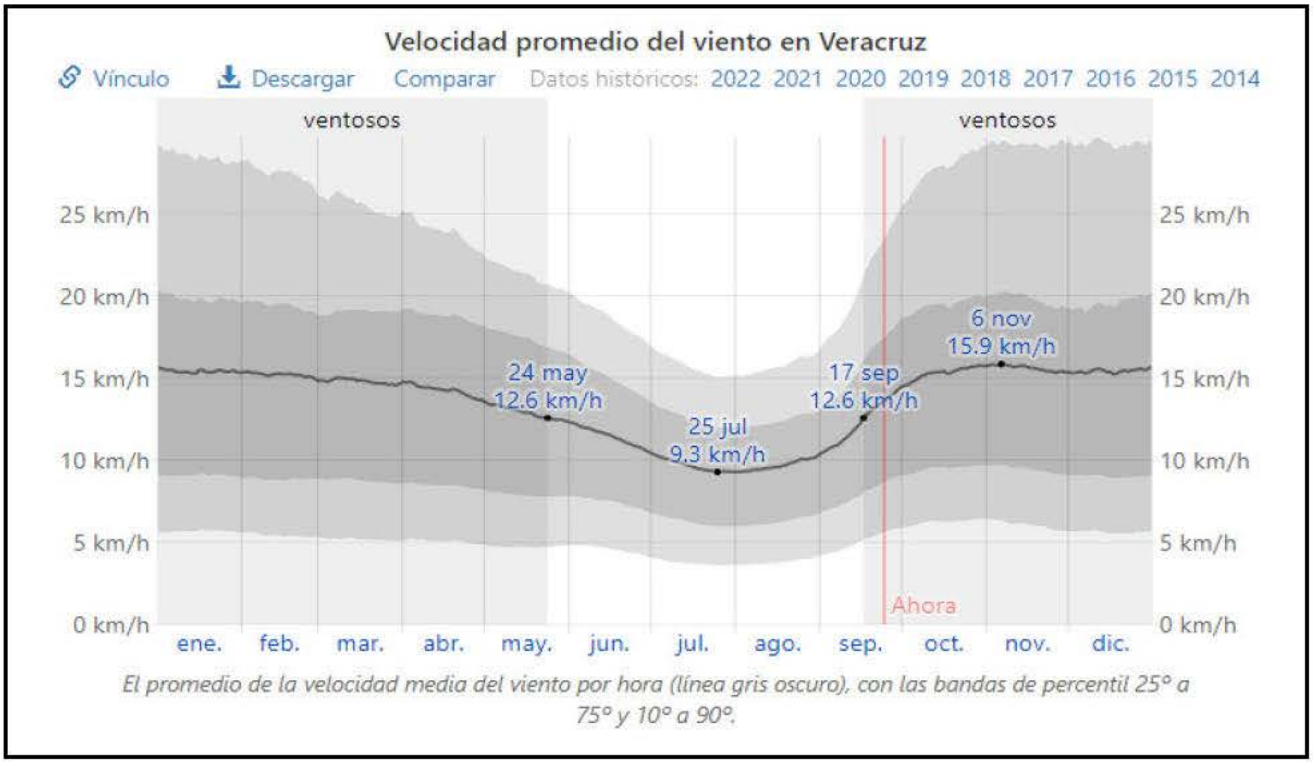



**Figura 20.** Velocidad promedio del viendo en municipio de Veracruz.

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO.**

En el municipio de Manlio Fabio Altamirano se tiene un viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento por tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 8.5 meses, del 17 de septiembre al 1 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 11.1 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 6 de noviembre, con una velocidad promedio del viento de 13.6 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 3.5 meses, de junio a septiembre.

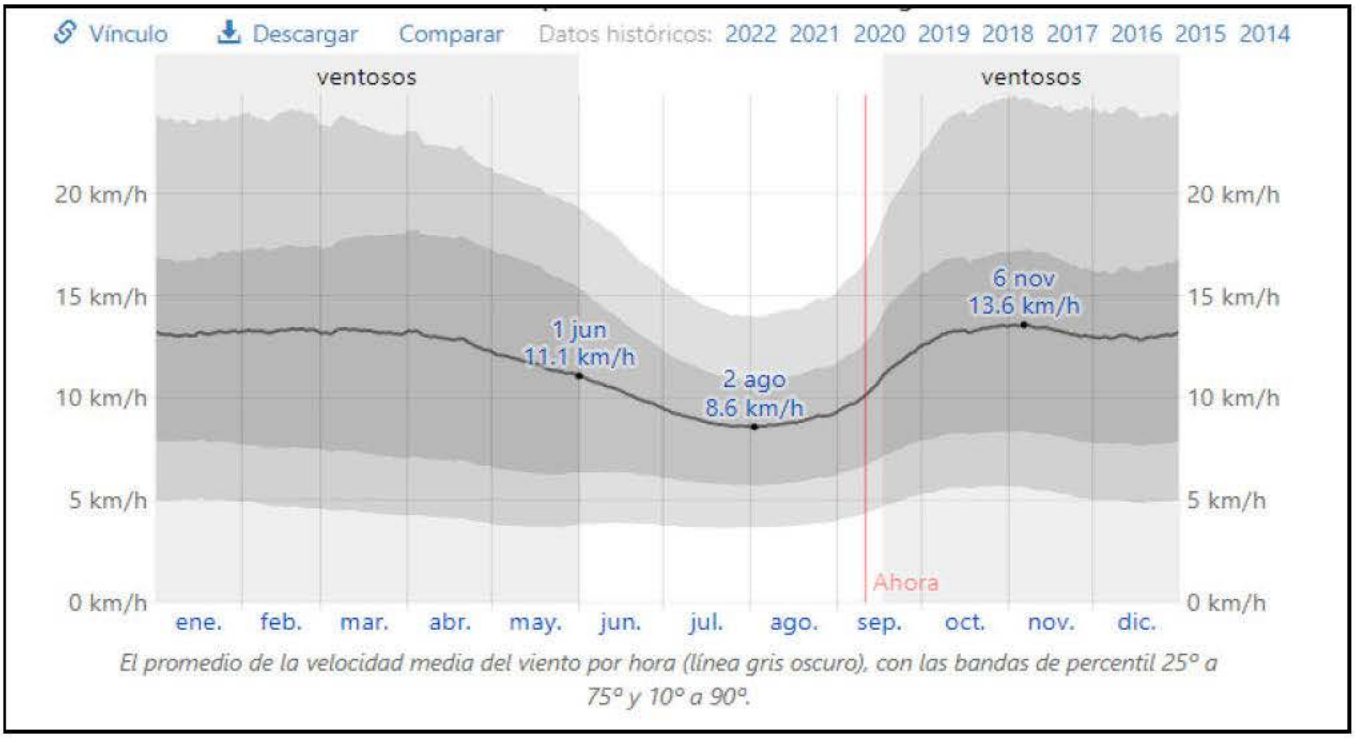



**Figura 21.** Velocidad promedio del viendo en municipio Manlio Fabio Altamirano.

## E. GEOLOGÍA

- **GEOLOGÍA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los valores de Geología, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presenta el siguiente tipo de Era, Litología, Periodo, Tipo de formación y Tipo de roca, tal como se muestran en los siguientes mapas:

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

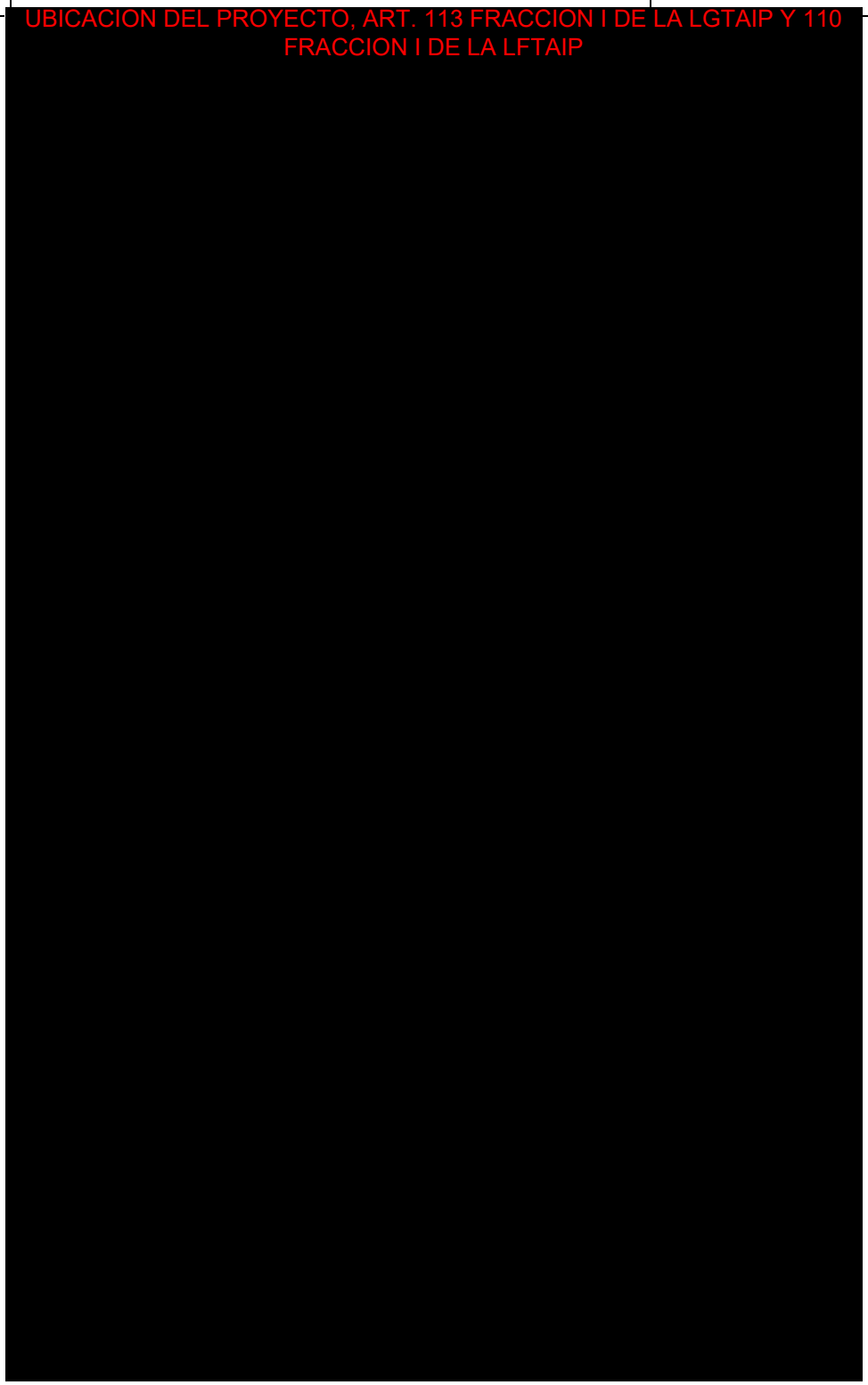


**Figura 22.** Geología (ERA) presente en el SAR

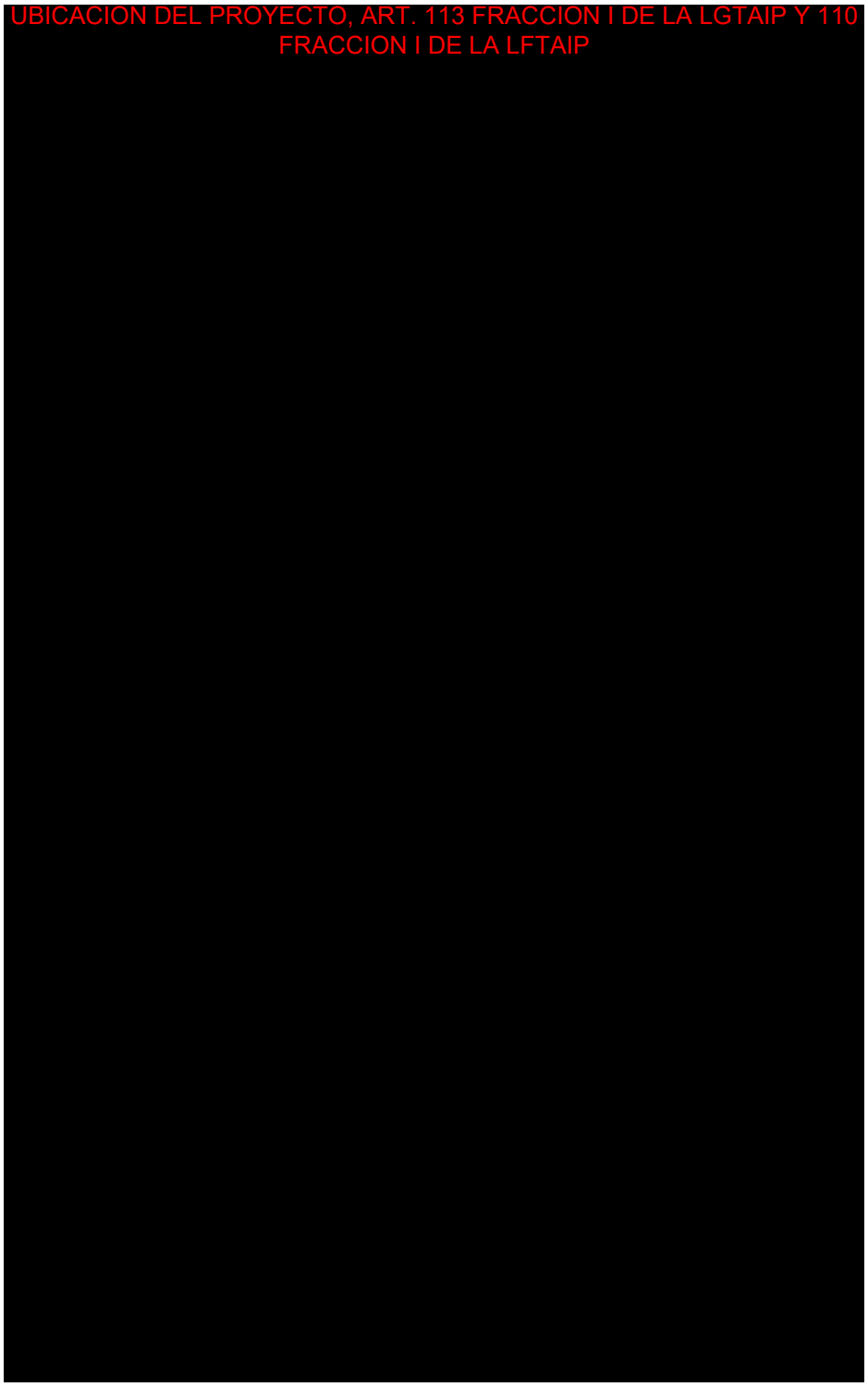



**Figura 23.** Geología (Litología) presente en el SAR

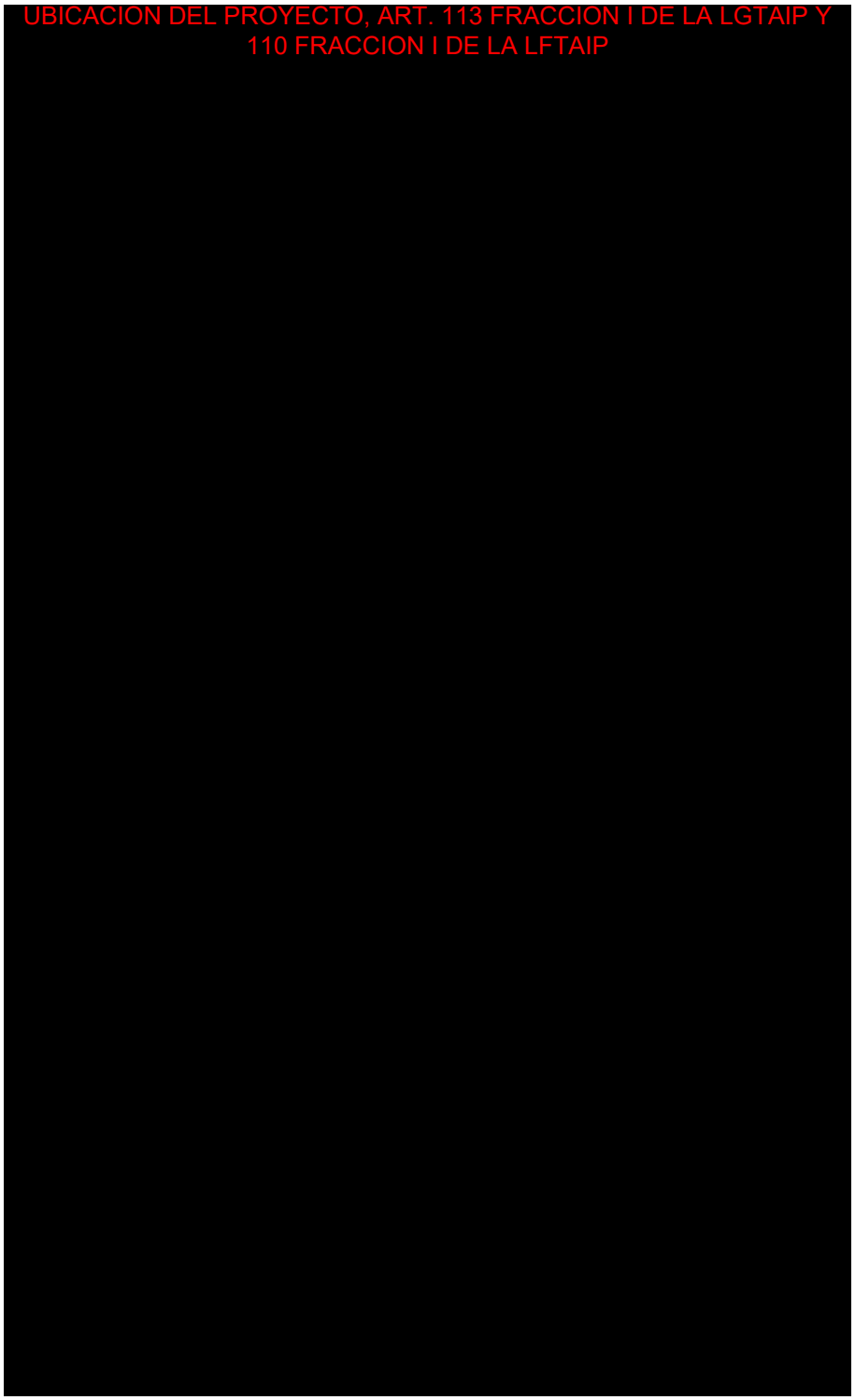



**Figura 24.** Geología (Periodo) presente en el SAR

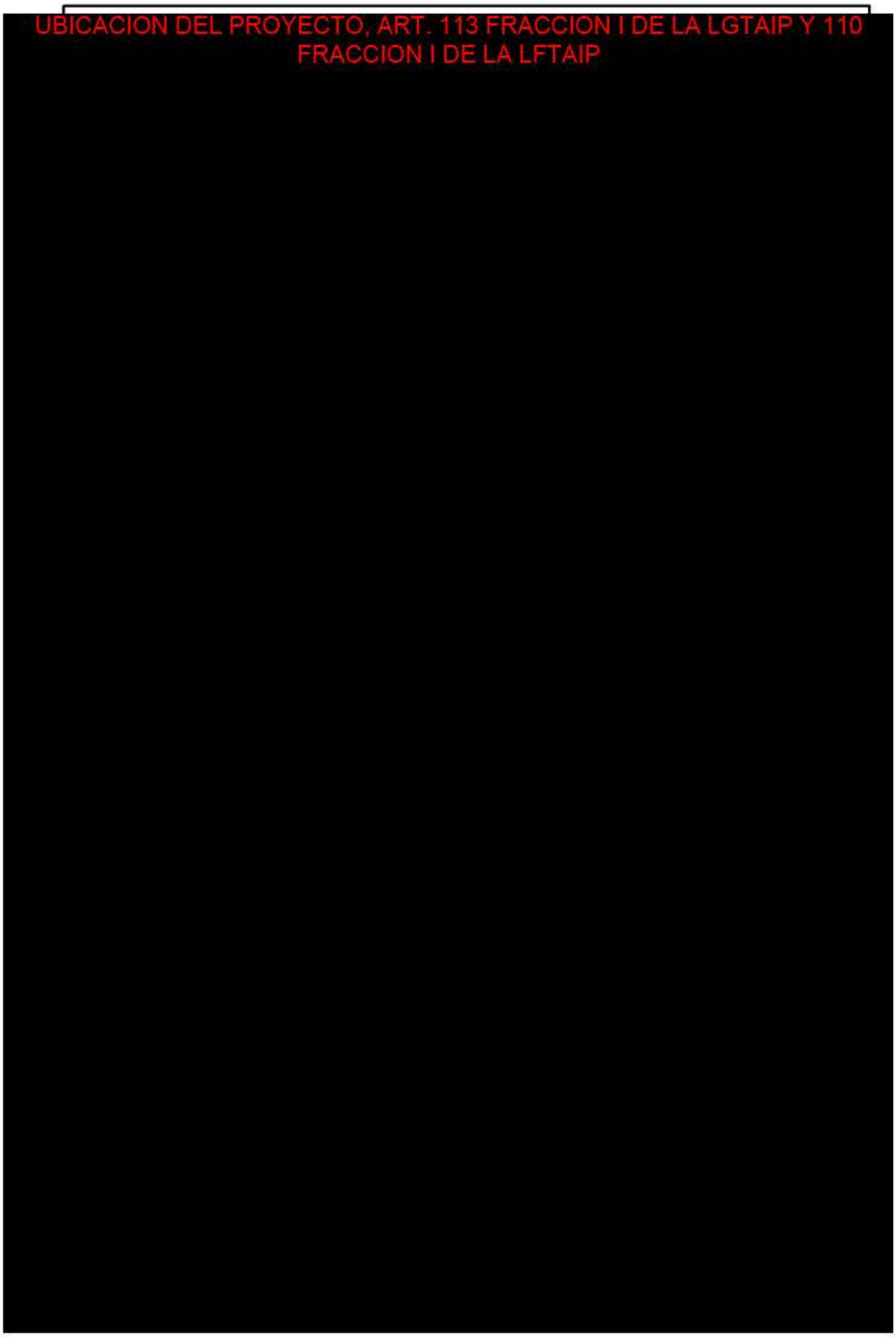



**Figura 25.** Geología (Tipo de Formación presente en el SAR.

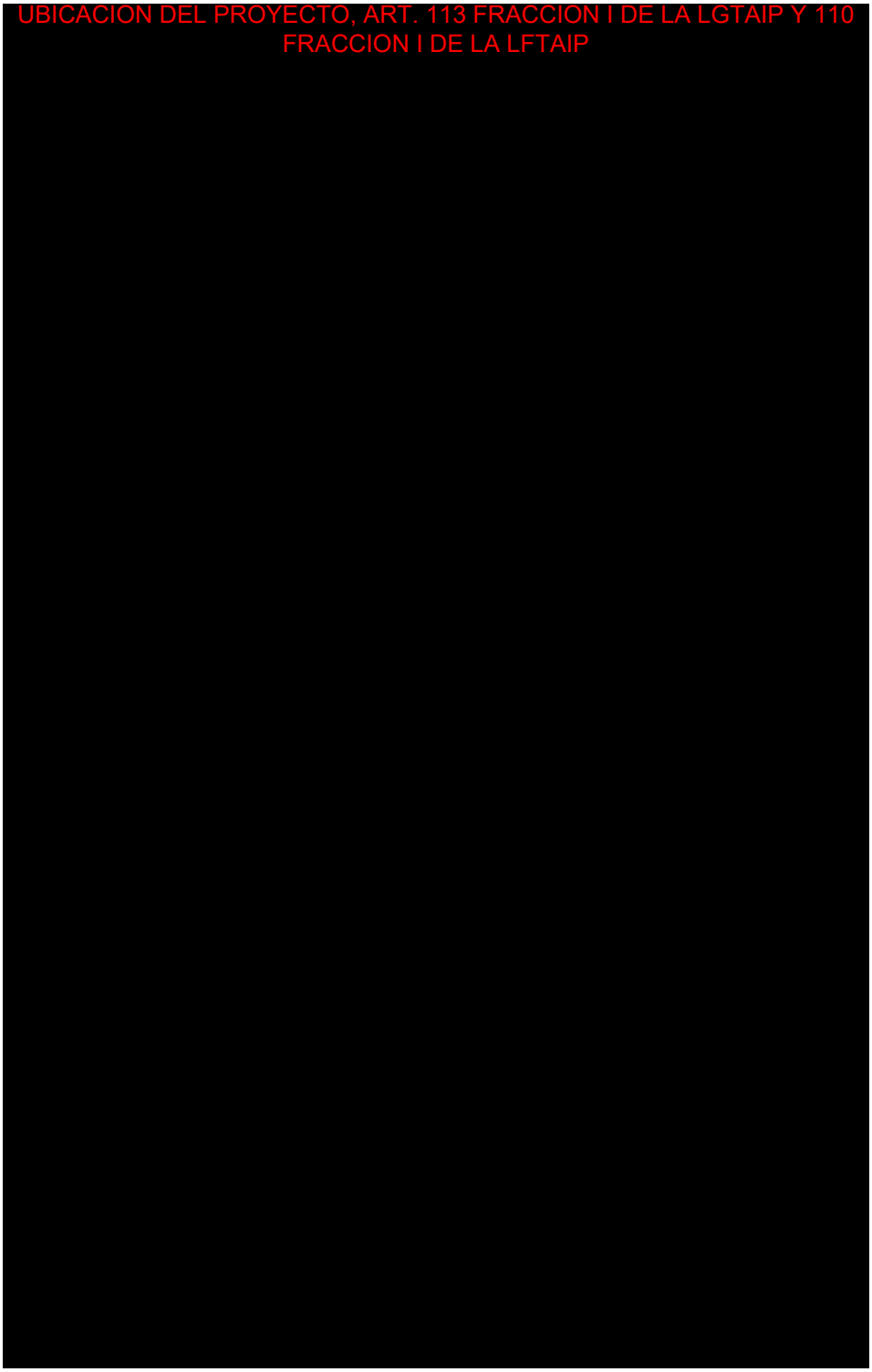



**Figura 26.** Geología (Tipo de Roca) presente en el SAR

Por otro lado de acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica la geología presente en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

Los minerales conseguidos del municipio son el mármol labrado, cal, cemento, arena y arcilla.

Como se observa en la siguiente imagen denominada mapa geológico, según la información de fuentes bibliográfica de la serie de cartas geológicas escala 1:250,000 publicadas por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática en formato vectorial escala 1:50,000. Aquí se incluyen los principales recursos minerales y los usos a los que se destinan.

Así mismo el proyecto incide en **una Era Geológica Cuaternaria.**

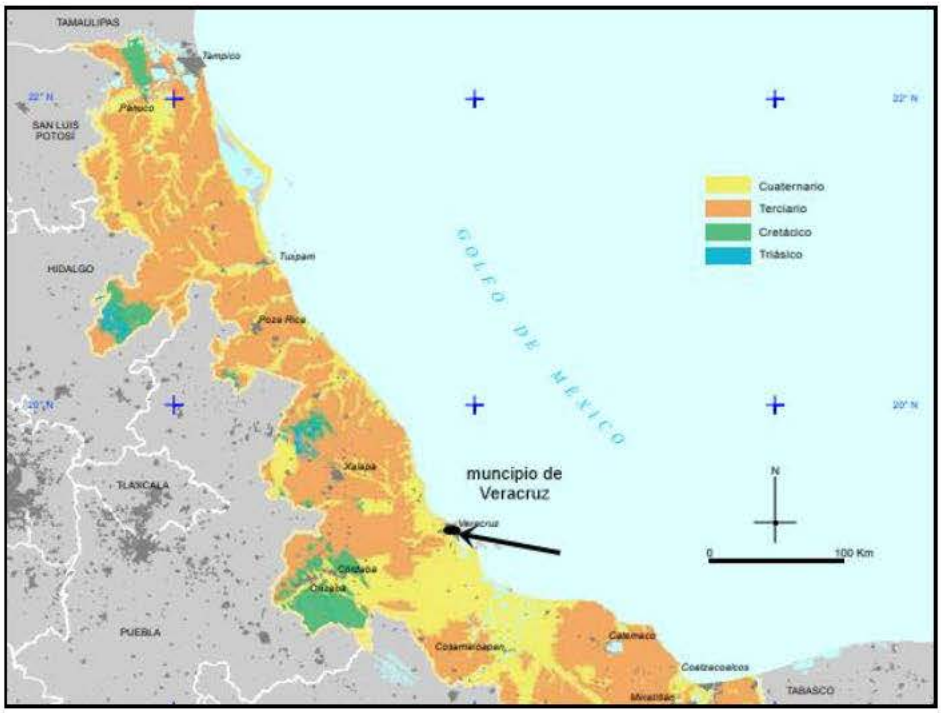



**Figura 27.** Mapa Geológico en el municipio de Veracruz.

Así mismo el municipio de Veracruz incide en la Provincia geológica **Cuenca Deltaica de Veracruz.**

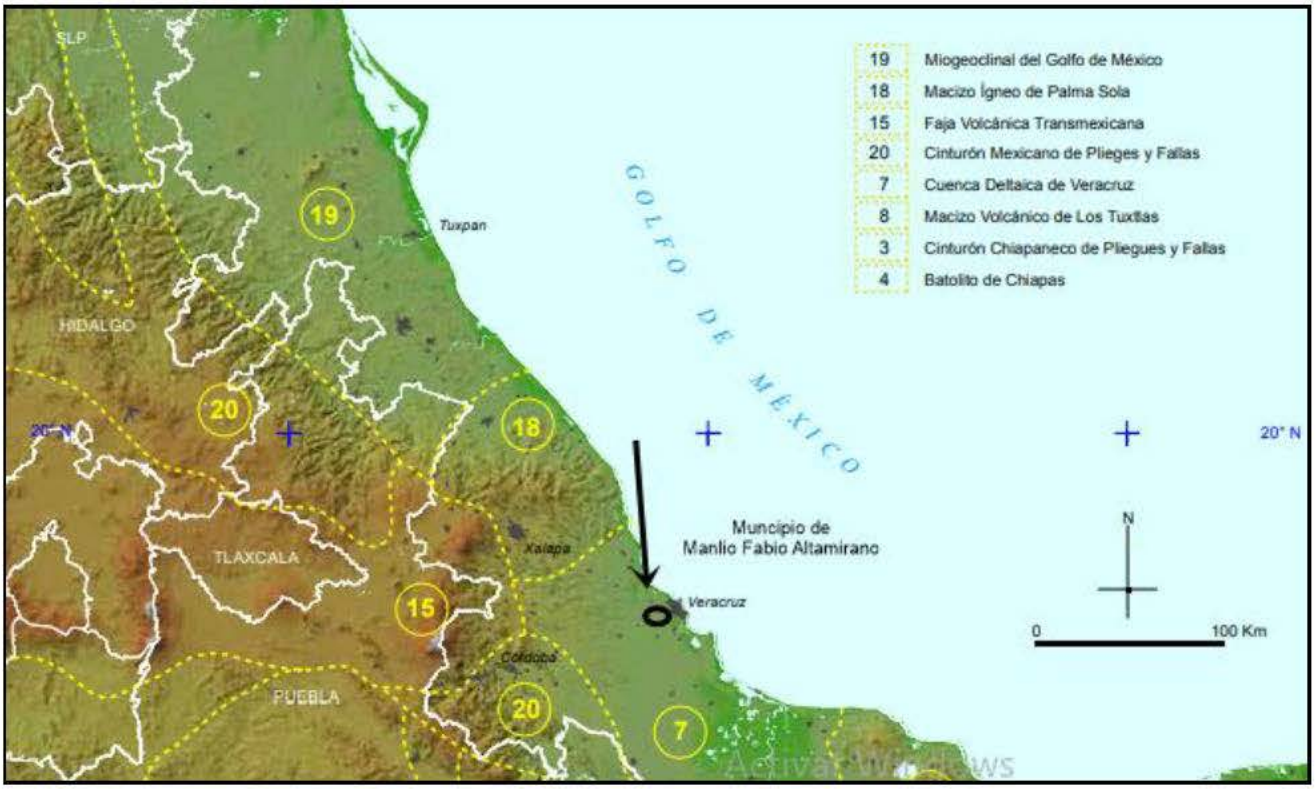



**Figura 28.** Provincia geológica del municipio de Veracruz.

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO.**

Como se observa en la siguiente imagen denominada mapa geológico, según la información de fuentes bibliográfica de la serie de cartas geológicas escala 1:250,000 publicadas por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática en formato vectorial escala 1:50,000. Aquí se incluyen los principales recursos minerales y los usos a los que se destinan.

Así mismo el Municipio de Manlio Fabio Altamirano incide en **una Era Geológica Cuaternaria y en poca cantidad con una era Geológica Terciaria.**

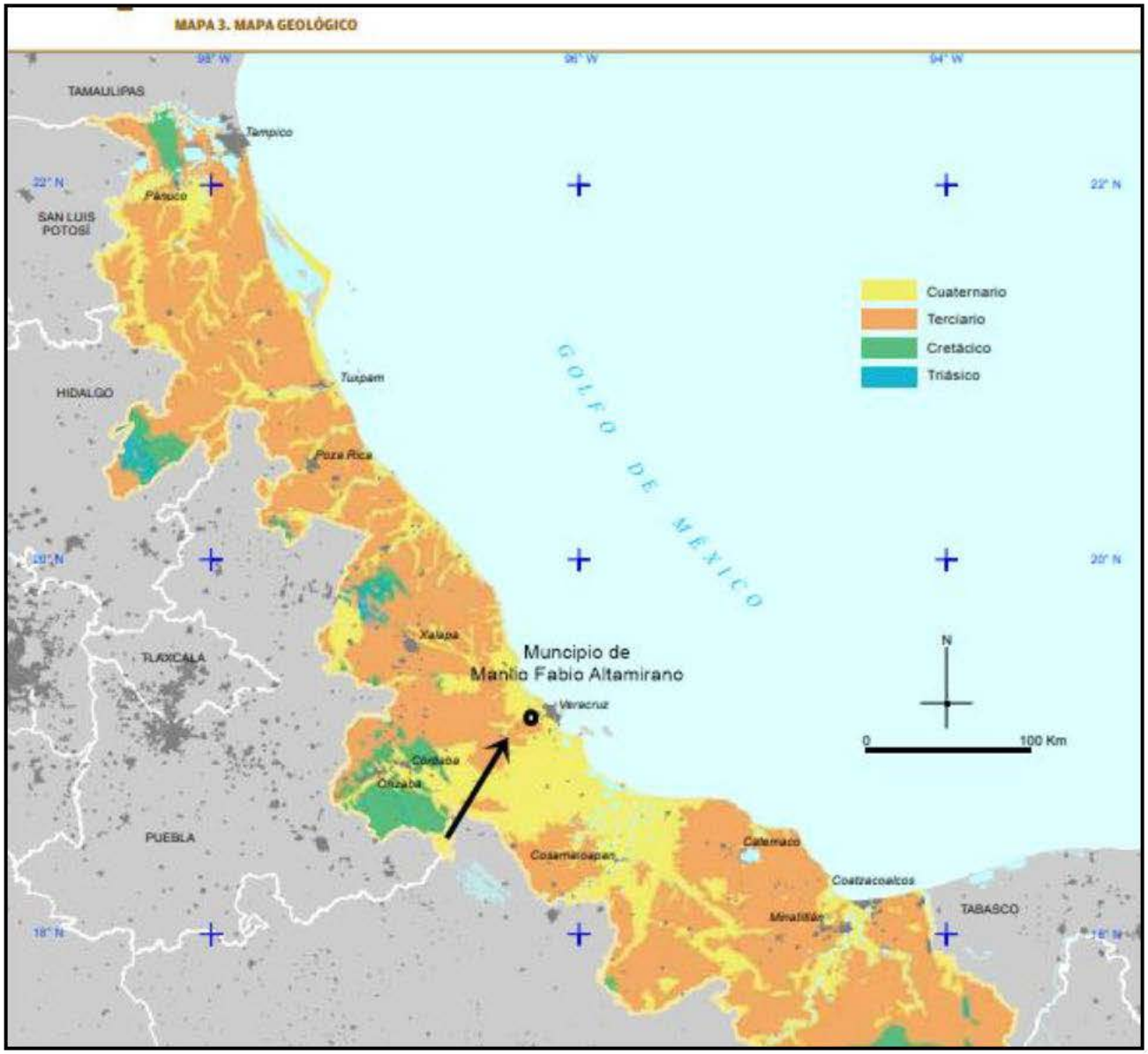



**Figura 29.** Mapa Geológico en el municipio de Manlio Fabio Altamirano.

Así mismo el municipio de Manlio Fabio Altamirano incide también en la Provincia geológica **Cuenca Deltaica de Veracruz.**

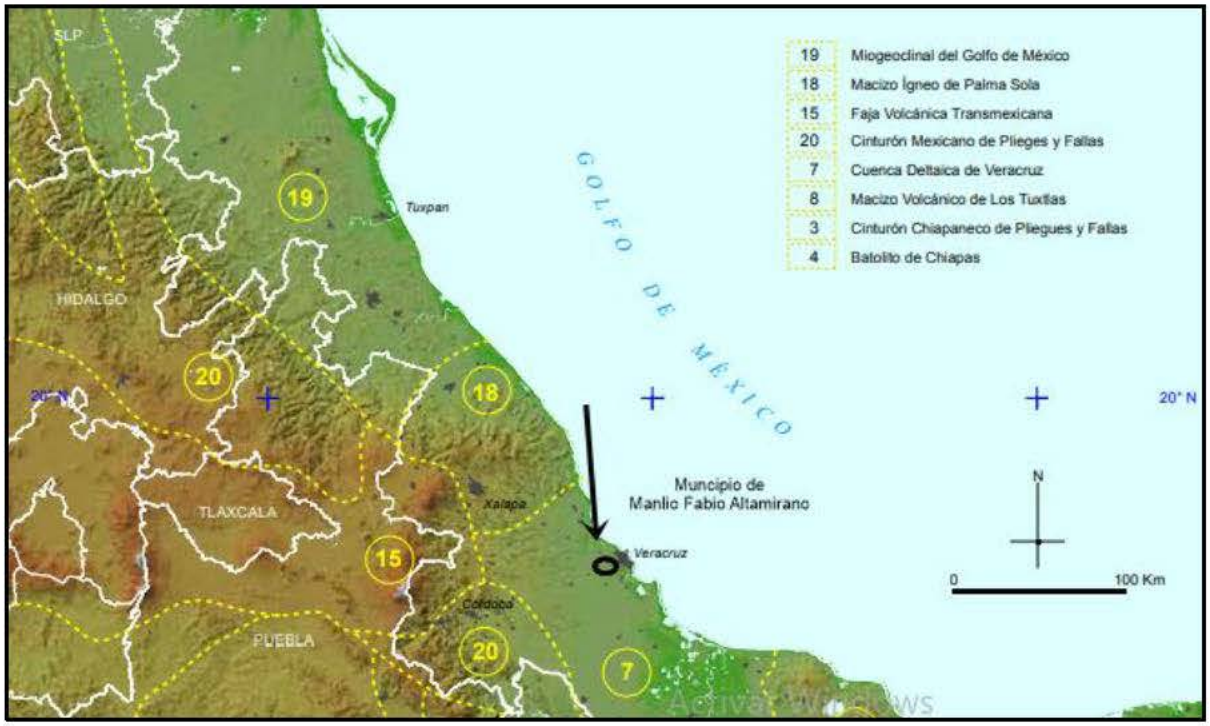



**Figura 30.** Provincia geológica del municipio de Manlio Fabio Altamirano

| CLASIFICACIÓN DE GEOLOGÍA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Clave | ERA | Periodo | | Roca o suelo | | % de la superficie estatal |
| | Nombre | Clave | Nombre | Clave | Nombre | |
| C | Cenozoico | Q | Cuaternario | (Ie) | Ígnea Extrusiva | 4.9 |
| | | | | (S) | Sedimentaria | 4.19 |
| | | | | (Su) | Suelo | 23.21 |
| | | T | Terciario | (Le) | Ígnea Extrusiva | 11.11 |
| | | | | (S) | Sedimentaria | 45.95 |
| M | Mesozoico | K | Cretácico | (S) | Sedimentaria | 8.18 |
| | | J | Jurásico | (S) | Ígnea Intrusiva | 0.58 |
| P | Paleozoico | P | Paleozoico | (Li) | | 0.07 |
| OTRO | | | | | | 1.81 |

Fuente: INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Geológica, 1:250 000, serie I.

**Tabla. 5.** Clasificación de geología.

En el mapa litológico se muestra la distribución general de los principales tipos de roca, mientras que en el mapa geológico se especifica las características propias de cada una de las unidades en las que se divide el mapa litológico. La información que proporcionan estos mapas es importante, ya que es uno de los factores fundamentales para conocer y determinar la zonificación de los peligros geológicos. Así mismo, para ambos proyectos presentan un tipo de **Roca Palustre**, esto debido a la cercanía que presentan los municipios.




**Figura 31.** Tipo de rocas geológicas donde incide el proyecto




**Figura 32.** Denominación de tipos de rocas presentes en la zona del proyecto.

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

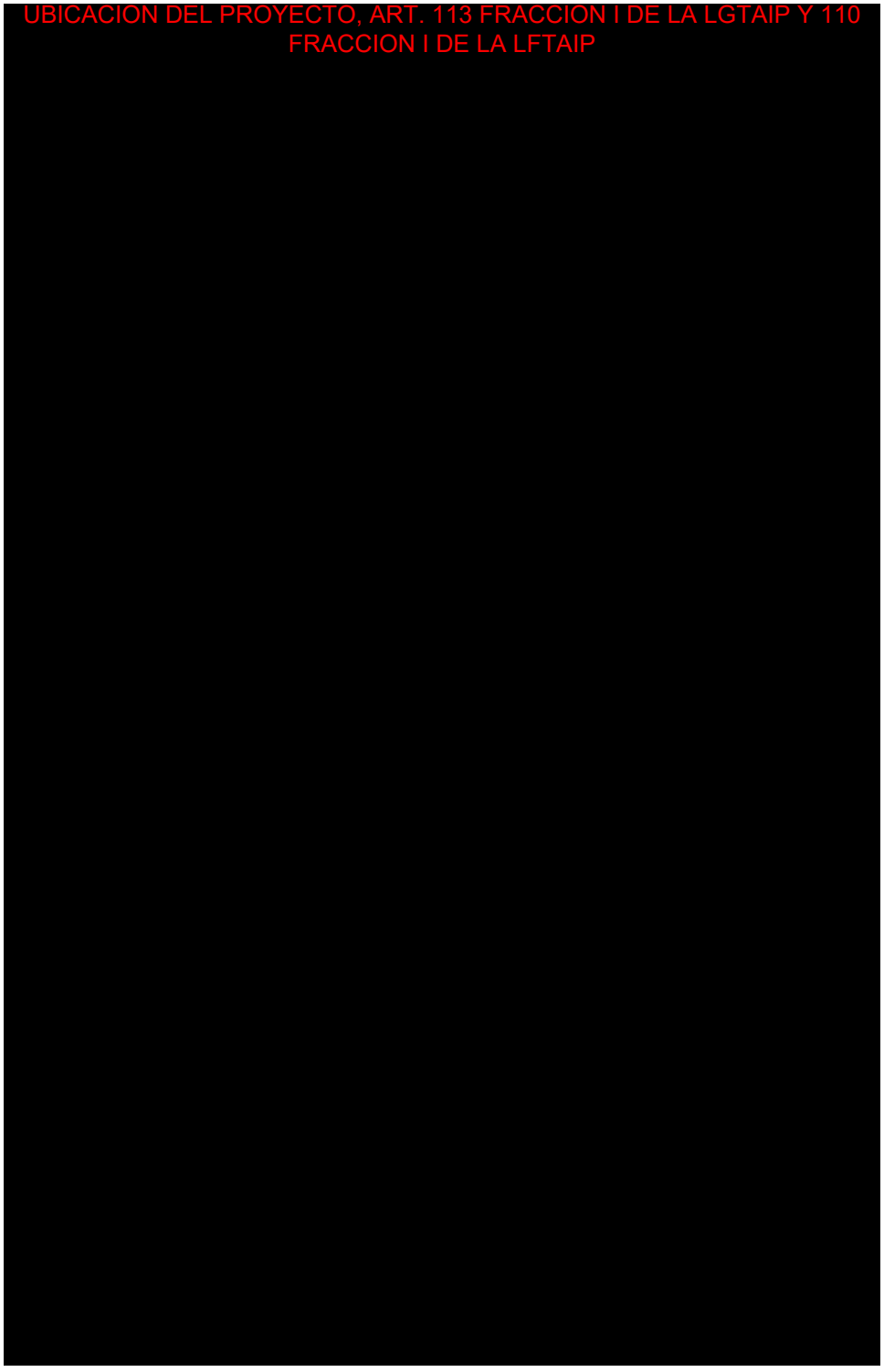


**Figura 33.** Mapa de Geología (ERA) presente en el AIP

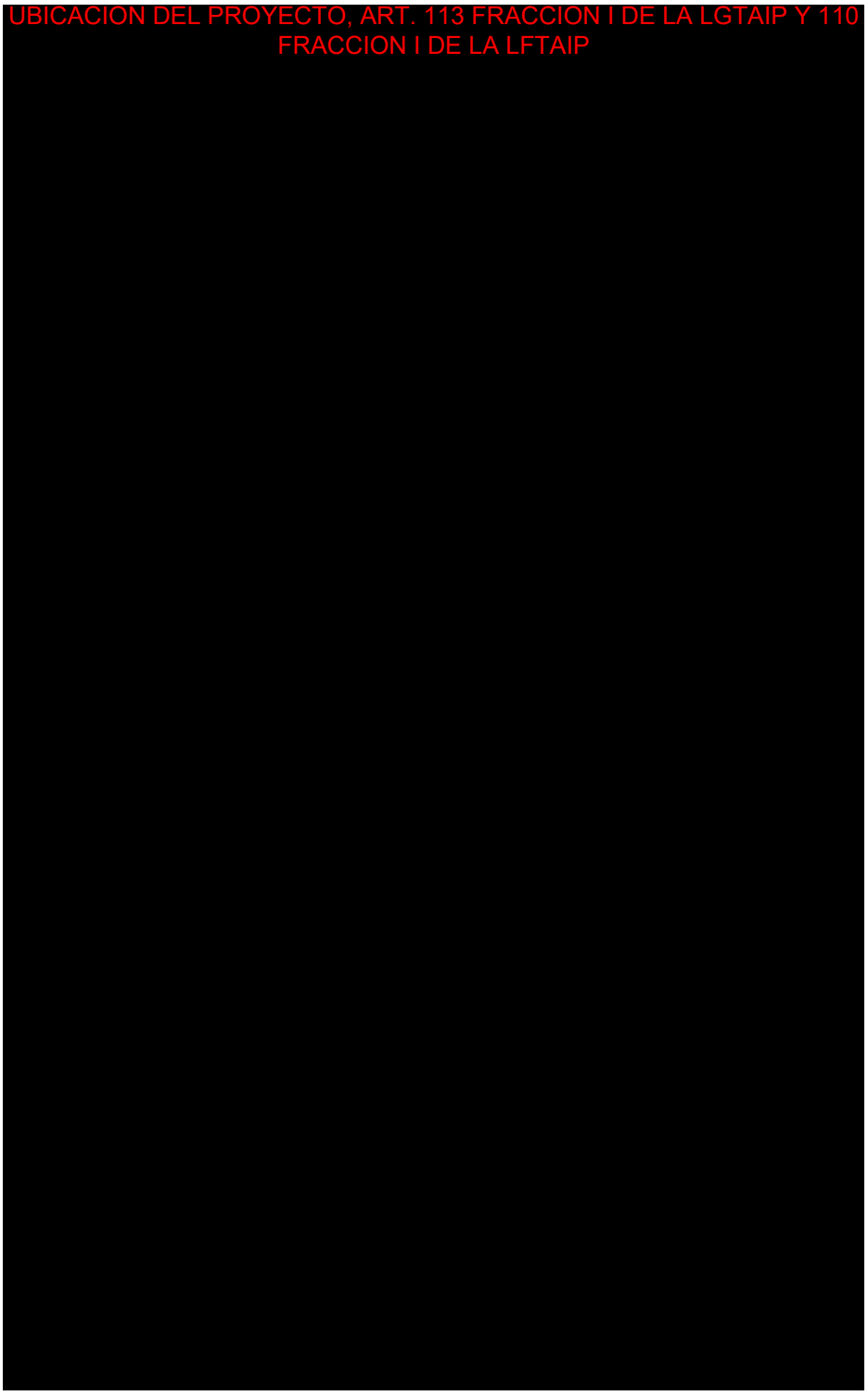



**Figura 34.** Mapa de Geología (litología) presente en el AIP

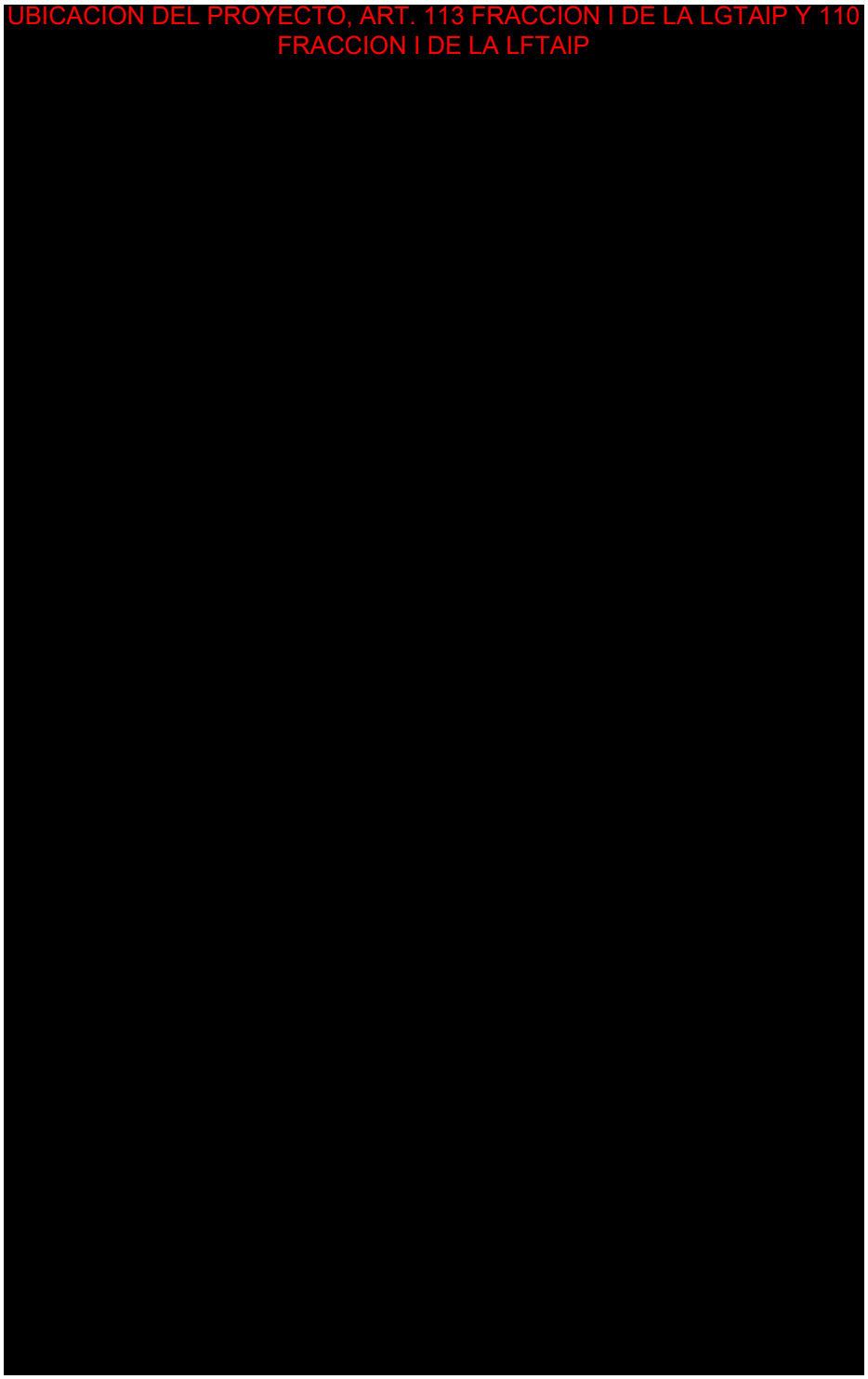



**Figura 35.** Mapa de Geología (Periodo) que incide en el AIP

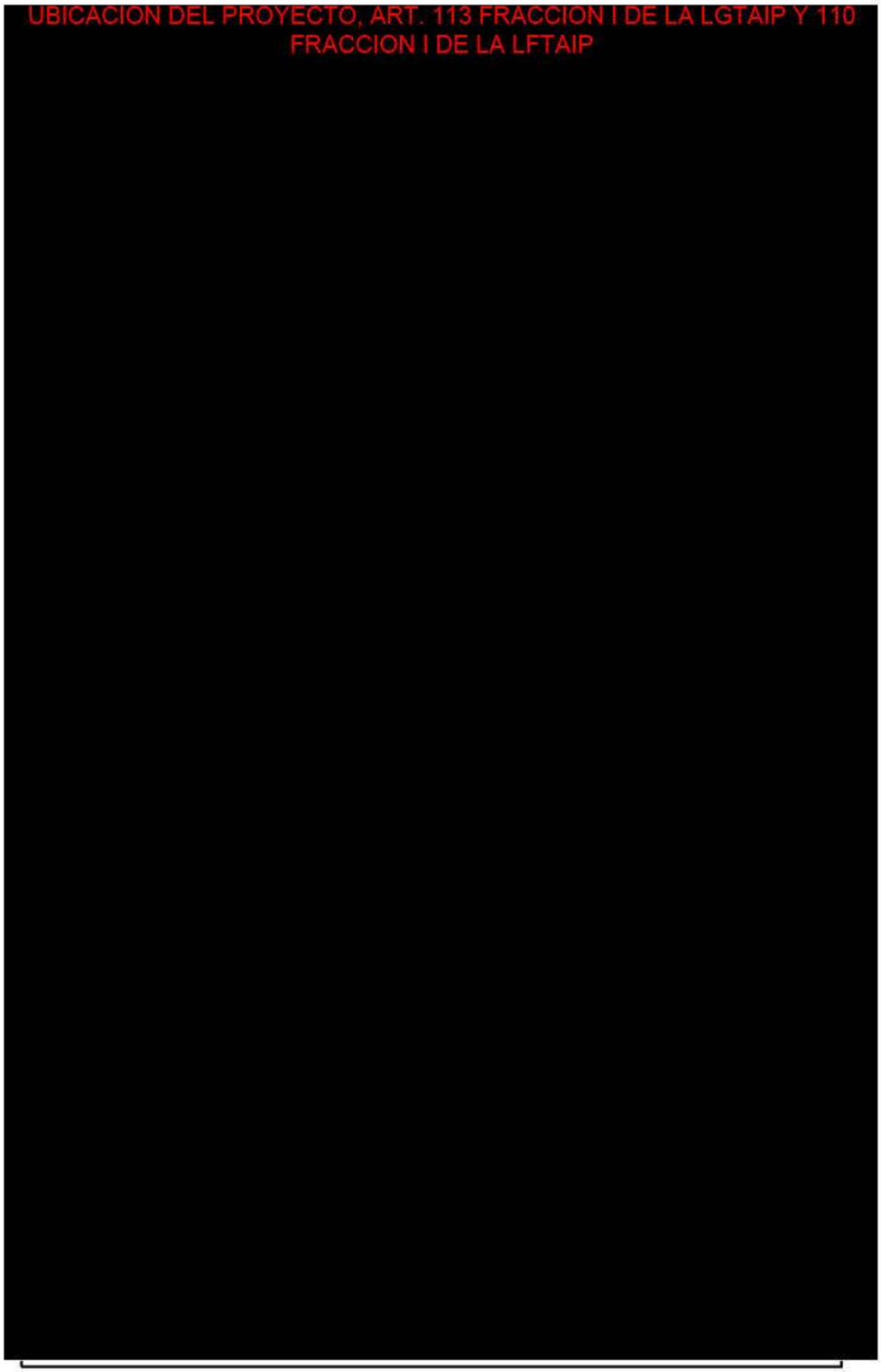



**Figura 36.** Tipo de Geología (Tipo de Formación) que incide en el AIP

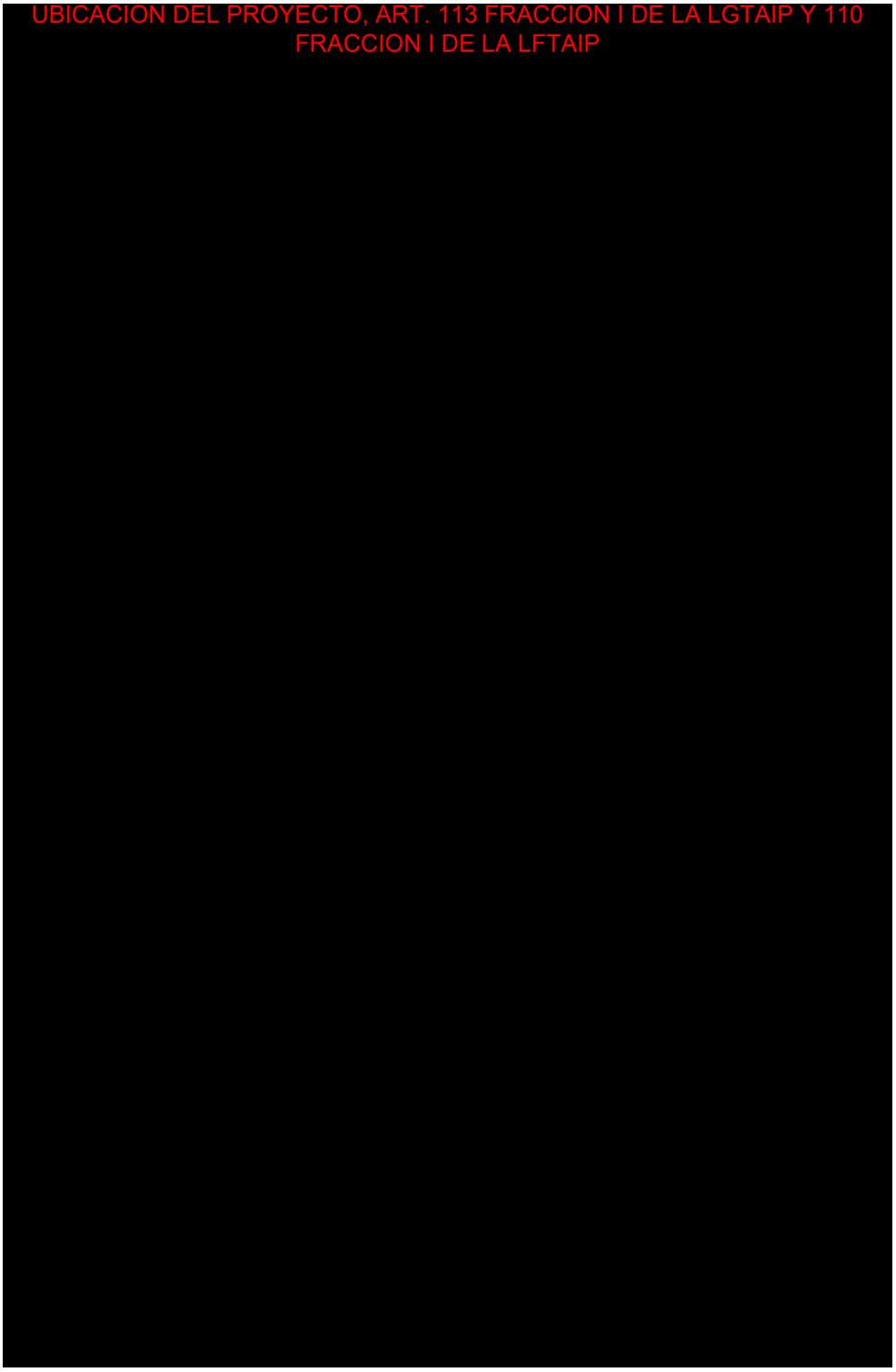



**Figura 37.** Tipo de Geología (Tipo de Roca) que incide en el AIP.

Una vez analizado lo anteriormente descrito podemos y en base al área de influencia donde se observa la ubicación del proyecto de Sistema de Distribución de Gas Natural Altamirano se presenta una era cenozoica, una litología aluvial y lahar en un periodo cuaternario con tipos de roca extrusiva y sedimentaria.

## F. GEOMORFOLOGÍA

- **GEOMORFOLOGÍA EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de los valores de Geomorfología, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) Se presentan las siguientes características fisiográficas como: un sistema de topoformas meseta, sierra, valle, lomerío, llanura y cuerpos de agua, así mismo podemos observar las provincias fisiográficas eje Neovolcánico y llanura costera del golfo sur dentro de las cuales encontramos las subprovincias fisiográficas Chiconquiaco, lagos y volcanes de Anáhuac y llanura costera Veracruzana.

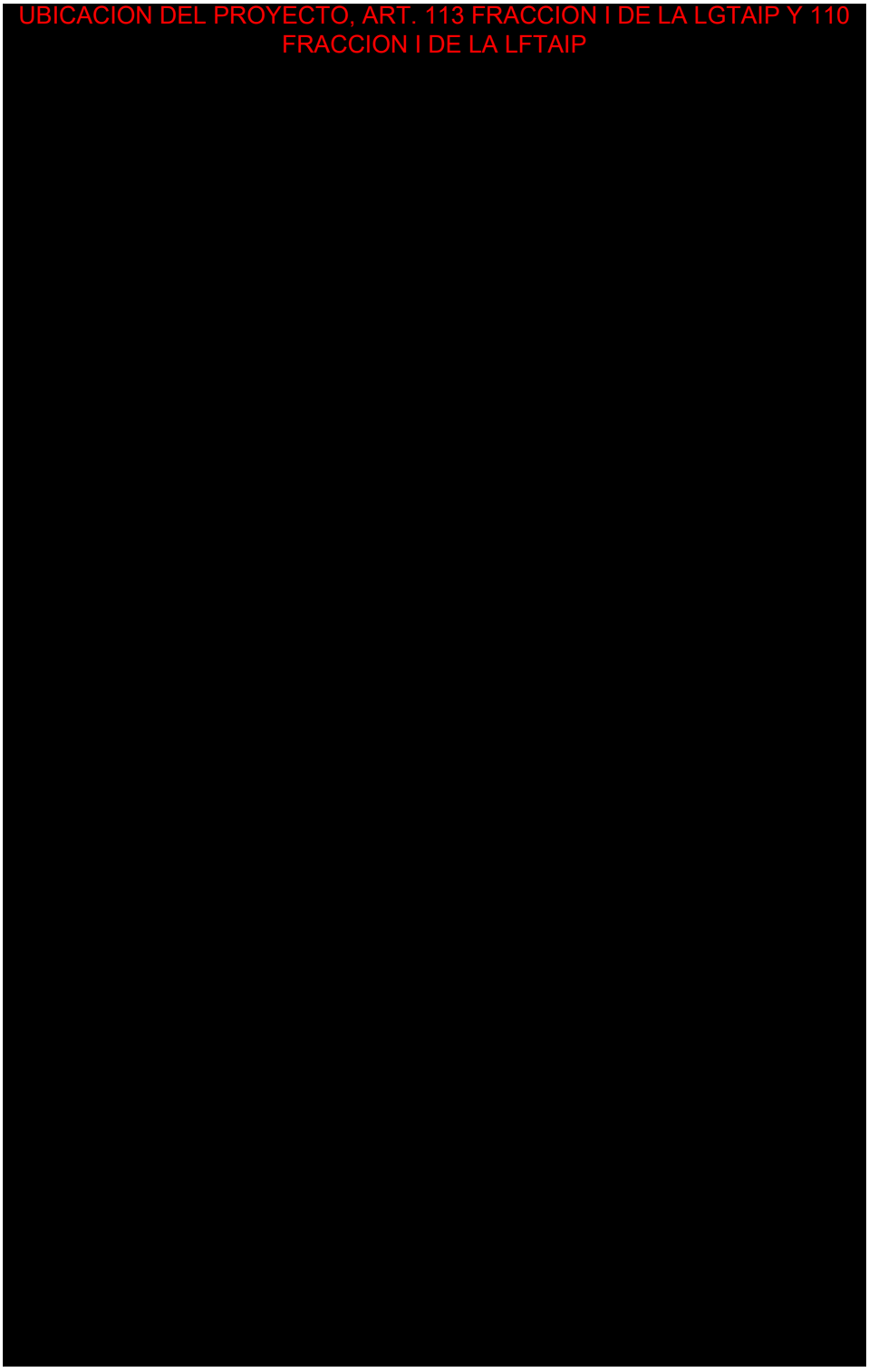



**Figura 38.** Sistema de Topoformas en el SAR

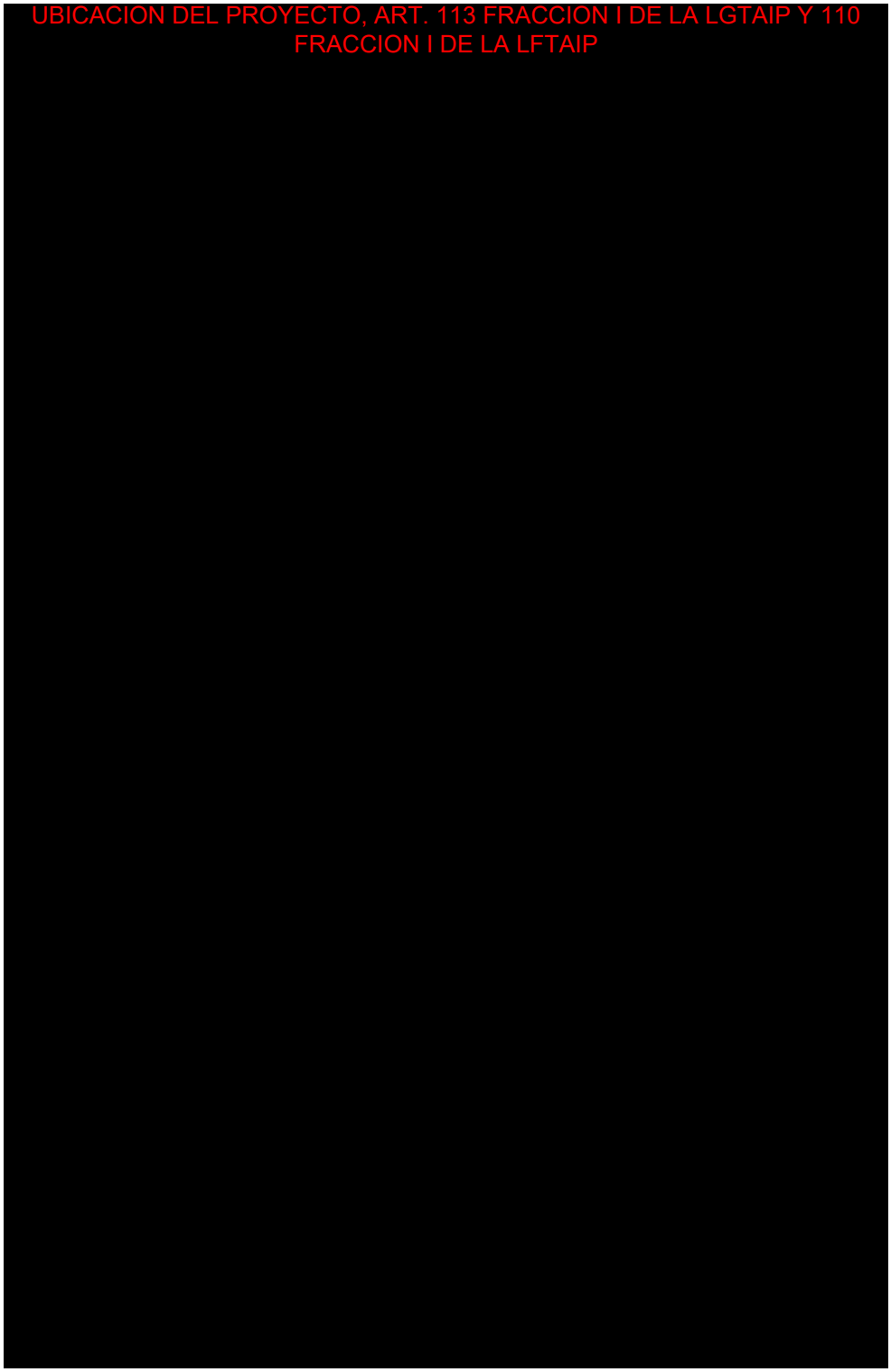



**Figura 39.** Provincias Fisiográficas en el SAR

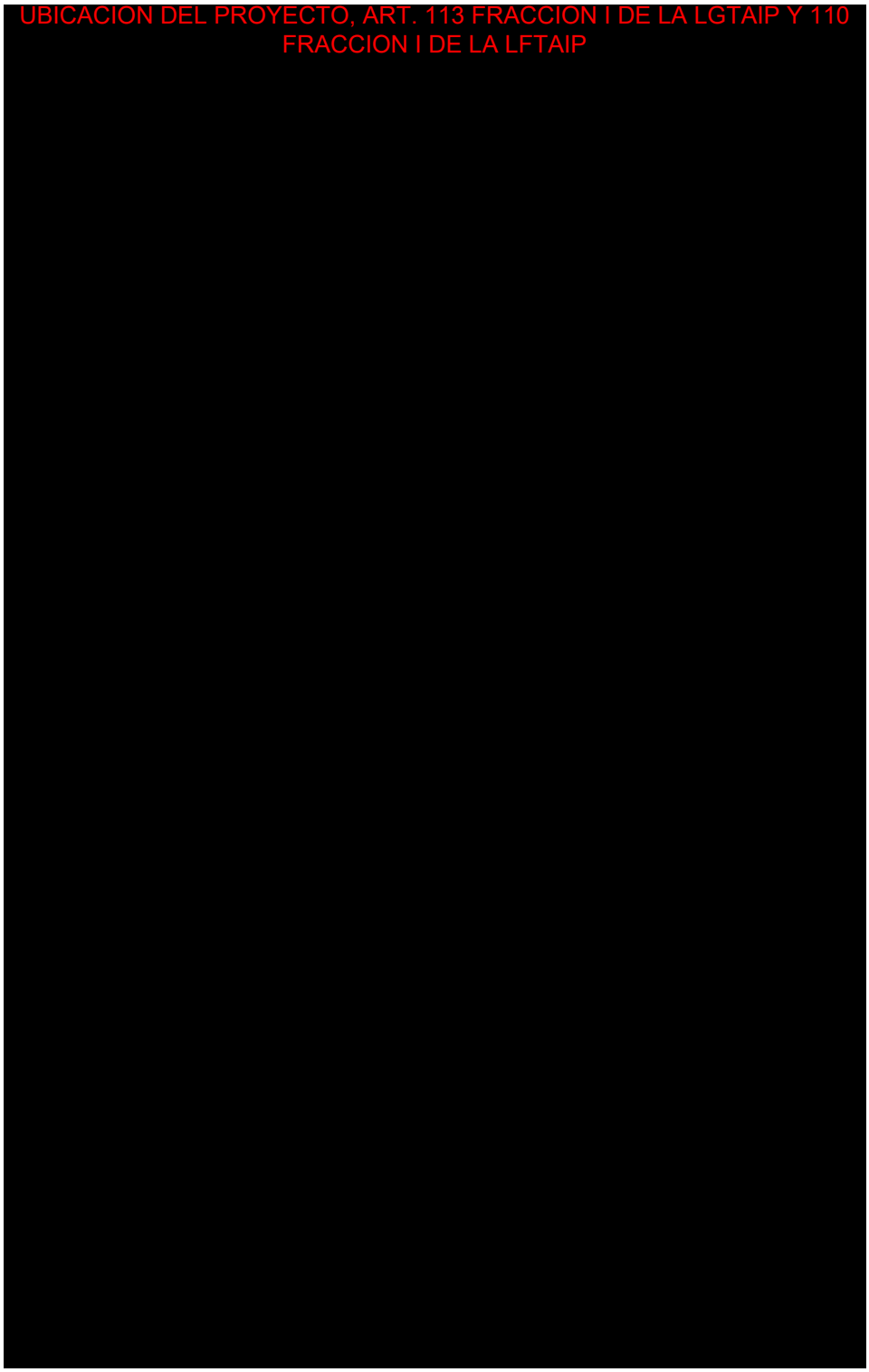



**Figura 40.** Subprovincias Fisiográficas en el SAR.

Por otro lado de acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica la temperatura presente en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

El Sistema Ambiental Regional del proyecto se localiza en la parte Centro del Estado de Veracruz, en la delimitación de la provincia fisiográfica denominada Llanura costera del golfo sur, dentro de las Subprovincias Fisiográfica conocida como Llanura costera Veracruzana, En la provincia Llanura Costera del golfo Sur abundan suelos profundos formados por materiales depositados por los ríos, debido a que en esta zona tienen su desembocadura al golfo de México algunos de los más caudalosos y grandes ríos del país, como son el Grijalva, el Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. Al oriente de Tabasco se tiene una gran zona inundable con abundancia de pantanos permanentes hasta cerca de la Laguna de Términos en Campeche.

Una importante discontinuidad fisiográfica, la de la sierra volcánica de los Tuxtlas, interrumpe el paisaje de la provincia sobre la costa, en donde se levantan los volcanes de San Martín (1654 msnm) y Vigía de Santiago (800 msnm). El lago de Catemaco, con 9 a 10 km de diámetro, es una de las mayores calderas volcánicas del país

| CARACTERÍSTICAS DE LA PROVINCIA Y SUBPROVINCIA DEL SAR. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Provincia Fisiográfica** | **Subprovincia Fisiográfica** | **Estado** | **Municipios** | **Sistema de Topoformas** |
| Llanura co tera del Golfo Sur | Llanura co tera Veracruzana | Veracruz | Úrsulo Galvan, Ángel R. Cabada, Acayucan, Actopan, Acula, Agua Dulce, Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, Alvarado, Amatitlán, Amatlán de los Reyes, Apazapan, Atoyac, Boca del Río, Córdoba, Camarón de Tejeda, Carlos A. Carrillo, Carrillo Puerto, Chacaltianguis, Chinameca, Coatepec, Coatzacoalcos, Coetzala, Comapa, Cosamaloapan de Carpio, Cosoleacaque, Cotaxtla, Cuichapa, Cuitláhuac, Emiliano Zapata, Fortín, Hidalgotitlán, Huatusco, Hueyapan de Ocampo, | Sistemas de lomeríos |
| | | | | Llanura costera aluvial |

| CARACTERÍSTICAS DE LA PROVINCIA Y SUBPROVINCIA DEL SAR. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Provincia Fisiográfica | Subprovincia Fisiográfica | Estado | Municipios | Sistema de Topoformas |
| | | | Ignacio de la Llave, Isla, Ixhuatlán del Sureste, Ixmatlahuacan, Ixtaczoquitlán, Jalcomulco, Jamapa, Jesus Carranza, Jesús Carranza, Jesús Carranza, José Azueta, Jáltipan, Juan Rodríguez Clara La Antigua, Las Choapas, Lerdo de Tejada, Manlio Fabio Altamirano, Mecayapan, Medellín, Minatitlán, Moloacan, Nanchital de Lazaro Cardenas del Río, Naranjal, Oluta, Omealca, Otatitlán, Oteapan, Pajapan, Paso de Ovejas, Paso del Macho, Playa Vicente, Puente Nacional, Salta barranca, San Andrés Tuxtla, San Juán Evangelista, Santiago Sochiapan, Santiago Tuxtla, Sayula de Alemán, Soconusco, Soledad de Doblado, Soteapan, Tatahuicapan de Juárez, Tenampa, Teocelo, Texistepec, Tezonapa, Tierra Blanca, Tlacojalpan, Tlacotalpan, Tlacotepec de Mejía, Tlalixcoyan, Tlaltetela, Tres Valles, Tuxtilla, Uxpanapa, Veracruz, Yanga, Zaragoza, Zentla, Zongolica | |

**Tabla. 6.** Características de la provincia y subprovincia del SAR.

A continuación, se describen las características de la provincia llanura costera del golfo sur y la subprovincia llanura costera veracruzana.

**Llanura costera del Golfo Sur.**

Esta provincia, que ocupa casi la mitad del territorio veracruzano, es, a diferencia de la del Golfo Norte, una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país (incluyendo el Papaloapan, el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta), que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. La mayor parte de su superficie, a excepción de la discontinuidad fisiográfica de Los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial.

En terrenos del estado se presentan áreas que forman parte de las subprovincias Llanura Costera Veracruzana y Llanuras y Pantanos Tabasqueños, así como de la discontinuidad fisiográfica de la Sierra de Los Tuxtlas.

**Subprovincia Llanura Costera Veracruzana.**

Casi toda esta subprovincia se localiza dentro de territorio veracruzano, y es la que ocupa mayor extensión, con 27,001.17 km2, que representan el 37.29 por ciento de la superficie total estatal. Comprende 21 municipios completos y parte de otros 26, así como la cuenca baja del Papaloapan y del Coatzacoalcos. De manera general, esta subprovincia se subdivide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial propiamente y los sistemas de lomeríos del sur y sureste.

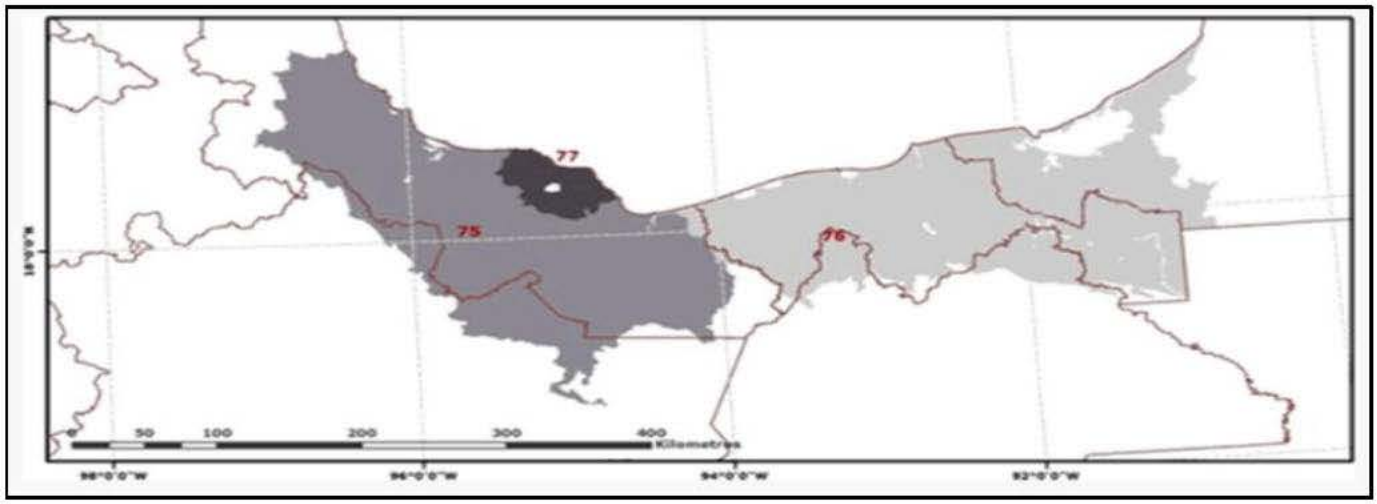



**Figura 41.** Mapa región fisiográfica llanura costera del golfo sur.

A continuación se aprecia en los mapas de geomorfología identificados en el Área de Influencia del Proyecto (AIP) la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo del Sur, la Subprovincia fisiográfica Llanura Costera Veracruzana y la Fisiografía de Topoformas Lomerio.

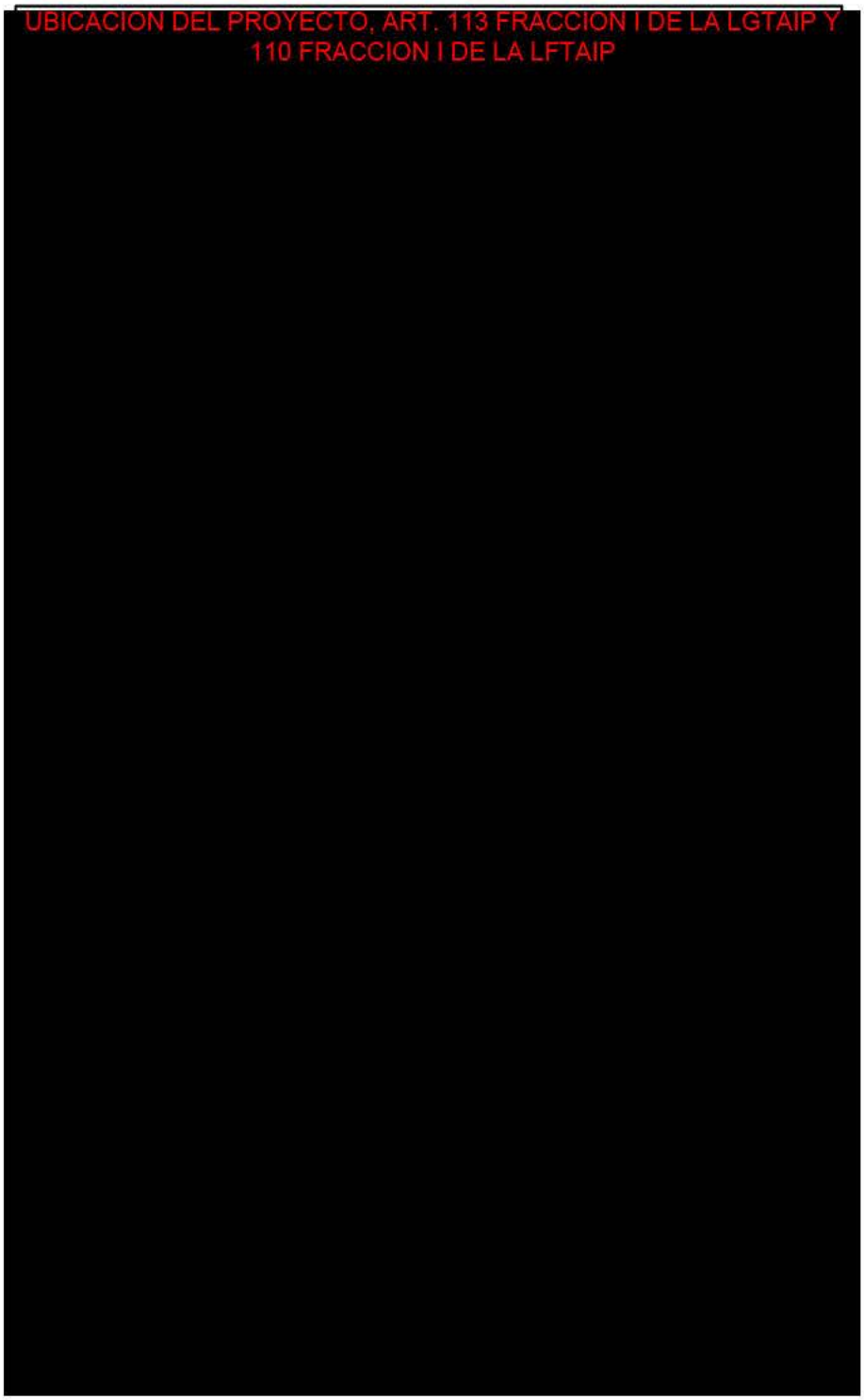



**Figura 42.** Mapa de fisiografía (provincias fisiográficas) en el AIP.

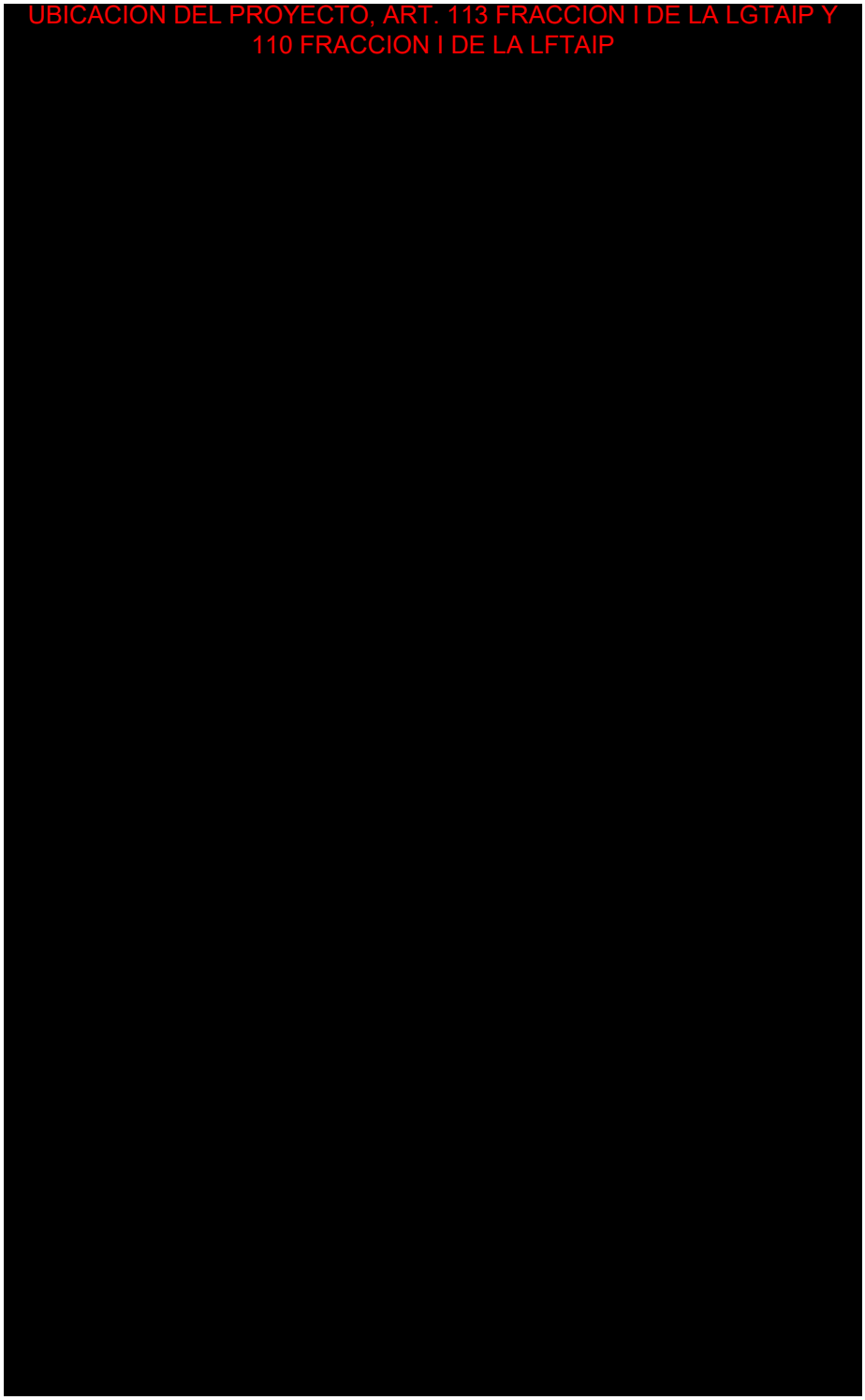



**Figura 43.** Mapa de fisiografía (Sistema de topoformas) en el AIP.

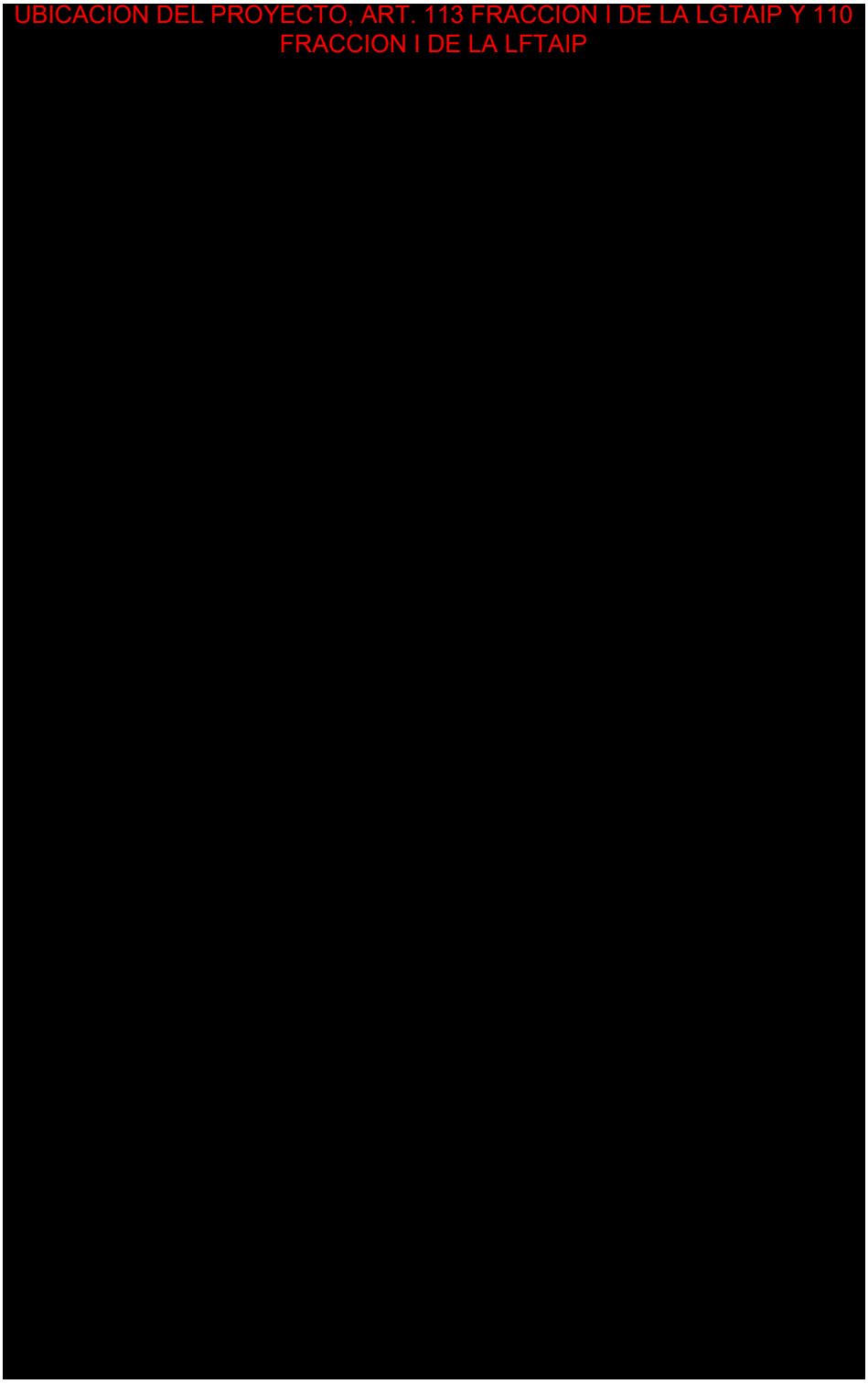



**Figura 44.** Mapa de fisiografía (Subprovincias fisiográficas) en el AIP.

## G. CARACTERÍSTICAS EDAFOLÓGICAS

De acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica la edafología presente en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

La superficie donde se ubicará el proyecto está conformada por suelos tipo vertisol. Es importante considerar los suelos Vertisoles ya que presentan una textura fina y arcillosa y por tanto expansiva, esto puede generar problemas de hundimiento en las construcciones.

A continuación, se describen las características de los suelos vertisoles.

**Los vertisoles.**

Son, por su extensión, los suelos más importantes, ya que representan el 17.07 por ciento de la superficie del estado. El término vertisol deriva del vocablo latino vertere que significa "verter" o "revolver", haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. Se localizan en diferentes zonas en la entidad, pero en el noreste son más abundantes.

Se han formado a través de lutitas, aresniscas, calizas, conglomerados, rocas ígneas básicas y aluviones. El horizonte A que presentan es profundo, de textura arcillosa o de migajón arcilloso, que debido a su alto contenido de material fino (arcillas montmorinolíticas) los hace compactos y masivos al estar secos y muy adhesivos y expandibles cuando se humedecen.

Estos cambios provocan la formación de grietas en su superficie de por lo menos un centímetro de ancho. Para el estado de Veracruz dominan los vertisoles pélicos, de color gris oscuro, y en menor proporción, los vertisoles crómicos, de tonos pardos, ambos con un pH que varía de ligeramente ácido a moderadamente alcalino.

Su contenido de materia orgánica es medio y la capacidad para absorber cationes de calcio, magnesio y potasio va de alta a muy alta; encontrándose a disposición de las plantas cantidades altas de los dos primeros elementos, y bajas del último.

Los vertisoles situados en las márgenes del río Pánuco contienen sales solubles y sodio que limitan su uso agrícola; otros como los de Villa Tejeda y Paso del Macho, son muy poco profundos; sin embargo, de manera global lo que impone mayores restricciones para su manejo es el alto porcentaje de arcilla que los integra, pues deben tener un grado de humedad adecuado, de otra forma si están muy secos o tienen exceso de agua es difícil introducir los implementos de labranza.

Actualmente en estos suelos se cultivan pastos, se realizan actividades agrícolas de temporal y de riego, además se desarrollan pastos inducidos, selva mediana subperennifolia y baja caducifolia en estado secundario. Algunas localidades asentadas sobre ellos son Pánuco, El Higo, Tempoal y Tantoyuca.

- **Clasificación de suelo de acuerdo a PAQ-UNESCO e INEGI.**

El recurso suelo presenta características y propiedades diferenciadoras, mismas que nos permiten identificar los horizontes y capas que lo conforman. Hay que tener presente que el suelo es un elemento dinámico, abierto al medio que lo rodea y está en constante evolución, de aquí la dificultad de categorizarlo en casilleros determinados; que es lo que pretende hacer un sistema de clasificación.

La clasificación usada por la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente (DGGyMA) es una clasificación mundial, que reúne las características morfológicas, físicas, químicas y biológicas de un suelo determinado y las clasifica de acuerdo con el grado de desarrollo del mismo. Al variar los factores formadores, clima, vegetación, tipo de roca y con el paso del tiempo como cuarto factor, se desarrollan suelos con distribución y características muy diversas; por ejemplo, en una zona plana rodeada de montañas que se inunda en alguna época del año, se formará un suelo que acumulará sales y presentará condiciones desfavorables para fines agrícolas, pero podrá sostener algunos pastos y cultivos resistentes, y permitir su aprovechamiento. Estas características determinan su colocación dentro de la clasificación.

La terminología registrada en la carta edafológica debe utilizarse solamente como una referencia de entrada a un conjunto de características comprensibles e interpretables; el uso de la información en ella contenida, los datos complementarios que se encuentran en los informes de campo y los resultados analíticos de laboratorio.

La nomenclatura de horizontes es útil para realizar la descripción del suelo y nos ayuda a identificar los procesos genéticos que se dieron para su formación. Se estructura mediante el uso de una o dos letras mayúsculas para los horizontes mayores y letras minúsculas para identificar otros rasgos o elementos presentes en el perfil del suelo.

Los horizontes mayores o capas de suelos se representan con las letras H, O, A, E, B, C y R. La mayoría son horizontes de suelos genéticos que poseen valores cualitativos (color del suelo, estructura, presencia de grietas, facetas) que han adquirido de acuerdo a los cambios que han sufrido. En términos generales los horizontes o capas se definen de la siguiente manera:

- **H.** Horizonte superficial orgánico, donde se acumulan los materiales orgánicos que caen en el suelo, los cuales pueden ser frescos o descompuestos.
- **O.** Horizonte o capa dominada por material orgánico que consiste de deshechos intactos y parcialmente descompuestos, como hojas, ramas, musgos y líquenes, que se han acumulado sobre la superficie.
- **A.** Horizonte superficial mineral, donde la materia orgánica descompuesta está asociada con la parte mineral y generalmente es de color oscuro.
- **E.** Horizonte mineral donde el principal rasgo es la pérdida de arcilla silicatada, aluminio, o la combinación de estos, dejando una concentración de arena y partículas de limo, donde la mayor parte de la estructura de roca ha sido completamente desintegrada.
- **B.** Horizonte subsuperficial mineral, donde pueden existir aún vestigios de la roca madre que dio origen al suelo. Además, se distingue por la remoción o acumulación de materia orgánica y mineral, que le dan colores más intensos que los horizontes inferiores o superiores.
- **C.** Horizonte o capa mineral que muestra marcadamente las características de la roca madre del que se deriva; aún no manifiesta evidencias notables de desarrollo edáfico.

- **R.** Roca continua, coherente y muy dura de roca, que está por debajo del suelo y que ha dado origen a este, en muchos casos; en otros, la roca fue sepultada por otro material que dio origen al suelo actual.

Las letras minúsculas llamadas sufijos (a, b, c, d, e, por mencionar algunos) se utilizan para designar características especiales distintivas de las capas y horizontes mayores. Así mismo, estas capas u horizontes pueden presentar diferencias específicas que se reportan como subhorizontes, identificándolas mediante el uso de números sufijos, por ejemplo: Ap1, Ap2; Bt1, Bt2, Bt3. En los suelos minerales, podemos utilizar números arábigos como prefijos para indicar la presencia de una discontinuidad litológica, por ejemplo: Ap-Bt-2Bt2. De manera general los suelos no presentan la totalidad de los horizontes.

**Descripción de códigos de grupos de suelo.**

| CÓDIGOS DE GRUPOS DE SUELO. | | | |
|---|---|---|---|
| **Grupo** | **Clave de suelo** | **Grupo** | **Clave Suelo** |
| Acrisol | AC | Leptosol | LP |
| Alisol | AL | Lixisol | LX |
| Andosol | AN | Luvisol | LV |
| Antrosol | AT | Nitisol | NT |
| Arenosol | AR | Phaeozem | PH |
| Calcisol | CL | Planosol | PL |
| Cambisol | CM | Plinthosol | PT |
| Chernozem | CH | Podzol | PZ |
| Cryosol | CR | Regosol | RG |
| Durisol | DU | Retisol | RT |
| Ferralsol | FR | Solonchak | SC |
| Fluvisol | FL | Solonetz | SN |
| Gleysol | GL | Stagnosol | ST |
| Gypsisol | GY | Technosol | TC |

| CÓDIGOS DE GRUPOS DE SUELO. | | | |
|---|---|---|---|
| **Grupo** | **Clave de suelo** | **Grupo** | **Clave Suelo** |
| Histosol | HS | Umbrisol | UM |
| Kastanozem | KS | Vertisol | VR |

**Tabla. 7.** Códigos de grupos de suelo.

| Especificador | Código |
|---|---|
| Amphi | ...a |
| Bathy | ...d |
| Endo | ...n |
| Epi | ...p |
| Panto | ...e |
| Supra | ...s |
| Thapto | ...b |

**Tabla. 8.** Códigos para representar los especificadores del suelo.

## III.1.2 ASPECTOS BIÓTICOS.

### A. FLORA

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

En el territorio estatal existen 399 áreas naturales protegidas, de las cuales 10 son de competencia federal y 389 de competencia estatal.

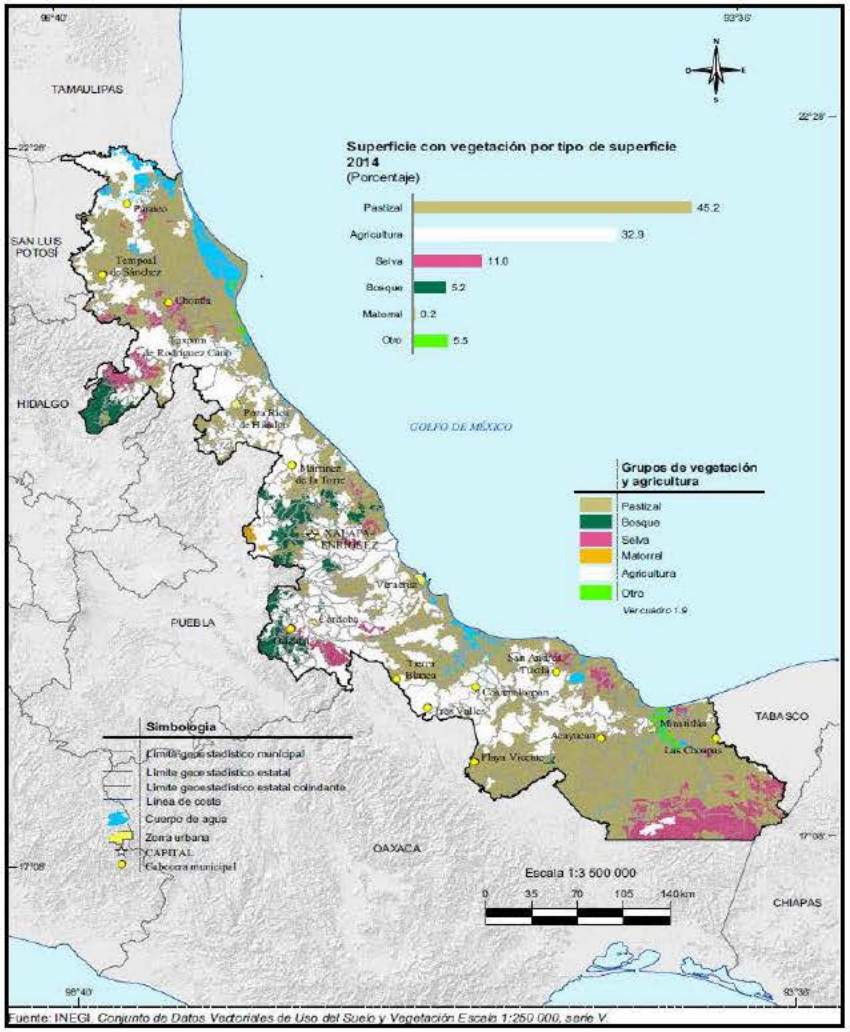



**Figura 45.** Uso del suelo y vegetación del estado de Veracruz (INEGI)

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo serie II y VI del INEGI el sistema de distribución donde incide el proyecto está conformado por zonas agrícolas y de pastizales.

A continuación, se indican los usos de suelo existentes en proyecto:

| Tipo de superficie | Superficie (Km2) |
|---|---|
| Superficie continental | 246.8 |
| Agricultura | 206.7 |
| Pastizal | 33.1 |
| Bosque | 0.0 |
| Selva | 0.0 |
| Matorral xerófilo | 0.0 |
| Otros tipos de vegetación | 0.0 |
| Vegetación secundaria | 5.1 |
| Áreas sin vegetación | 0.0 |
| Cuerpos de agua | 0.0 |
| Áreas urbanas | 1.8 |

**Fuente:** INEGI. Uso de Suelo y Vegetación.

**Tabla. 9.** Uso de suelo y vegetación Manlio Fabio Altamirano y Municipio de Veracruz.

Mediante los recorridos de campo, que el trazo del sistema de distribución de gas natural incide dentro de áreas abiertas a pie de carretera será desarrollado y aplicado el programa de vigilancia ambiental en las etapas de:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación
- Mantenimiento

En donde se aplicarán los rubros de:

- Aire
- Ruido
- Agua
- Suelo
- Flora
- Fauna
- Residuos

Se llevó a cabo una visita de campo en el Municipio Manlio Fabio Altamirano y en el municipio de Veracruz pasando por la localidad Mata Lomas, el cual pretendió recabar información sobre la flora y fauna del lugar donde se va a realizar la actividad, usando los métodos de muestreo de Transecto lineal para recabar información de la vegetación y fauna del lugar y revisar que no hubiera especies en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, el cual se llevó a cabo durante 2 días de recorrido a lo largo de todo el proyecto.

**Muestreo de Transecto en Línea.**

En el proyecto Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) el cual se localiza en los municipios de Manlio Fabio Altamirano y el municipio de Veracruz cruzando por la localidad de Mata Loma en el estado de Veracruz Ignacio de la Llave, se llevó a cabo el

estudio con metodologías que determinan la identificación e impacto de flora y fauna, respaldado con una observación de habitad y foto documentación. *Se determinó que es un área con fuerte impacto antropogénico, ya que en su mayoría se cuenta impactada con mancha urbana; carreteras, áreas de captaciones de agua de lluvias y residuales, vías ferroviarias, industrias comercios, entre otros establecimientos de servicio.*

La salida a campo se realizó en diferentes puntos ubicados a lo largo del trayecto que tendrá del gasoducto, en el cual se recabó información relacionada a la flora y fauna ubicada en esa zona, las actividades económicas del área, y los impactos con los que cuenta el área. Se determinaron utilizando el método de muestreo de **Transecto lineal** para la toma de datos de la vegetación y vida silvestre, *para el cual se dieron como resultado especies de maleza y herbácea, las cuales no tendrán un impacto negativo a la zona, así mismo como evidencia, se tomaron fotografías para su debida identificación.* Esta identificación de especies tiene como fin revisar en las listas de la Norma Oficial Mexicana NOM 059-SEMARNAT-2010l la existencia de especies bajo algún criterio de conservación.

El método consistió en la colocación de líneas de muestreo a lo largo del trayecto del gasoducto aleatoriamente superpuestas sobre la zona de estudio, estas líneas de muestreo son recorridas a la vez que se registran los individuos detectados dentro de una distancia determinada de la línea, para facilitar su identificación, el recorrido que se dio fue de 2 kilómetros, ya que en la zona del muestreo la vegetación no tenía cambio significativo y era una zona con malezas y herbáceas, el muestreo se realizó una sola ocasión ya que se evaluó la vegetación y la flora que se encontrara en el área de estudio por ser una zona impactada y urbanizada, junto con información recolectada sobre la distancia animal-observador y el ángulo de la línea de detección para la cuestión de la fauna, para la flora se fueron identificando las diferentes especies para la toma de datos y revisión en las NOM 059 2010 y la lista roja de la IUCN.

Las coordenadas de las zonas donde se realizaron las evaluaciones son las siguientes

## COORDENADAS DE EVALUACIÓN EN CAMPO

| Puntos | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | M.S.N.M. | Hora | Temperatura | Clima | Velocidad del viento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | [redacted] | 44 | 12:00 | 26° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 2 | | 44 | 12:10 | 26° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 3 | | 40 | 12:13 | 26° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 4 | | 40 | 12:20 | 26° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 5 | | 40 | 12:23 | 26° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 6 | | 42 | 12:27 | 26° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 7 | | 42 | 12:32 | 27° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 8 | | 42 | 12:33 | 27° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 9 | | 40 | 12:36 | 27° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 10 | | 44 | 12:39 | 27° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 11 | | 44 | 12:42 | 27° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 12 | | 38 | 12:48 | 27° | c/lluvia débil | 11-23km/h |
| 13 | | 38 | 13:05 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 14 | | 43 | 13:13 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 15 | | 43 | 01:15 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 16 | | 48 | 01:18 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 17 | | 48 | 01:21 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 18 | | 42 | 01:23 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 19 | | 48 | 01:27 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 20 | | 48 | 01:29 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 21 | | 48 | 01:31 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 22 | | 43 | 01:33 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 23 | | 43 | 01:36 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 24 | | 43 | 01:45 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 25 | | 44 | 01:47 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 26 | | 49 | 01:49 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 27 | | 49 | 01:51 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 28 | | 45 | 01:55 | 27° | nublado | 11-23km/h |

## COORDENADAS DE EVALUACIÓN EN CAMPO

| Puntos | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | M.S.N.M. | Hora | Temperatura | Clima | Velocidad del viento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | [redacted] | 45 | 02:01 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 30 | | 45 | 02:05 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 31 | | 49 | 02:07 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 32 | | 49 | 02:11 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 33 | | 49 | 02:13 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 34 | | 44 | 02:15 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 35 | | 44 | 02:25 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 36 | | 43 | 02:25 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 37 | | 47 | 02:36 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 38 | | 47 | 02:40 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 39 | | 49 | 02:42 | 27° | nublado | 11-23km/h |
| 40 | | 43 | 02:58 | 28° | despejado | 11-23km/h |
| 41 | | 47 | 03:21 | 28° | despejado | 11-23km/h |
| 42 | | 46 | 11:35 | 27° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 43 | | 47 | 11:39 | 27° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 44 | | 44 | 11:44 | 28° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 45 | | 45 | 11:51 | 28° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 46 | | 44 | 11:54 | 28° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 47 | | 43 | 11:58 | 28° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 48 | | 44 | 11:03 | 28° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 49 | | 44 | 11:06 | 28° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 50 | | 45 | 12:11 | 29° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 51 | | 42 | 12:13 | 29° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 52 | | 45 | 12:18 | 29° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 53 | | 46 | 12:21 | 29° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 54 | | 46 | 12:24 | 29° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 55 | | 43 | 12:28 | 29° | parcialmente nublado | 11-23km/h |
| 56 | | 44 | 12:40 | 29° | parcialmente nublado | 11-30km/h |

## COORDENADAS DE EVALUACIÓN EN CAMPO

| Puntos | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | .S.N.M. | Hora | Temperatura | Clima | Velocidad del viento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 57 | [redacted] | 47 | 12:50 | 29° | parcialmente nublado | 11-30km/h |
| 58 | | 46 | 12:53 | 29° | parcialmente nublado | 11-30km/h |
| 59 | | 47 | 12:59 | 29° | parcialmente nublado | 11-30km/h |
| 60 | | 47 | 01:04 | 29° | parcialmente nublado | 11-30km/h |
| 61 | | 48 | 01:14 | 29° | parcialmente nublado | 11-30km/h |
| 62 | | 49 | 01:17 | 29° | parcialmente nublado | 11-30km/h |
| 63 | | 48 | 02:02 | 30° | despejado | 11-30km/h |
| 64 | | 51 | 02:06 | 30° | despejado | 11-30km/h |
| 65 | | 47 | 02:10 | 30° | despejado | 11-25km/h |
| 66 | | 47 | 02:13 | 30° | despejado | 11-25km/h |
| 67 | | 51 | 02:20 | 30° | despejado | 11-25km/h |
| 68 | | 51 | 05:31 | 30° | despejado | 11-25km/h |
| 69 | | 51 | 02:25 | 30° | despejado | 11-25km/h |
| 70 | | 51 | 02:27 | 30° | despejado | 11-25km/h |
| 71 | | 51 | 02:29 | 30° | despejado | 11-29km/h |
| 72 | | 49 | 02:31 | 30° | despejado | 11-29km/h |
| 73 | | 48 | 02:40 | 30° | despejado | 11-29km/h |
| 74 | | 49 | 02:43 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 75 | | 55 | 02:46 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 76 | | 55 | 02:49 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 77 | | 54 | 02:51 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 78 | | 54 | 02:54 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 79 | | 55 | 02:57 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 80 | | 51 | 03:01 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 81 | | 55 | 05:06 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 82 | | 55 | 05:09 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 83 | | 57 | 05:11 | 29° | despejado | 11-29km/h |
| 84 | | 57 | 05:14 | 28° | despejado | 11-29km/h |

| RDENADAS DE EVALUACIÓN EN CAMPO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Puntos** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **M.S.N.M.** | **Hora** | **Temperatura** | **Clima** | **Velocidad del viento** |
| 85 | [redacted] | 55 | 05:15 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 86 | | 48 | 05:20 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 87 | | 54 | 05:24 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 88 | | 48 | 05:33 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 89 | | 60 | 05:40 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 90 | | 54 | 05:42 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 91 | | 60 | 05:45 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 92 | | 60 | 05:45 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 93 | | 63 | 05:54 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 94 | | 66 | 06:01 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 95 | | 59 | 06:05 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 96 | | 59 | 06:07 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 97 | | 59 | 06:08 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 98 | | 59 | 06:09 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 99 | | 53 | 06:10 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 100 | | 59 | 06:11 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 101 | | 59 | 06:15 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 102 | | 59 | 06:17 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 103 | | 59 | 06:18 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 104 | | 60 | 06:19 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 105 | | 58 | 06:20 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 106 | | 60 | 06:21 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 107 | | 60 | 06:23 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 108 | | 58 | 06:23 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 109 | | 58 | 06:24 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 110 | | 59 | 06:25 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 111 | | 58 | 06:25 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 112 | | 60 | 06:26 | 28° | despejado | 11-29km/h |

| COORDENADAS DE EVALUACIÓN EN CAMPO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Puntos | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | M.S.N.M. | Hora | Temperatura | Clima | Velocidad del viento |
| 113 | [redacted] | 58 | 06:27 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 114 | | 60 | 06:29 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 115 | | 59 | 06:30 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 116 | | 59 | 06:31 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 117 | | 60 | 06:33 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 118 | | 48 | 06:34 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 119 | | 50 | 06:33 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 120 | | 58 | 06:34 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 121 | | 60 | 06:38 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 122 | | 58 | 06:40 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 123 | | 60 | 06:42 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 124 | | 57 | 06:44 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 125 | | 55 | 06:45 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 126 | | 57 | 06:45 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 127 | | 57 | 06:45 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 128 | | 57 | 06:47 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 129 | | 57 | 06:48 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 130 | | 57 | 06:48 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 131 | | 57 | 06:48 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 132 | | 57 | 06:49 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 133 | | 57 | 06:49 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 134 | | 57 | 06:49 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 135 | | 57 | 06:49 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 136 | | 57 | 06:50 | 28° | despejado | 11-29km/h |
| 137 | | 59 | 06:51 | 28° | despejado | 11-29km/h |

**Tabla. 10.** Coordenadas de zonas de evaluación de campo.

A continuación, se describe si la vegetación natural presente en el área de influencia del proyecto que puede verse afectada por la obra civil o actividades a realizar en las etapas del proyecto, debido a:

En el lugar se encontró fauna en poca cantidad de especies, debido a que las zonas donde se realizaron los estudios ya se encuentran urbanizadas con deterioro en el hábitat. Se procedió a la colecta de datos y muestra fotográfica para su identificación, para la realización del presente documento, en el cual se emplearon fotografías, anotaciones, videos, etc. Al igual que estos otros métodos de muestreos se basan en el análisis de una determinada área, considerada como representativa de una zona amplia, a la que se extrapolaron los datos para ver que no haya mayor impacto.

**Identificación de los individuos**

Los individuos colectados se identificaron por medio de claves dicotómicas (George M. Diggs, 2006) (Forbes & Allred, 2001), se llevaron a cabo revisiones bibliográficas de identificación de vegetación selvática y tropical, asi mismo como de fauna de la zona. Bases de datos (CONABIO, 2021), así como también se consultaron colecciones biológicas de la Universidad Autónoma De México en línea y Guías de campo como la flora del Estado de Veracruz del INECOL

A continuación se muestra la descripción taxonómica de la comunidad florística que se identificó en los municipios de Manlio Fabio Altamirano, municipio de Veracruz y en la localidad de Mata Lomas. El siguiente listado de vegetación, fue obtenido de fuentes bibliográficas oficiales como CONABIO, tomando como referencia la delimitación del Sistema Ambiental Regional para la obtención de la información caracterización de maleza que se encuentra a costados donde incidirá el proyecto, sin embargo no tendrá afectación.

| FAUNA PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTUDIO SAR | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **N** | **Nombre común** | **Orden** | **Familia** | **Genero** | **Especie** | **NOM 059** |
| 1 | **Arrocillo** | Poales | Poaceae | *Echinochloa* | *colonum* | ***x*** |
| 3 | **Panicum** | Poales | Poaceae | *Dichanthelium* | *sabulorum* | ***x*** |
| 5 | **Malvaviscus** | *Malvales* | *Malvaceae* | *Malvaviscus* | *arboreus* | **x** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | **Nopal** | *Caryophyllales* | *Cactaceae* | *Opuntia* | *ficus-indica* | ***x*** |
| 7 | **Enredadera de bosque** | *Caryophyllales* | *Polygonaceae* | *Fallopia* | *dumetorum* | ***x*** |
| 8 | **Hierba de elefante** | Poales | Poaceae | *Pennisetum* | *purpureum* | ***x*** |

**Tabla. 11.** Flora presente en el área de estudio SAR

Es importante mencionar, que debido a que el proyecto quedará instalado a lo largo de predios destinados a las actividades industriales, agrícolas y urbanización, no se causará impactos negativos a la vegetación natural que conforma el ecosistema, ya que el terreno propuesto para las ampliaciones no sustenta vegetación natural, la superficie del predio del proyecto del sistema de distribución del gas natural en la zona geográfica en el municipio Manlio Fabio Altamirano y municipio de Veracruz, mantiene en la actualidad un uso agrícola similar a las condiciones en que se encuentran muchos de los terrenos de la zona, consistentes en áreas que se encuentran destinadas para el aprovechamiento sustentable del suelo.

Así mismo en caso de que durante la construcción del proyecto del sistema de distribución se encontrase vegetación natural presente en el área de influencia del proyecto que pudiese verse afectada por las actividades desarrolladas durante el proyecto GNN aplicará los estándares correspondientes tales como:

**Ocupación del suelo por la construcción de las obras principales y adicionales.**

La vegetación existente en el derecho de vía donde quedará instalado el sistema para la distribución está conformada principalmente por áreas agrícolas e industriales.

**Aumento de la presencia humana derivada de la mayor accesibilidad al sitio donde se establecerá el proyecto.**

El aumento de la presencia humana en el derecho de vía donde quedará instalado el sistema de distribución solo se presentará durante la obra civil del mismo, ya que, al término de ésta, y debido a la naturaleza del proyecto, la presencia humana será únicamente a lo existente actual.

**Incremento del riesgo de incendios.**

Debido a que el proyecto consiste en la instalación de infraestructura para el proyecto de la distribución de Gas Natural, y debido a que ésta sustancia es altamente inflamable, el riesgo de incendio en la zona donde quedará instalado el sistema de distribución es alto, es por ello que en el análisis de riesgo del sector hidrocarburos del presente proyecto se realizaron simulaciones de fuga de Gas Natural, con la finalidad de determinar los radios de afectación y las causas que éste provocaría en el ecosistema y población existente.

**Efectos que se puedan registrar sobre la vegetación por los compuestos y sustancias utilizadas durante la construcción y durante el mantenimiento de las obras y los contaminantes atmosféricos.**

Durante la obra civil del proyecto no se utilizarán sustancias químicas para la construcción e instalación del sistema en la distribución en el área de proyecto, ya que los mantenimientos a realizar en la maquinaria y vehículos automotores, serán ejecutados fuera del área de influencia del proyecto, en un área que cuente con las características de diseño y construcción para evitar la contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos, tales como: solventes y aceite gastado, así como estopas contaminadas con grasas y aceites.

Las actividades del proyecto del Sistema de distribución de gas natural en la zona geográfica en el Municipio Manlio Fabio Altamirano y Veracruz no se consideran afectación a la flora, el proyecto se construirá en sector industrial, corredor urbano y núcleos parcelarios, área se encuentra impactada.

Gracias a esta recopilación de información se constató que las especies identificadas no tendrán afectación en la construcción del gasoducto, por lo que *no se influirá en el desmonte, ya que son zonas con fuerte impacto antropogénico. La flora descrita en dicho estudio no se encuentran con alguna protección en la NOM 059, 2010 de la SEMARNAT y en la REDLIST de la IUCN.*

**B. FAUNA.**

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

La fauna que se localiza en el municipio de Manlio Fabio Altamirano y la localidad de Mata Loma, Veracruz al igual que la cubierta vegetal, también se ha impactado fuertemente, al grado tal que, solamente se reportan aquellas especies que han soportado la fuerte presión ejercida sobre ellas, siendo los pequeños mamíferos como el zopilote aura (Cathartes aura), Perro doméstico (*Canis lupus familiaris*). En el caso de aves, se reportan: paloma alas blancas (*Zenaida asiática*), Paloma huilota (*Zenaida macroura*).

*No se detectó presencia de fauna silvestre en listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental de Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres o por la Norma Internacional Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, debido a que se ha alterado el sistema ambiental original, causado en gran medida a la fuerte presión que el hombre ha ejercido con el desarrollo de sus actividades. Tampoco existen especies de interés científico, cinegético y comercial.*

La metodología que se utilizó para el estudio faunístico fue de muestreo indirecto y de avistamiento para tomar fotografías.

| FAUNA DE LA ZONA DEL PROYECTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Género** | **Especie** | **Nombre común** | **E** |
| **Aves** | | | | |
| Columbidae | *Zenaida* | *Zenaida asiatica* | Paloma Alas Blancas | NA |
| Columbidae | *Zenaida* | *macroura* | Paloma huilota | NA |
| Cathartidae | *Cathartes* | *aura* | Zopilote aura | NA |
| Columbidae | *Columbina* | *Columbina inca* | Tortolita Cola Larga | NA |
| Icteridae | *afQuiscalus* | Quiscalus *mexicanus* | Zanate común | NA |
| Icteridae | *Dives* | *Dives dives* | Tordo Cantor | NA |
| Parulidae | *Cardellina* | *Cardellina canadensis* | Chipe de Collar | NA |

| FAUNA DE LA ZONA DEL PROYECTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Género** | **Especie** | **Nombre común** | **E** |
| Parulidae | *petechia* | *Setophaga petechia* | Chipe Amarillo | NA |
| | *Gallus* | *Gallus domesticus* | Gallina Común | NA |
| **Reptiles** | | | | |
| Pynosomatidae | *Sceloporus* | *Sceloporus variabilis* | Lagartija Espinosa Vientre Rosado | NA |
| Gekkonidae | *Hemidactylus* | *Hemidactylus frenatus* | Besucona Asiática | NA |
| Columbridae | *Lampropeltis* | *Lampropeltis abnorma* | Falsa Coralillo Real Centroamericana | NA |
| **Mamíferos** | | | | |
| Canidae | *Canis* | *Canis lupus familiaris* | Perro doméstico | NA |
| Equidae | *Equus* | *E. africanus* | Burro | NA |
| Felidae | *Felis* | *Felis silvestris catus* | Gato Domestico | NA |

**Tabla. 12.** Fauna que se puede localizar dentro de la zona del proyecto.

Las cuales especies que se encuentran a lo largo de los municipios de Veracruz y de Manlio Fabio Altamirano, sin embargo en la visita a campo no se apreció fauna en el lugar donde se construirá el gasoducto.

Es importante mencionar que, las actividades del proyecto del sistema de distribución gas natural en la zona geográfica del municipio Manlio Fabio Altamirano y el municipio de Veracruz no consideran desplazamiento de fauna el proyecto se construirá en sector industrial, corredor urbano y núcleos parcelarios. El área se encuentra impactada.

En el ANEXO 9. Estudio de Flora y Fauna, se visualiza de una manera más detallada la vida silvestre y vegetación que se aprecia en el trayecto del gasoducto.

### III.1.3 ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN.

#### III.1.3.1 COMPONENTES AMBIENTALES.

### A. CUERPOS DE AGUA

Cabe mencionar que, el sistema de distribución de gas natural tiene cruces con cuerpos de agua, tal y como se muestra en las siguientes figuras.

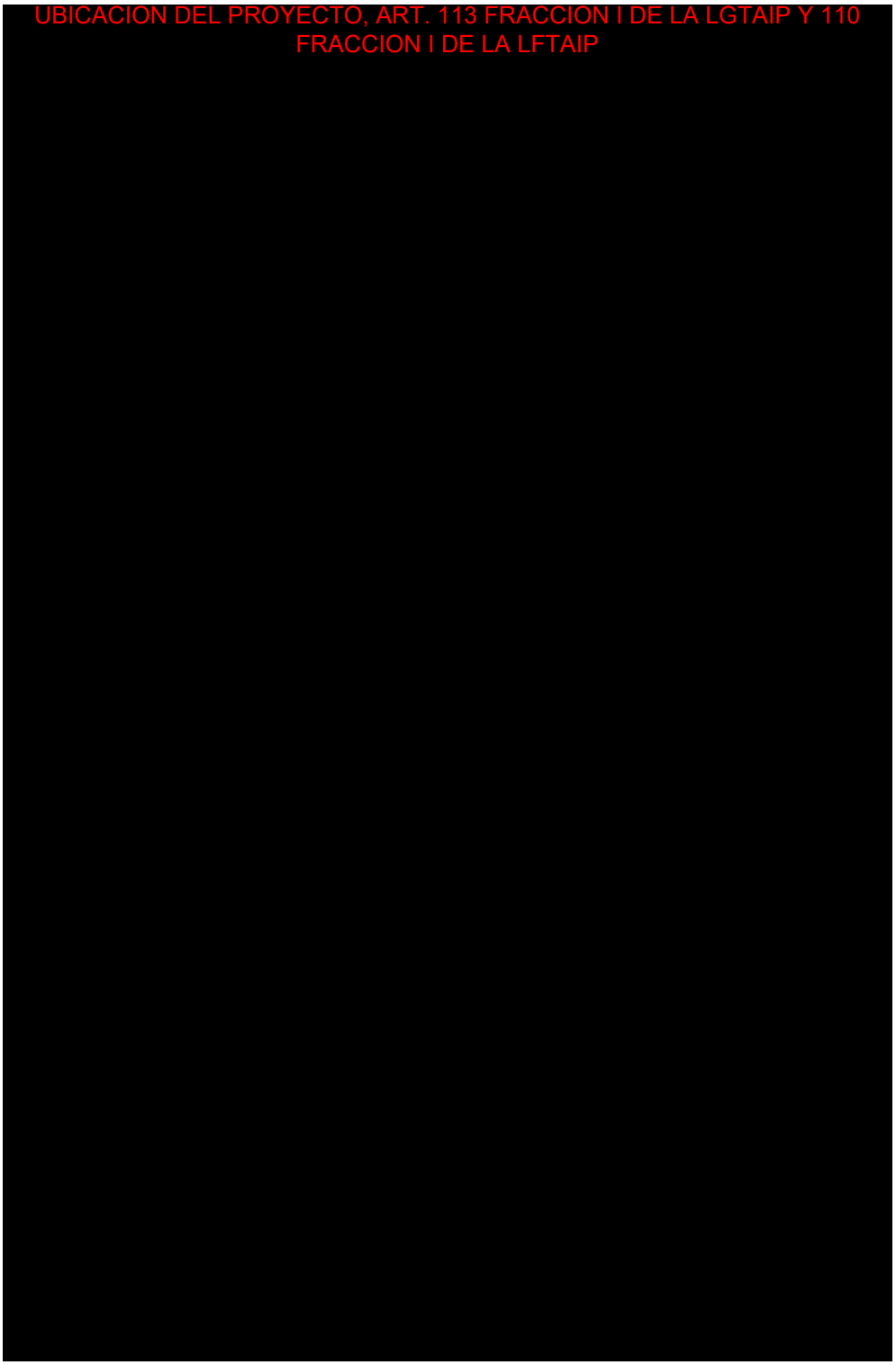



**Figura 46.** Mapa de cruces de cuerpos de agua

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA. ESCURRIMIENTOS DE AGUA | | | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
|---|---|---|---|
| **No.** | **Descripción** | **Cadenamiento** | |
| 1 | UB-CR-CEA-01 | 0+392.37 B | |
| 2 | UB-CR-CEA-02 | 0+873.99 B | |
| 3 | UB-CR-CEA-03 | 4+954.53 B | |
| 4 | UB-CR-CEA-04 | 6+380.41 B | |
| 5 | UB-CR-CEA-05 | 8+604.29 B | |
| 6 | UB-CR-CEA-06 | 9+070.37 B | |
| 7 | UB-CR-CEA-07 | 10+579.16 B | |

**Tabla. 13.** Coordenadas de ubicación de cruces de cuerpos de agua.

De acuerdo al análisis, se define que las actividades del proyecto no causarán afectaciones la hidrología superficial. Cabe mencionar que, con la finalidad de salvaguardar la integridad física de cada uno de los cuerpos de agua, **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** realizará la instalación del sistema de distribución de gas natural mediante la técnica de perforación direccional, la cual es una técnica que permite la instalación de manera subterránea de gasoductos sin causar afectación a la topografía superficial del cuerpo de agua.

## B. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

De acuerdo al Art. 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), administra actualmente 185 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal que representan 90, 958,374 hectáreas y apoya 382 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 623,090.49 hectáreas.

- **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, que establece la delimitación de las áreas naturales protegidas y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan las áreas naturales protegidas Cofre de Perrote o Nahuacatepetil y pico de Orizaba.

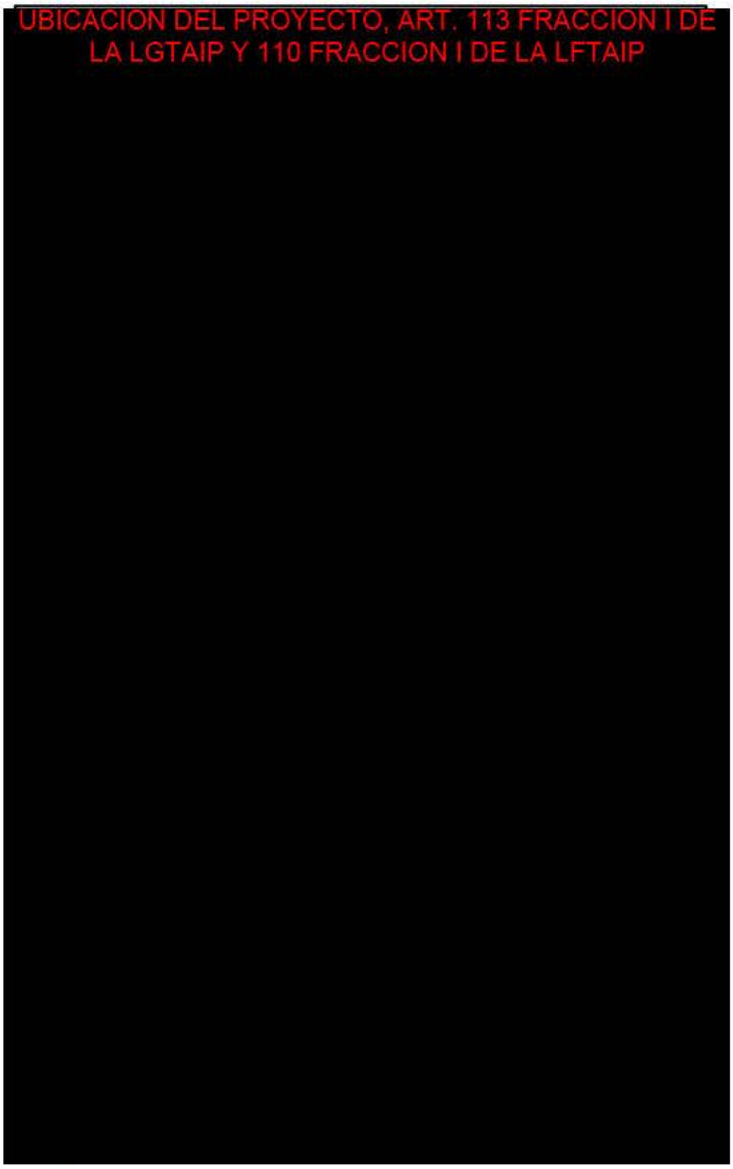



**Figura 47.** Áreas naturales protegidas que inciden en el SAR.

**Área natural protegida Sistema Arrecifal Veracruzano.**

El Área Natural Protegida denominada Sistema Arrecifal Veracruzano, se encuentra fuera del rango del proyecto por lo que no es necesario un programa de manejo y conservación.

| COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO | |
|---|---|
| **DECRETO** | **DESCRIPCIÓN** |
| **Nombre:** | Sistema Arrecifal Veracruzano |
| **Cantidad:** | 107 |
| **Número de decreto:** | 7204 |
| **Categoría de decreto:** | PMN |
| **Categoría de manejo:** | PN |
| **Estados:** | Veracruz |
| **Municipios:** | Frente a la costa de Veracruz, Boca del Río y Alvarado |
| **Región:** | Planicie Costera y Golfo de México |
| **Superficie:** | 65516.47 |
| **Superficie terrestre:** | 12.24 |
| **Superficie Marina:** | 65504.23 |
| **Fecha en que se decretó:** | 24/08/1992 |
| **Fecha de decreto en el diario oficial de la federación:** | 29/11/2012 |
| **pcm1:** | |
| **Sinap:** | SINAP |
| Características | El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se considera único en el Golfo de México por su tamaño, número de especies que alberga y por la resiliencia de sus colonias coralinas. |

**Tabla. 14.** Área Natural Protegida Sistema Arrecifal Veracruzano

**Área natural protegida Cañón del Río Blanco.**

El Área Natural Protegida denominada Cañón del Río Blanco, se encuentra fuera de rango del proyecto por lo que no se tiene un programa de manejo y conservación.

| COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS CAÑÓN DEL RÍO BLANCO | |
|---|---|
| **DECRETO** | **DESCRIPCIÓN** |
| **Nombre:** | Cañón del Río Blanco |
| **Cantidad:** | 26 |
| **Número de decreto:** | 7201 |
| **Categoría de decreto:** | PN |
| **Categoría de manejo:** | PN |
| **Estados:** | Veracruz y Puebla |
| **Municipios:** | Veracruz: Orizaba, Fortín, Ixtaczoquitlán, Atzacan, Nogales, Camerino Z. Mendoza, Maltrata, Aquila, Río Blanco, Rafael Delgado, Acultzingo, Soledad |
| **Región:** | Planicie Costera y Golfo de México |
| **Superficie:** | 48799.78 |
| **Superficie terrestre:** | 48799.78 |
| **Superficie Marina:** | 0 |
| **Fecha en que se decretó:** | 22/03/1938 |
| **Fecha de decreto en el diario oficial de la federación:** | 22/03/1938 |
| **pcm1:** | -- |
| **Sinap:** | -- |
| Características | El Parque Nacional Cañón del Río Blanco, Veracruz, existen tres principales cuerpos de agua donde se refugian cientos de aves migratorias y residentes. |

**Tabla. 15.** Área Natural Protegida Cañón Del Río Blanco.

**El área natural protegida Los Tuxtlas**.

El Área Natural Protegida denominada Los Tuxtlas, se encuentra fuera de rango del proyecto por lo que no se tiene un programa de manejo y conservación.

| COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS<br>LOS TUXTLAS | |
|---|---|
| **DECRETO** | **DESCRIPCIÓN** |
| **Nombre:** | Los Tuxtlas |
| **Cantidad:** | **137** |
| **Número de decreto:** | **7101** |
| **Categoría de decreto:** | **RB** |
| **Categoría de manejo:** | **RB** |
| **Estados:** | Veracruz |
| **Municipios:** | **Angel R. Cabada, Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco, Mecayapan, Tatahuicapan de Juárez, Soteapan y Pajapan** |
| **Región:** | **Planicie Costera y Golfo de México** |
| **Superficie:** | **155122.47** |
| **Superficie terrestre:** | **155122.47** |
| **Superficie Marina:** | **0** |
| **Fecha en que se decretó:** | **23/11/1998** |
| **Fecha de decreto en el diario oficial de la federación:** | **23/11/1998** |
| **pcm1:** | **27/11/2009** |
| **Sinap:** | **SINAP** |
| Características | Los Tuxtlas, su geografía también está compuesta de vegetación selvática y lagunas, dentro de las que sobresale Carrizal, ya que según las creencias populares tiene aguas curativas. |

*San Andrés Tuxtla, Veracruz de Ignacio de la Llave*

**Tabla. 16.** Área Natural Protegida Los Tuxtlas.

**Área natural protegida Pico de Orizaba.**

El Área Natural Protegida denominada Pico de Orizaba, se encuentra fuera de rango del proyecto por lo que no se tiene un programa de manejo y conservación.

| COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS<br>PICO DE ORIZABA | |
|---|---|
| **DECRETO** | **DESCRIPCIÓN** |
| **Nombre:** | Pico de Orizaba |
| **Cantidad:** | **15** |
| **Número de decreto:** | **7203** |
| **Categoría de decreto:** | **PN** |
| **Categoría de manejo:** | **PN** |
| **Estados:** | **Veracruz y Puebla** |
| **Municipios:** | **Veracruz: Calcahualco y La Perla; Puebla: Tlachichuca, Chalchicomula de Sesma y Atzitzintla** |
| **Región:** | **Planicie Costera y Golfo de México** |
| **Superficie:** | **19750.01** |
| **Superficie terrestre:** | **19750.01** |
| **Superficie Marina:** | **0** |
| **Fecha en que se decretó:** | **04/01/1937** |
| **Fecha de decreto en el diario oficial de la federación:** | **1937-01-04\|** |
| **pcm1:** | **09/07/2015** |
| **Sinap:** | **--** |
| Características | El Pico de Orizaba se encuentra en la zona centro-sur del país, entre los límites territoriales de los estados de Puebla y Veracruz y forma parte de dos sistemas montañosos, el que atraviesa el Este del país, la Sierra Madre Oriental, y el de la Cordillera Neovolcánica. |

**Tabla. 17.** Área Natural Protegida Pico De Orizaba

**Área Natural Protegida Tehuacán-Cuicatlán,**

El Área Natural Protegida denominada Tehuacán-Cuicatlán, se encuentra fuera de rango del proyecto por lo que no se tiene un programa de manejo y conservación.

| COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TEHUACÁN-CUICATLÁN | |
|---|---|
| **DECRETO** | **DESCRIPCIÓN** |
| **Nombre:** | Tehuacán-Cuicatlán |
| **Cantidad:** | **134** |
| **Número de decreto:** | **6105** |
| **Categoría de decreto:** | **RB** |
| **Categoría de manejo:** | **RB** |
| **Estados:** | **Puebla y Oaxaca** |
| **Municipios:** | **Abarca 18 municipios de Puebla y 32 de Oaxaca** |
| **Región:** | **Centro y Eje Neovolcánico** |
| **Superficie:** | **490186.88** |
| **Superficie terrestre:** | **490186.88** |
| **Superficie Marina:** | **0** |
| **Fecha en que se decretó:** | **18/09/1998** |
| **Fecha de decreto en el diario oficial de la federación:** | **18/09/1998** |
| **pcm1:** | **08/06/2012** |
| **Sinap:** | **SINAP** |
| Características | Esta Reserva es un espacio enigmático en el que converge la riqueza biológica, geológica, cultural e histórica; es el lugar ideal para observar el vuelo y escuchar el canto de las guacamayas verdes y observar los bosques de cactáceas columnares únicas en el mundo. |

**Tabla. 18.** Área Natural Protegida Tehuacán – Cuicatlán.

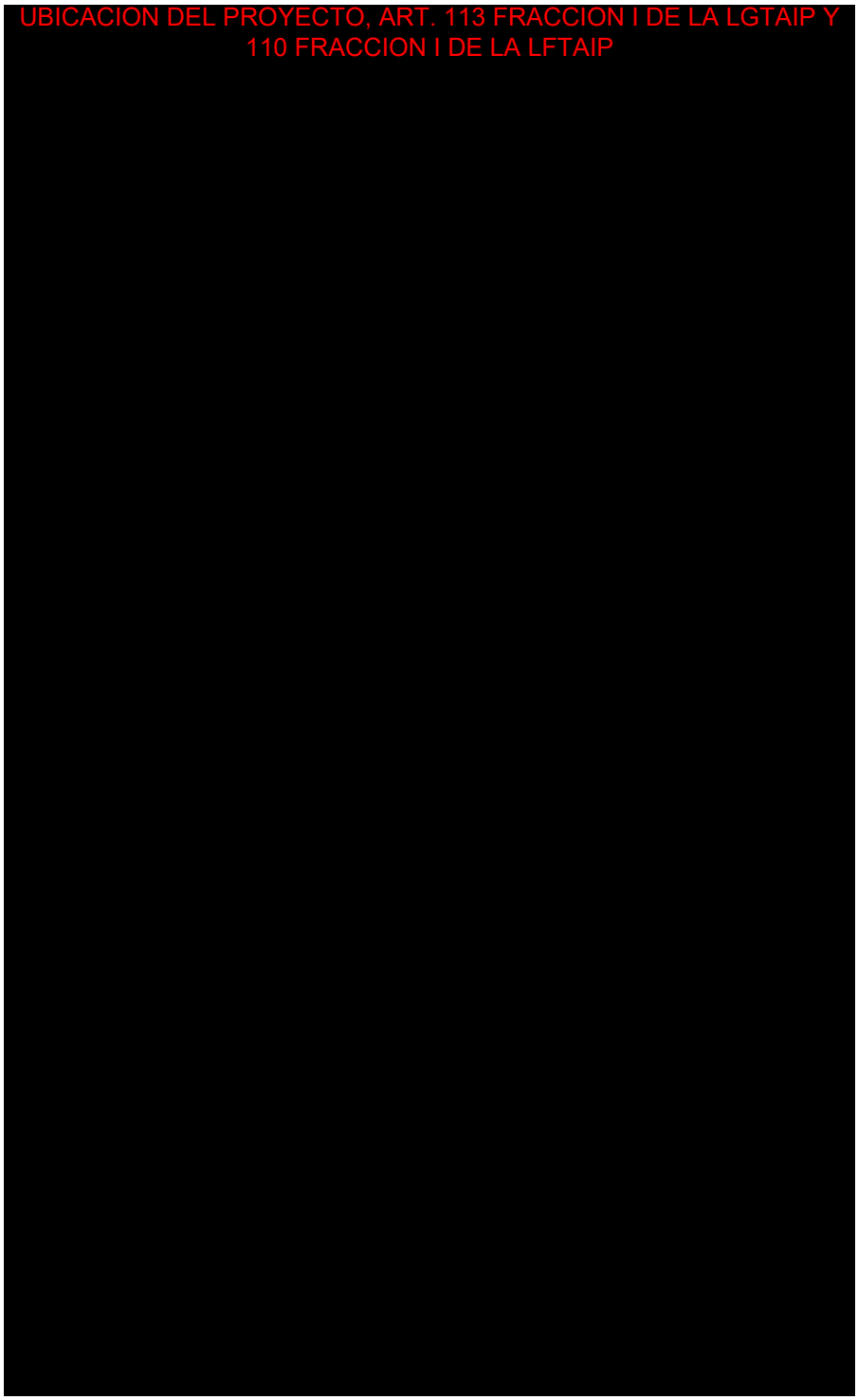



**Figura 48.** Mapa de áreas naturales protegidas 1 del AIP

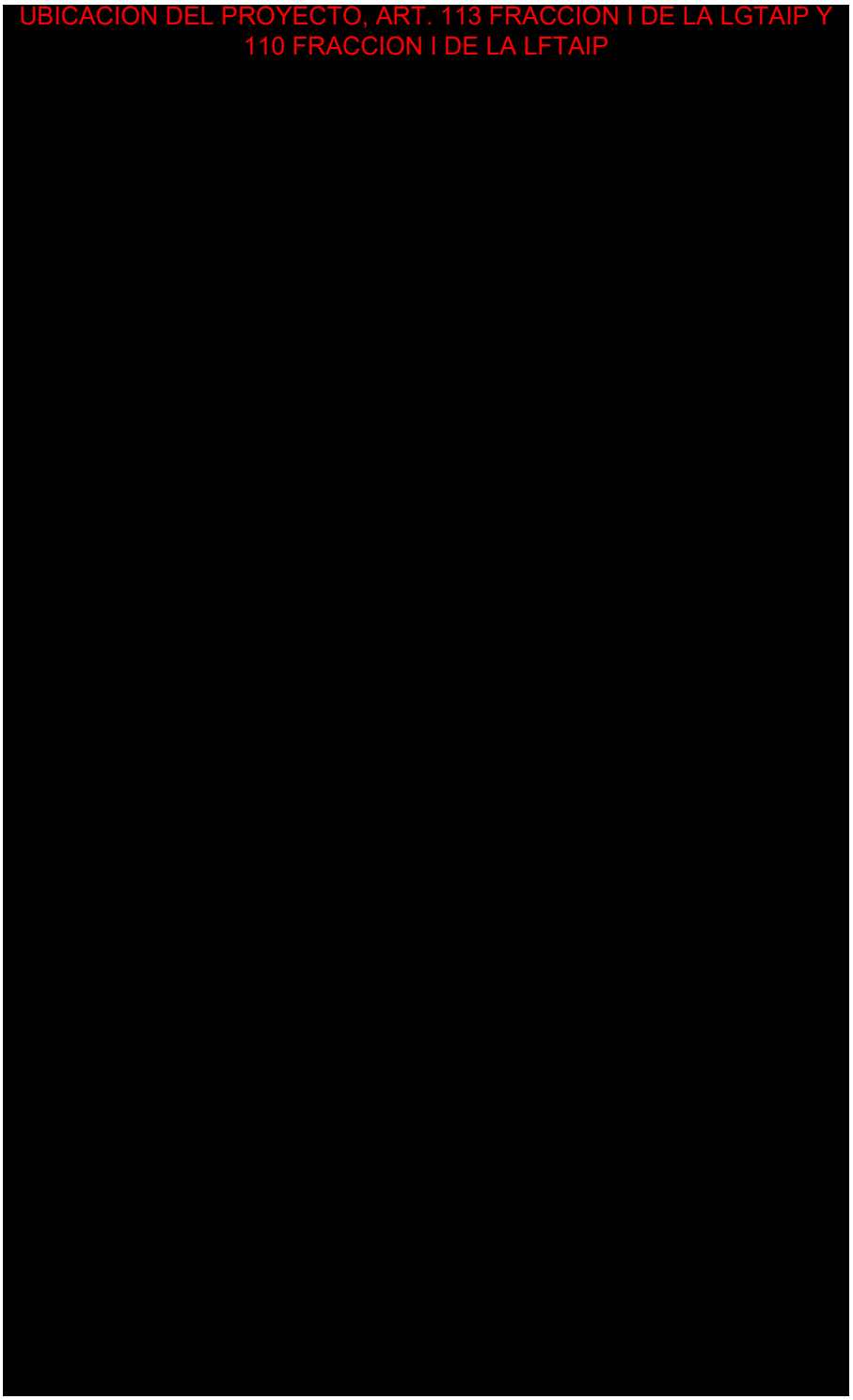



**Figura 49.** Mapa de Áreas Naturales Protegidas 2 del AIP.

Como se muestra en los mapas anteriores la ubicación de proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida (ANP) de carácter estatal o federal. Por lo cual, no se considera la vinculación con estas áreas naturales, considerando que en este aspecto el proyecto no se contrapone con estos instrumentos de regulación y es factible su realización. Por lo cual tampoco está contemplada la vinculación con estas regiones, ni se contrapone con sus preceptos y disposiciones siendo factible el proyecto de distribución de gas natural.

## C. ÁREA PRIORITARIA DE CONSERVACIÓN

Las **áreas de atención prioritaria** de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos.

**REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTPS).**

El proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tiene como objetivo principal, la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa, donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. El proyecto de RTP, fue creado debido a la acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas, por lo que se requiere con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de las regiones terrestres prioritarias, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan los RTPS: Dunas costeras del centro de Veracruz, Encinares tropicales de la planicie costera Veracruzana, Humedales del Papaloapan. Pico de Orizaba Cofre de Perote, Sierras del norte de Oaxaca- Mixe y Valle de Tehuacán Cuicatlan, así mismo en el siguiente mapa se aprecia la localización de estas regiones:

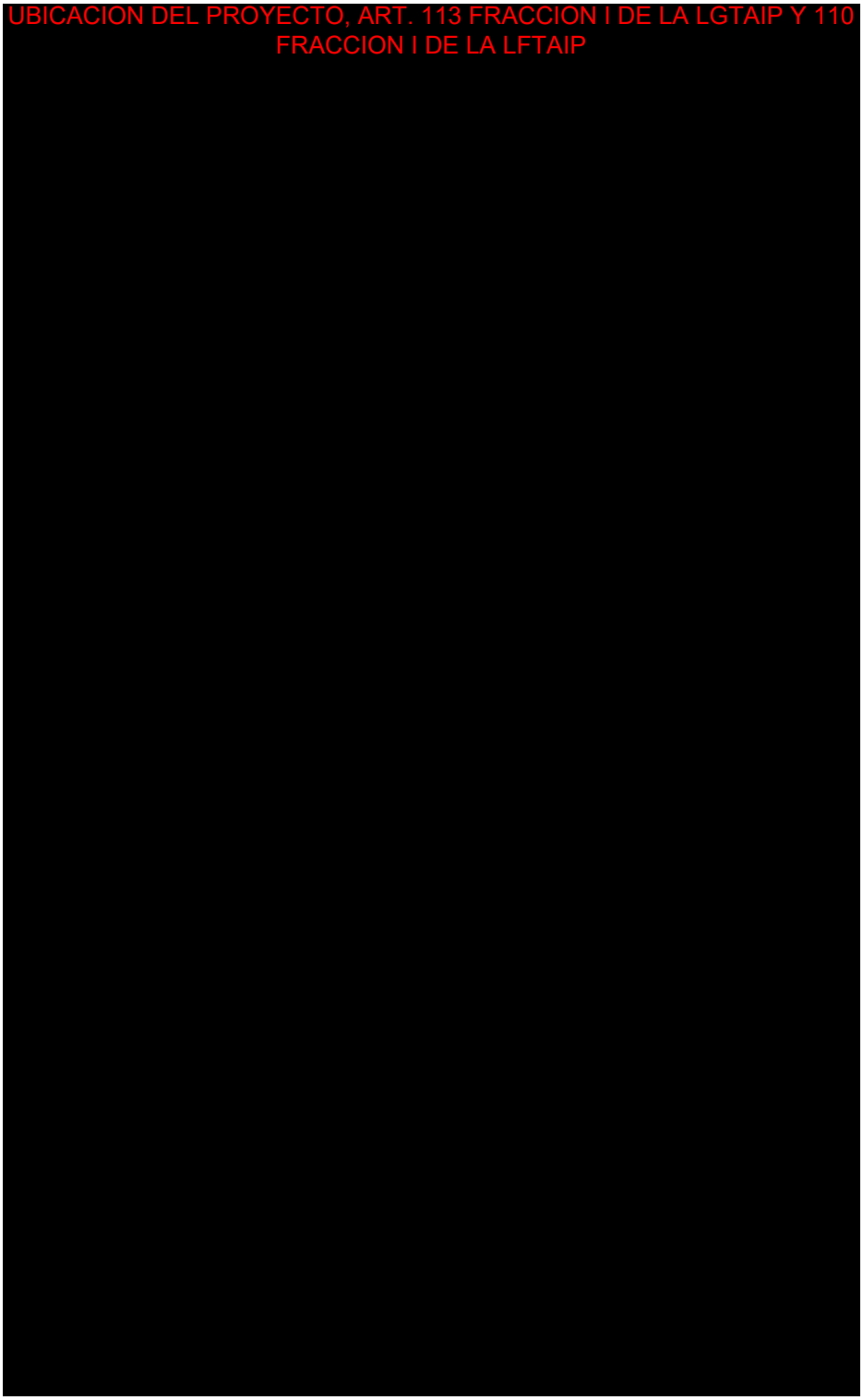



**Figura 50.** Regiones terrestres prioritarias (RTPS) que inciden en el SAR.

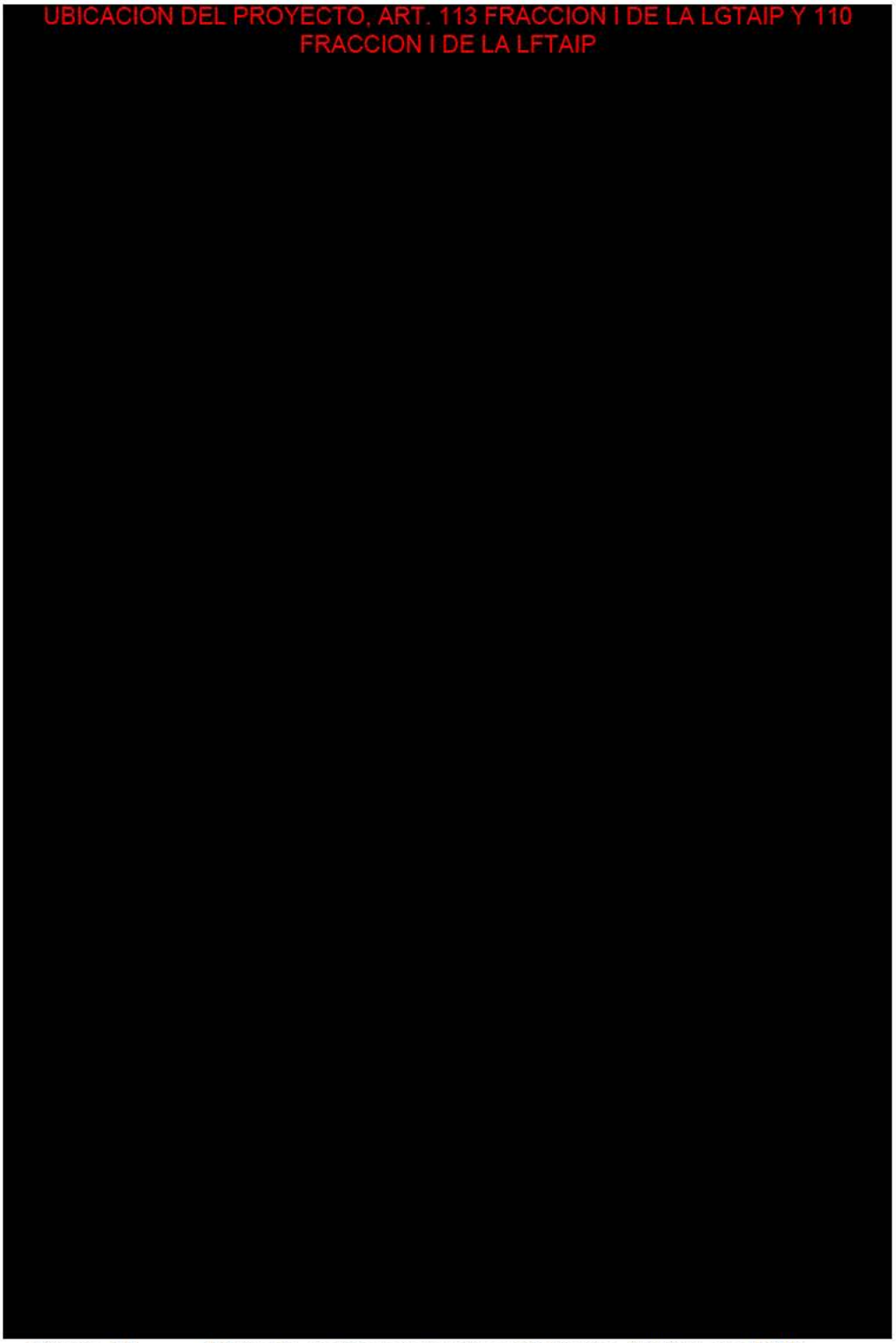



**Figura 51.** Mapa de regiones terrestres prioritarias (RTPS) en el AIP

Una vez analizado lo anteriormente descrito y en base al área de influencia donde se observa la ubicación del proyecto de Sistema de Distribución de Gas Natural Altamirano podemos ver que el proyecto no incide en ningún Área Natural Protegida

**REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHPS).**

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en el mes de Mayo de 1998, inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)*, 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 sostenible. Este programa forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional del conocimiento y conservación de la biodiversidad en México.

Dentro de dicho programa, se identificó que las aguas superficiales del Estado de Veracruz están distribuidas en cinco regiones hidrológicas: RH18 Balsas, RH26 Pánuco, RH27 Tuxpan-Nautla, RH28 Papaloapan y RH29 Coatzacoalcos, las cuales cuentan con riquezas biológicas de importancia pesquera y de conservación. (INEGI, REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS); sin embargo, es importante mencionar que el proyecto ni incide en ninguna de estas regiones hidrológicas.

Así mismo se hace mención sobre las zonas prioritarias para la conservación ya que uno de los puntos importantes es la de preservar las áreas lo mejor posible, y mitigar el impacto, aunque dicha ruta ya tenga impacto antropogénico, esta no incide en alguna región hidrológica o cuerpo de agua que sea de importancia ecológica, ya que previamente se hicieron recorridos acompañados con personal de CONAGUA para constatar y asegurar que la construcción no tenía lugar en alguna de ellas.

De acuerdo con lo establecido por Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que establece la delimitación Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPS), y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan los siguientes Regiones como lo son: Cuenca Oriental y Rio la Antigüita.

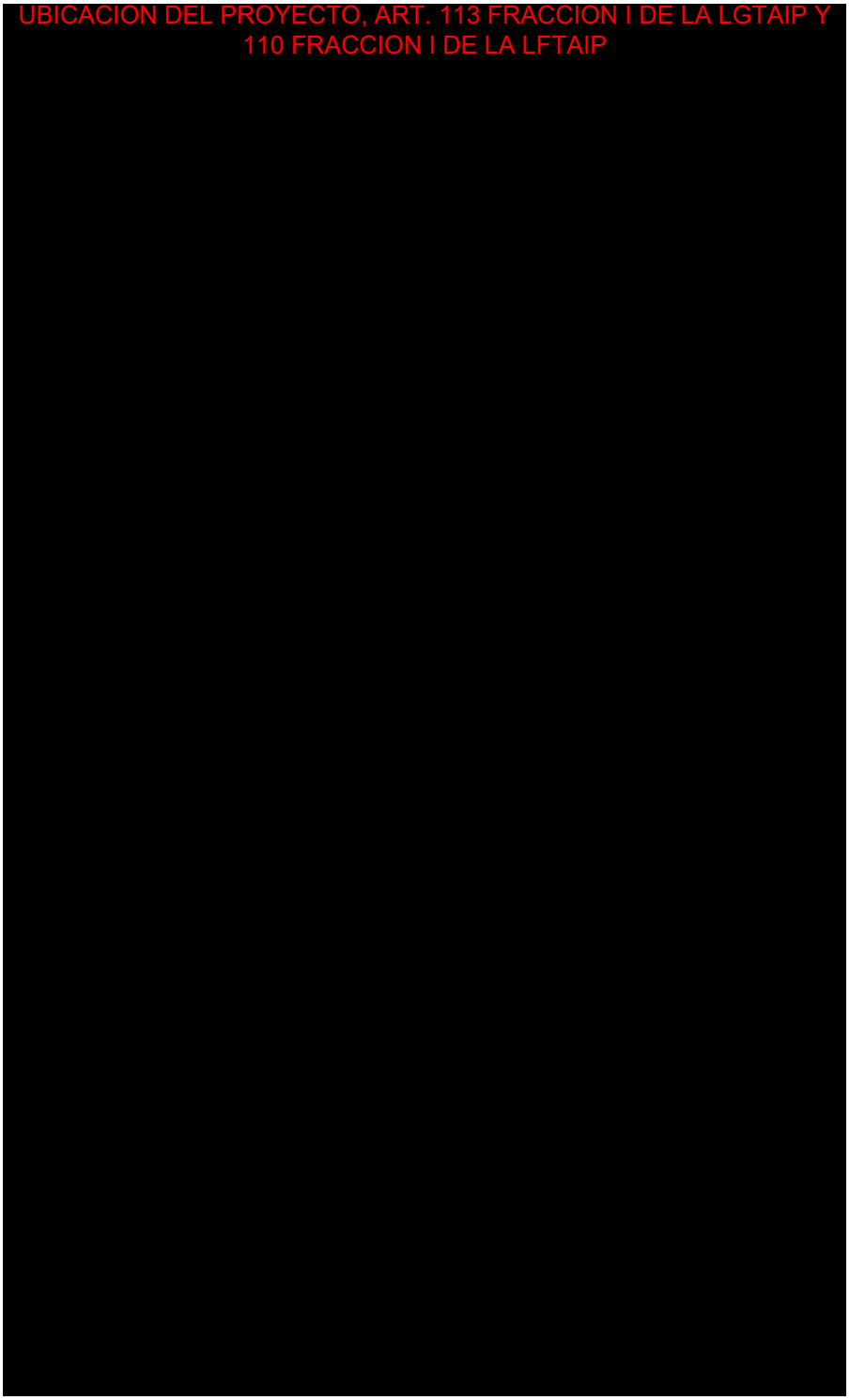



**Figura 52.** Regiones hidrológicas prioritarias (RHPS) que inciden en el SAR.

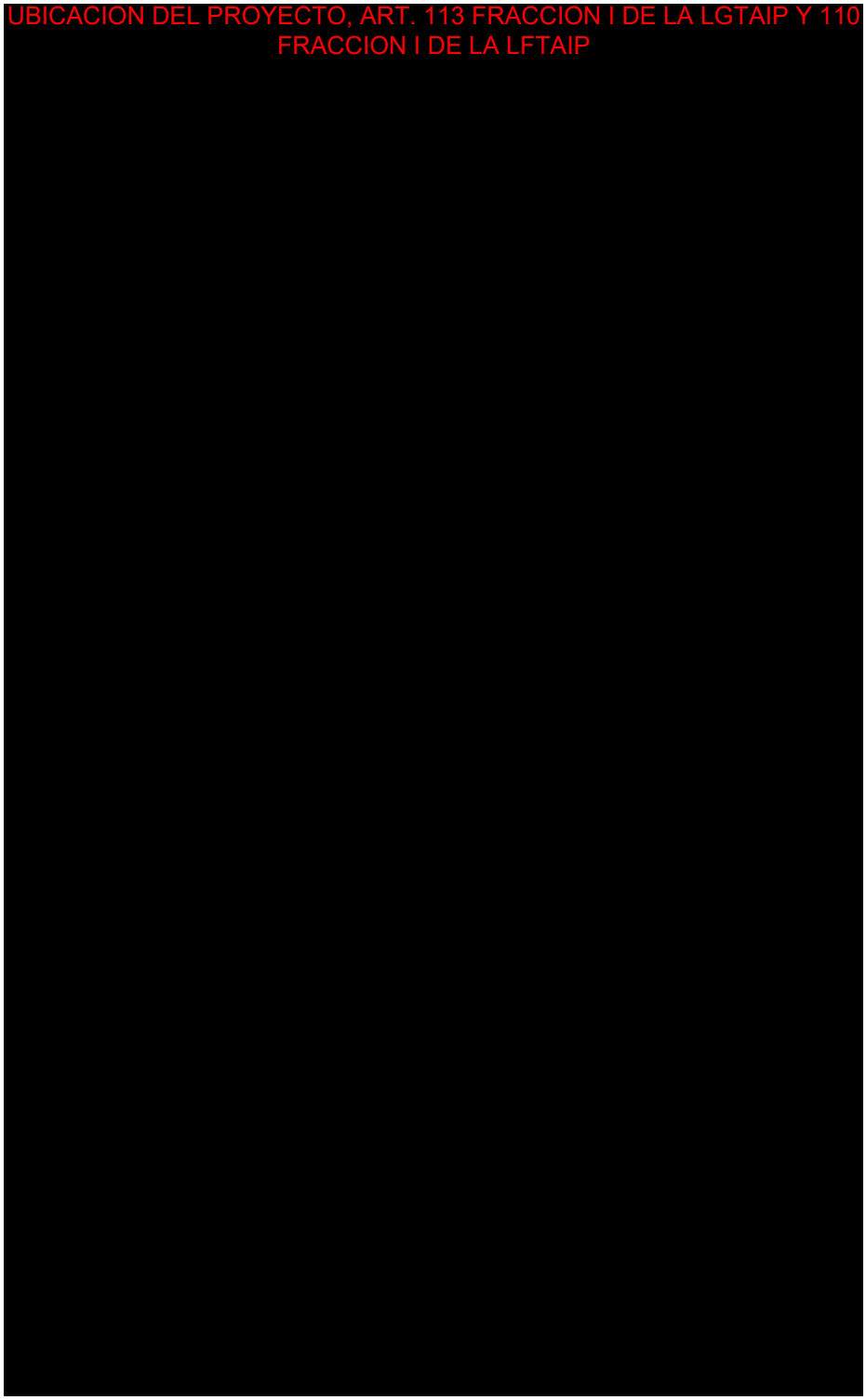



**Figura 53.** Mapa de regiones hidrológicas prioritarias (RHPS) que inciden en el AIP.

Una vez analizado lo anteriormente descrito y en base al área de influencia donde se observa la ubicación del proyecto de Sistema de Distribución de Gas Natural Altamirano podemos ver que el proyecto no incide en ninguna Región Hidrológica Prioritaria,

**ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE AVES (AICAS).**

AICA Es una distinción internacional que hace referencia a un 'Área Importante para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad'. Su sigla en inglés es IBA. El Programa AICA es una iniciativa a escala global que se centra en la identificación, documentación y gestión de una red global de sitios críticos para la conservación de las aves y la biodiversidad, considerados "hotspots" irremplazables y potencialmente vulnerables. En el mundo las AICA se identifican atendiendo criterios técnicos que consideran la presencia de especies de aves que son prioritarias para la conservación.

El listado completo de AICAS abarca un total 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union). Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (306 de 339 especies) y al 100% de las especies indicadas en el libro de Collar et al. (1994, Birds to Watch 2). De las 95 especies endémicas de México (Arizmendi y Ornelas en prep.) todas están registradas en al menos un área.

El estado de Veracruz cuenta con 878 especies de aves distribuidas en 2 AICAS pertenecientes a 2 ANP (Áreas Naturales Protegidas).

Las IBAs - AICA se identifican con una serie de criterios internacionales previamente acordados, aplicados de manera estándar en todo el mundo. Dichos criterios son:

- Especies globalmente amenazadas (criterio A1)
- Especies de distribución restringida (criterio A2)
- Conjunto de especies restringidas a biomas (criterio A3)
- Congregaciones de especies (criterio A4)

En la actualidad, estos criterios se están homologando con los criterios estándar de las KBA (Key Biodiversity Areas), como:

- Especies globalmente amenazadas (criterio A1)
- Especies de distribución restringida (criterio B1 y B2)
- Ensamblajes de distribución restringida (criterio B3)

Como se puede observar en las siguientes imágenes, el proyecto se encuentra dentro del Área Importante de Conservación de Aves (AICA) con nombre Centro de Veracruz.

La región del centro de Veracruz está formada por una "extensión" del eje neovolcánico al este del volcán Cofre de Perote, que parte la Planicie costera del Golfo en dos mitades. Con el único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo (exceptuando la parte norte de la Península de Yucatán), la región tiene adicionalmente 18 tipos de vegetación y una variación de pisos altitudinales de 0 a 4400 msnm en una distancia lineal de aprox. 85km.

La determinación de las Áreas Importantes para la Conservación de Aves (AICAS), tiene como propósito crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves, en la que cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye las características bióticas y abióticas, un listado avifaunístico que comprende las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

El listado completo de AICAS abarca un total 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3% del total de especies para México según el American Ornithologist's Union). Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (306 de 339 especies) y al 100% de las especies indicadas en el libro de Collar et al. (1994, Birds to Watch 2). De las 95 especies endémicas de México (Arizmendi y Ornelas en prep.) todas están registradas en al menos un área.

El estado de Veracruz cuenta con 878 especies de aves distribuidas en 2 AICAS pertenecientes a 2 ANP (Áreas Naturales Protegidas).

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de áreas importantes para la conservación de aves (AICAS), y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan las áreas de: Centro de Investigaciones costeras de mancha, Centro de Veracruz, Laguna del Castillo y Río Metlac, como se observa en la siguiente figura:

Es importante mencionar, que si bien, el proyecto se encuentra identificado dentro de esta Área de Importancia para la Conservación de Aves, no representara una amenaza, ya que como se describió en capítulos anteriores el proyecto se trata de la construcción de un gasoducto como sistema de distribución, el cual se desarrolla de manera subterránea, en base a la normatividad aplicable, así mismo se construirá sobre el derecho de vía, zonas parcelarias y zonas urbanas ya impactadas por el crecimiento y desarrollo de la población.

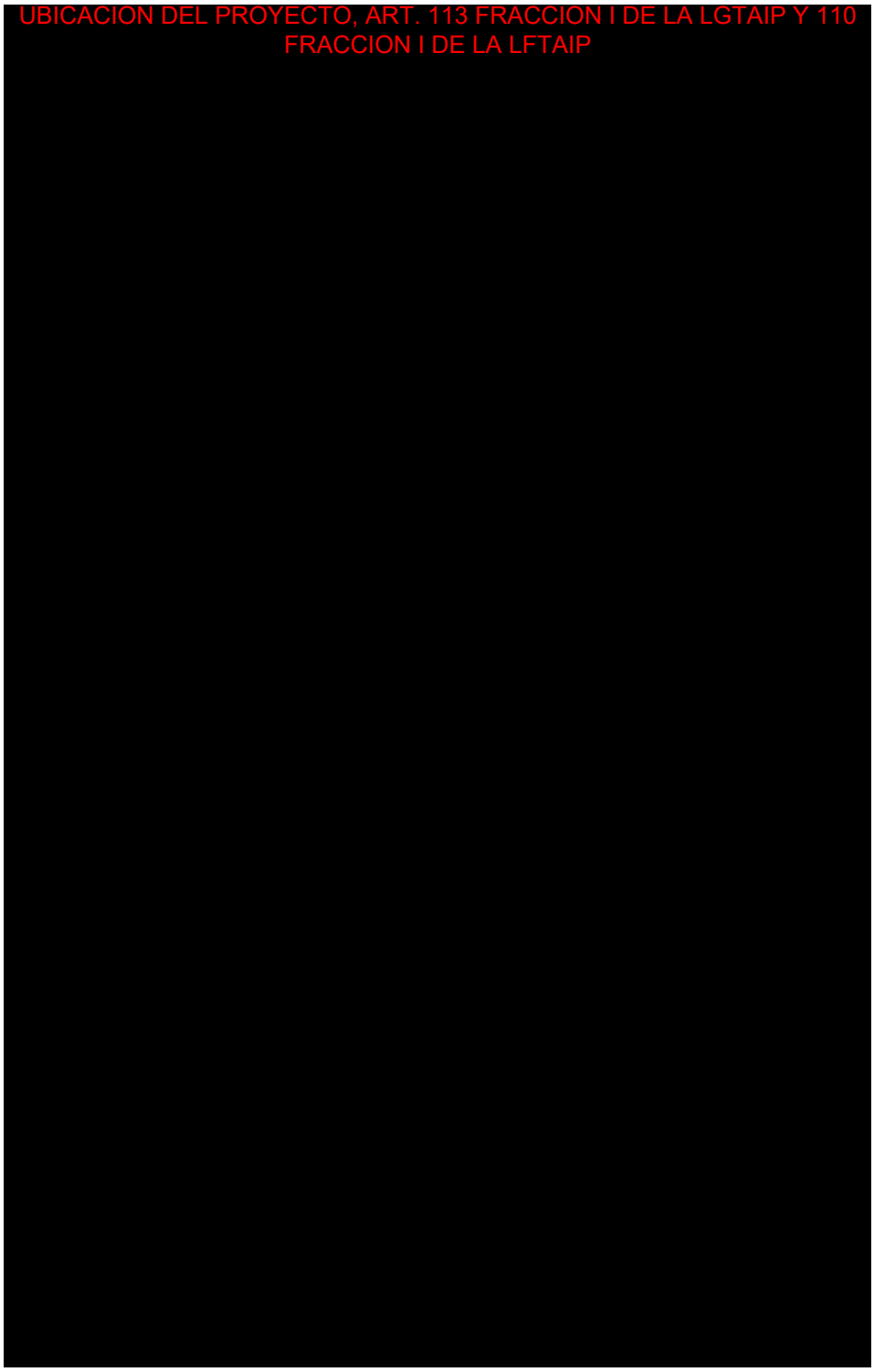



**Figura 54.** Áreas Importantes Para La Conservación de Aves (AICAS) que inciden en el SAR.

**AICA CENTRO DE VERACRUZ**

AICA Es una distinción internacional que hace referencia a un ‘Área Importante para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad’. Su sigla en inglés es IBA. El Programa AICA es una iniciativa a escala global que se centra en la identificación, documentación y gestión de una red global de sitios críticos para la conservación de las aves y la biodiversidad, considerados "hotspots" irremplazables y potencialmente vulnerables. En el mundo las AICA se identifican atendiendo criterios técnicos que consideran la presencia de especies de aves que son prioritarias para la conservación.

Las IBAs - AICA se identifican con una serie de criterios internacionales previamente acordados, aplicados de manera estándar en todo el mundo. Dichos criterios son:

- Especies globalmente amenazadas (criterio A1)
- Especies de distribución restringida (criterio A2)
- Conjunto de especies restringidas a biomas (criterio A3)
- Congregaciones de especies (criterio A4)

En la actualidad, estos criterios se están homologando con los criterios estándar de las KBA (Key Biodiversity Areas), como:

- Especies globalmente amenazadas (criterio A1)
- Especies de distribución restringida (criterio B1 y B2)
- Ensamblajes de distribución restringida (criterio B3)

Como se puede observar en las siguientes imágenes, el proyecto se encuentra dentro del Área Importante de Conservación de Aves (AICA) con nombre Centro de Veracruz.

La región del centro de Veracruz está formada por una "extensión" del eje neovolcánico al este del volcán Cofre de Perote, que parte la Planicie costera del Golfo en dos mitades. Con el único manchón de selvas bajas en la vertiente del Golfo (exceptuando la parte norte de la Península de Yucatán), la región tiene

adicionalmente 18 tipos de vegetación y una variación de pisos altitudinales de 0 a 4400 msnm en una distancia lineal de aprox. 85km.

Es importante mencionar, que si bien, el proyecto se encuentra identificado dentro de esta Área de Importancia para la Conservación de Aves, no representara una amenaza, ya que como se describió en capítulos anteriores el proyecto se trata de la construcción de un gasoducto como sistema de distribución, el cual se desarrolla de manera subterránea, en base a la normatividad aplicable, así mismo se construirá sobre el derecho de vía, zonas parcelarias y zonas urbanas ya impactadas por el crecimiento y desarrollo de la población.

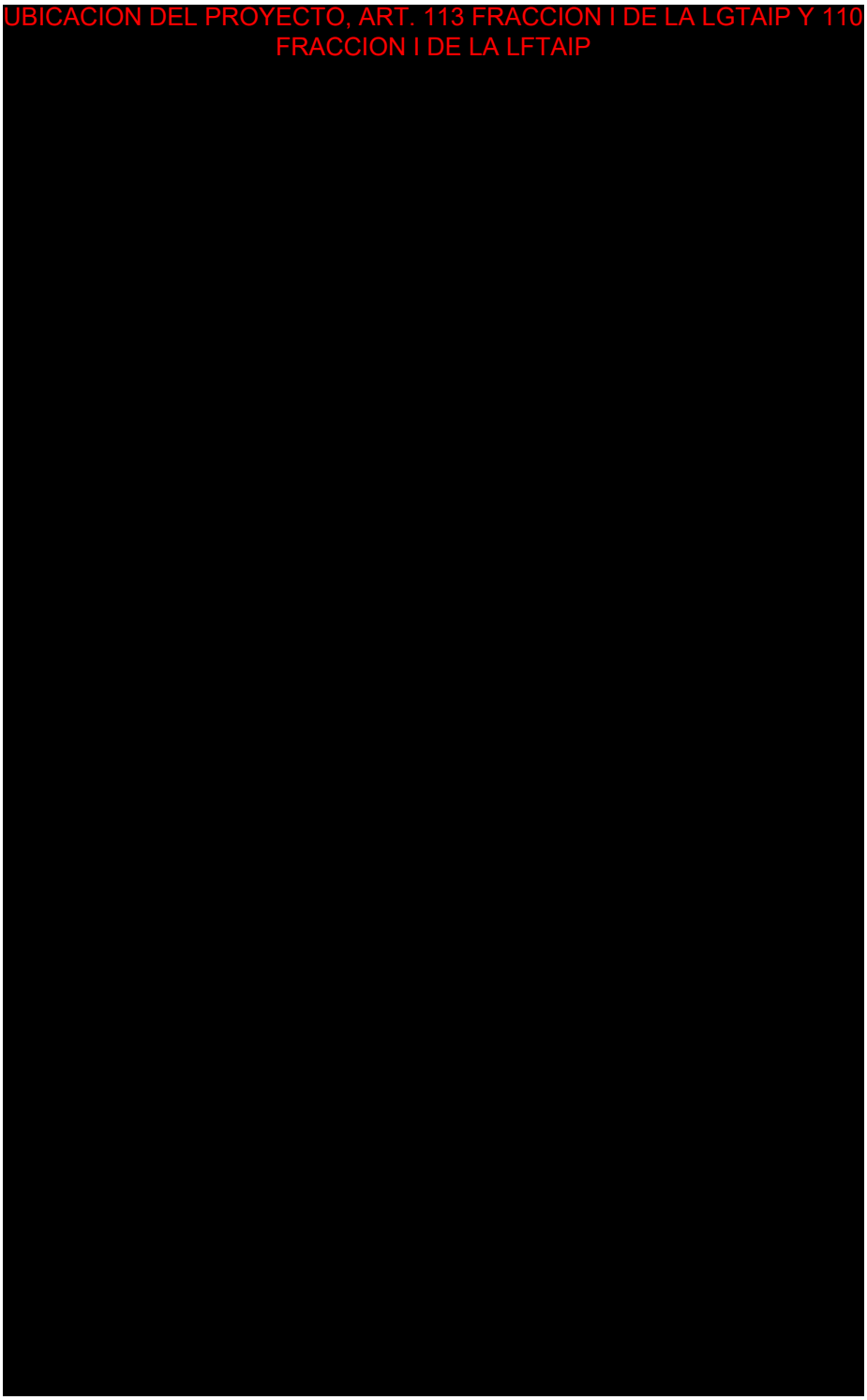



**Figura 55.** Mapa de áreas importantes para la conservación de aves (AICAS) en el AIP.

## D. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

- **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de la hidrología superficial del país, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan algunos Ríos, Lagunas y Lagos.

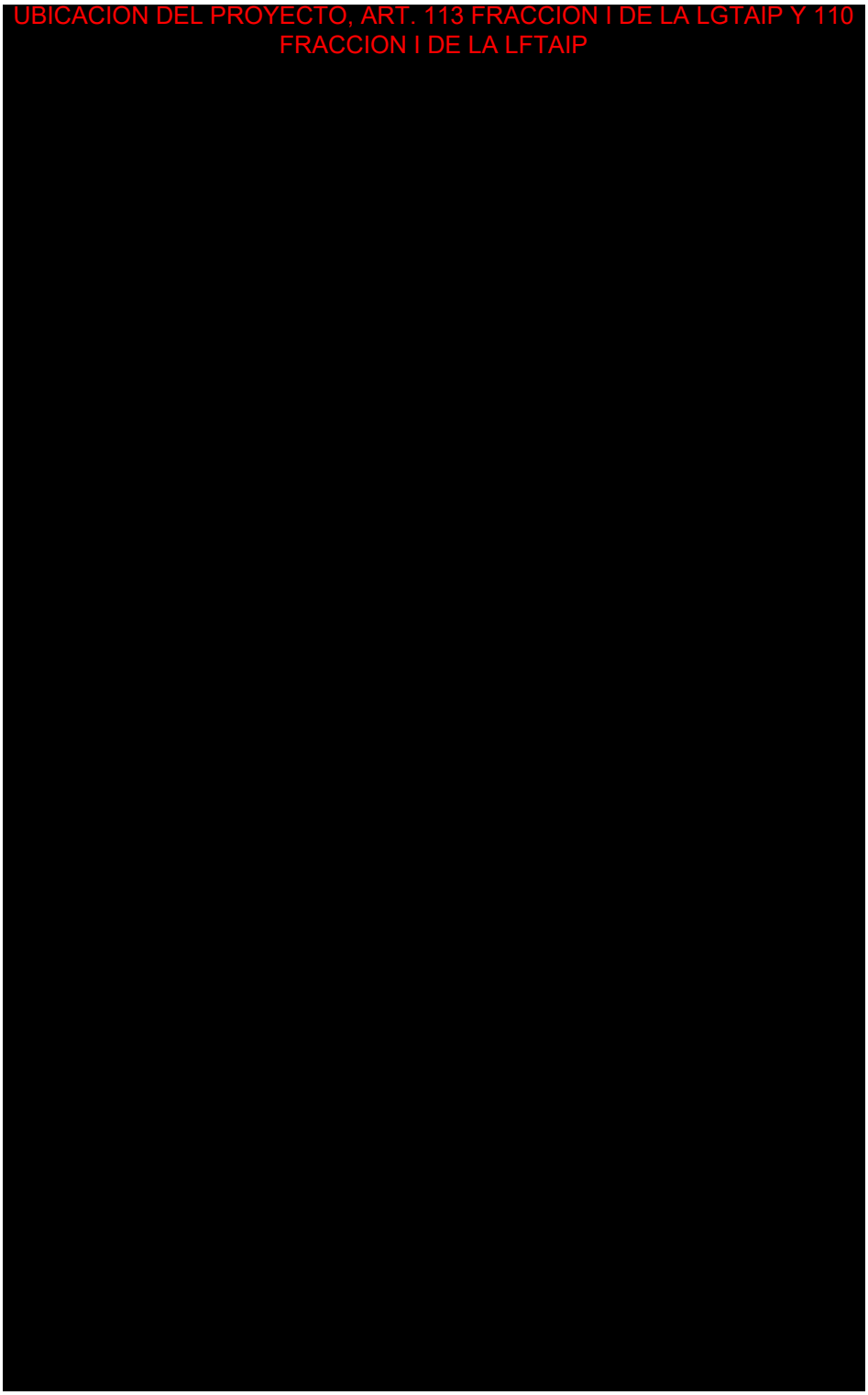



**Figura 56.** Hidrología Superficial existente en el SAR.

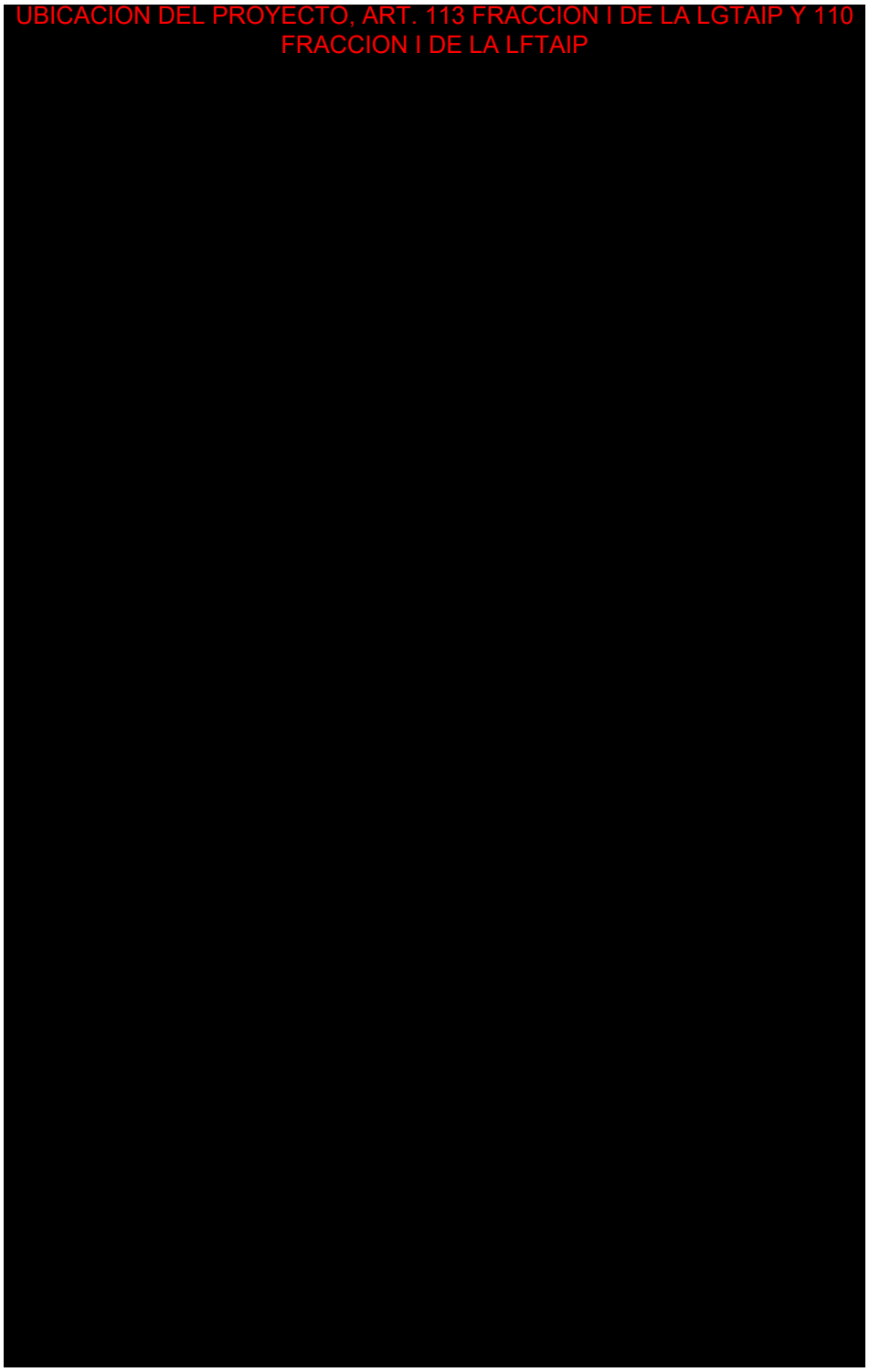



**Figura 57.** Cuencas existentes en el SAR.

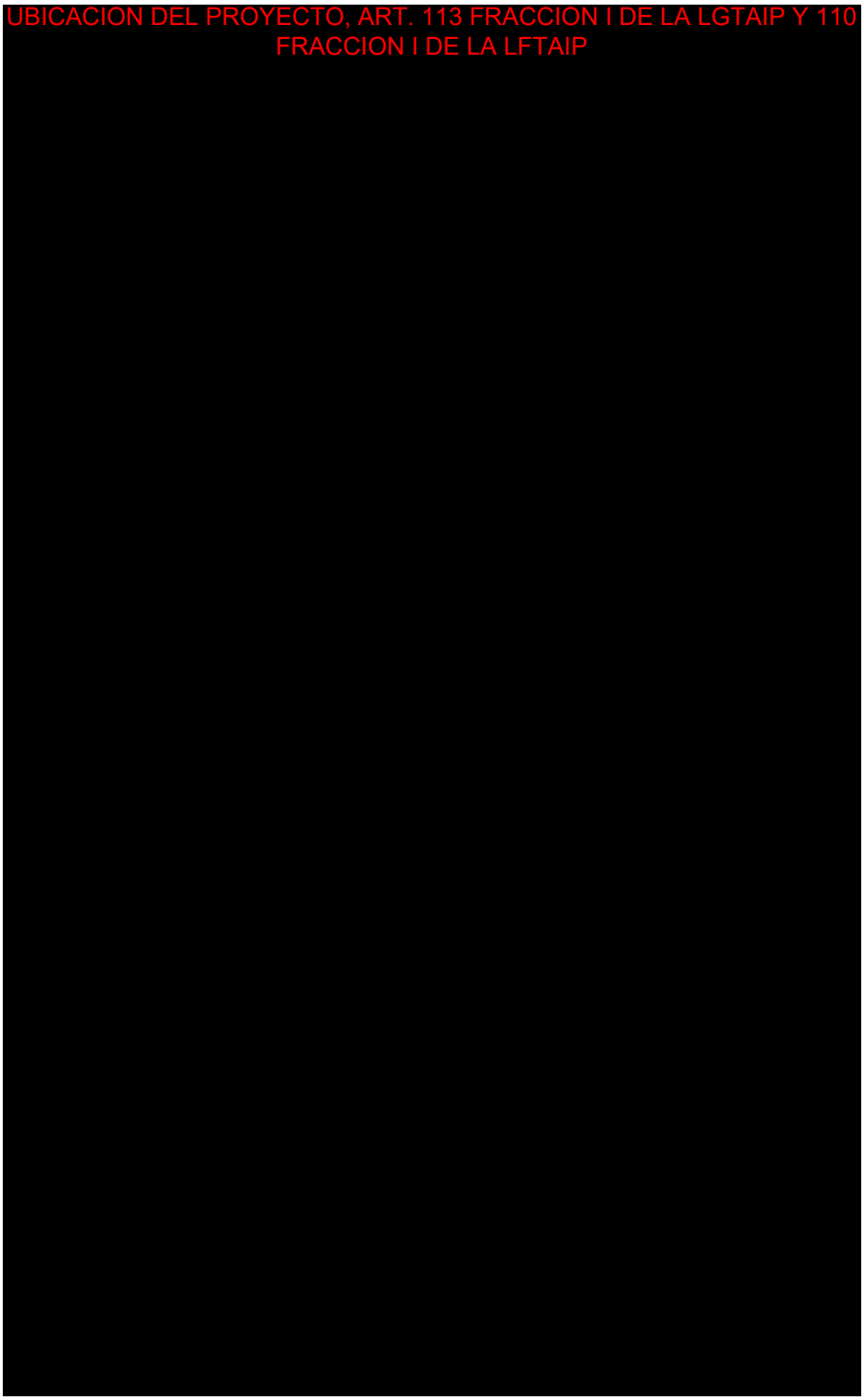



**Figura 58.** SubCuencas existentes en el SAR.

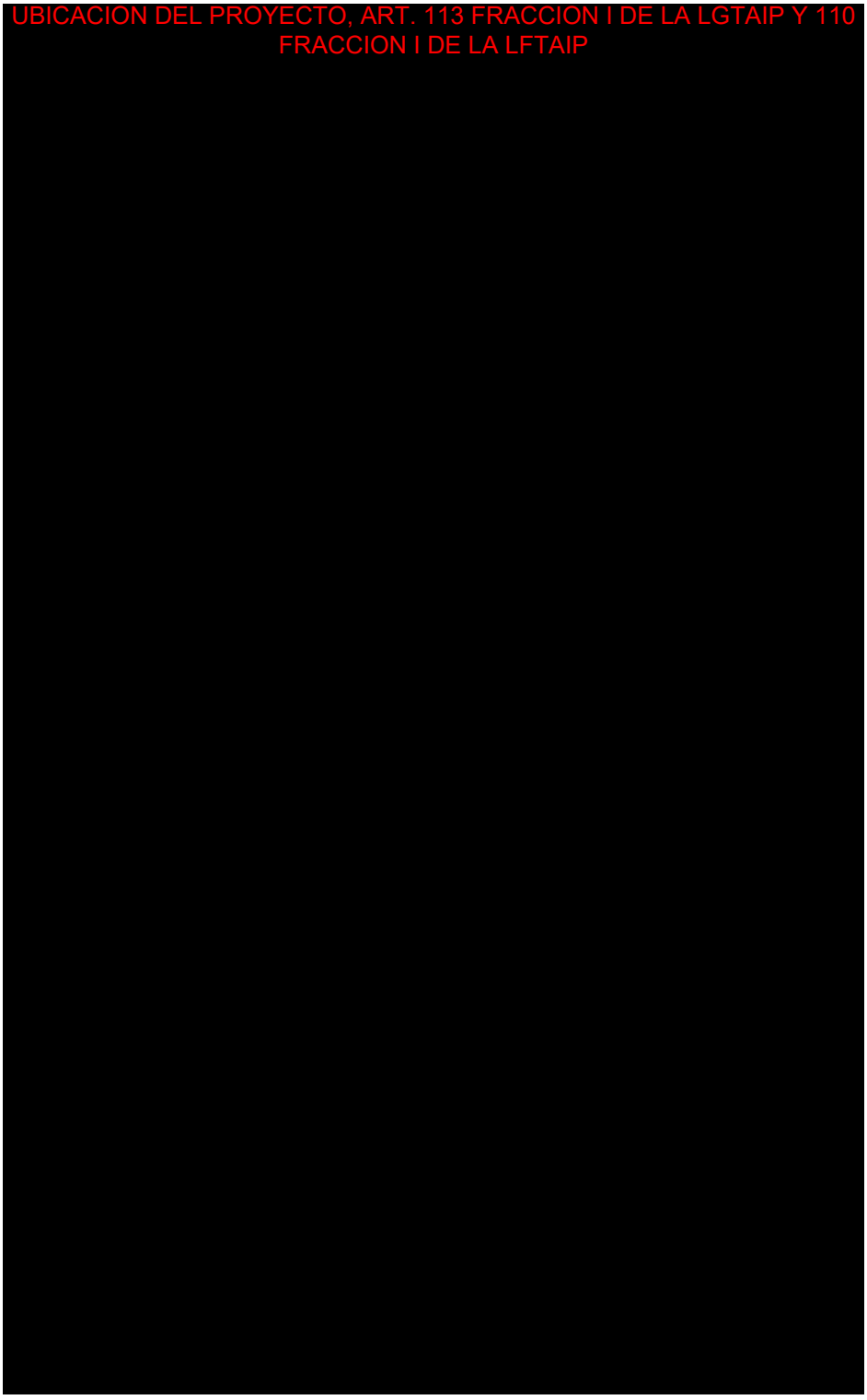



**Figura 59.** Regiones hidrológicas en el SAR.

Por otro lado de acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifica la hidrología superficial y cuencas presente en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ**

El Sistema Ambiental del proyecto queda comprendido, en términos administrativos, dentro las siguientes regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas, de esta manera el municipio coincide con esa información hidrográfica.

| INFORMACIÓN HIDROGRÁFICA | |
|---|---|
| Región hidrológica | Papaloapan (100%) |
| Cuenca | R. Jamapa y Otros (100%) |
| Subcuenca | R. Jamapa (47%), R. San Francisco-Puerto de Veracruz (40%) y R. Paso de Ovejas (13%) |
| Microcuenca | Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado, San Julián y microcuenca Veracruz. |
| Corrientes de agua | Perennes: Jamapa y Paso Limón Intermitente: Paso Naranjo, otras |

**Tabla. 19.** Información hidrográfica del SAR.

**Región hidrológica Papaloapan.**

La Región Hidrológica Número 28 Papaloapan pertenece a la vertiente del Golfo de México, tiene una extensión de 58,269.630 kilómetros cuadrados. La precipitación media anual en la Región es de 1,692.5 milímetros y en ella se produce un escurrimiento medio anual de 47,393.898 millones de metros cúbicos. La Región se divide en dos subregiones Hidrológicas: la subregión hidrológica Río Papaloapan y la subregión hidrológica Papaloapan A.

La subregión hidrológica Río Papaloapan comprende toda la cuenca de aportación de este río como cauce principal y la de todos sus formadores y afluentes, entre los que destacan los ríos Santo Domingo, Tonto, Blanco, San Juan y Tesechoacán. El área de esta Subregión es de 47,600.510 kilómetros cuadrados, lo que representa más del 81% del área de la Región Hidrológica Número 28. La precipitación media anual

se estima en 1,785 milímetros y el escurrimiento medio anual en 42,018.319 millones de metros cúbicos, es decir el 88.7% del escurrimiento de toda la Región Hidrológica.

La subregión hidrológica Papaloapan A corresponde a la porción norte de la Región Hidrológica y comprende varias corrientes entre medianas y pequeñas que descargan al Golfo de México. Dentro de las corrientes medianas sobresalen los ríos Jamapa y Cotaxtla, que se unen antes de descargar al Golfo, así como los ríos Actopan y La Antigua; la cuenca hidrológica denominada Llanuras de Actopan agrupa pequeñas corrientes independientes. Las cuencas hidrológicas de los ríos Actopan y La Antigua se estudiaron desde 2011, por lo que aquí sólo se analizan cuatro cuencas. La superficie total de la Subregión Hidrológica Papaloapan A es de 10,699.121 kilómetros cuadrados, de los cuales 5,192.015 kilómetros cuadrados corresponden a las cuatro cuencas que se estudian, mismas que en conjunto presentan una precipitación media anual de 1,245.9 milímetros y un escurrimiento medio anual de 2,392.304 millones de metros cúbicos.

Garrido, et. al (2010), señala que, para el estudio de las cuencas hidrográficas, éstas se subdividen bajo un esquema espacial jerárquico en unidades de orden, dimensiones y complejidad siendo las unidades más utilizadas para subdividirla: subcuencas y microcuencas. Estos niveles de subdivisión están en función de la escala geográfica de análisis, datos disponibles y extensión de la cuenca, entre otros aspectos.

**Ríos.**

El río Salado nace cerca de la ciudad de Tehuacán Puebla, en la sierra de Puebla y fluye en dirección sureste, mientras que el río Grande nace en la Sierra Norte de Oaxaca, al noreste de la ciudad de Oaxaca, y su dirección general es hacia el Noroeste. Estos dos ríos se unen cerca de la comunidad de Quiotepec, formando el río Santo Domingo.

El río Santo Domingo fluye hacia el este, recibiendo por la margen derecha al río Usila, en cuya confluencia actualmente se ubica la presa Miguel de la Madrid Hurtado (Cerro de Oro). Aguas abajo de la cortina de la presa el río Santo Domingo recibe, también por margen derecha, las aguas del río Valle Nacional y a partir de este punto cambia su nombre por río Papaloapan, el cual fluye hacia la costa con dirección general Noreste.

El río Tonto nace en la sierra de Zongolica, en el Estado de Veracruz y avanza hacia el sureste, paralelo al río Salado; sobre esta corriente se ubica la Presa Miguel Alemán (Temascal). El río Tonto recorre un tramo aguas abajo de esta presa antes de descargar sus aguas, por la margen izquierda, al río Papaloapan, unos 7 kilómetros al norte de ciudad de Tuxtepec.

En el parteaguas situado más al sur de la Región Hidrológica nacen los ríos Playa Vicente, La Lana y Trinidad. El primero es formador del río Tesechoacán y los otros dos forman el río San Juan, ambos afluentes por la margen derecha del río Papaloapan, unos 40 y 25 kilómetros, respectivamente, antes de la descarga del rio en la parte sur de la laguna de Alvarado.

Por su parte, el río Blanco nace en el flanco oriental de la sierra de Zongolica y fluye hacia el este hasta descargar en la parte norte de la laguna de Alvarado.

Los ríos Jamapa y Cotaxtla nacen en los límites de los estados de Veracruz y Puebla, al norte de la ciudad de Orizaba y oeste de la localidad de Tlachichuca. Avanzan hacia el este, uniendo sus aguas un poco antes de llegar a la costa, donde descargan al Golfo de México en la localidad de Boca del Río.

**Cuencas hidrológicas.**

La definición del área de estudio para el presente documento está determinada por 16 de las 18 cuencas hidrológicas de la Región Hidrológica Número 28 Papaloapan, mismas que se describen en la tabla siguiente.

| CUENCAS HIDROLÓGICAS DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA NÚMERO 28 PAPALOAPAN. | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Nombre cuenca y descripción** | **Superficie (kilómetros cuadrados)** |
| **Subregión Hidrológica Río Papaloapan** | | |
| **I** | **Río Salado**: Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Grande | 6,598.241 |
| **II** | **Río Grande**: Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Salado | 4,918.528 |
| **III** | **Río Trinidad**: Desde su nacimiento hasta las estaciones hidrométricas Bellaco y Achotal | 5,344.864 |

| CUENCAS HIDROLÓGICAS DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA NÚMERO 28 PAPALOAPAN. | | |
|---|---|---|
| **Clave** | **Nombre cuenca y descripción** | **Superficie (kilómetros cuadrados)** |
| **IV** | **Río Valle Nacional**: Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 1,414.859 |
| **V** | **Río Playa Vicente**: Desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica Azueta | 4,673.601 |
| **VI** | **Río Santo Domingo**: Desde la unión de los ríos Salado y Grande hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 2,531.410 |
| **VII** | **Río Tonto**: Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 4,813.462 |
| **VIII** | **Río Blanco**: Desde su nacimiento hasta su desembocadura a la Laguna de Alvarado | 2,922.480 |
| **IX** | **Río San Juan**: Desde donde se localizan las estaciones hidrométricas Bellaco y Achotal hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 4,542.409 |
| **X** | **Río Tesechoacán**: Desde donde se localiza la estación hidrométrica Azueta hasta su confluencia con el Río Papaloapan | 1,147.028 |
| **XI** | **Río Papaloapan**: Desde la confluencia de los ríos Santo Domingo, Valle Nacional y Tonto con el Río Papaloapan hasta donde se le une a este último el Río Tesechoacán | 2,261.371 |
| **XII** | **Llanuras de Papaloapan**: Desde la confluencia de los ríos Tesechoacán y San Juan con el Río Papaloapan hasta su desembocadura al Golfo de México, y corrientes que descargan directamente a la Laguna de Alvarado y Golfo de México | 6,432.256 |
| | **Total Subregión Río Papaloapan** | **47,600.510** |
| | | |
| **Subregión Hidrológica Papaloapan A** | | |
| **XV** | **Río Jamapa**: Desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica El Tejar | 1,987.129 |
| **XVI** | **Río Cotaxtla**: Desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica Paso del Toro | 1,643.757 |
| **XVII** | **Jamapa-Cotaxtla**: Desde donde se localizan las estaciones hidrométricas El Tejar y Paso del Toro, hasta su desembocadura en el Golfo de México | 309.147 |
| **XVIII** | **Llanuras de Actopan**: Desde el nacimiento de pequeñas corrientes, hasta su desembocadura en el Golfo de México | 1,251.981 |
| | **Subtotal cuencas en estudio de la Subregión Papaloapan A** | **5,192.015** |
| | **Total Región Hidrológica Número 28 Papaloapan en estudio** | **52,792.525** |

Fuente: Comisión Nacional del Agua (2016)

**Tabla. 20.** Cuencas hidrológicas de la Región Hidrológica Número 28 Papaloapan incluidas en el estudio.

A continuación se aprecian los mapas de hidrología superficial, cuencas hidrológicas, subcuencas hidrológicas y Regiones hidrológicas identificados en el Área de Influencia del Proyecto (AIP).

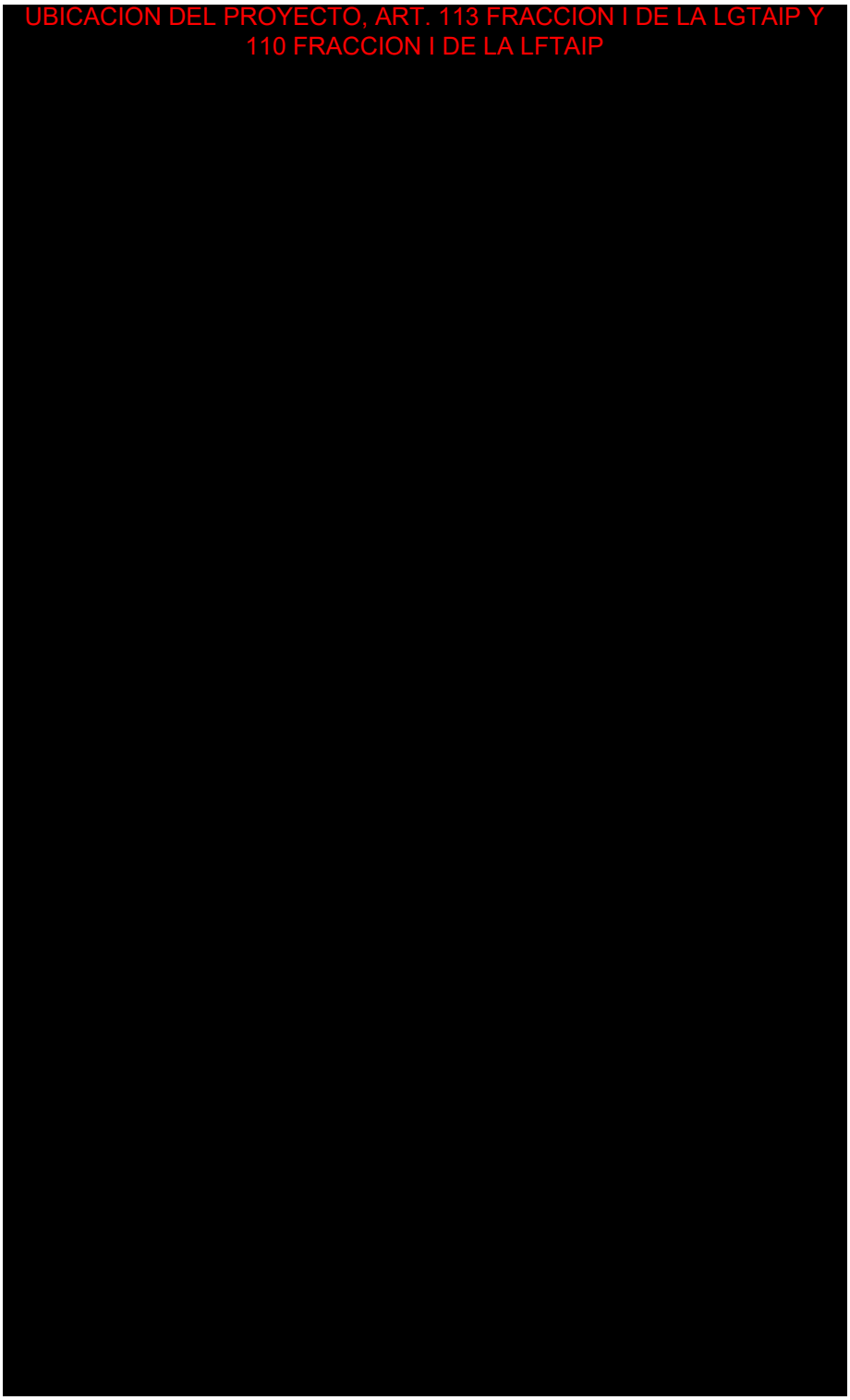



**Figura 60.** Mapa de cuencas hidrológicas identificadas en el AIP.

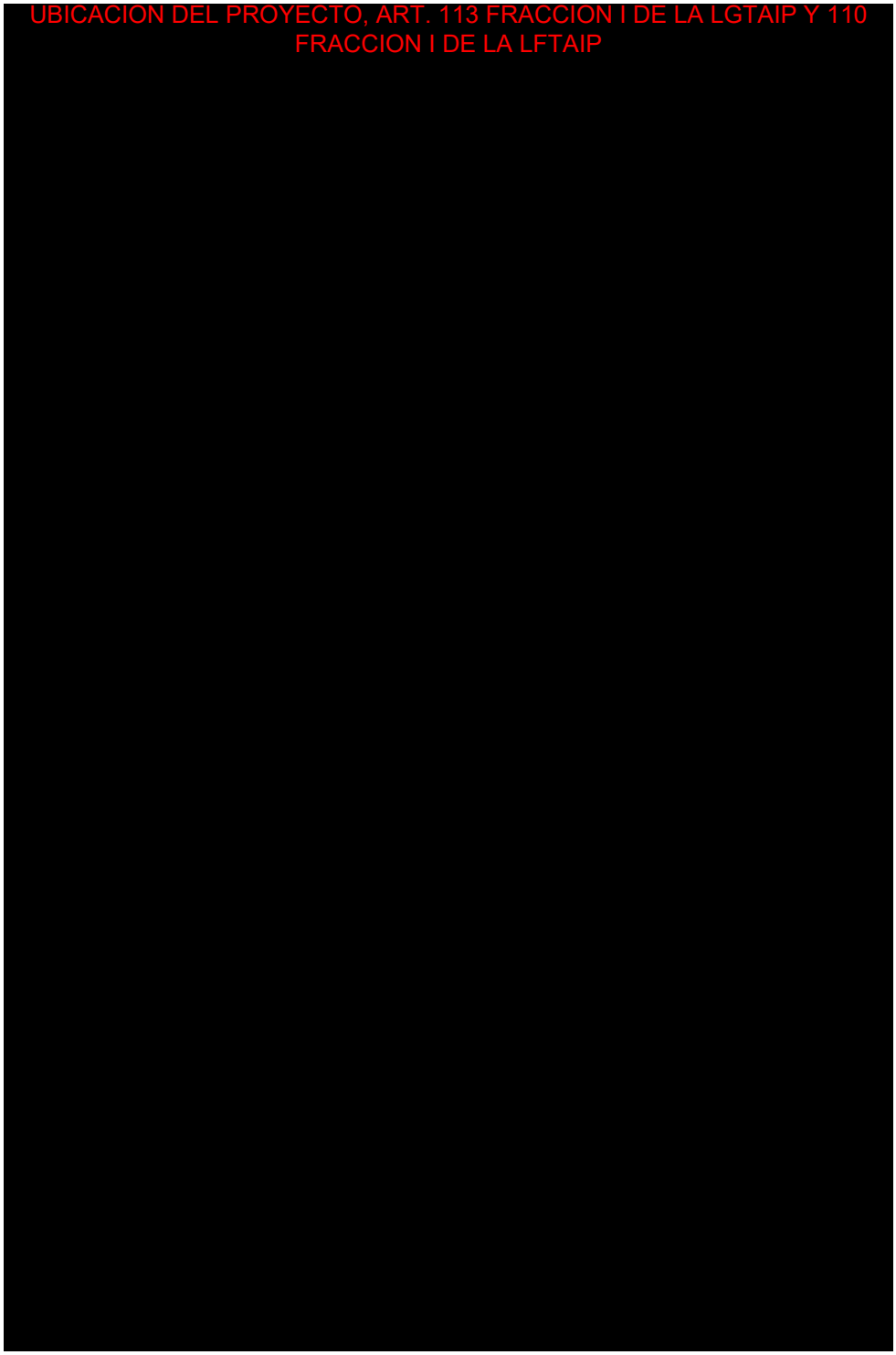



**Figura 61.** Mapa de Subcuencas hidrológicas identificadas en el AIP.

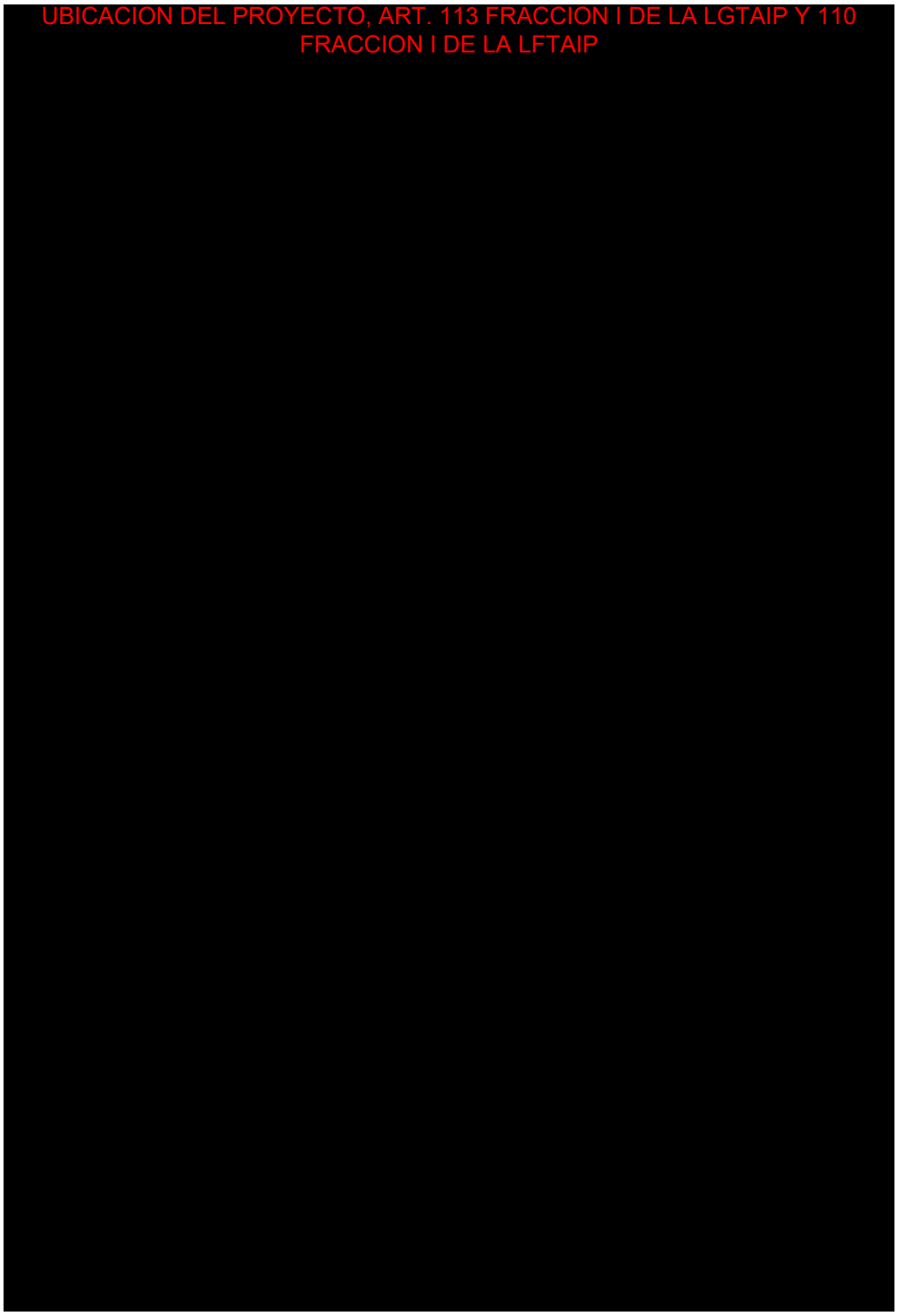



**Figura 62.** Regiones hidrológicas del AIP.

**Presas.**

En el área de estudio se localizan dos presas representativas, debido a su capacidad de almacenamiento y funcionabilidad: la presa Miguel de la Madrid (Presa Cerro de Oro), infraestructura utilizada para el control de avenidas y generación de energía, que está bajo la administración de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la presa Miguel Alemán Valdez (Presa Temascal), que tiene como uso principal el control de avenidas, generación de energía y riego, la cual está bajo la administración de la Comisión Federal de Electricidad (CFE)

**Distrito de riego.**

Se localiza cerca del distrito de riego 035, La antigua en el estado de Veracruz ubicado en la Región Hidrológica Papaloaán con una región hidrología-administrativa Golfo centro. El distrito de riego pertenece al año agrícola 2019-2020, cuenta con una superficie total de 25,162.79 ha y una superficie regada total de 21,303.59 ha. Esta cuenta con un total de agua superficial de 21,303.59 ha y agua subterránea de 0 ha. Cuenta con un volumen de agua total de 423, 496,000 $m^3$ con un total de agua superficial de 0 $m^3$ y con agua subterránea de 0 $m^3$, según datos registrados en la CONAGUA.

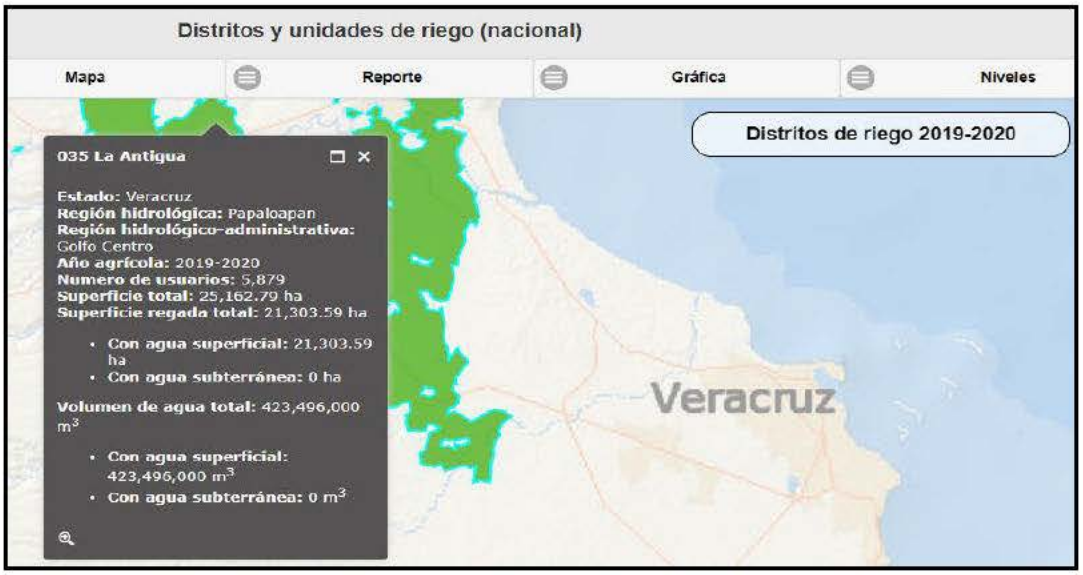



**Figura 63.** Distrito de riego 035, La Antigua.

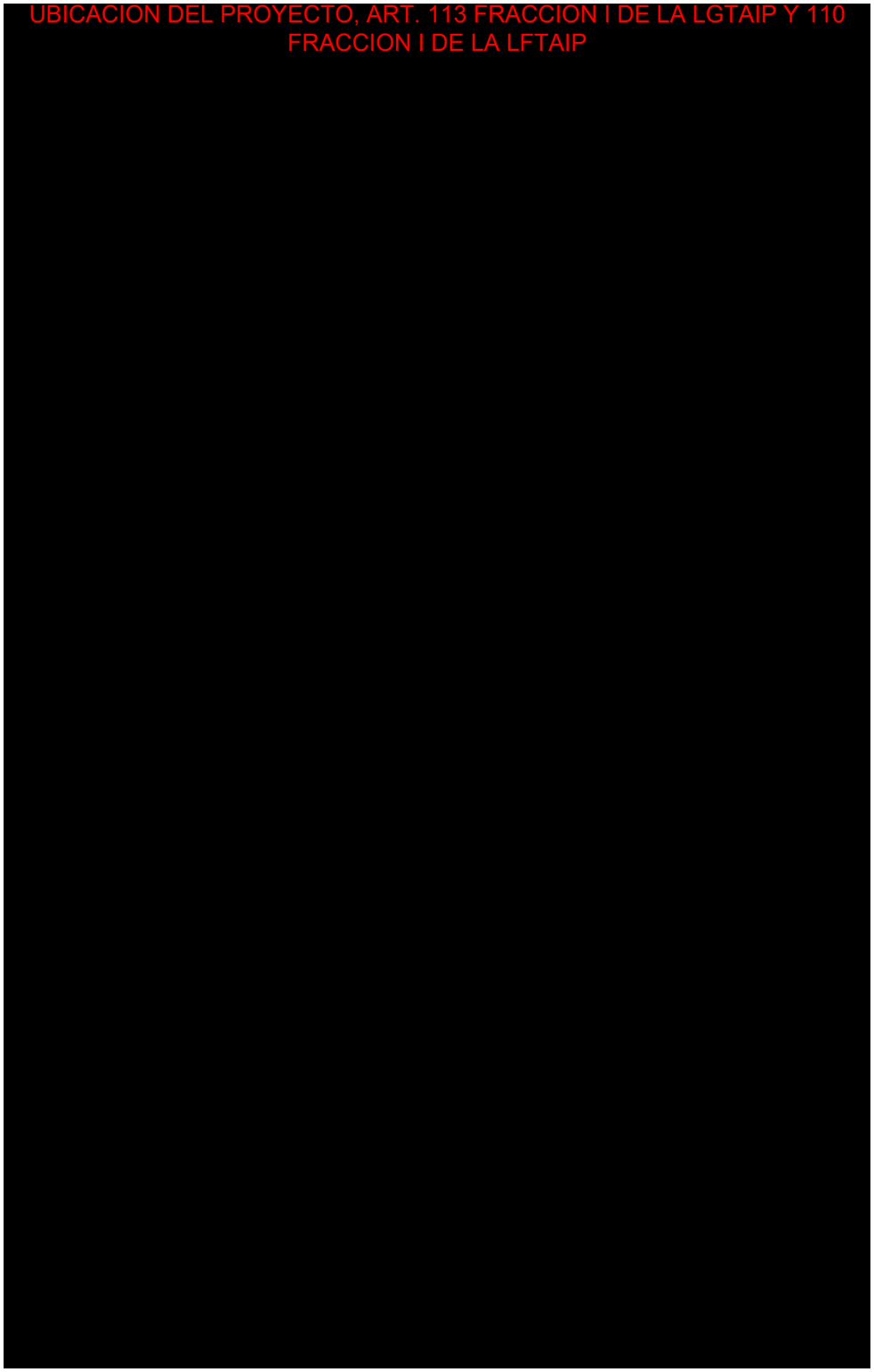



**Figura 64.** Mapa de cruces de cuerpos de agua

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA. ESCURRIMIENTOS DE AGUA. | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **Descripción** | **Cadenamiento** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 1 | UB-CR-CEA-01 | 0+392.37 B | [redacted] |
| 2 | UB-CR-CEA-02 | 0+873.99 B | |
| 3 | UB-CR-CEA-03 | 4+954.53 B | |
| 4 | UB-CR-CEA-04 | 6+380.41 B | |
| 5 | UB-CR-CEA-05 | 8+604.29 B | |
| 6 | UB-CR-CEA-06 | 9+070.37 B | |
| 7 | UB-CR-CEA-07 | 10+579.16 B | |

**Tabla. 21.** Coordenadas de ubicación de cruces de cuerpos de agua.

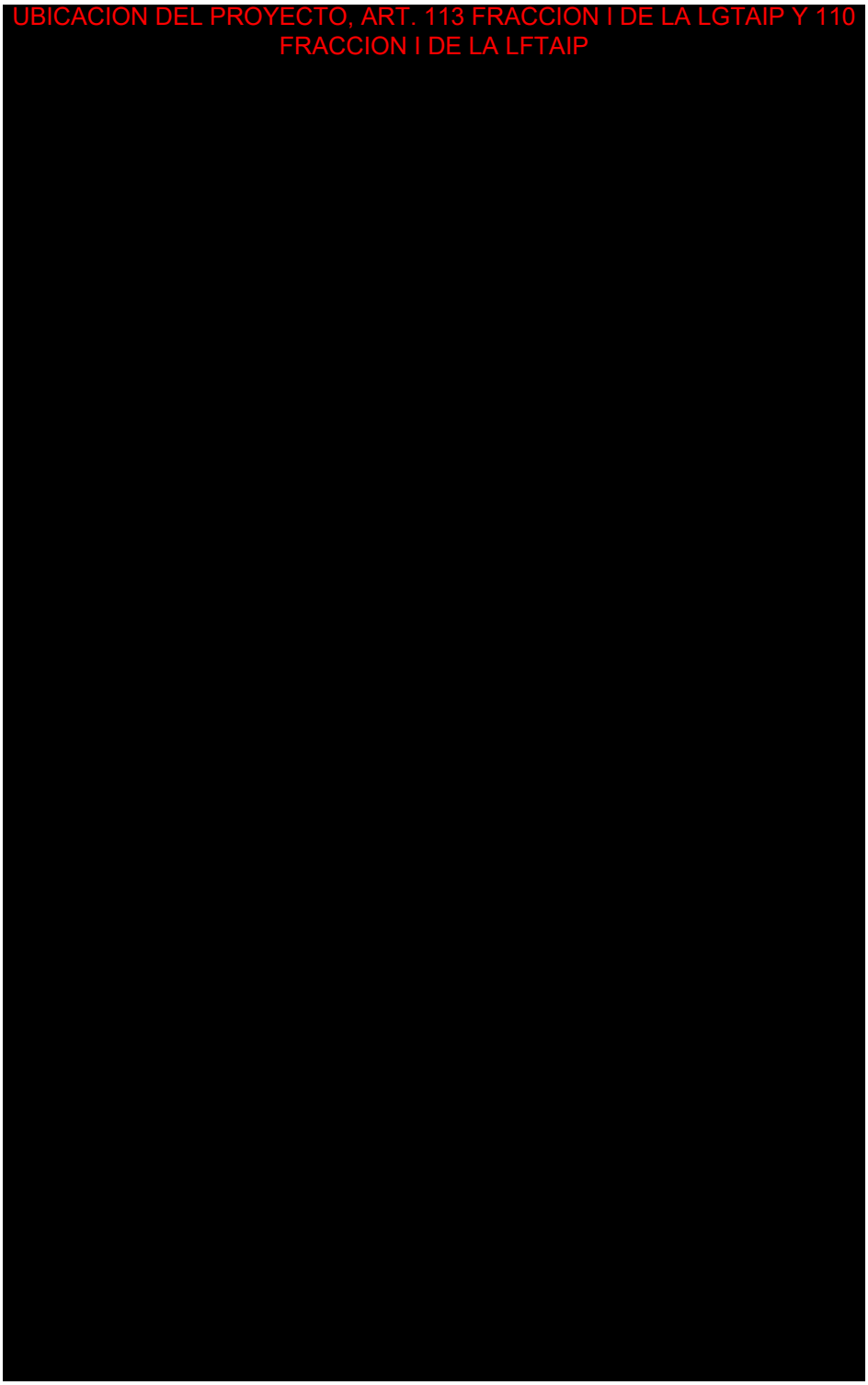



**Figura 65.** Mapa de hidrología superficial 1 que incide en el AIP

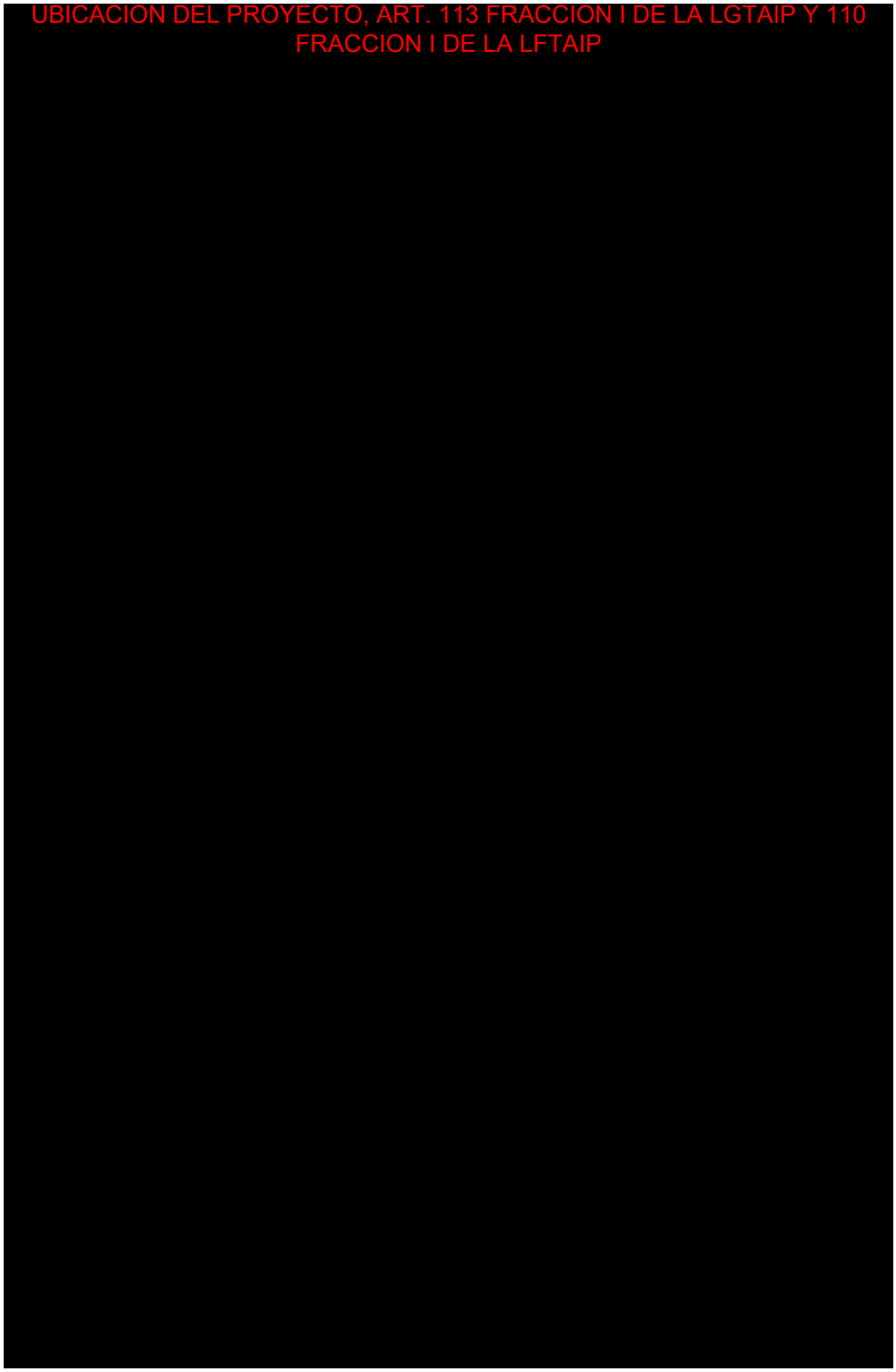



**Figura 66.** Mapa de hidrología superficial 2 que incide en el AIP

De acuerdo al análisis, se define que las actividades del proyecto no causarán afectaciones la hidrología superficial. Cabe mencionar que, con la finalidad de salvaguardar la integridad física de cada uno de los cuerpos de agua, **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** realizará la instalación del sistema de distribución de gas natural mediante la técnica de perforación direccional, la cual es una técnica que permite la instalación de manera subterránea de gasoductos sin causar afectación a la topografía superficial del cuerpo de agua.

## E. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO Y MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

De acuerdo a la información obtenida de la Comisión Nacional del Agua, del municipio de Manlio Fabio Altamirano y el municipio de Veracruz, incide en dos acuíferos administrativos del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, los cuales se identificaron los Acuíferos 3006, Costera de Veracruz y 3008 Cotaxtla.

- **Acuífero Costera de Veracruz**

El acuífero se ubica en la Región Hidrológica RH28 "Río Papaloapan", Subregión "Ríos Actopan, La antigua y Jamapa", Cuenca del Río Jamapa y oros, en la vertiente sur Del Golfo de México, aproximadamente en la parte media del arco que forma el litoral mexicano

El acuífero Costera de Veracruz, designado con la clave 3006 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción central del estado de Veracruz, entre los paralelos 19° 03' y 19° 29' de latitud norte y los meridianos 96° 05' y 97° 14' longitud oeste, abarcando una superficie aproximada de 3,059 $km^2$. Limita al norte con los acuíferos Jalapa-Coatepec y Valle de Actopan; al sur con el acuífero Cotaxtla; al noreste con Perote-Zalayeta y al oeste con Libres-Oriental, los tres primeros pertenecientes al Estado de Veracruz y el último al Estado de Puebla. Al su límite natural es el Golfo de México




**Figura 67.** Localización de acuífero Costera de Veracruz.

Geopolíticamente la superficie del acuífero comprende totalmente los municipios Ixhuacán de Los Reyes, Cosautlán de Carbajal, Tlaltetela, Comapa, Tlacotepec de Mejía, Totutla, Suchiapa, Tenampa, Paso de Ovejas y Veracruz; casi la totalidad de Huatusco, Ayahualulco, Teocelo, Jalcomulco, Apazapán, Puente Nacional, La Antigua, Boca del Río, Manlio Fabio Altamirano y Soledad de Doblado; así como pequeñas superficies de los municipios Xico, Medellín y Zentla.

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas, permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido, en su porción

superior, por sedimentos aluviales, fluviales, eólicos, areniscas y conglomerados, depositados tanto en los subálveos de las corrientes fluviales como en la planicie costera y pie de montes. La porción inferior está conformada por rocas volcánicas y calizas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución en el caso de las calizas Debido a la alternancia de secuencias arcillo-calcáreas es posible inferir la presencia de horizontes acuíferos semiconfinados. Las rocas calizas pueden presentar también condiciones de semiconfinamiento, sus áreas de recarga se localizan en las sierras limítrofes del valle, cuyo potencial no ha sido explorado aún en la región y puede localizarse a grandes profundidades en la planicie costera.

| ACUÍFERO COSTERA DE VERACRUZ | |
|---|---|
| **DMA** | -13.617790 $hm^3$/año |
| **DNC** | 102.5 $hm^3$anuales |
| **R** | 293.5 $hm^3$/año |
| **VEAS** | 204.617790 $hm^3$anuales |

R: Recarga total media anual
DNC: Descarga Natural Comprometida
VEAS: Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas
DMA: Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas.

**Tabla. 22.** Acuífero Costera De Veracruz

- **Acuífero Cotaxtla.**

El acuífero Cotaxtla, designado con la clave 3008 del Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción central del estado de Veracruz, entre los paralelos 18° 44' y 19° 10' de latitud norte y los meridianos 95° 56' y 97° 16' longitud oeste, abarcando una superficie aproximada de 3,247 $km^2$. Limita al norte con el acuífero Costera de Veracruz, al sur con los acuíferos OmealcaHuixcolotla y Los Naranjos, al sureste con el acuífero Costera del Papaloapan, todos ellos pertenecientes al Estado de Veracruz; al oeste con los acuíferos OrizabaCórdoba, del Estado Veracruz, y Libres Oriental del Estado de Puebla; al este su límite natural es el Golfo de México.




**Figura 68.** Localización de acuífero Cotaxtla.

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas, permiten definir la presencia de un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido, en su porción superior, por sedimentos aluviales, fluviales, eólicos, areniscas y conglomerados, depositados tanto en los subálveos de las corrientes fluviales como en la planicie costera y pie de montes. La porción inferior está conformada por rocas volcánicas y calizas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución en el caso de las calizas Debido a la alternancia de secuencias arcillo-calcáreas es posible inferir la presencia de horizontes acuíferos semiconfinados. Las rocas calizas pueden presentar también condiciones de semiconfinamiento, sus áreas de recarga se localizan en las sierras limítrofes del valle,

cuyo potencial no ha sido explorado aún en la región y puede localizarse a grandes profundidades en la planicie costera.

| ACUÍFERO COTAXTLA. | |
|---|---|
| **DMA** | -25.680530 $hm^3$/año |
| **DNC** | 170.6 $hm^3$anuales |
| **R** | 356.5 $hm^3$/año |
| **VEAS** | 211.580530 $hm^3$anuales |

R: Recarga total media anual
DNC: Descarga Natural Comprometida
VEAS: Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas
DMA: Disponibilidad Media Anual de Aguas Subterráneas.

**Tabla. 23.** Acuífero Cotaxtla.

De acuerdo al análisis anteriormente descrito se define que las actividades del proyecto del Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) no causarán afectaciones a la hidrología subterránea.

### III.1.3.2 INFRAESTRUCTURA VIAL

### A. CARRETERAS.

Para la instalación del sistema de distribución de gas natural se realizarán cruces con carreteras, vías ferroviarias y cuerpos de agua, tal como se indica en las siguientes tablas:

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES CARRETEROS | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **Descripción** | **Cadenamiento** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 1 | UB-CR-CCR-01 | 5+253.98 B | [redacted] |
| 2 | UB-CR-CCR-02 | 8+899.48 B | |

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES CARRETEROS | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **Descripción** | **Cadenamiento** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 3 | UB-CR-CCR-03 | 0+000.00 K | |
| 4 | UB-CR-CCR-04 | 0+247.88 K | |
| 5 | UB-CR-CCR-05 | 0+476.31 L | |
| 6 | UB-CR-CCR-06 | 0+006.53 L | |

**Tabla. 24.** Coordenadas de ubicación de cruces carreteros.

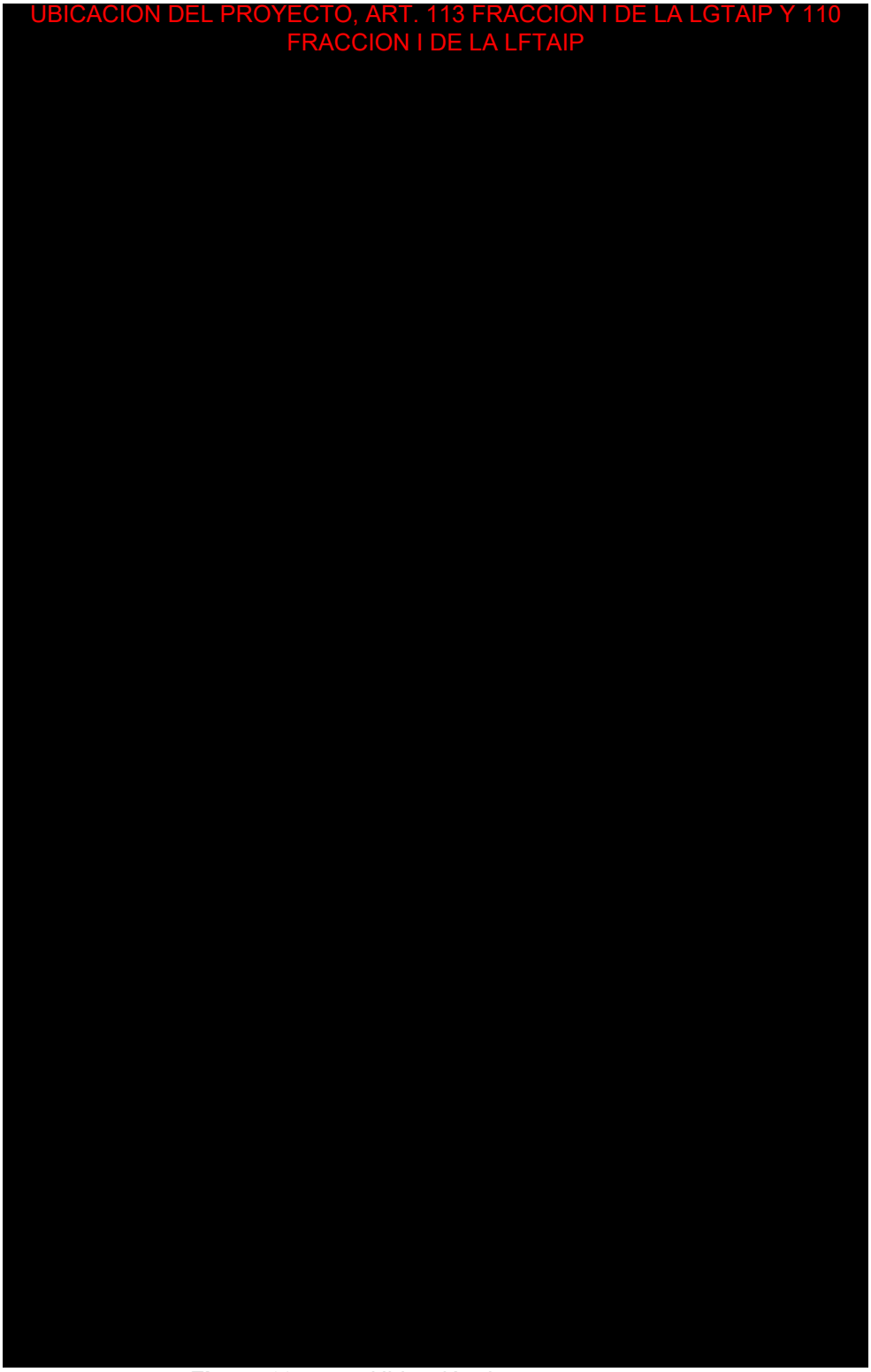



**Figura 69.** Ubicación de cruces carreteros

## B. FERROCARRIL.

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES FERROVIARIOS | | | |
|---|---|---|---|
| No. | Descripción | Cadenamiento | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 1 | UB-CR-CCFF-01 | 0+603.05 K | |
| 2 | UB-CR-CCFF-02 | 1+718.77 K | |
| 3 | UB-CR-CCFF-03 | 0+579.77 L | |
| 4 | UB-CR-CCFF-04 | 0+120.96 I | |

**Tabla. 25.** Coordenadas de ubicación de cruces ferroviarios.

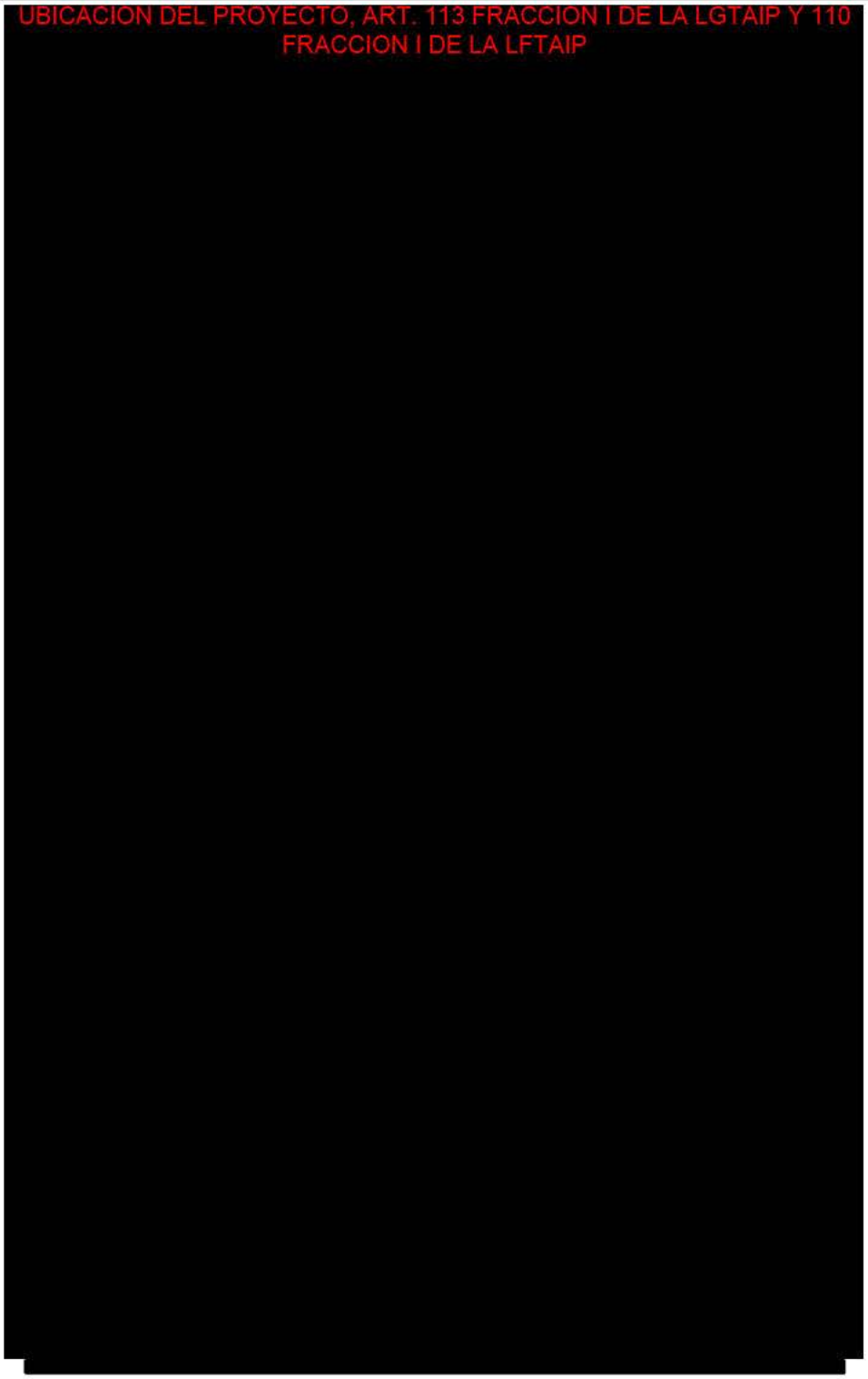



**Figura 70.** Ubicación de cruces ferroviarios.

En el **ANEXO 2** se encuentran los diferentes planos del proyecto donde se pueden visualizar los diferentes cruces existentes en la trayectoria del proyecto de Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano).

### III.1.4 SUELO.

- **SUELOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).**

De acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que establece la delimitación de suelos, y en base al análisis realizado por herramientas GIS se puede observar que dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan tipos de suelos como: Alisol, Andosol, Cambisol, Feozem, Leptosoles y Vertisol.

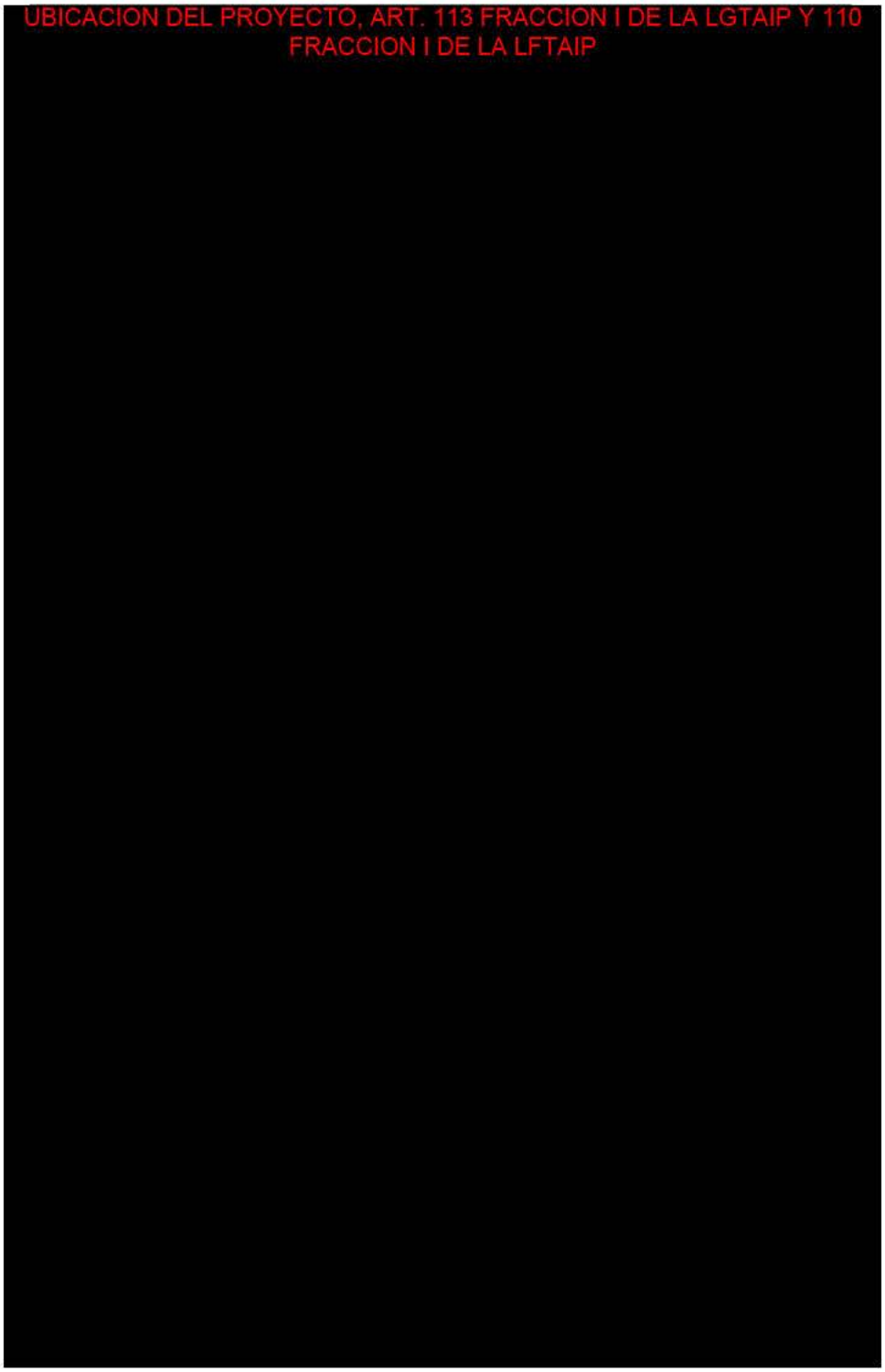



**Figura 71.** Tipos de suelos existentes en el SAR.

Por otro lado de acuerdo al Área de Influencia del Proyecto, el gasoducto cuenta con presencia en los Municipios de Veracruz y Manlio Fabio Altamirano, para el cual a continuación se especifican los siguientes tipos de suelos presentes en estas zonas mencionadas:

- **MUNICIPIO DE VERACRUZ.**

Los tipos de suelo del municipio son feozem y luvisol. El primero tiene una capa superficial rico en materia orgánica y nutrientes, susceptible a la erosión. El segundo acumula arcilla en el subsuelo, también es susceptible a la erosión, su uso está distribuido de la siguiente manera: En la superficie agrícola 2766 ha, 2241 ha ejidal y 525 ha pequeña propiedad; en la superficie ganadera 19.379 ha, 5921 ha ejidal y 13.458 ha pequeña propiedad; en la superficie urbana 1955 ha, lo que hace una superficie total de 24.100 ha.

- **MUNICIPIO MANLIO FABIO ALTAMIRANO.**

Su suelo es de tipo vertisol, se caracteriza por ser duro, presenta grietas anchas y profundas en sequía con tonalidades negras, es susceptible a la erosión.

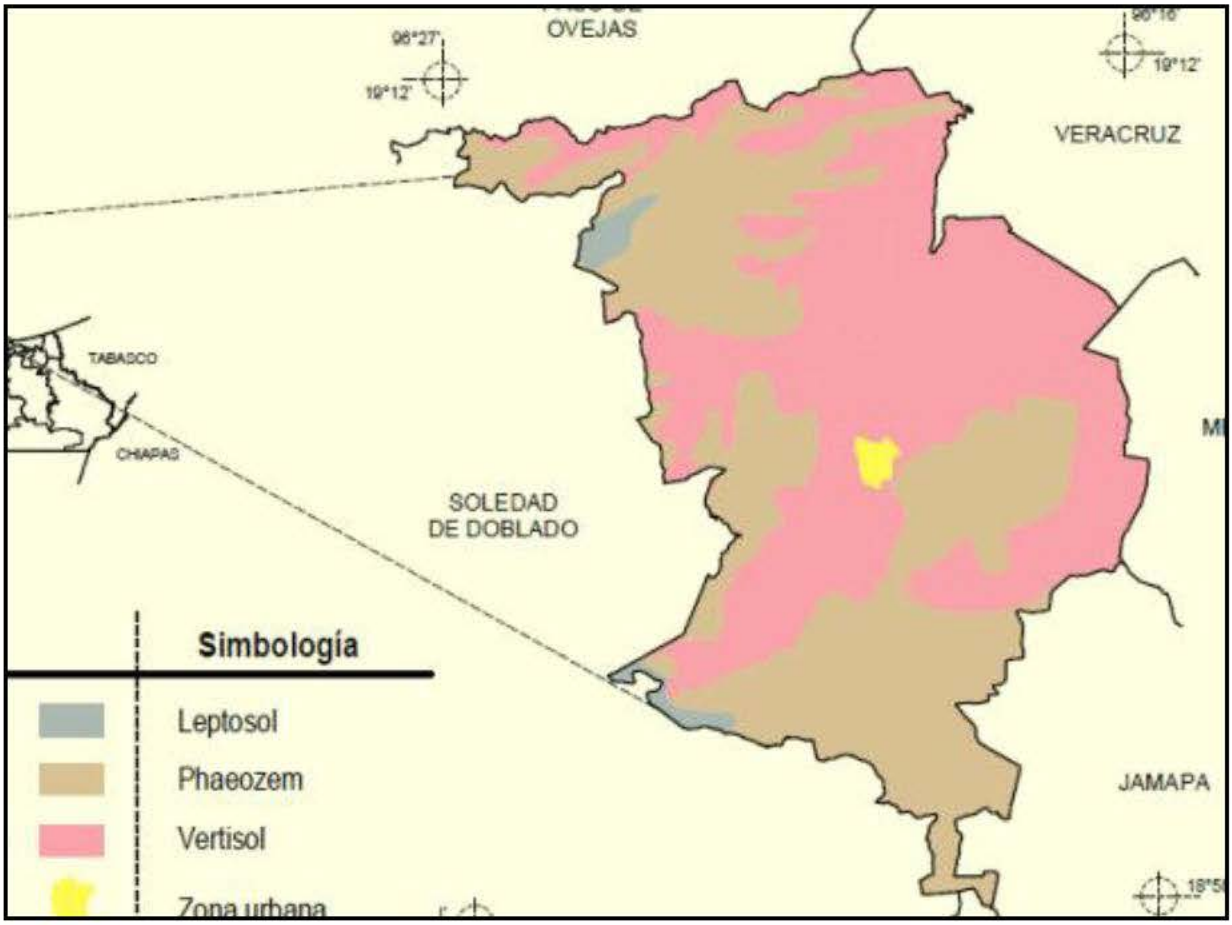



**Figura 72.** Mapa de suelo dominante de suelos.

Respecto al uso del suelo, la mayor parte del territorio donde incide el proyecto de Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) es utilizado para el desarrollo pecuario y una extensión dedicada a la producción agrícola y mayormente para al área urbana. En cuanto a la forma de tenencia de la tierra predomina el régimen de propiedad privada ya urbanizado.

A continuación se aprecia en el siguiente mapa, el uso de suelo y vegetación identificados en el Área de Influencia del Proyecto (AIP).

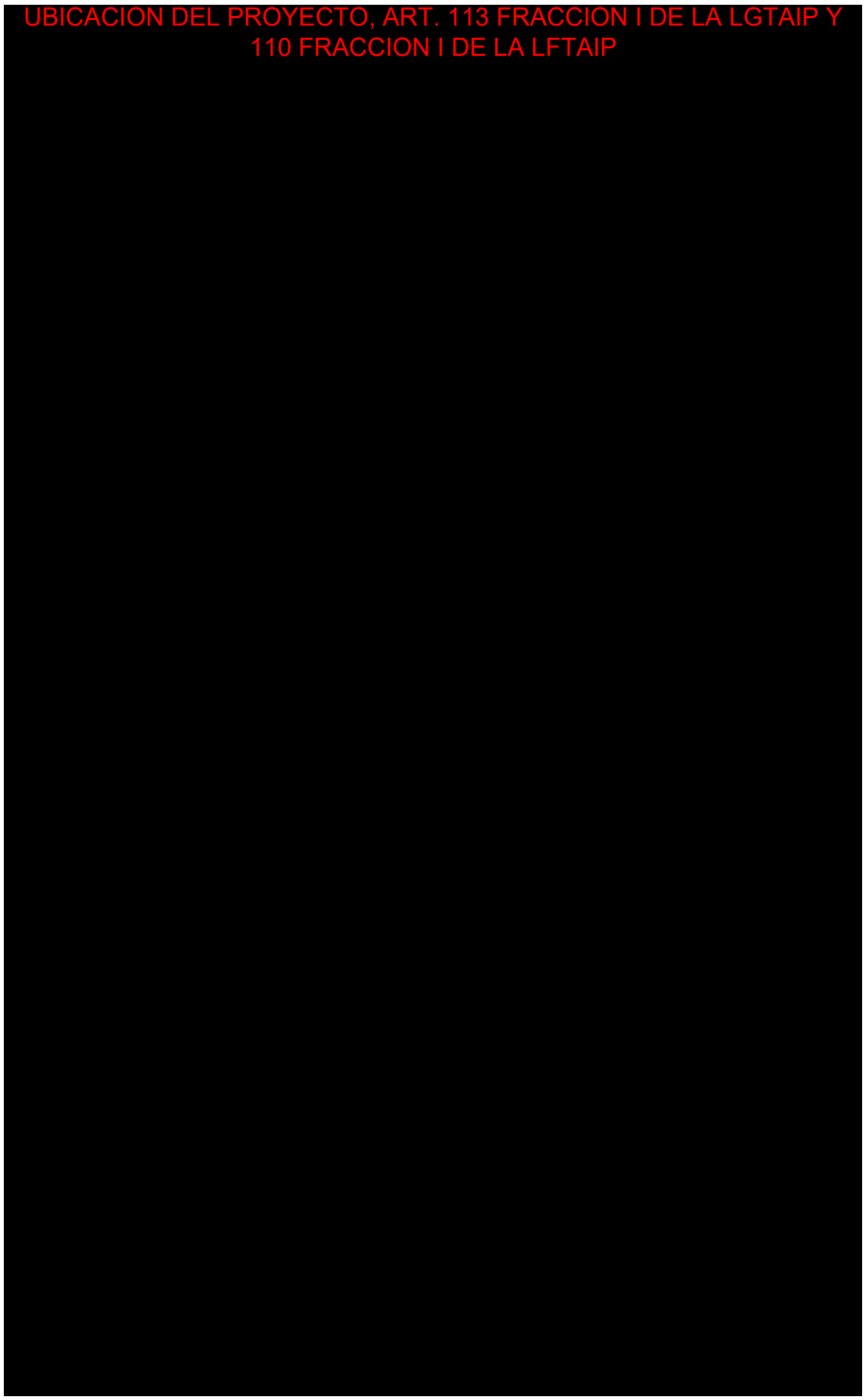



**Figura 73.** Tipo de Suelo en el AIP

Con base a lo anteriormente descrito se observa que dentro de la trayectoria que comprende el proyecto de Sistema de distribución de gas natural en el Municipio Manlio Fabio Altamirano y el municipio de Veracruz tiene suelos dominantes de FEOZEM y VERTISOL, Así mismo, como lo indica la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI predominan sueños de agricultura y pastizales.

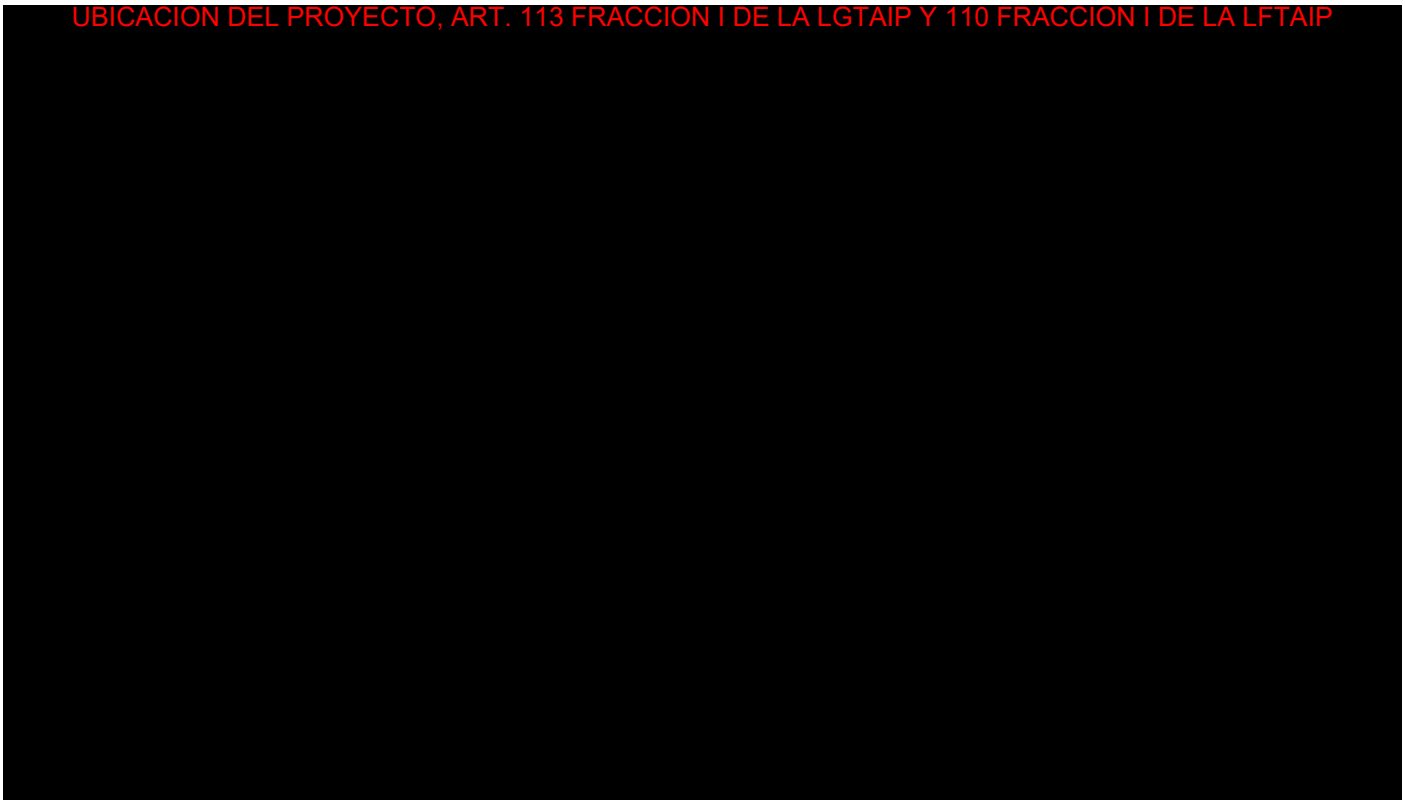
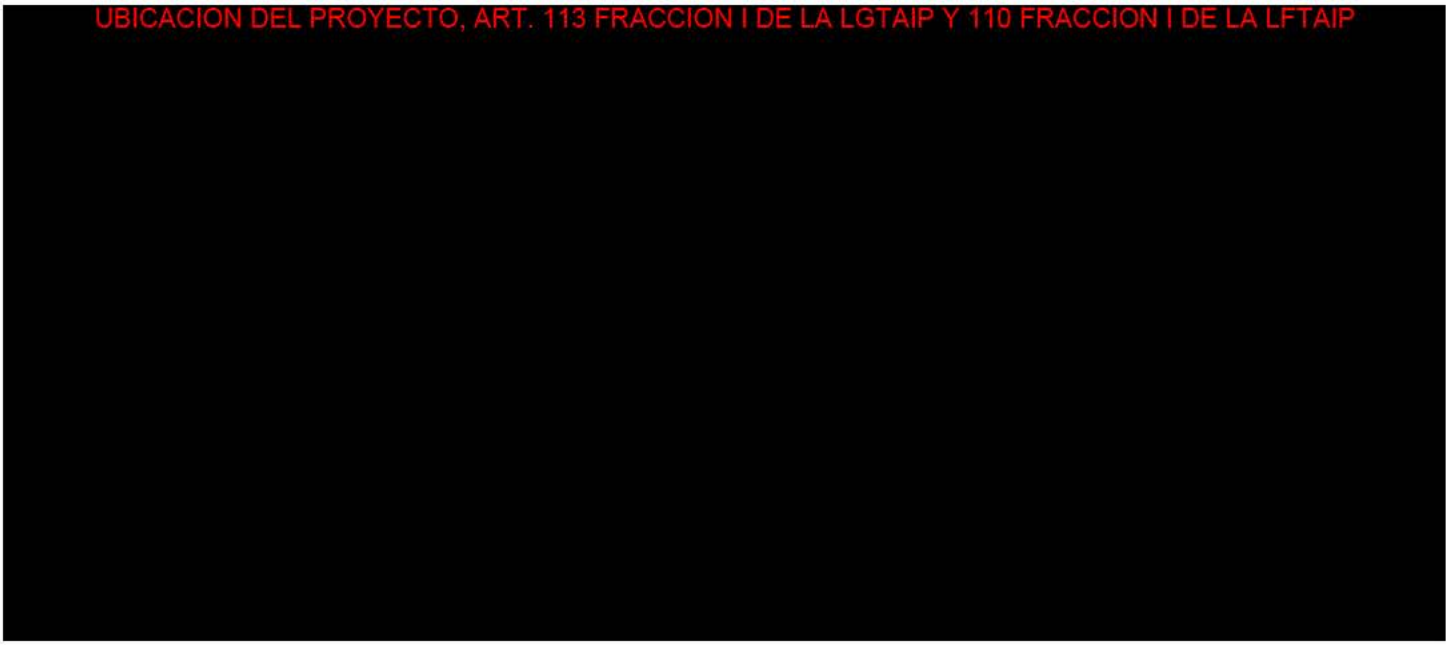
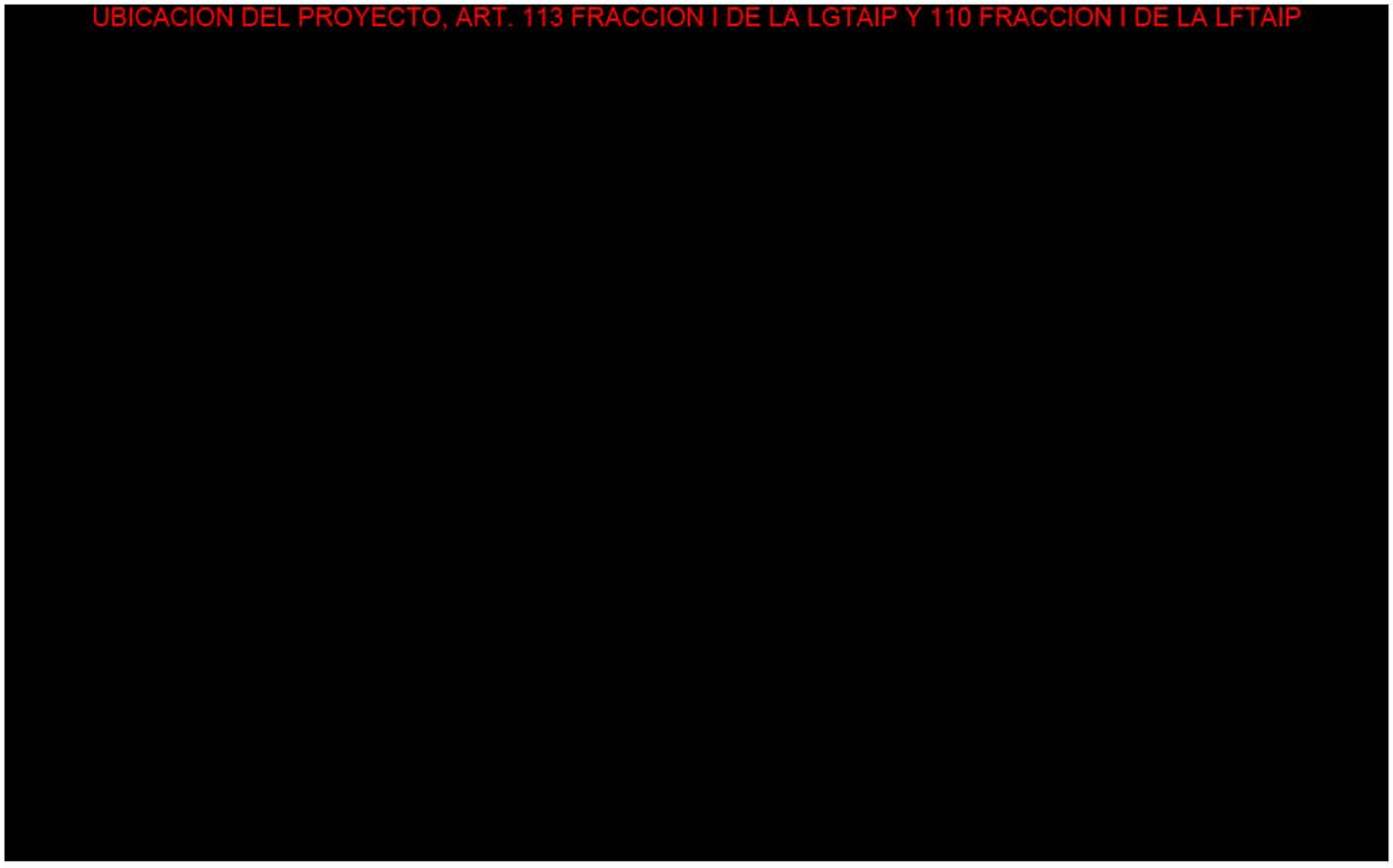



**Figura 74.** Carta de uso de suelo y vegetación del INEGI.

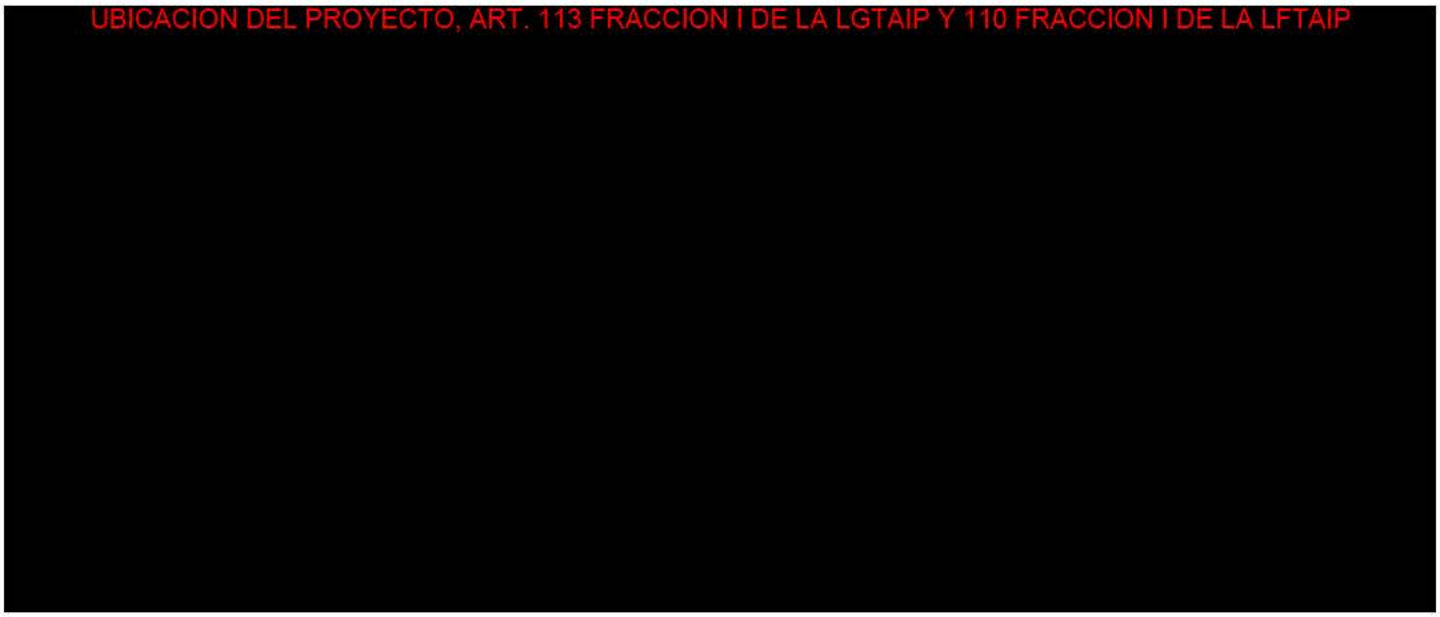
Es importante mencionar que el área donde se localizará el sistema de distribución de gas natural presenta un suelo dedicado a la agricultura de temporal, así como áreas urbanas, por lo que no tendrá incidencia con vegetación natural de ningún tipo, así mismo que en las zonas en donde se puede observar una mayor abundancia de vegetación son zonas parcelarias privadas.

Por lo antes mencionado y por lo observado en la visita de campo realizada a la zona del proyecto se constató que no se requerirá el cambio de uso de suelo

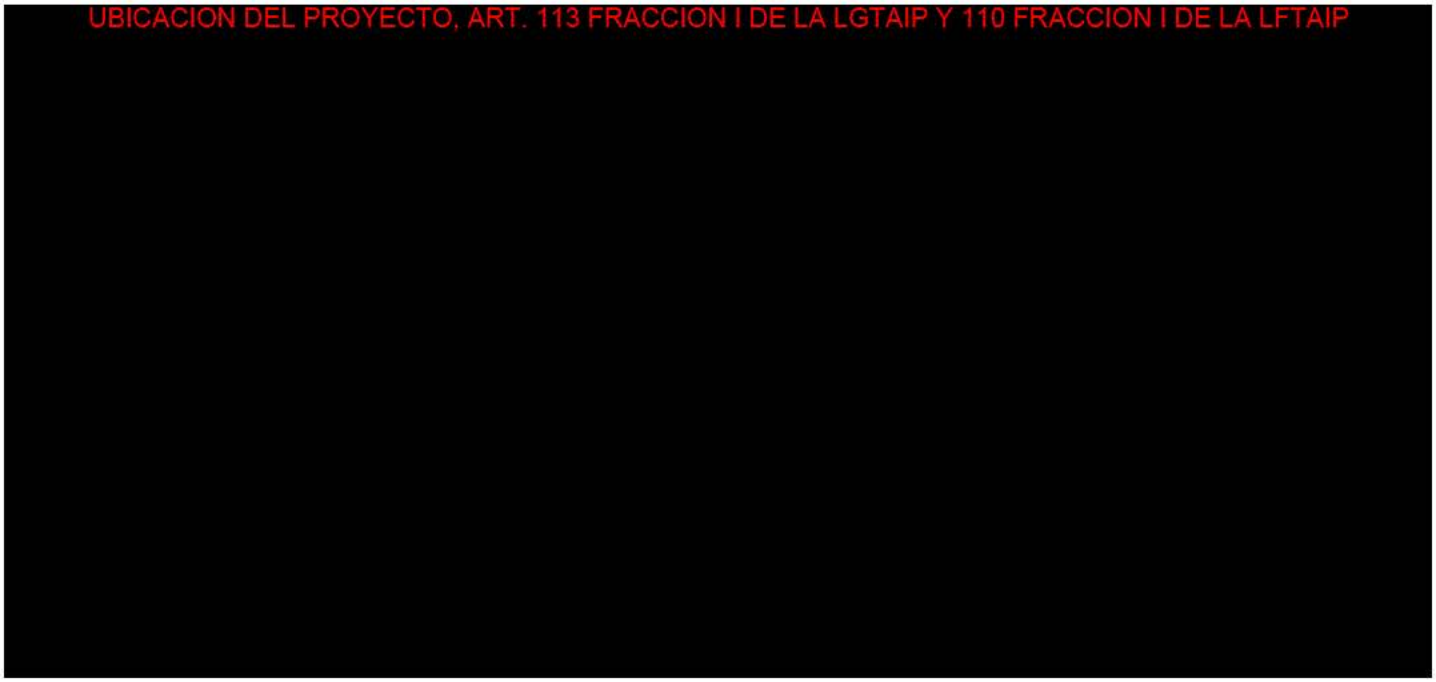

UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP


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

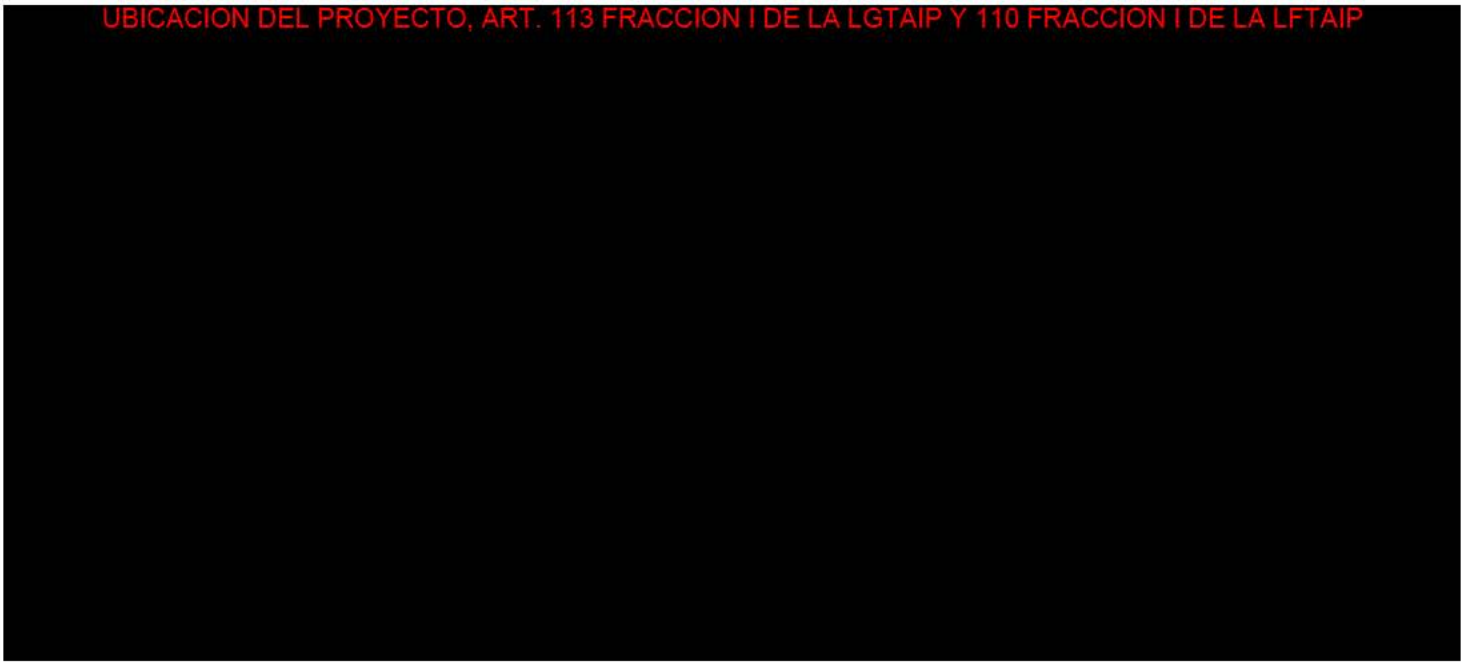
UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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



Los suelos que se encuentran en el sistema de Distribución que se instala en la el municipio de Manlio Fabio Altamirano, se encuentran con impacto humano debido a la urbanización que se tiene en esa localidad. Así mismo, la localidad de Mata Loma, Veracruz se encuentra en las mismas condiciones con impacto en sus suelos. Para ambas localidades los suelos no tendrán una afectación negativa.

## III.2. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL POR MEDIO DE DUCTOS EN LA ZONA GEOGRÁFICA VERACRUZ (ALTAMIRANO).

### a) Filosofía de Operación y Control para Red de distribución.

**Funciones principales del Sistema de Distribución:**

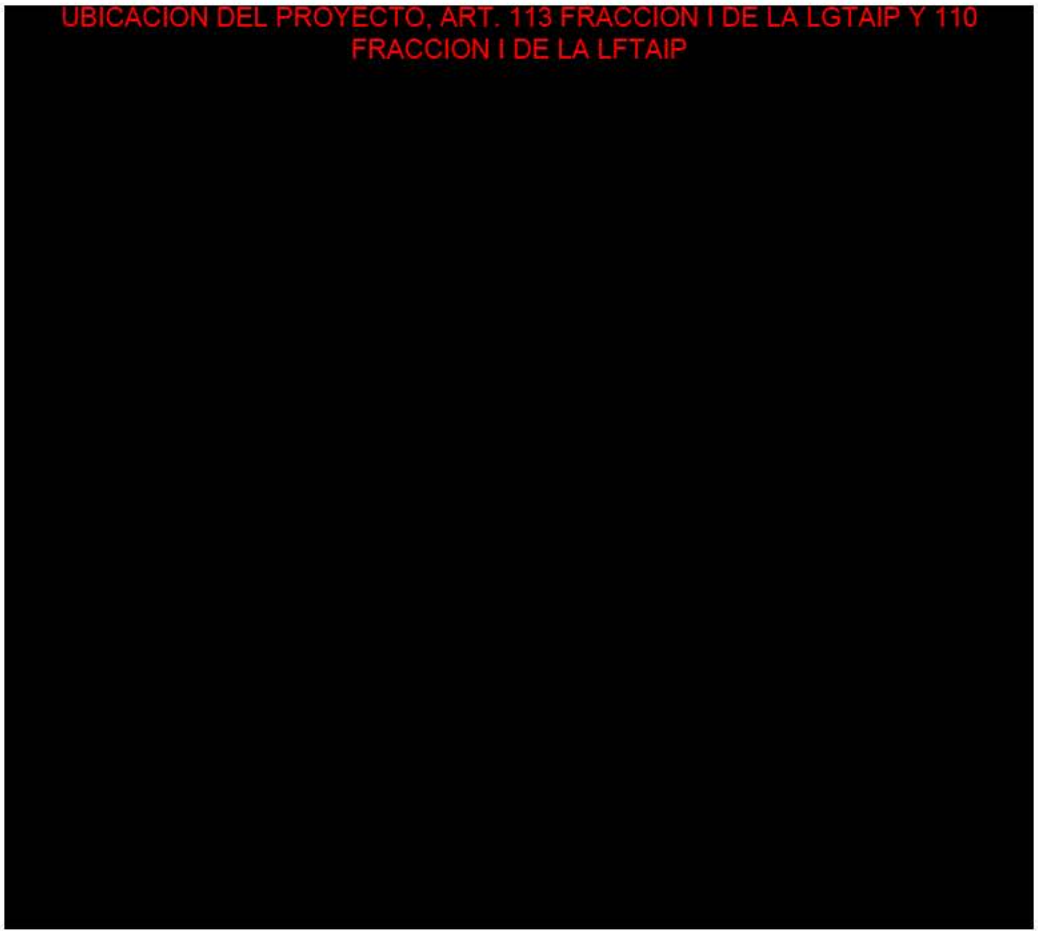
- Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.
- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.
- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.
- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectada a las Estaciones de Regulación y Medición Distritales.

**Elementos Principales del Sistema de Distribución:**

- Gasoducto principal de 8" y 6" de Ø de AC.
- Gasoducto de acometida de 4" de Ø de AC.
- Gasoducto de media presión de 6", 3" y 2" de Ø de PEAD.
- Estaciones de Regulación y Medición para clientes industriales.
- Estaciones de Regulación y Medición Distritales con salida a media presión.
- Válvulas de seccionamiento de operación manual de 6" de Ø de AC con desfogue a la atmosfera.
- Válvulas de acometida de operación manual de 4" Ø de AC.
- Válvulas de seccionamiento de operación manual de 6", 3" y 2" Ø de PEAD.
- Accesorios de 8", 6" y 4" de Ø de AC para cambios de dirección o derivación de trayectoria.
- Accesorios de 6", 3" y 2" de Ø de PEAD para cambios de dirección o derivación de trayectoria.
- Riser roscable de PEAD de ¾" de Ø.

- Juntas aislantes Pikotek de 8" y 4" Ø.
- Sistema de protección catódica.

**b) Diagrama de flujo**



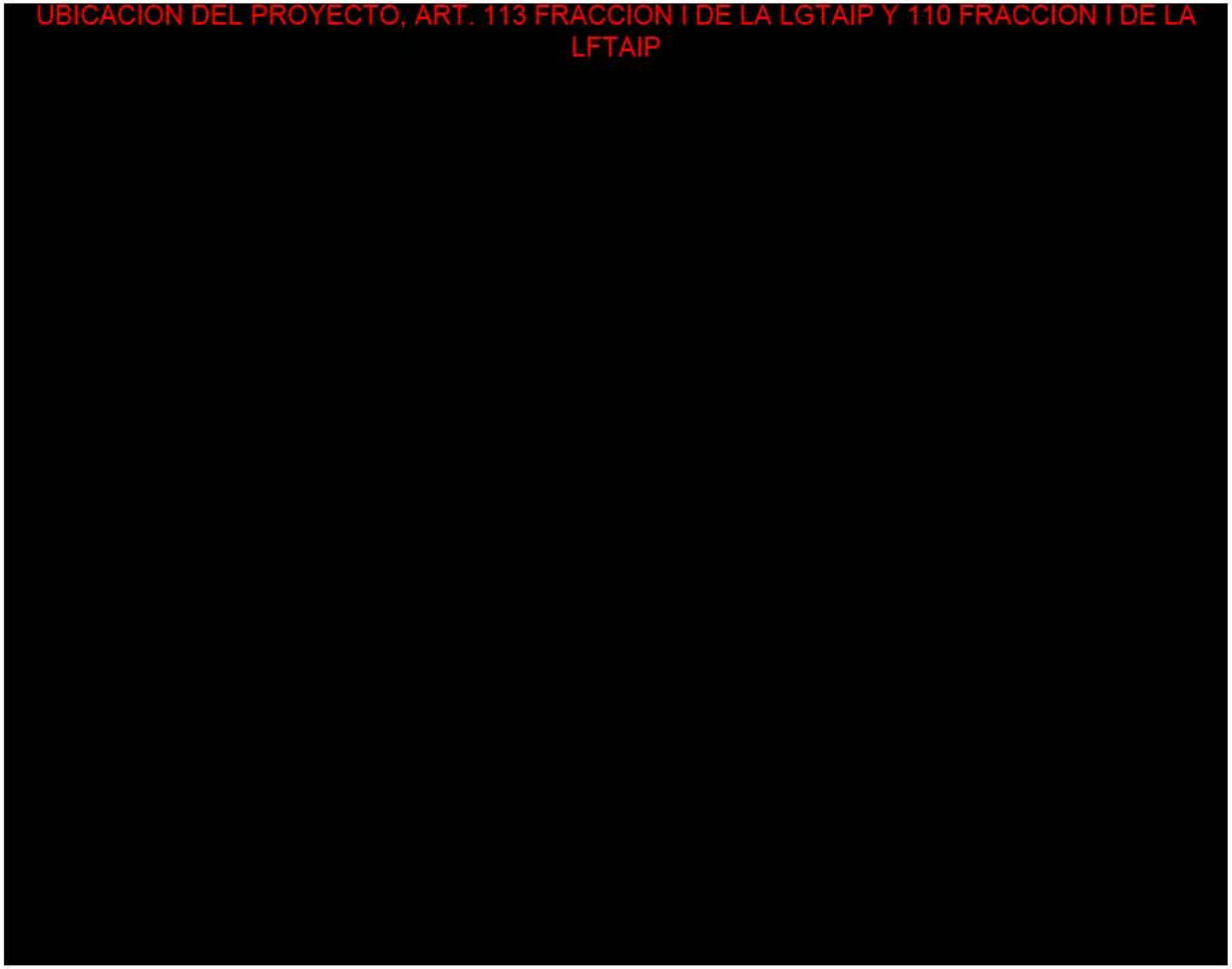

En el **ANEXO 9**, se puede encontrar el diagrama de flujo del proyecto.

### c) Capacidad de conducción.

Considerando una presión máxima de operación de 298.69 psi (21.00 kg/cm2) y una velocidad máxima de 20.00 m/s en cualquier tubería del sistema, la capacidad máxima de conducción del Sistema de Distribución será de 54,040.00 SCMH / 45.80 MMSCFD (100 %).

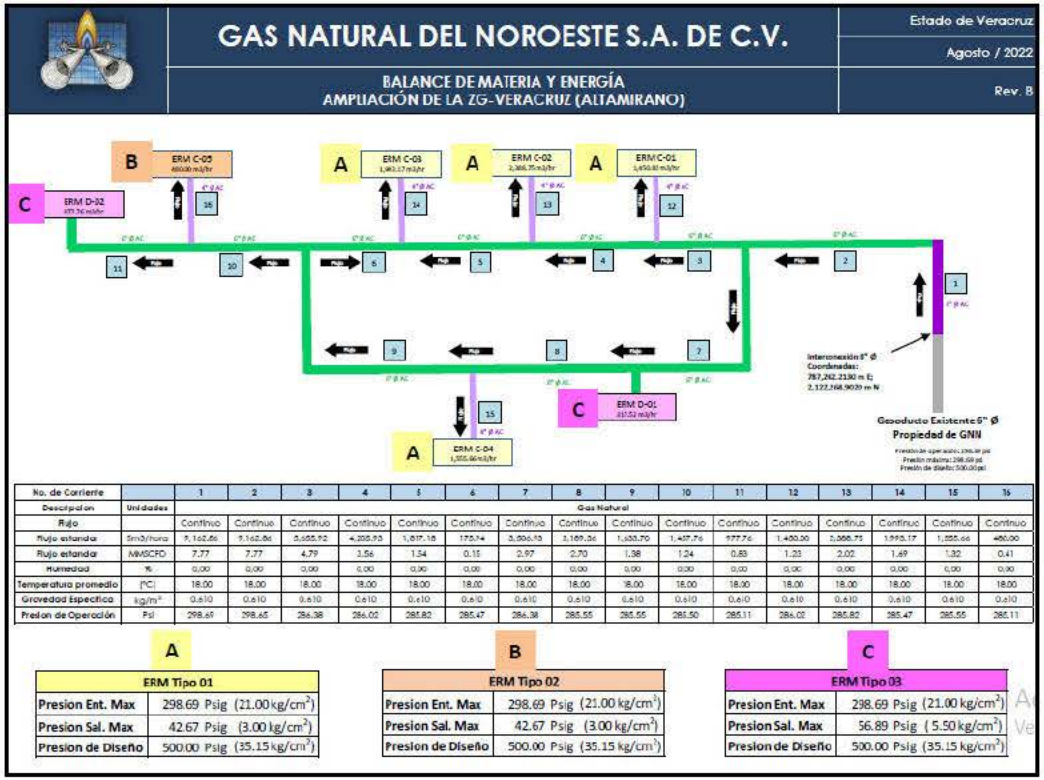
- Consumo máximo prospectado: 9,162.86 SCMH / 7.77 MMSCFD (16.96 %).

Quedando una disponibilidad en el Sistema de Distribución de 44,877.14 SCMH / 38.04 MMSCFD
(83.04 %).




En el **ANEXO 7**, se encuentra la Capacidad de conducción del Sistema de distribución.

## d) Balance de materia y energía.




| No. de Corriente | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Descripción | Unidades | Gas Natural | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flujo | | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo | Continuo |
| Flujo estandar | Sm3/hora | 9,162.86 | 9,162.86 | 5,665.92 | 4,208.93 | 1,817.18 | 175.74 | 3,506.93 | 2,169.36 | 1,353.79 | 1,457.76 | 577.76 | 1,450.00 | 2,068.75 | 1,993.17 | 1,355.66 | 460.00 |
| Flujo estandar | MMSCFD | 7.77 | 7.77 | 4.79 | 3.56 | 1.54 | 0.15 | 2.97 | 2.70 | 1.38 | 1.24 | 0.83 | 1.23 | 2.02 | 1.69 | 1.32 | 0.41 |
| Humedad | % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Temperatura promedio | (°C) | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 | 18.00 |
| Gravedad Especifica | kg/m³ | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 | 0.610 |
| Presion de Operación | Psi | 298.69 | 298.65 | 296.38 | 286.02 | 285.82 | 285.47 | 286.38 | 285.55 | 285.55 | 285.50 | 285.11 | 286.02 | 285.82 | 285.47 | 285.55 | 285.11 |

**Figura 82.** Diagrama y datos de balance de materia y energía

Véase en el **ANEXO 12** el Balance de materia y energía del proyecto.

### e) Clases de localización.

Según lo indicado en la NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos en el apartado 5.1.1.1.1. Clases de Localización, se define las siguientes clases de localización.

- **Localización clase 1.** El Área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones para ocupación humana.
- **Localización clase 2.** El Área unitaria con más de diez y hasta cuarenta y cinco construcciones para ocupación humana.
- **Localización clase 3.** El Área unitaria que cuenta con cuarenta y seis construcciones o más para ocupación humana.

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

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

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

  **c)** Un área destinada a fraccionamiento o conjunto habitacional o comercial que no tenga las características de la clase 4.
- **Localización clase 4.** El Área unitaria en la que predominan construcciones de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja, donde el tráfico vehicular es intenso o pesado y donde pueden existir numerosas instalaciones subterráneas.

| CLASE DE LOCALIZACIÓN | |
|---|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |

**Tabla. 26.** Clasificación de clases de localización.

| SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL ALTAMIRANO NOM 003 | | |
|---|---|---|
| BASADO EN EL PLANO:GNN-Ver-VMF-ASEA-CL-22_01 | | |
| **KILOMETRAJE** | **CLASE DE LOCALIZACIÓN** | **IDENTIFICACIÓN** |
| 0+000.00 A - 0+069.34 A | 4 | |
| | | |
| 0+000.00 B - 1+600.00 B | 4 | |
| 1+600.00 B - 3+200.00 B | 4 | |
| 3+200.00 B - 4+800.00 B | 3 | |
| 4+800.00 B - 6+400.00 B | 2 | |
| 6+400.00 B - 8+000.00 B | 1 | |
| 8+000.00 B - 9+600.00 B | 2 | |
| 9+600.00 B - 11+200.00 B | 4 | |
| 11+200.00 B - 12+800.00 B | 4 | |
| 12+800.00 B - 13+276.84 B | 4 | |
| | | |
| 0+000.00 C - 1+600.00 C | 4 | |
| 1+600.00 C - 3+200.00 C | 4 | |
| 3+200.00 C - 3+306.59 C | 4 | |
| | | |
| 0+000.00 D - 0+010.06 D | 4 | |
| | | |
| 0+000.00 E - 0+006.82 E | 4 | |
| | | |

| SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL ALTAMIRANO NOM 003 | | |
|---|---|---|
| BASADO EN EL PLANO:GNN-Ver-VMF-ASEA-CL-22_01 | | |
| 0+000.00 F - 0+091.41 F | 4 | |
| 0+000.00 G - 0+009.73 G | 4 | |
| 0+000.00 H - 0+004.02 H | 4 | |
| 0+000.00 I - 1+430.54 I | 4 | |
| 0+000.00 J - 0+742.39 J | 4 | |
| 0+000.00 K - 2+206.46 K | 4 | |
| 0+000.00 L - 0+989.73 L | 4 | |
| 0+000.00 M - 0+647.97 M | 4 | |
| 0+000.00 N - 0+919.72 N | 4 | |
| 0+000.00 0 - 1+552.55 O | 4 | |

**Tabla. 27.** Clases de localización del proyecto Sistema De Distribución De Gas Natural Altamirano.

## d) Capacidad De Volumen Empacado Del Sistema De Distribución De Gas Natural Por Medio De Ductos En La Zona Geográfica Veracruz (Altamirano).

### 1. Capacidad de volumen empacado gasoducto

#### 1.1 Cálculo de la capacidad de gas empacado en la tubería de acero (alta presión)

Se consideran para el cálculo las siguientes tuberías y longitudes aproximadas, operando a una presión máxima de 21.00 kg/cm2 (298.69 psi):

- Tubería de acero de 8" Ø API 5L Grado X42 con costura y espesor 0.219", con recubrimiento tricapa y una longitud de 69.34 m.
- Tubería de acero de 6" Ø API 5L Grado X42 con costura y espesor 0.219", con recubrimiento tricapa y una longitud de 16,583.43 m.
- Tubería de acero de 4" Ø API 5L Grado X42 con costura y espesor 0.219", con recubrimiento tricapa y una longitud de 122.04 m.

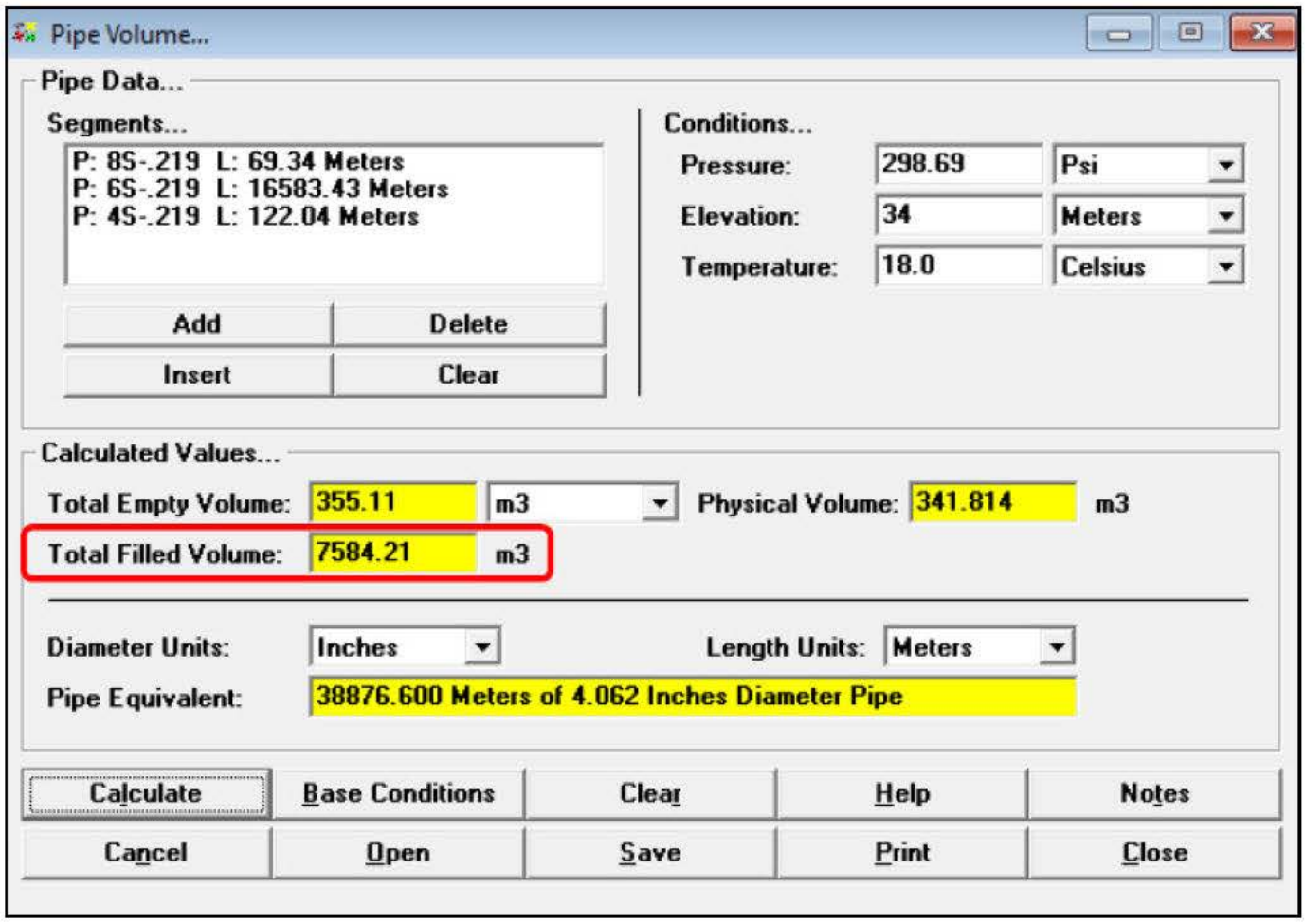



**Figura 83.** Cálculo de la capacidad de gas empacado en la tubería de acero (alta presión)

Por lo tanto, para empacar la línea completa del gasoducto se requiere un volumen de gas natural de 7,584.21 m3 (4,626.36 Kg @ ρ=0.61 Kg/m3) a 21.00 kg/cm2 (298.69 Psi) con una elevación promedio de 34.00 m.s.n.m. en el Estado de Veracruz, México.

### 1.2 Cálculo de la capacidad de gas empacado en la tubería de PEAD (media presión)

Se consideran para el cálculo las siguientes tuberías y longitudes aproximadas, operando a una presión máxima de 5.50 kg/cm2 (78.23 psi):

- Tubería de 6" PEAD-4710 SDR 11 con una longitud de 5,369.17 m.
- Tubería de 3" PEAD-4710 SDR 11 con una longitud de 3,120.29 m.
- Tubería de 2" PEAD-4710 SDR 11 con una longitud de 24,495.69 m.

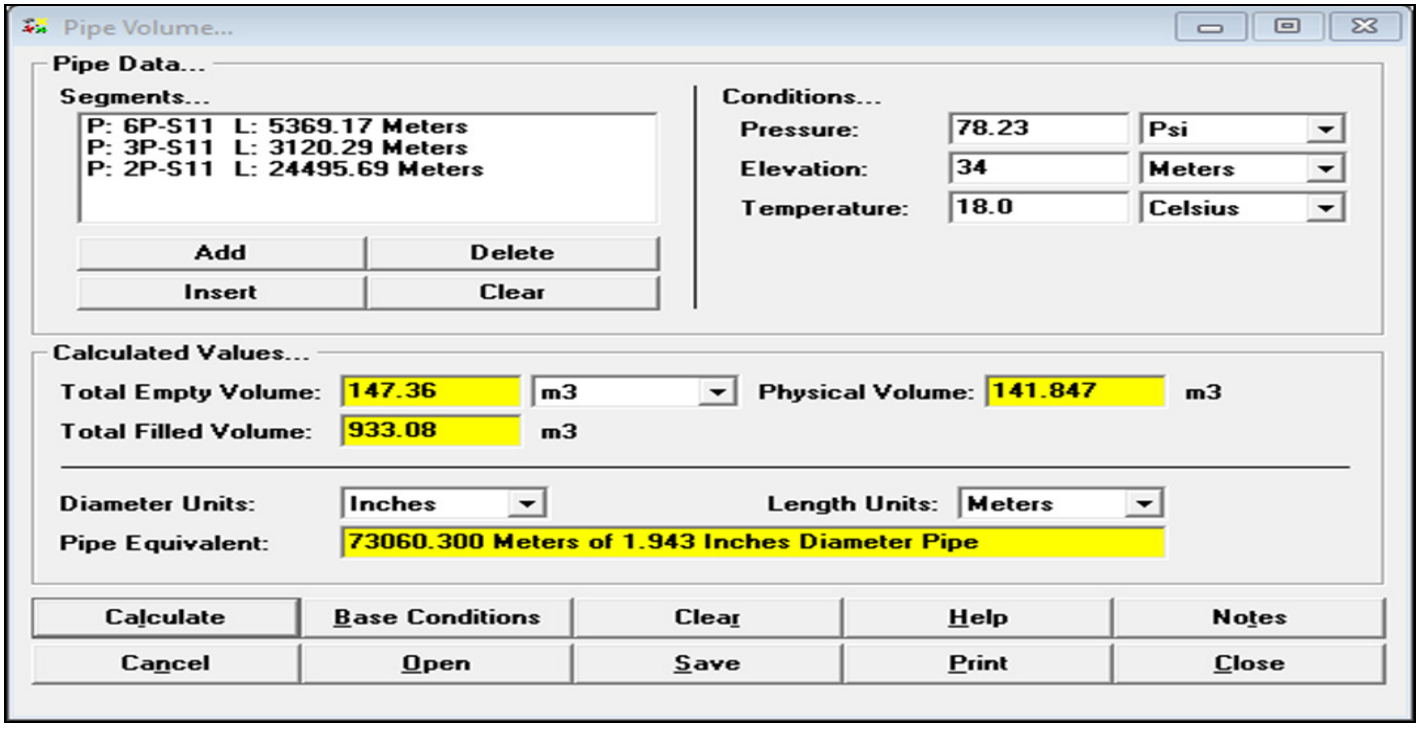



**Figura 84.** Cálculo de la capacidad de gas empacado en la tubería de PEAD (media presión)

Por lo tanto, para empacar la línea completa del gasoducto se requiere un volumen de gas natural de 933.08 m3 (569.17 Kg @ ρ=0.61 Kg/m3) a 5.50 kg/cm2 (78.23 Psi) con una elevación promedio de 34.00 m.s.n.m. en el Estado de Veracruz, México.

### 1.3 Cálculo de la capacidad total de gas empacado en el Sistema de Distribución

La capacidad total del Sistema de Distribución será la suma del gas empacado en la tubería de acero y en la tubería de PEAD, siendo igual a 8,517.29 m3 (5,195.54 Kg @ ρ=0.61 Kg/m3).

En el **ANEXO 5. INGENERÍA**, se observan las Condiciones de operación, capacidad de volumen de empacado y la memoria técnico descriptiva, así como en el **ANEXO 2.PLANOS**, se encuentran los planos correspondientes del proyecto.

## III.2.1 INSTALACIONES SUPERFICIALES. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN.

### 1. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN, TIPO 1.

#### a) Condiciones de operación de le estación de regulación y medición Tipo 01.

| CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN TIPO 01. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre | Especificación del Gasoducto | Presión Máxima Entrada (Kg/cm2) | Presión de operación (Kg/cm2) | Presión Diseño (kg/cm2) | Temperatura de Diseño | Temperatura de Operación | Consumo | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Mínimo | | | | Máximo | | | | Capacidad Máxima | | | |
| | | | | | | | | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH |
| 1 | ERM Tipo 1 Entrada | 4" de Ø de AC | 21.00 kg/cm$^2$ | 21.00 kg/cm$^2$ | 21.00 kg/cm$^2$ | 20.00° C | 18.00° C | 34,800 | 1.23 | 1,450.00 | 51,206 | 57,330.00 | 2.02 | 2,388.75 | 84,358.00 | 130,719.00 | 4.62 | 5,446.63 | 192,346.00 |
| 2 | ERM Tipo 1 Salida | 4" de Ø de AC | 3.00 kg/cm$^2$ | 2.00 kg/cm$^2$ | 10.54 kg/cm$^2$ | 20.00° C | 18.00° C | 34,800 | 1.23 | 1,450.00 | 51,206 | 57,330.00 | 2.02 | 2,388.75 | 84,358.00 | 130,719.00 | 4.62 | 5,446.63 | 192,346.00 |

**Tabla. 28.** Condiciones de operación de la estación de regulación ERM Tipo 01.

## 2. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN (TIPO 2).

### a) Condiciones de operación de le estación de regulación y medición Tipo 02.

| CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN TIPO 02. | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre | Especificación del Gasoducto | Presión Máxima Entrada (Kg/cm2) | Presión de operación (Kg/cm2) | Presión Diseño (kg/cm2) | Temperatura de Diseño | Temperatura de Operación | Consumo | | | | | | | |
| | | | | | | | | Máximo | | | | Mínimo | | | |
| | | | | | | | | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH |
| 1 | ERM Tipo 02 Entrada | 4" de Ø de AC | (21.00 kg/cm2 | (21.00 kg/cm2 | (35.15 kg/cm2) | (20.00° C) | (18.00° C | 11,520 | 0.41 | 480.00 | 16,951 | 33,436.00 | 1.18 | 1,393.18 | 49,200.00 |
| 2 | ERM Tipo 02 Salida | 4" de Ø de AC | (3.00 kg/cm2) | (2.00 Kg/cm2) | (10.54 kg/cm2) | (20.00° C) | (18.00° C | 11,520 | 0.41 | 480.00 | 16,951 | 33,436.00 | 1.18 | 1,393.18 | 49,200.00 |

**Tabla. 29.** Condiciones de operación de la estación de regulación ERM Tipo 02.

## 3. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN (TIPO 3).

### a) Condiciones de operación de le estación de regulación y medición Tipo 03.

| CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN TIPO 03. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. | Nombre | Especificación del Gasoducto | Presión Máxima Entrada (Kg/cm2) | Presión de operación (Kg/cm2) | Presión Diseño (kg/cm2) | Temperatura de Diseño | Temperatura de Operación | Consumo | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | mínimo | | | | Máximo | | | | Capacidad Máxima | | | |
| | | | | | | | | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH | SCMD | MMSCFD | SCMH | SCFH |
| 1 | ERM Tipo 3 Entrada | 6" de Ø de AC | (21.00 kg/cm2 | (21.00 kg/cm2 | (35.15 kg/cm2) | (20.00 ° C) | (18.00 ° C | 7,620 | 0.27 | 317.52 | 11,213 | 23,466.00 | 0.83 | 977.76 | 34,529.00 | 93,294.00 | 3.29 | 3,887.24 | 137,277.00 |
| 2 | ERM Tipo 3 Salida | 6" de Ø de AC | (5.50 kg/cm2) | (5.50 Kg/cm2) | (10.54 kg/cm2) | (20.00 ° C) | (18.00 ° C | 7,620 | 0.27 | 317.52 | 11,213 | 23,466.00 | 0.83 | 977.76 | 34,529.00 | 93,294.00 | 3.29 | 3,887.24 | 137,277.00 |

**Tabla. 30.** Condiciones de operación de la estación de regulación ERM Tipo 03.

### III.2.1.1 RECUBRIMIENTO CORROSIVO.

La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.** se asegurará del cumplimiento de este proceso mediante el procedimiento PO-OYM-MANTTO-16 "Procedimiento de recubrimiento anticorrosivo a instalaciones superficiales", para evitar condiciones que representen un riesgo para las instalaciones.

El campo de aplicación es para todas aquellas instalaciones superficiales construidas en acero al carbón e incluye todos los accesorios de cuarto de interconexión y estaciones de regulación y medición.

El campo de aceptación es mediante los siguientes criterios:

- El responsable del sistema es quien determina si el acabado superficial del área a recubrir es el adecuado de acuerdo a lo indicado en NRF-053 y decide si continua con el proceso.
- Mediante una inspección visual y de acuerdo al tipo de limpieza superficial se debe tomar en cuenta los motivos de rechazo del trabajo indicados en tabla.
- Los recubrimientos utilizados en GNN

### III.2.1.2 TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS.

Para la corrida de diablos en el Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) se hace conforme a NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos. Por otra parte, se aplican los siguientes procedimientos internos:

En el **ANEXO 6**, se puede encontrar los procedimientos que dan cumplimiento a lo antes mencionado.

### III.2.1.3 VALVULAS DE SECCIONAMIENTO.

Las válvulas de seccionamiento son de tipo esfera de paso completo y continuando con doble bloqueo y purga, a prueba de fuego, diseñado para control de emisiones de fuga manufacturado en materiales de acero al carbón en cuerpo de tres piezas en clase ANSI 300 y conexiones bridadas tipo RF. Operadas

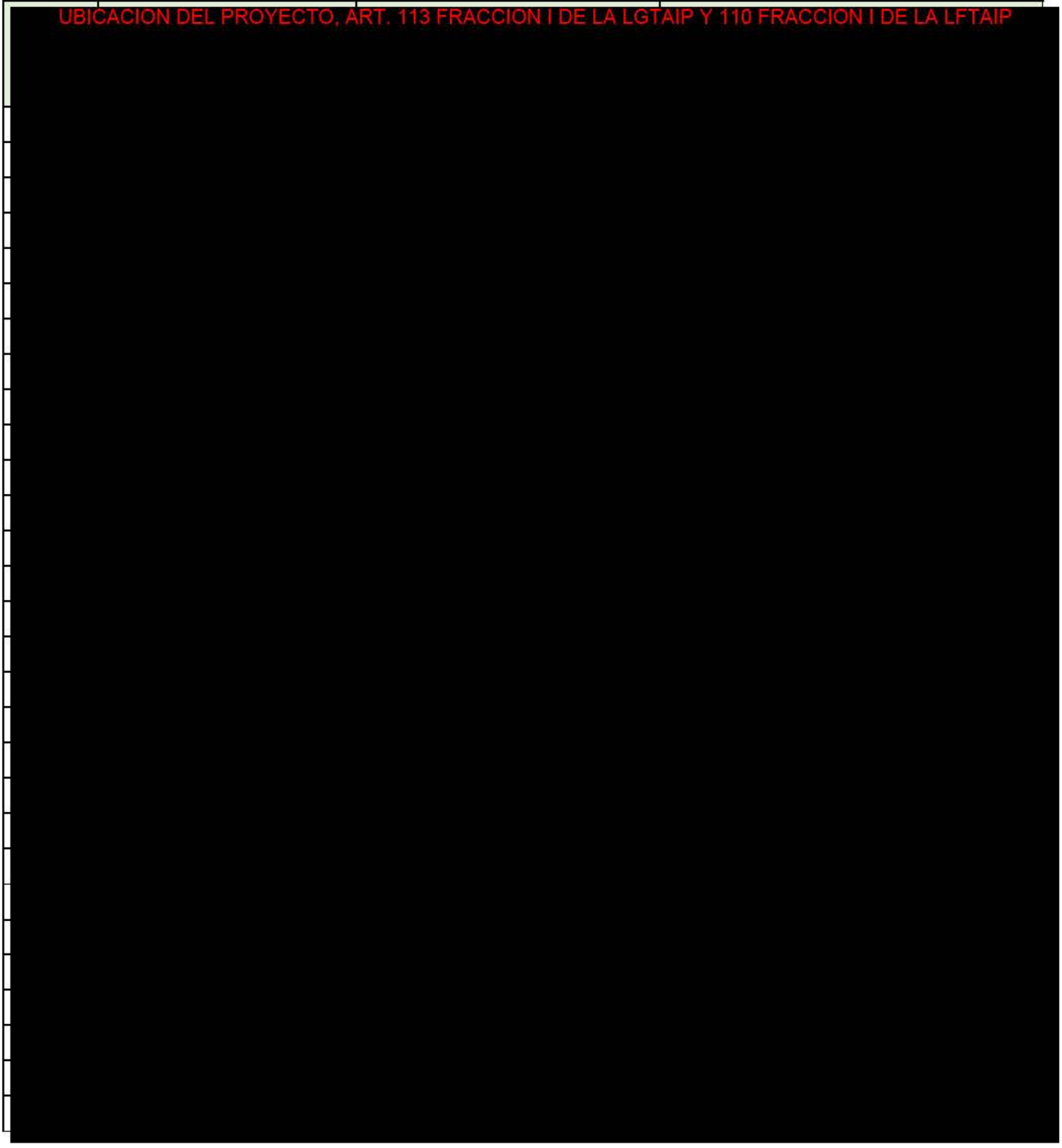
mediante volante y caja de engranes. Los ductos deben considerar válvulas de seccionamiento para limitar el riesgo y daño ocasionado por alguna rotura del ducto, las cuales deben de proporcionar un sello seguro en ambos extremos, independientemente de la presión de la línea; así como facilitar el mantenimiento del sistema.

Las válvulas de seccionamiento se ubican en lugares de fácil acceso y protegiéndolas de daños y/o alteraciones. Las válvulas de seccionamiento en ductos de distribución deben reunir las características siguientes:

- Las válvulas de seccionamiento podrán confinarse, de ser necesario, en registros, siempre y cuando se evite la transmisión de cargas a la tubería y la inundación del registro.
- Las válvulas de seccionamiento se encuentran debidamente soportadas y ancladas de acuerdo a un análisis de flexibilidad a fin de verificar que el estado de esfuerzos no sobrepase los permisibles del material.
- Todas las válvulas deben contar con un dispositivo que indique claramente la posición cerrada o abierta en que se encuentren; excepto las de retención, que deben tener marcado con una flecha el sentido de flujo.
- Todas las válvulas deben contar con una inscripción en relieve o placa en la que se indique: marca, diámetro nominal, presión o clase y material del cuerpo.
- Las válvulas de seccionamiento pueden confinarse en registros y los mecanismos de operación de la válvula deben quedar sobre el nivel del terreno.
- Las válvulas de seccionamiento deben contar con un By-Pass que consta de dos válvulas adicionales perpendiculares a la línea, una aguas arriba y otra aguas abajo, que se unen con un arreglo de tubería y accesorios, cuyas funciones son permitir el paso de gas en el momento que se le dé mantenimiento a la válvula, permitir el desfogue tanto en el tramo que está aguas arriba como el que está aguas abajo de la válvula, y posteriormente volver a empacar la línea para empatar presiones antes de abrir nuevamente la válvula.

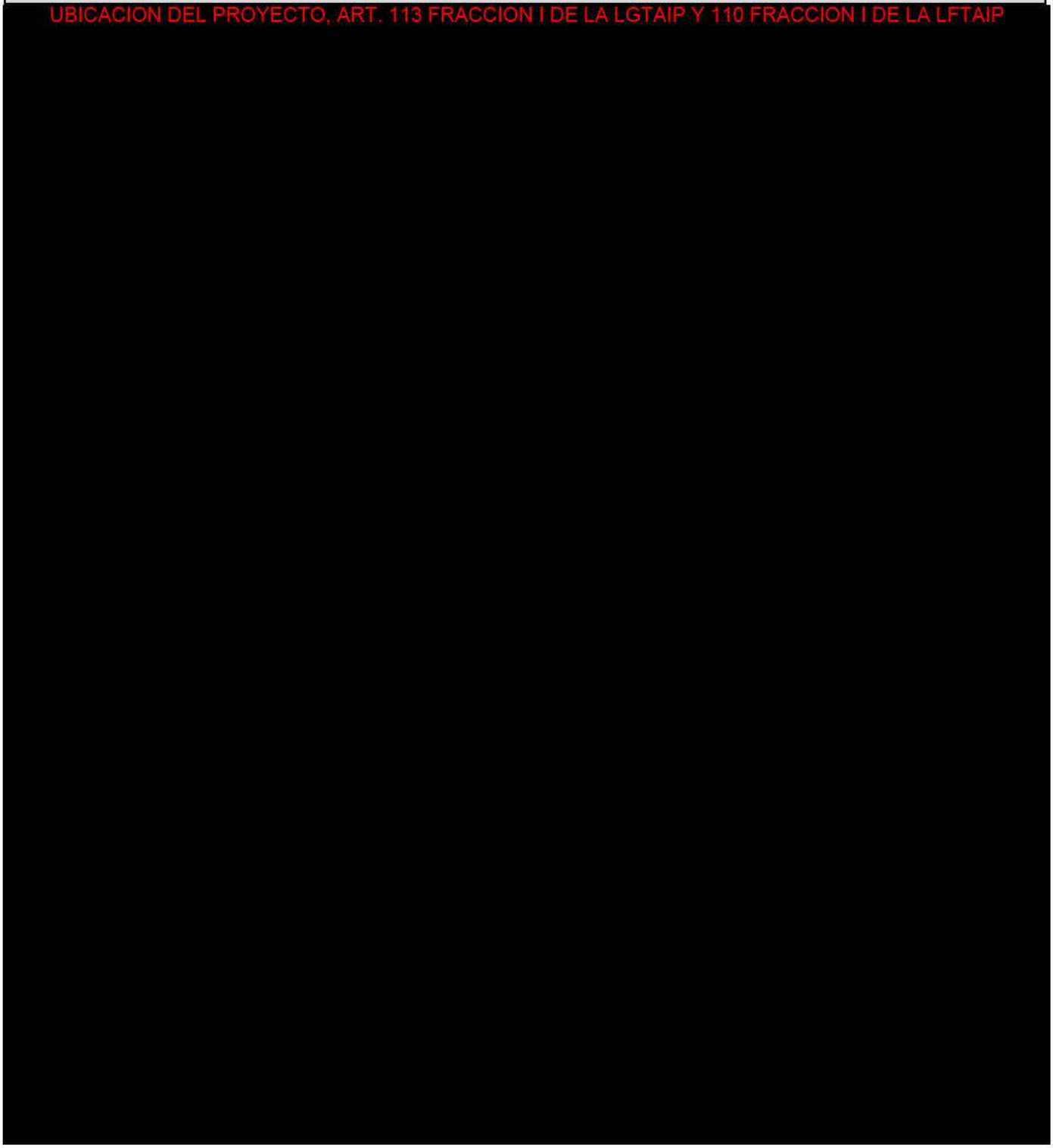
## UBICACIÓN VALVULAS DE SECCIONAMIENTO H.D.P.E

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



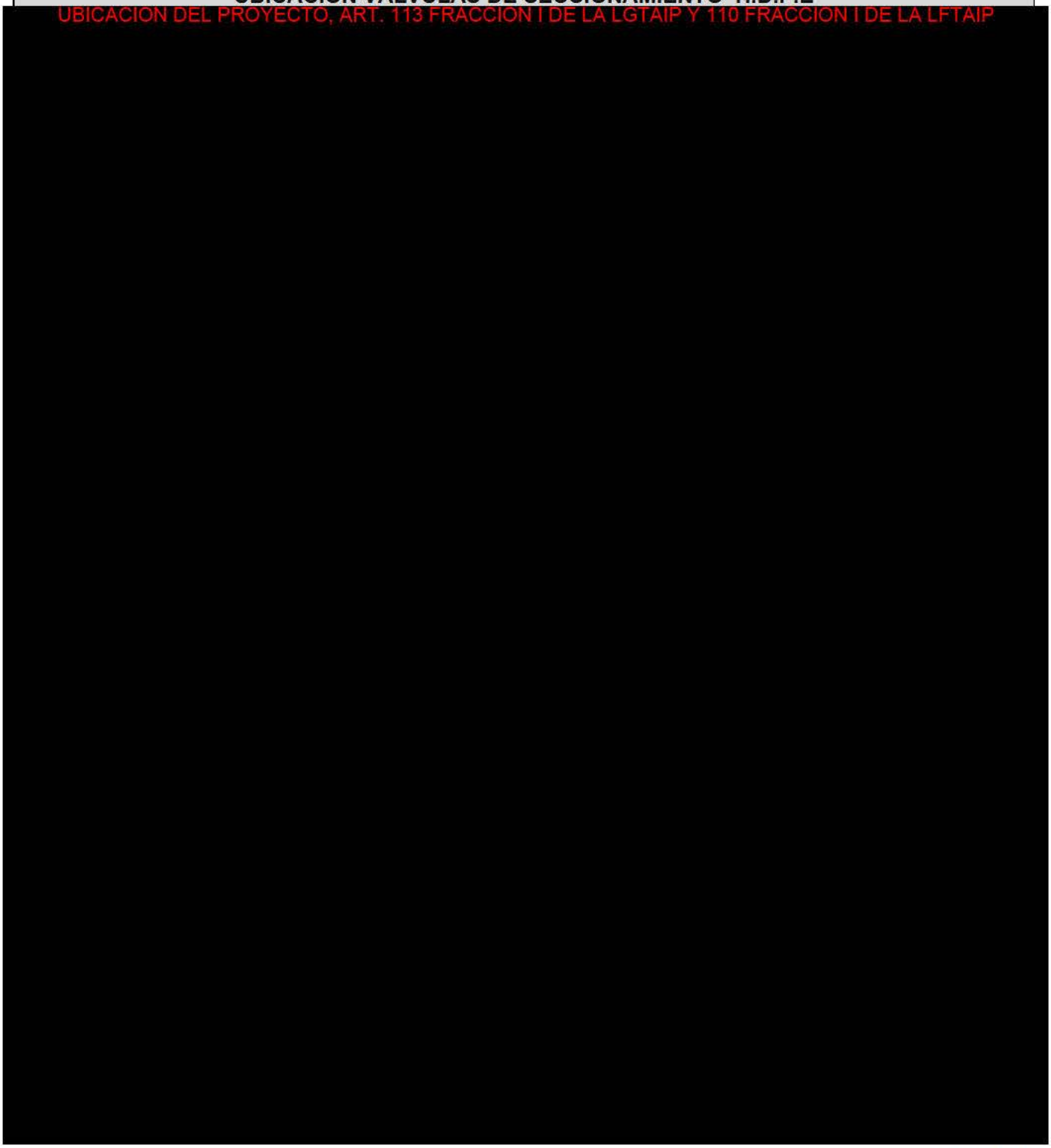
## UBICACIÓN VALVULAS DE SECCIONAMIENTO H.D.P.E

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



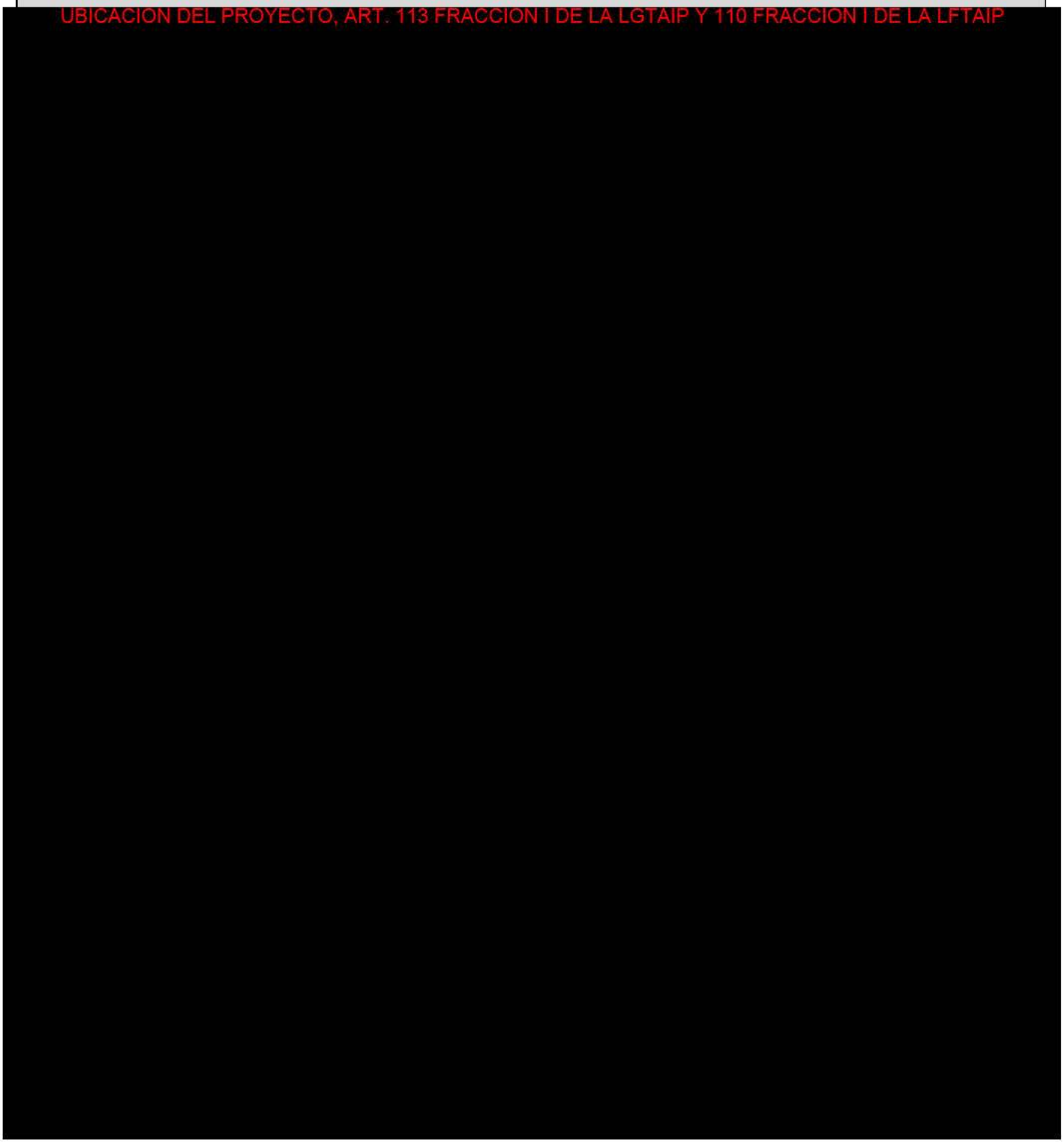
## UBICACIÓN VALVULAS DE SECCIONAMIENTO H.D.P.E

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



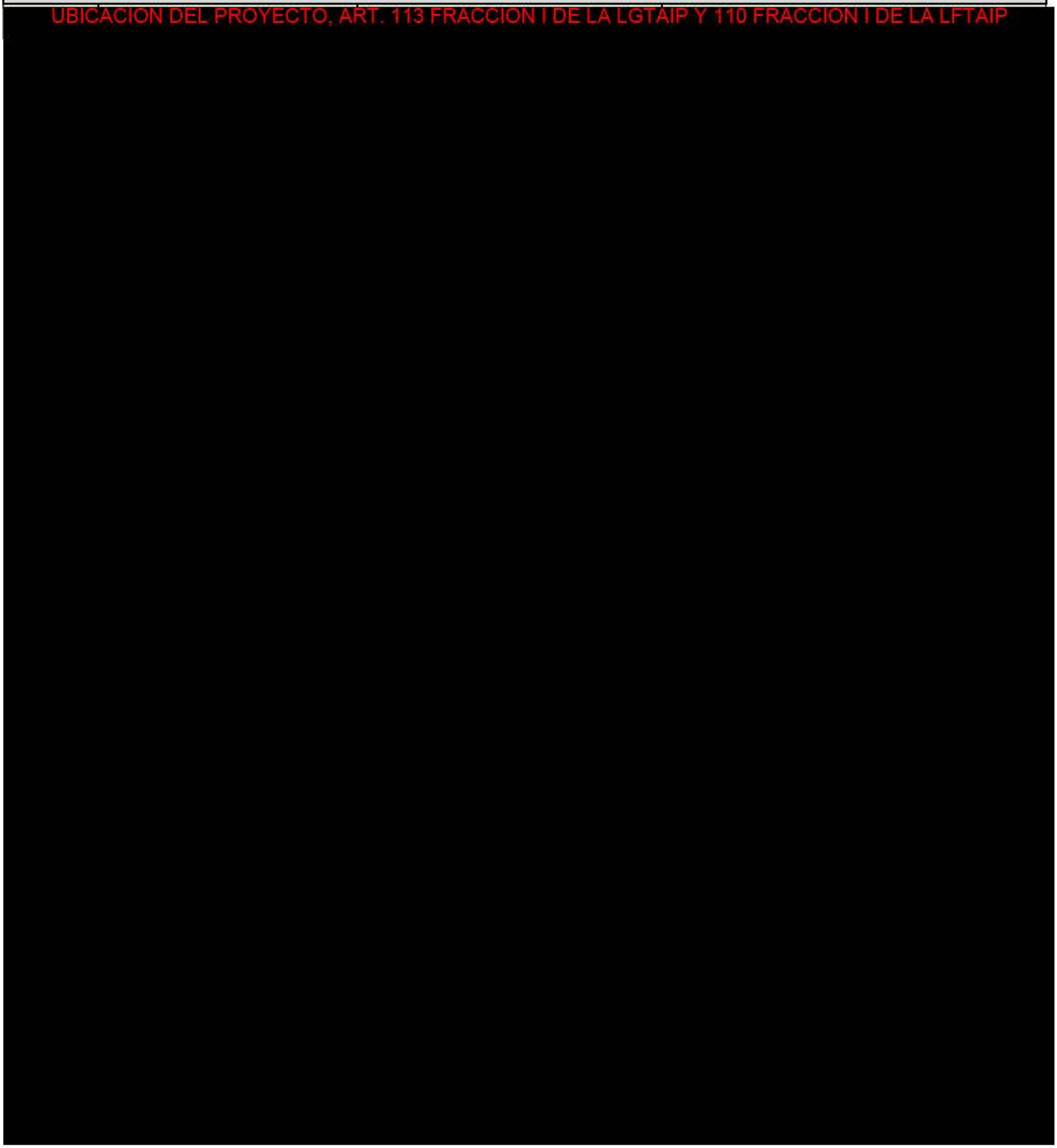
## UBICACIÓN VALVULAS DE SECCIONAMIENTO H.D.P.E

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



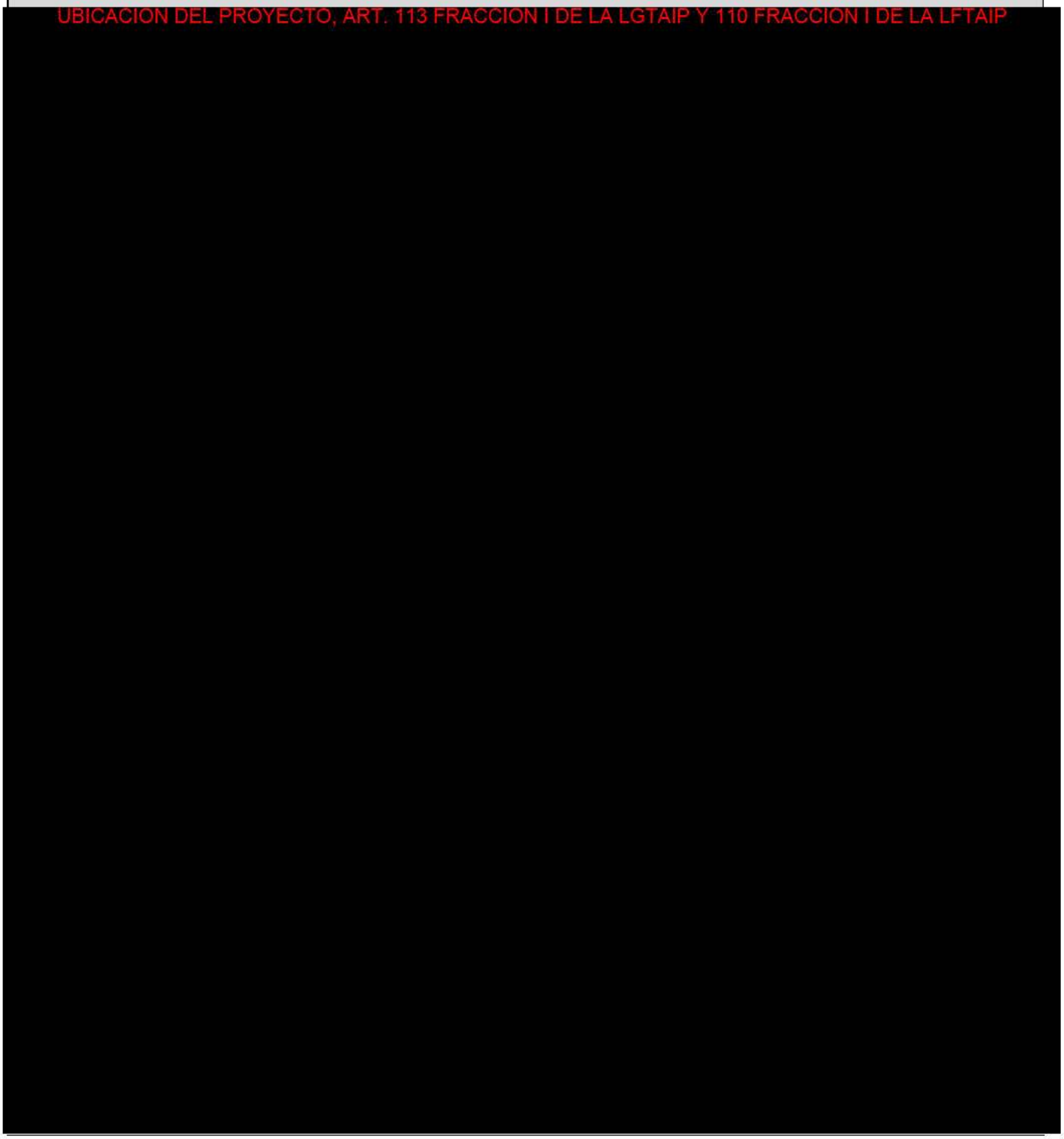
## UBICACIÓN VALVULAS DE SECCIONAMIENTO H.D.P.E

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



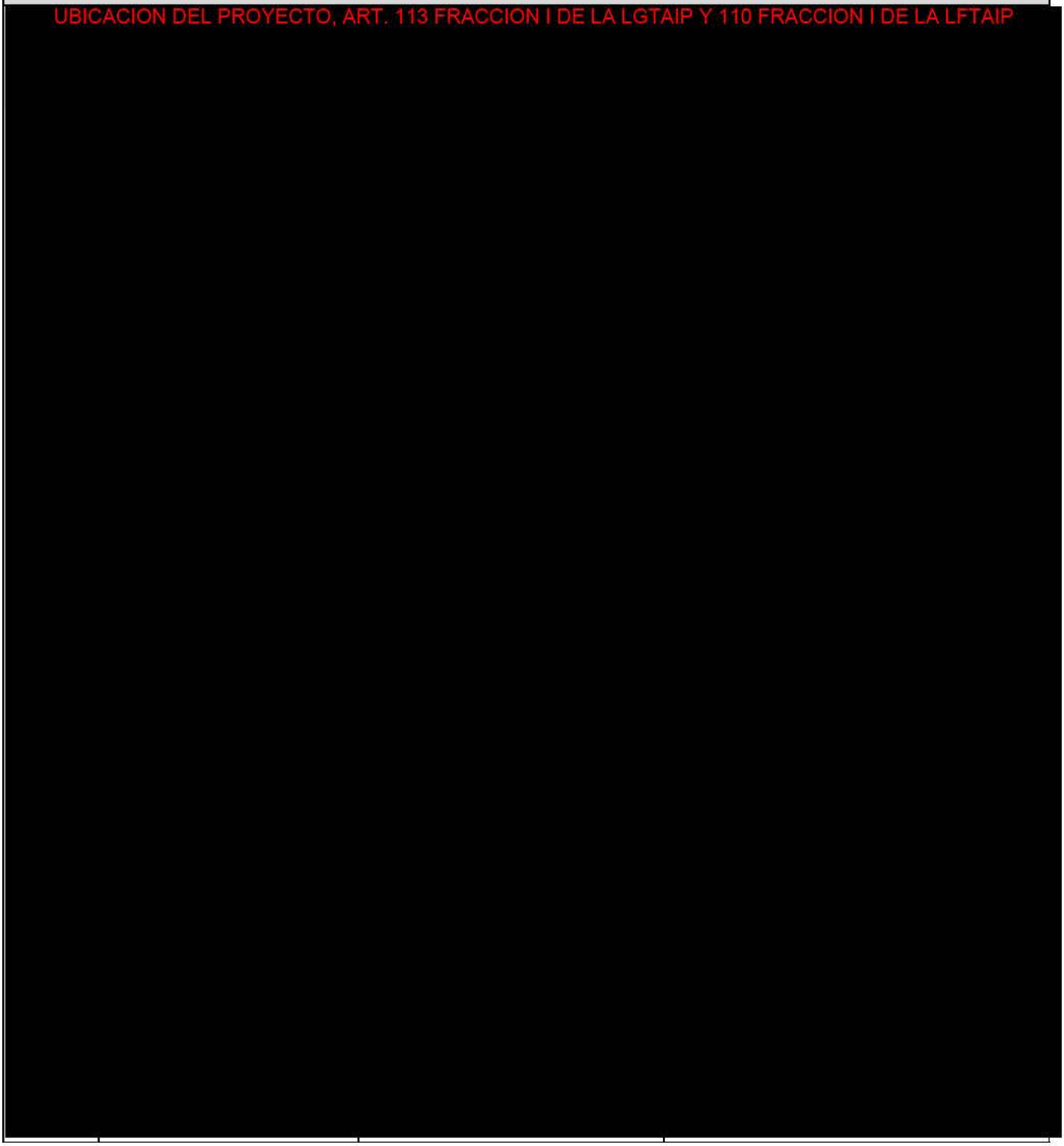
## UBICACIÓN VALVULAS DE SECCIONAMIENTO H.D.P.E

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



## UBICACIÓN VALVULAS DE SECCIONAMIENTO H.D.P.E

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



| UBICACIÓN VALVULAS DE SECCIONAMIENTO H.D.P.E |
|---|
| UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |

**Tabla. 31.** Coordenadas de ubicación de válvulas de seccionamiento.

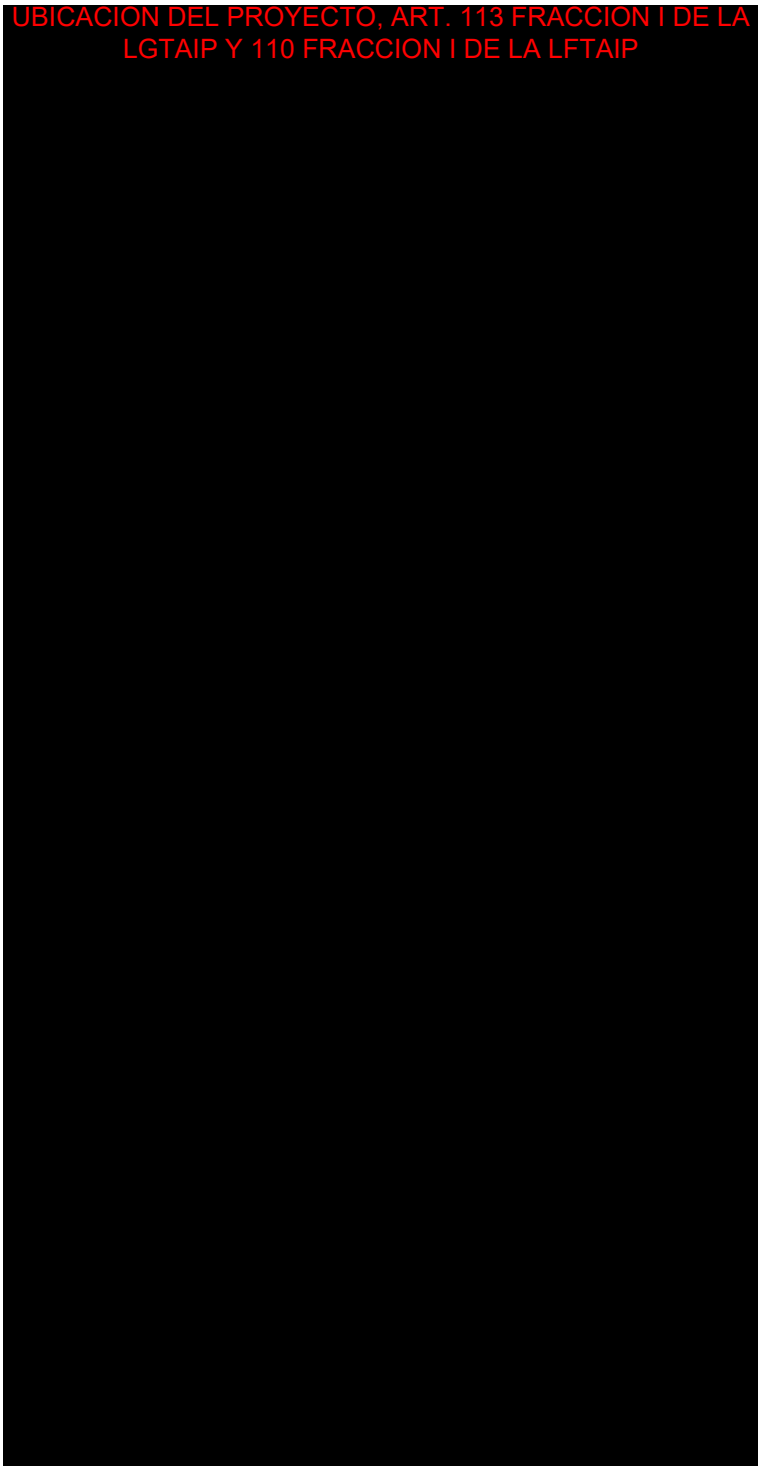



**Figura 85.** Elementos del sistema, Válvulas de seccionamiento.

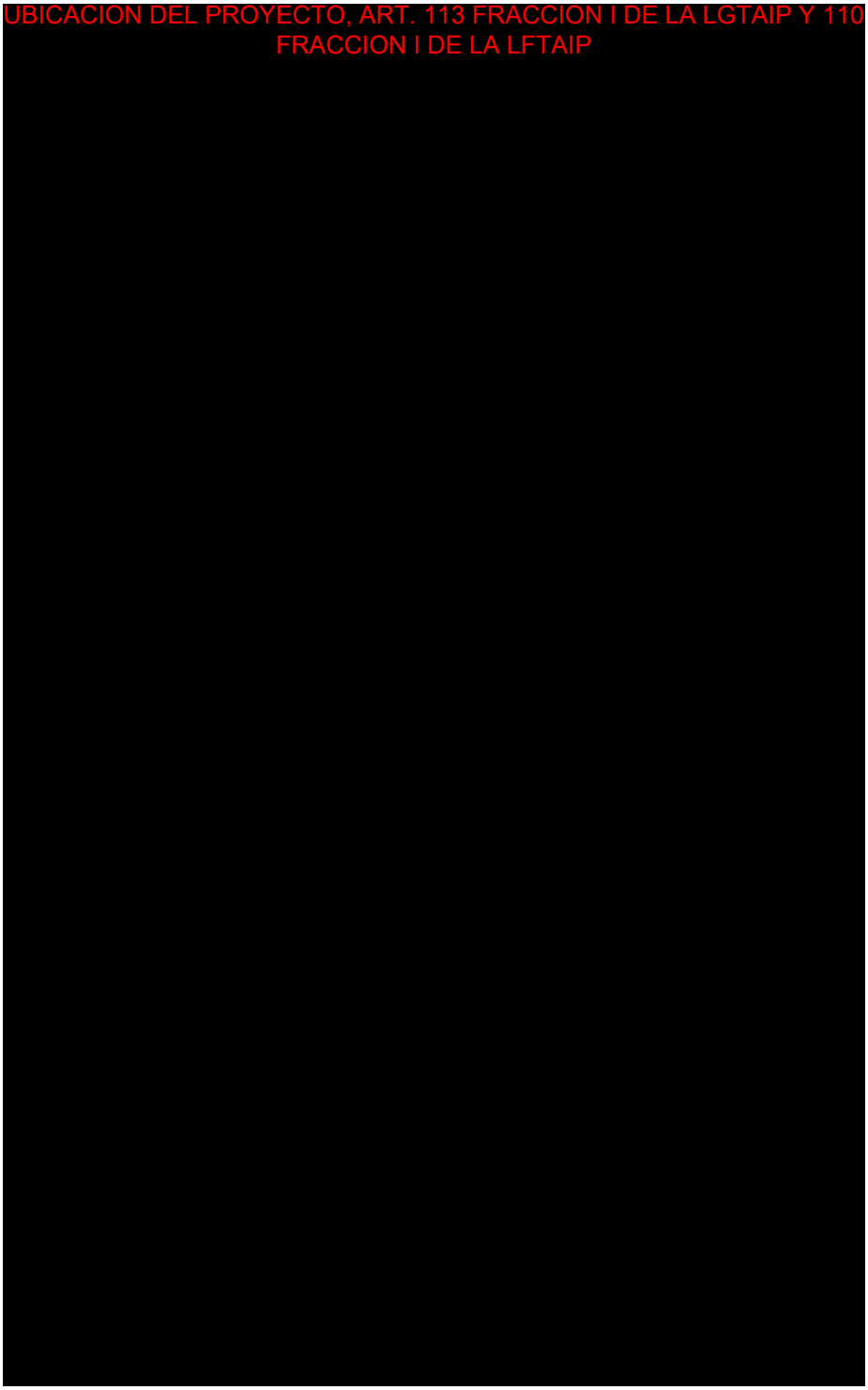



**Figura 86.** Mapa de válvulas de seccionamiento (carretera Manlio- Mata Lomas).

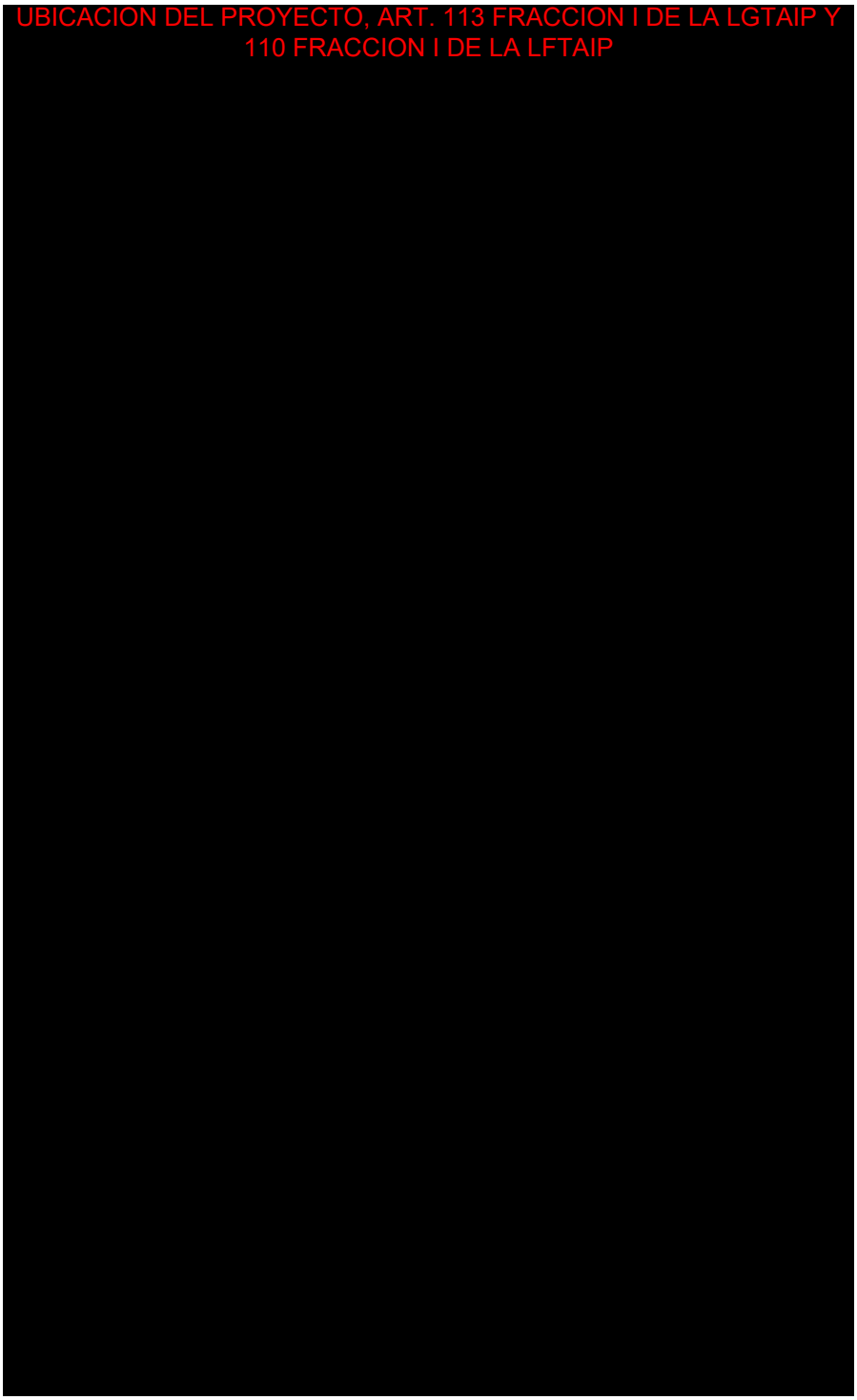



**Figura 87.** Mapa de válvulas de seccionamiento (carretera Mata Lomas- Interconexión).

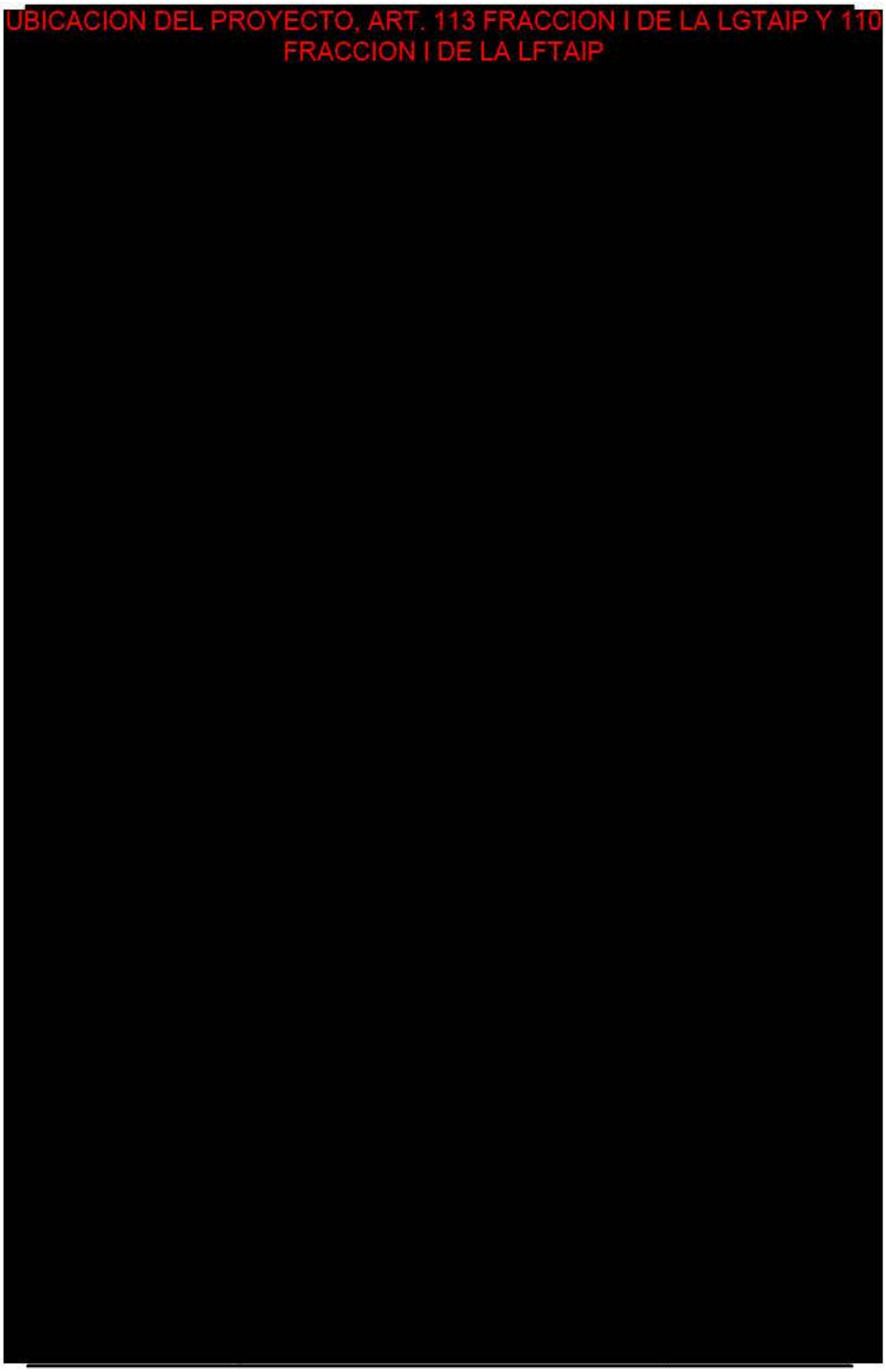



**Figura 88.** Mapa de válvulas de seccionamiento (Manlio Fabio Altamirano).

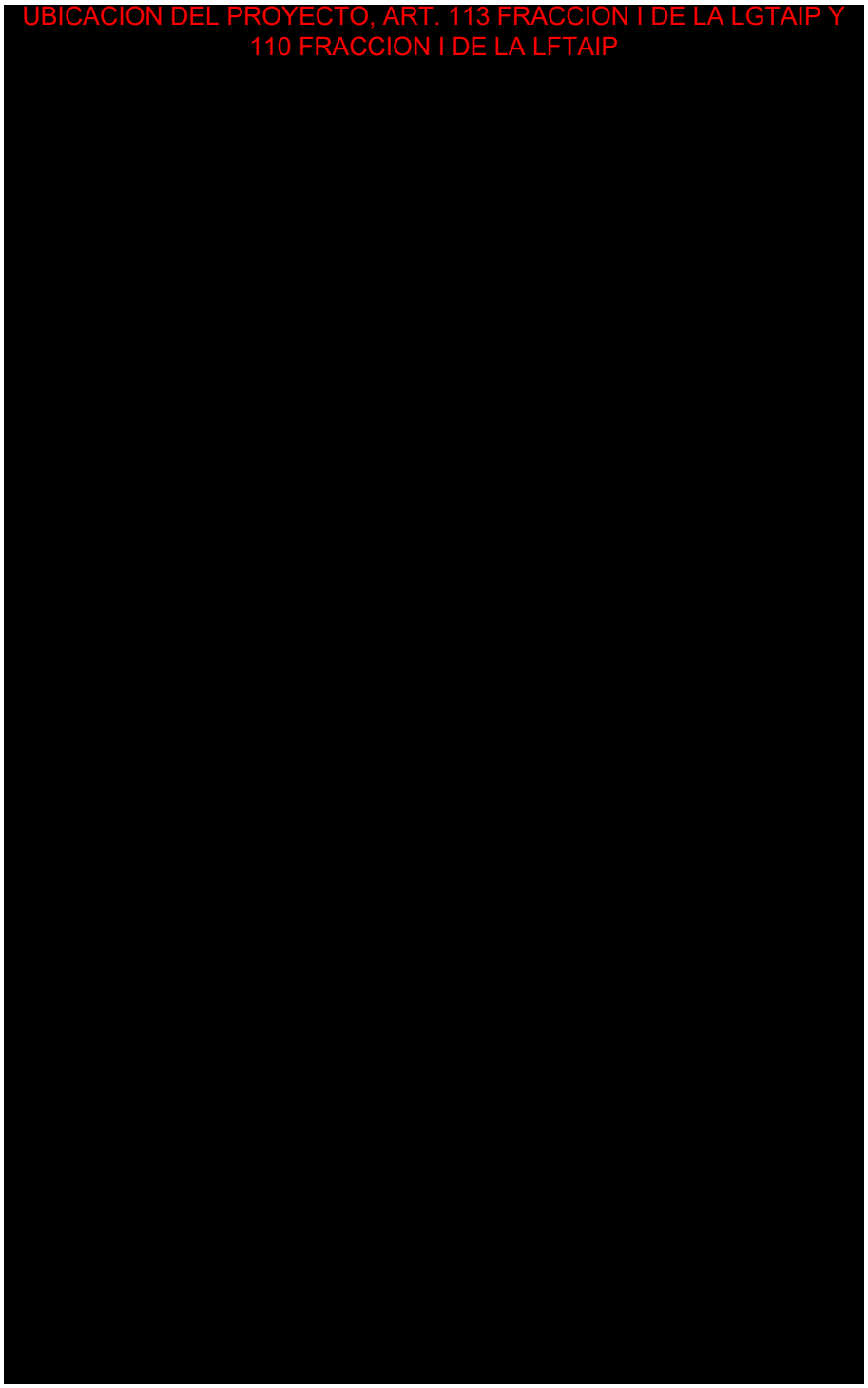



**Figura 89.** Mapa de válvulas de seccionamiento (Mata Lomas).

### III.2.1.4 CRUZAMIENTOS.

Los cruzamientos que se tendrían en el proyecto de Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) son:

- Carreteros
- Ferroviarios
- Cuerpos de agua

Para la instalación del sistema de distribución de gas natural se realizarán cruces con carreteras, vías ferroviarias y cuerpos de agua, tal como se indica en las siguientes tablas:

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES CARRETEROS | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **Descripción** | **Cadenamiento** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 1 | UB-CR-CCR-01 | 5+253.98 B | [redacted] |
| 2 | UB-CR-CCR-02 | 8+899.48 B | |
| 3 | UB-CR-CCR-03 | 0+000.00 K | |
| 4 | UB-CR-CCR-04 | 0+247.88 K | |
| 5 | UB-CR-CCR-05 | 0+476.31 L | |
| 6 | UB-CR-CCR-06 | 0+006.53 L | |

**Tabla. 32.** Coordenadas de ubicación de cruces carreteros.

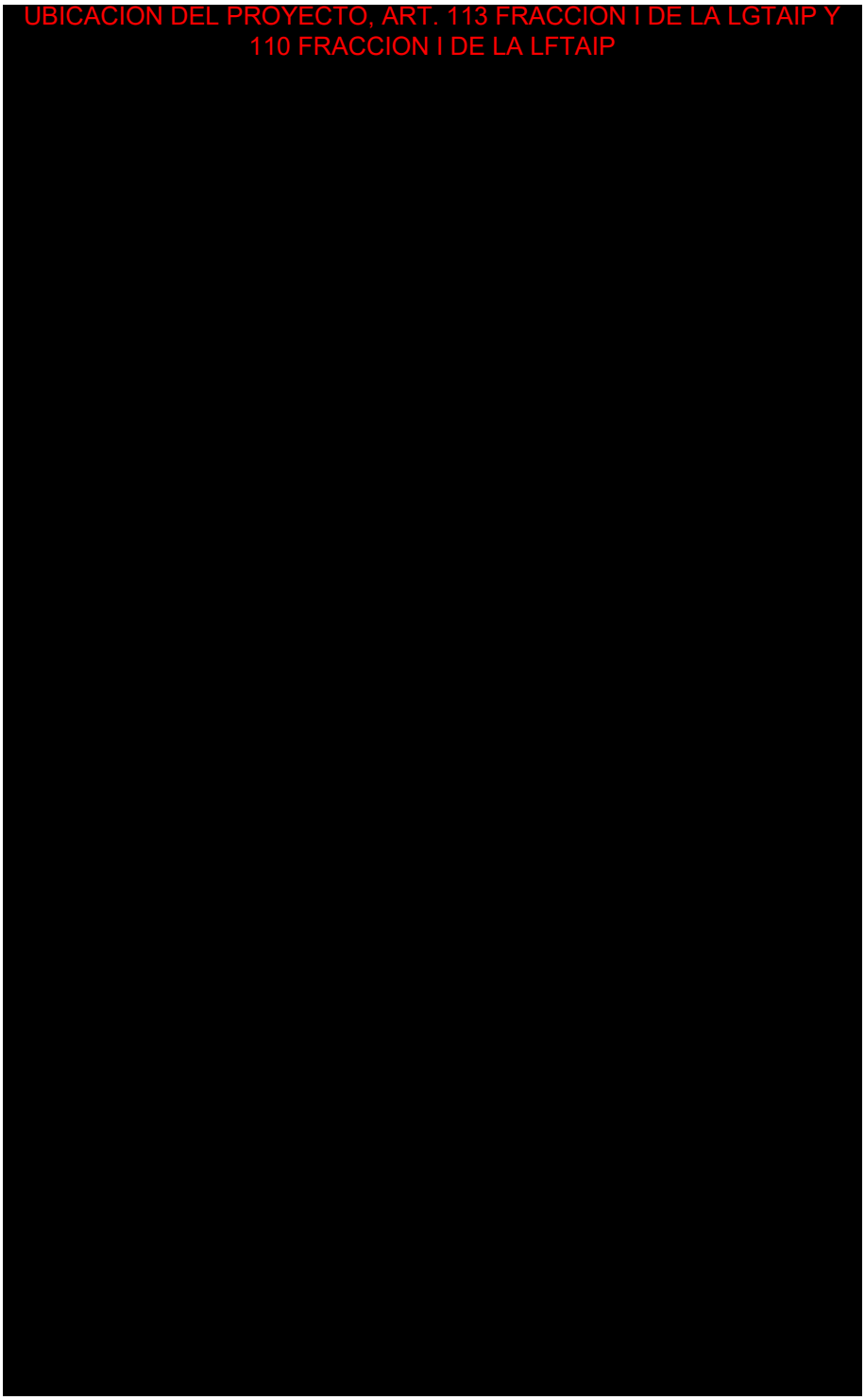



**Figura 90.** Ubicación de cruces carreteros

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CRUCES FERROVIARIOS | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **Descripción** | **Cadenamiento** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 1 | UB-CR-CCFF-01 | 0+603.05 K | |
| 2 | UB-CR-CCFF-02 | 1+718.77 K | |
| 3 | UB-CR-CCFF-03 | 0+579.77 L | |
| 4 | UB-CR-CCFF-04 | 0+120.96 I | |

**Tabla. 33.** Coordenadas de ubicación de cruces ferroviarios.

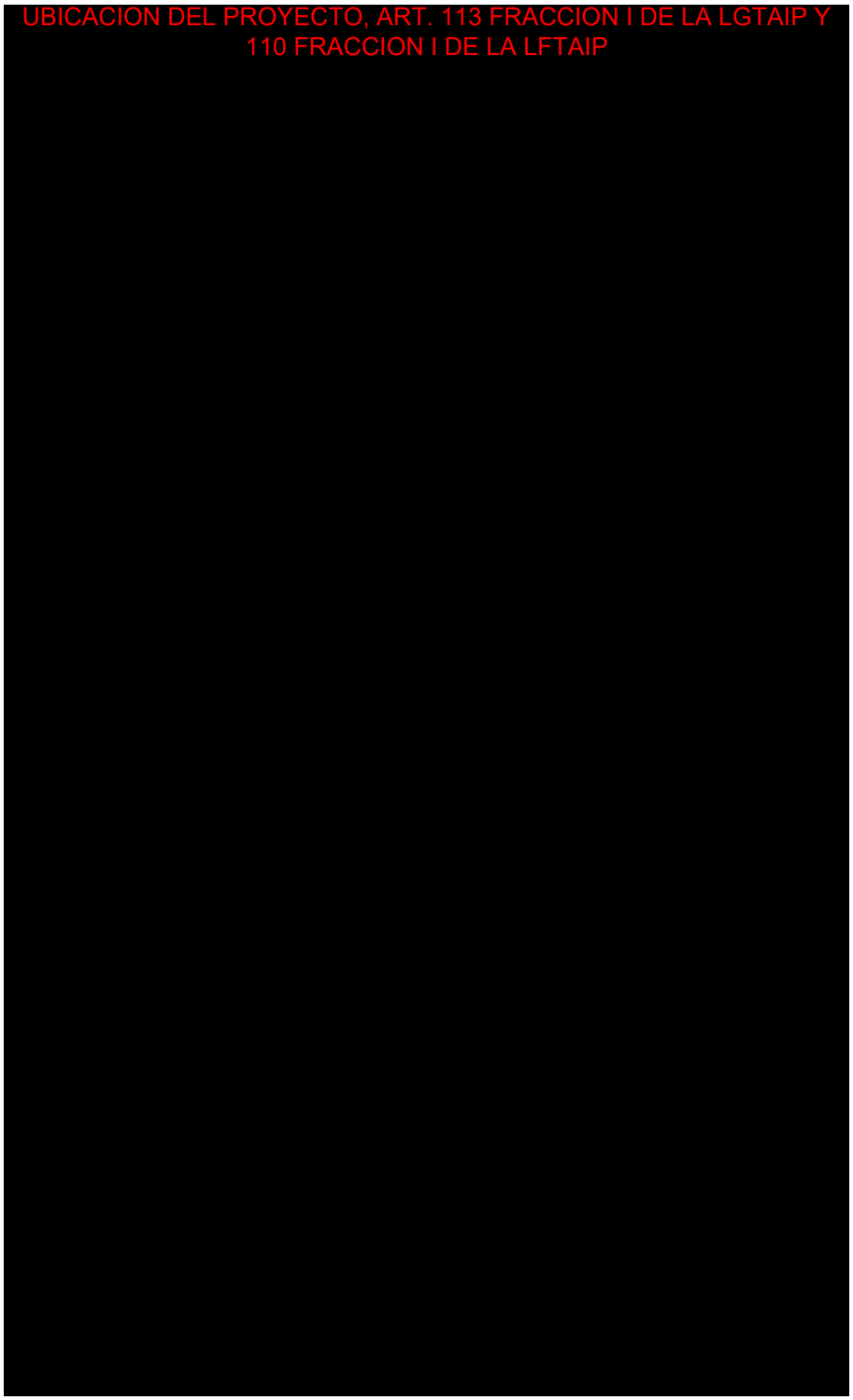



**Figura 91.** Ubicación de cruces ferroviarios.

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE CUERPOS DE AGUA. ESCURRIMIENTOS DE AGUA. | | | |
|---|---|---|---|
| **No.** | **Descripción** | **Cadenamiento** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 1 | UB-CR-CEA-01 | 0+392.37 B | |
| 2 | UB-CR-CEA-02 | 0+873.99 B | |
| 3 | UB-CR-CEA-03 | 4+954.53 B | |
| 4 | UB-CR-CEA-04 | 6+380.41 B | |
| 5 | UB-CR-CEA-05 | 8+604.29 B | |
| 6 | UB-CR-CEA-06 | 9+070.37 B | |
| 7 | UB-CR-CEA-07 | 10+579.16 B | |

**Tabla. 34.** Coordenadas de ubicación de cruces de cuerpos de agua.

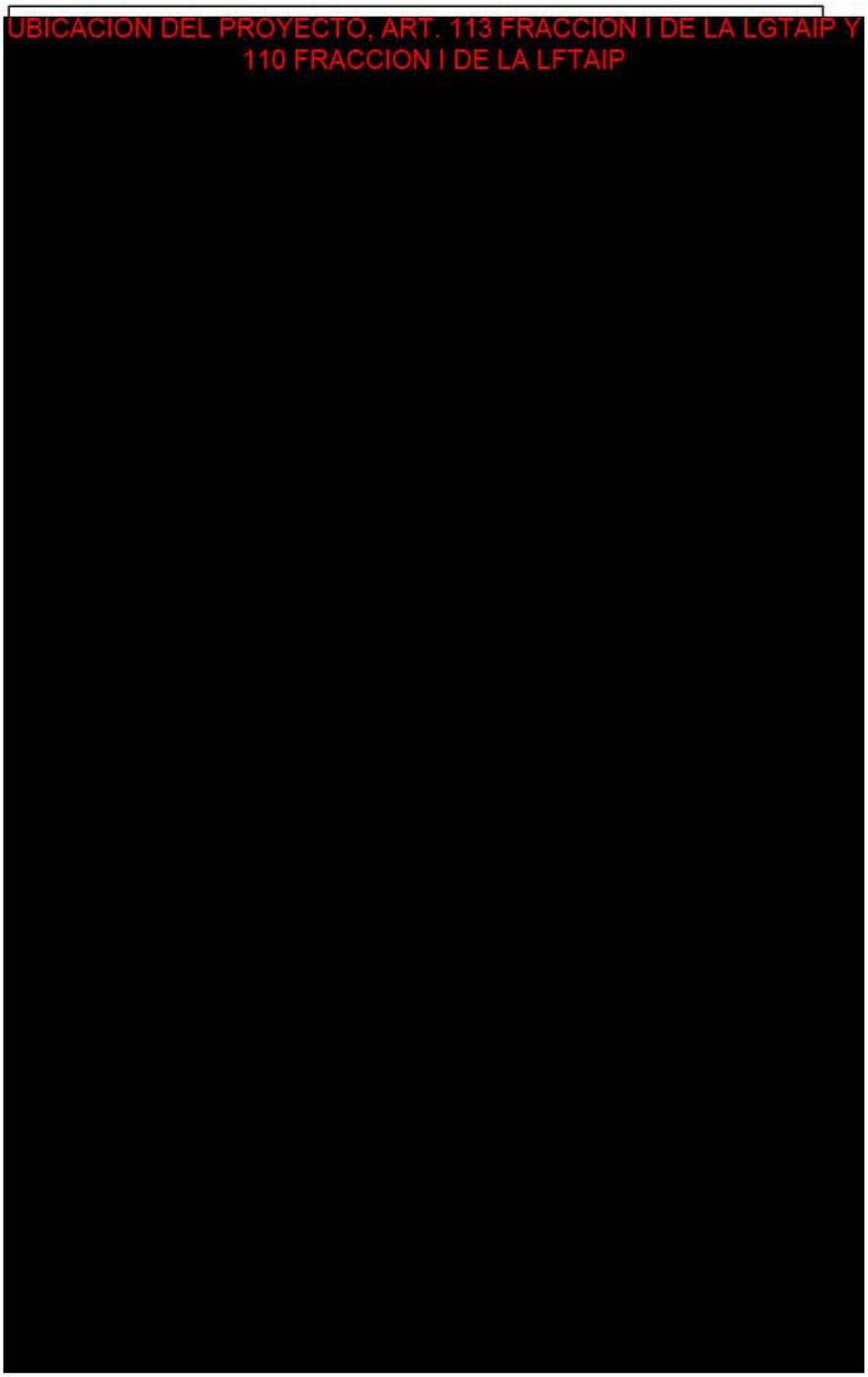



**Figura 92.** Ubicación de cruces de cuerpos de agua.

En el **ANEXO 3**, se puede encontrar los mapas temáticos del proyecto.

### III.2.1.5 SEÑALAMIENTOS.

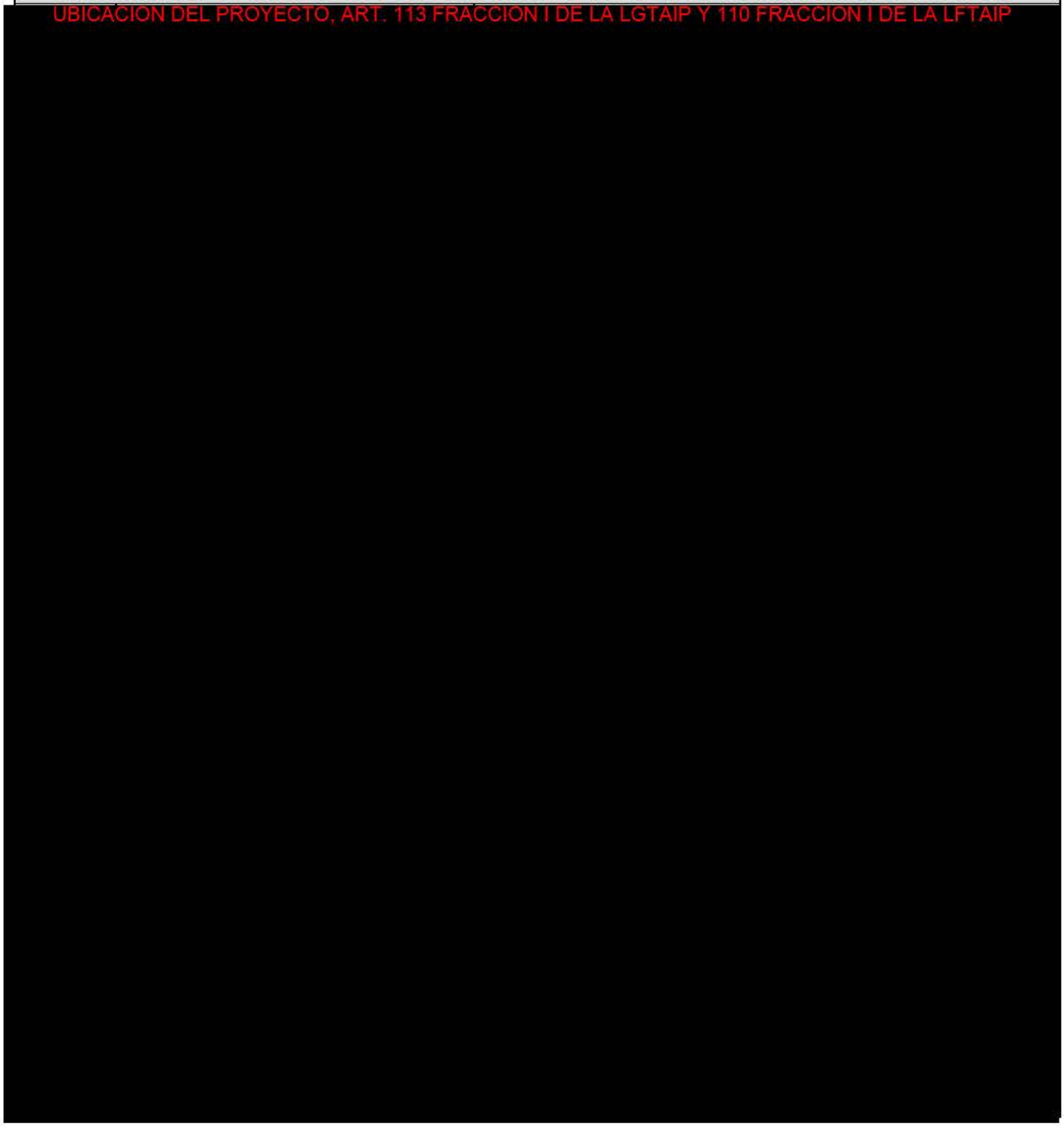
La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.** se apoya para el cumplimiento de este proceso mediante el procedimiento **PT-SYS-SGS-07 "Procedimiento para la señalización de seguridad"**

| UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS |
|---|
| UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |



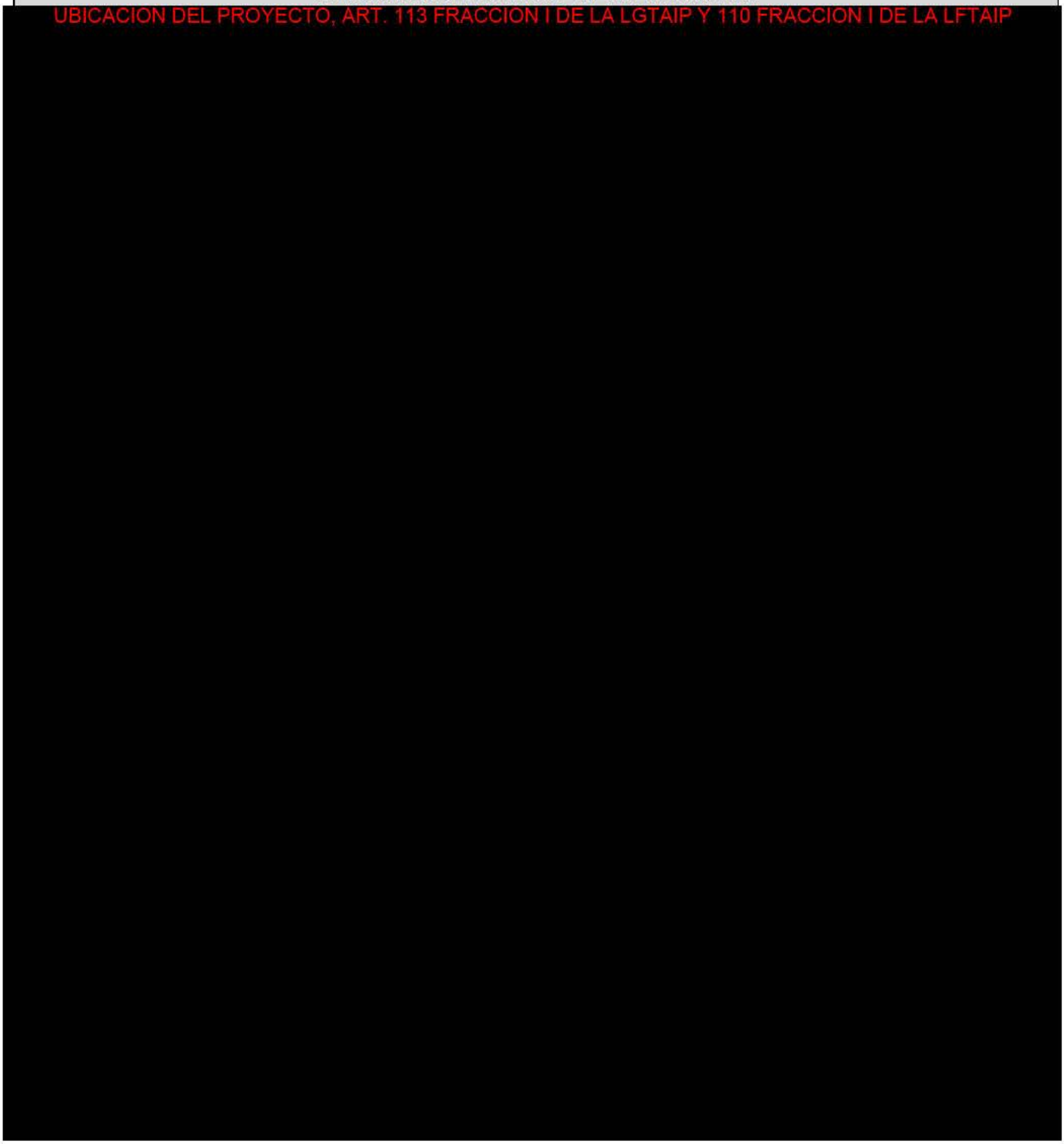
## UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS

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



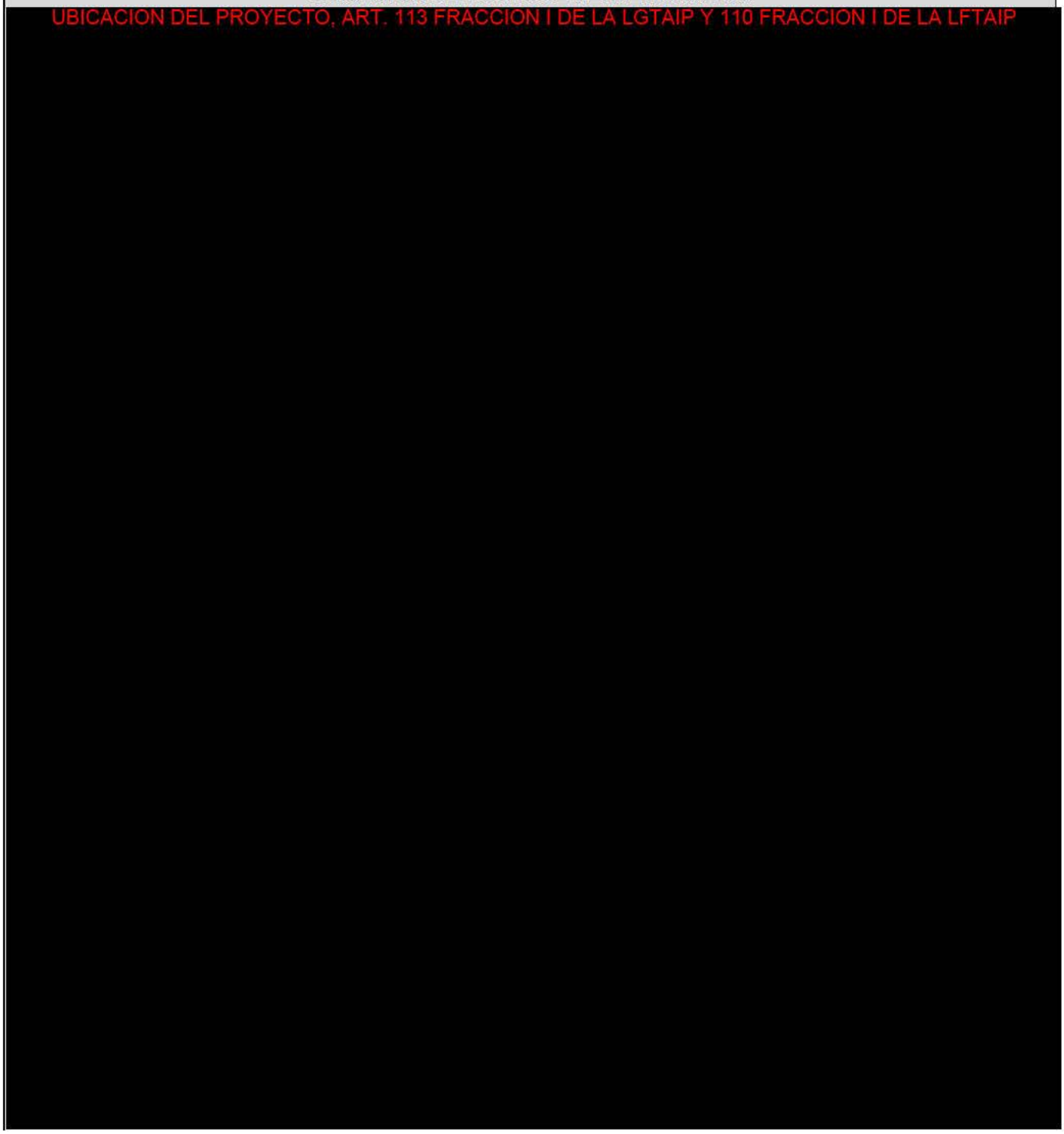
**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



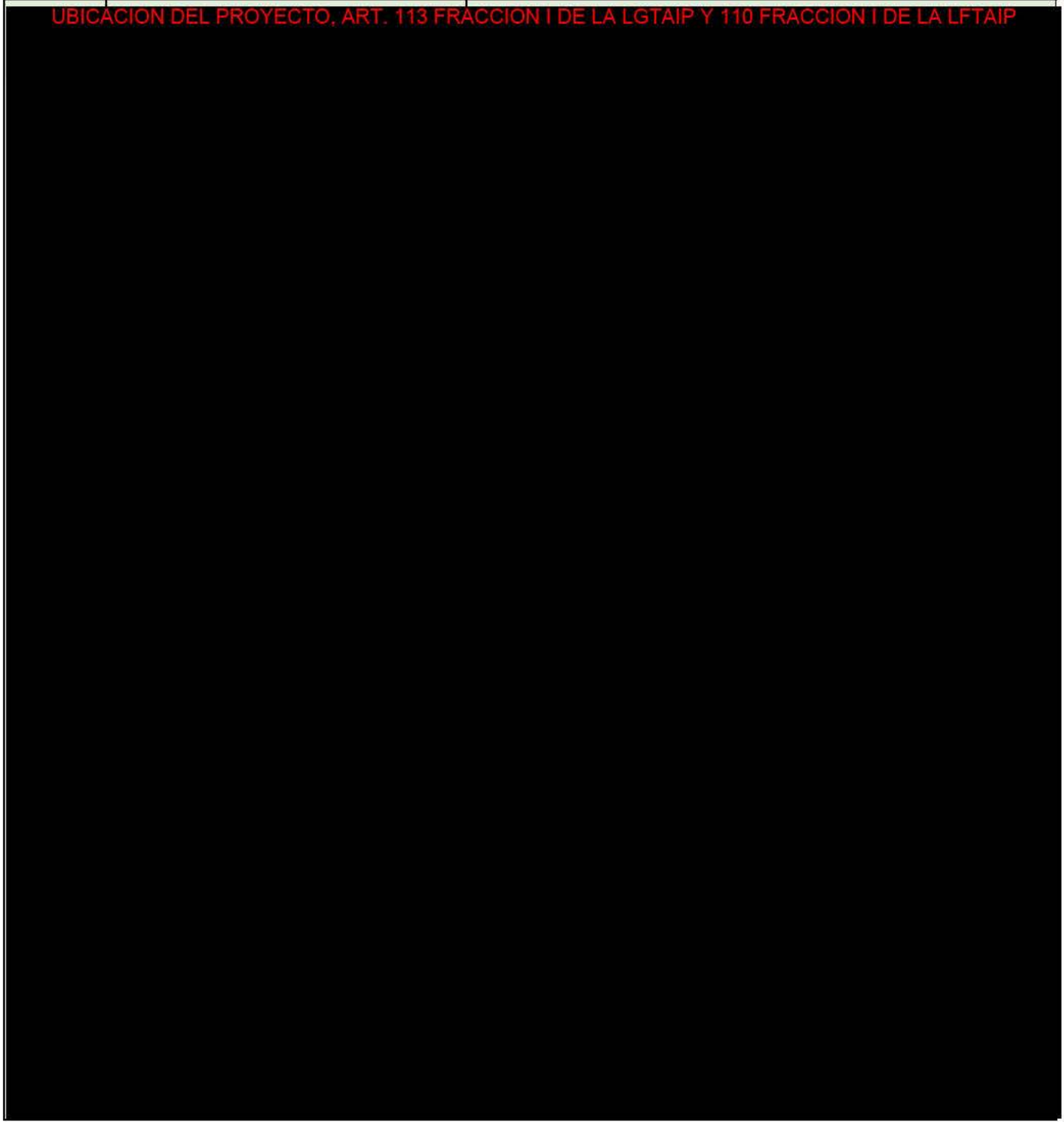
**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



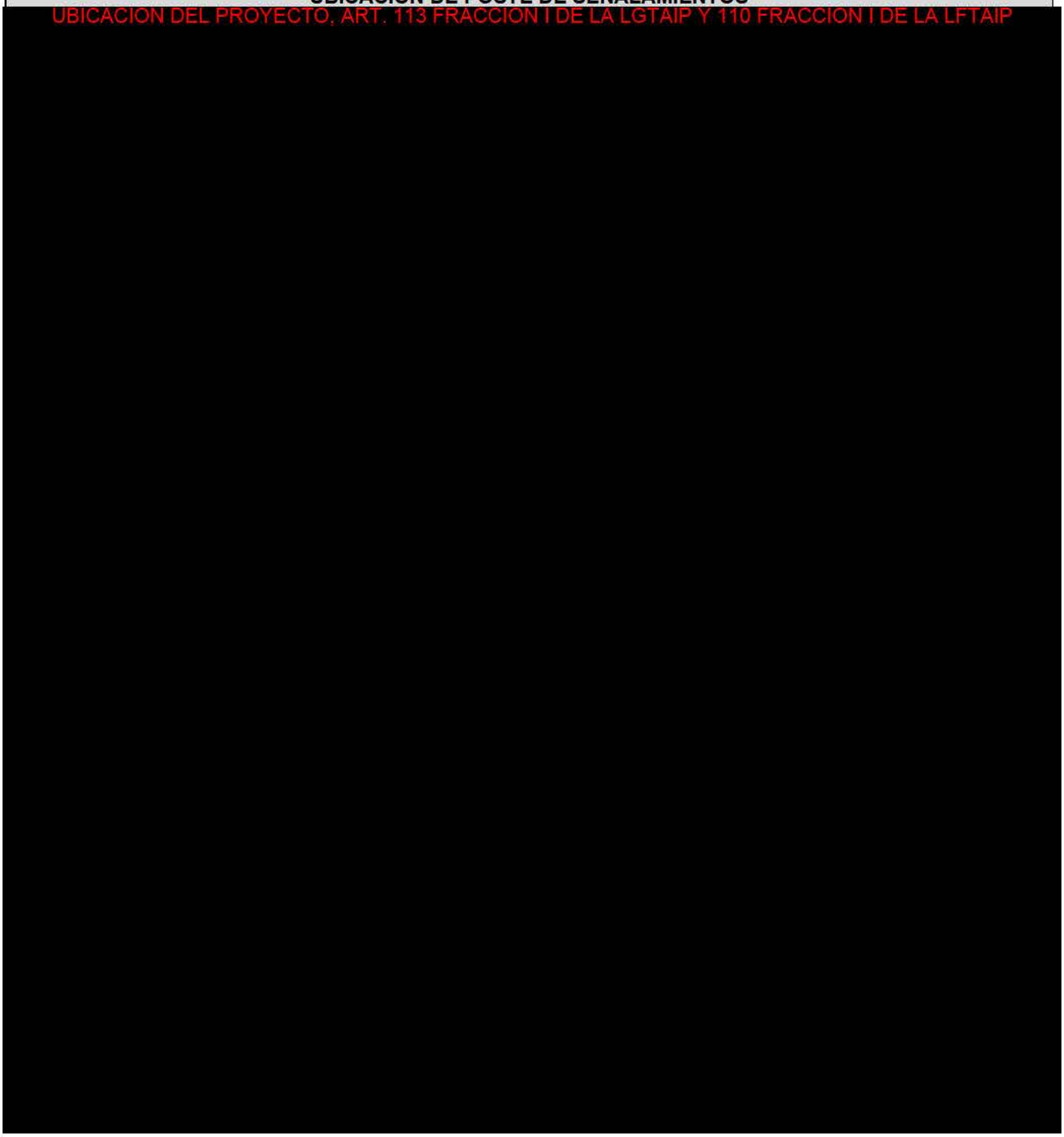
**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



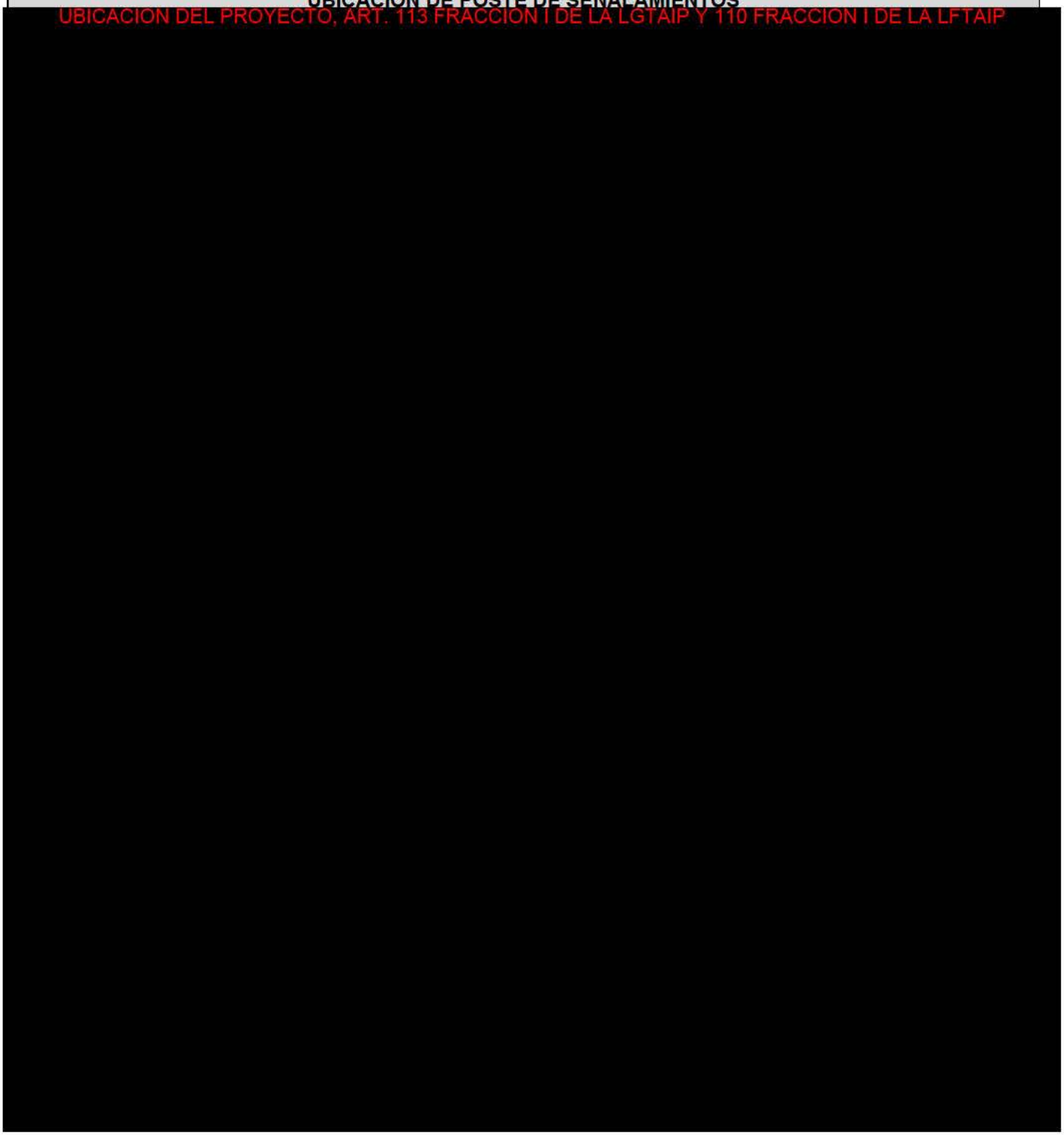
**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



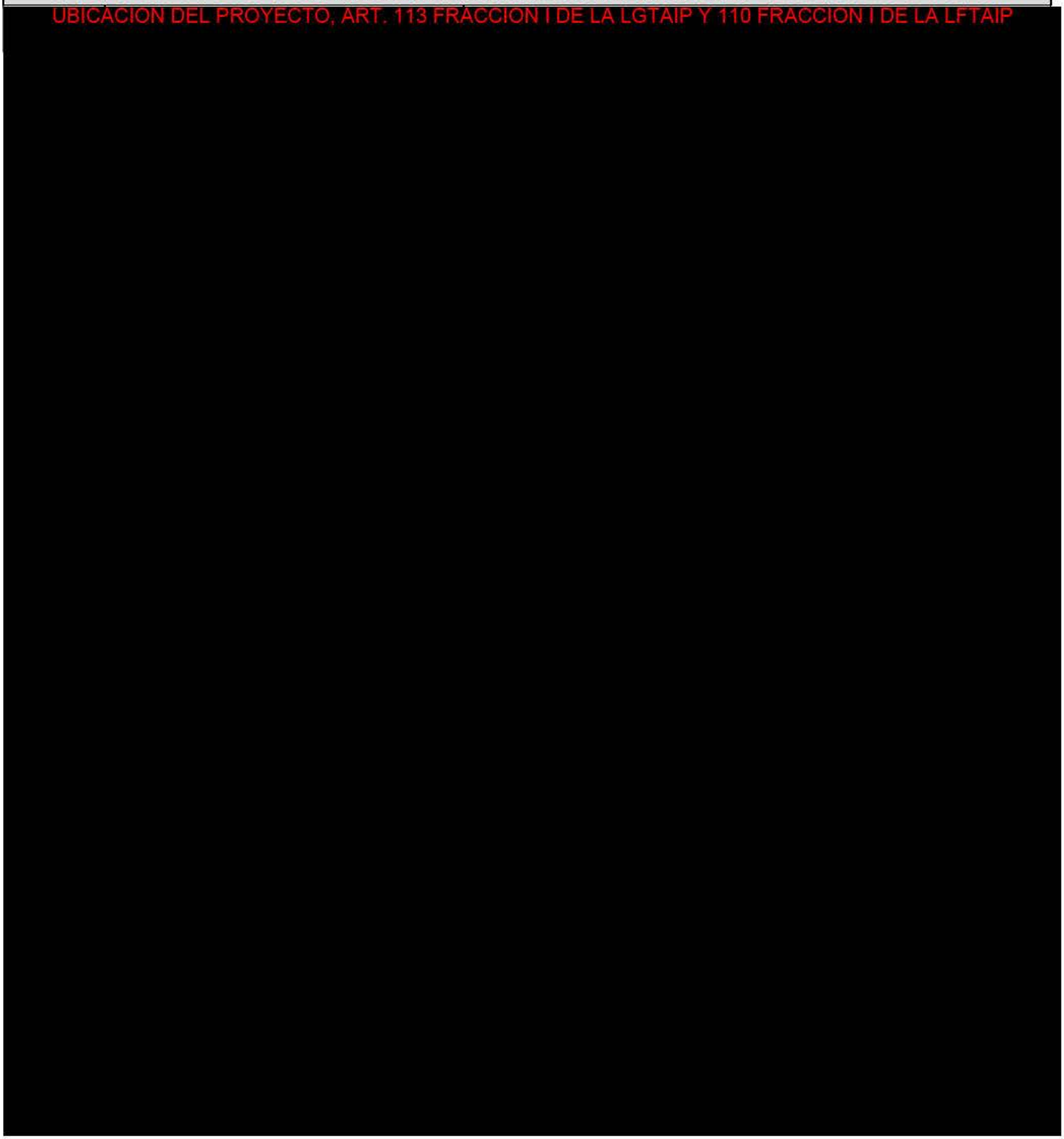
**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



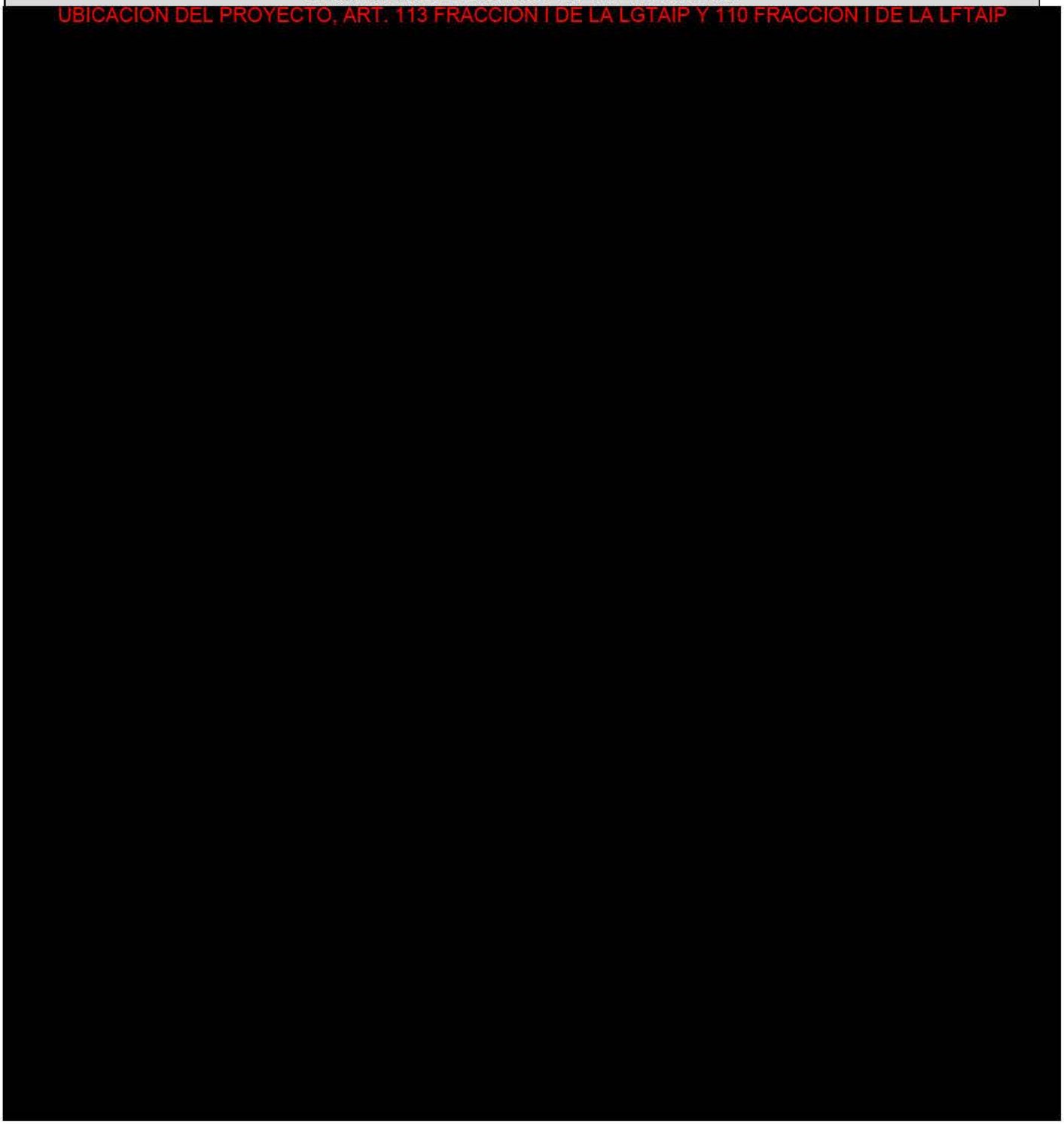
## UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS

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



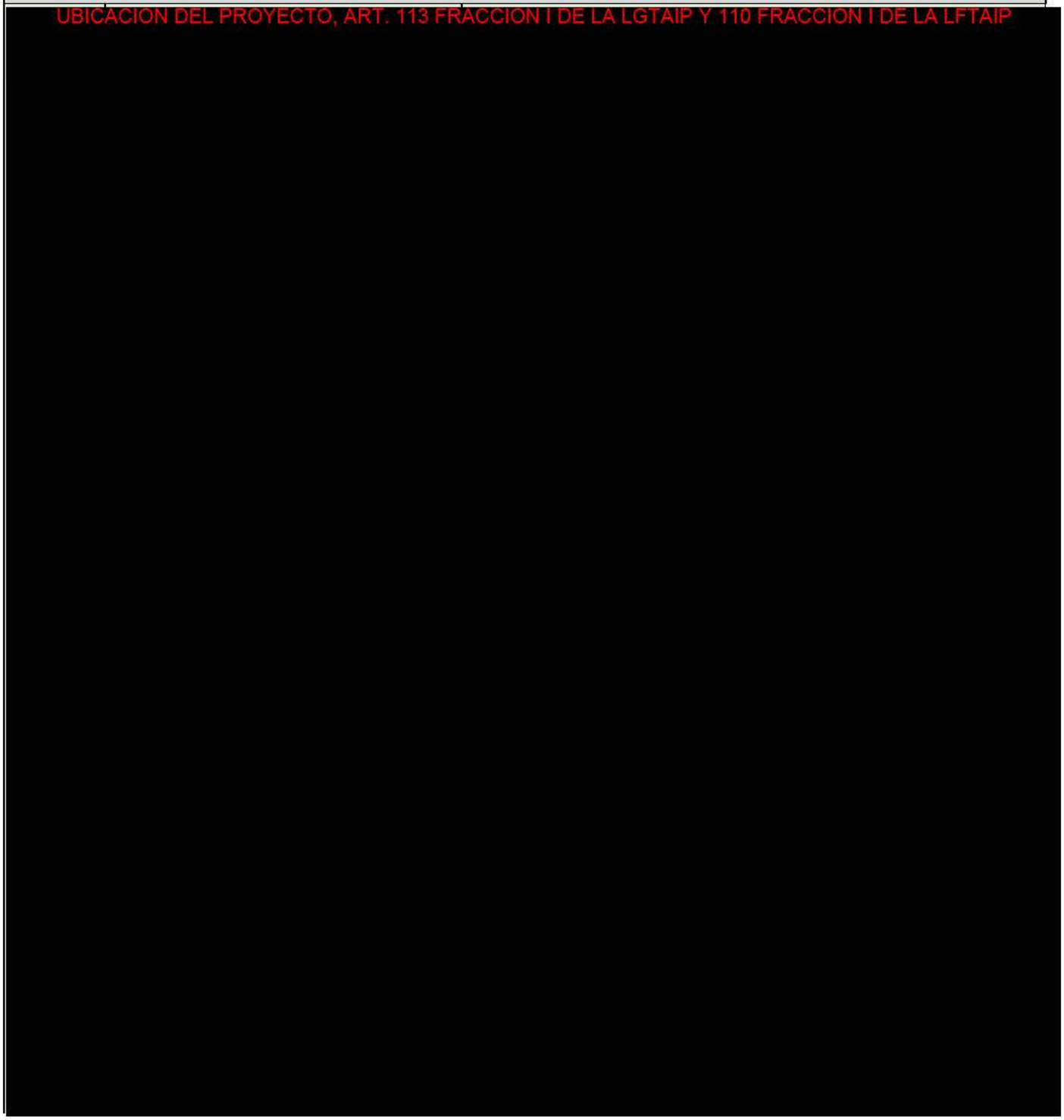
**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



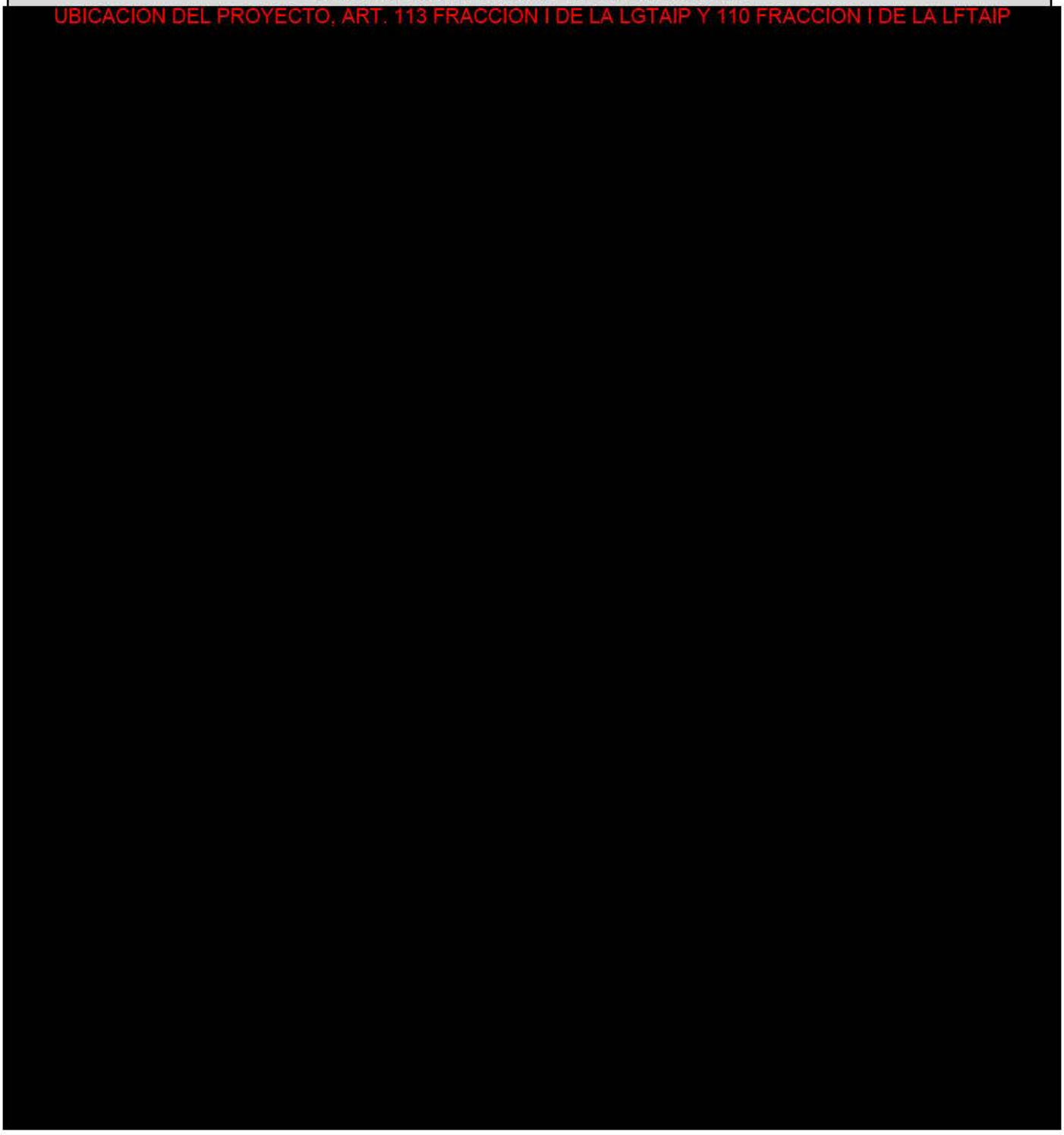
## UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS

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



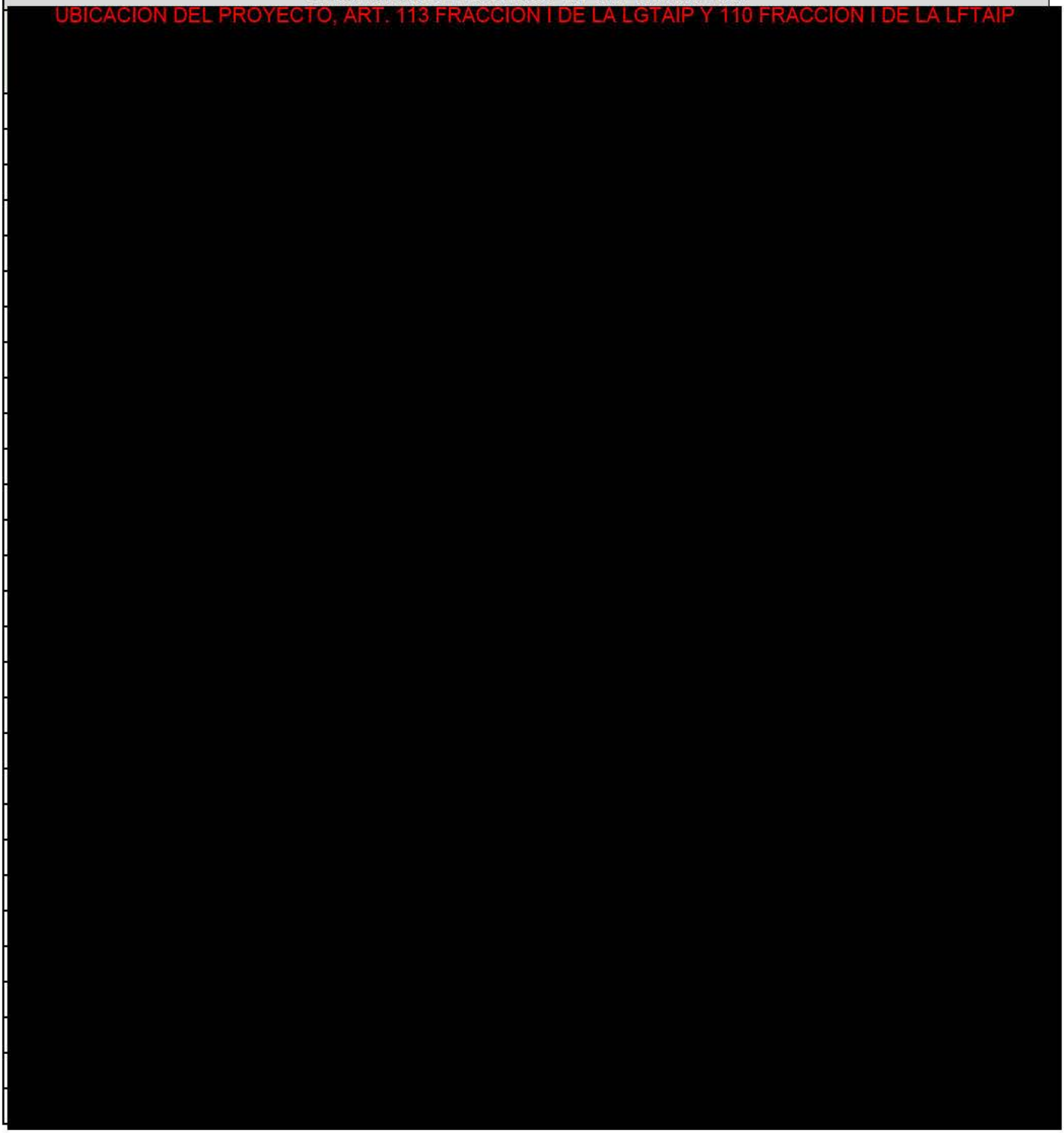
**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



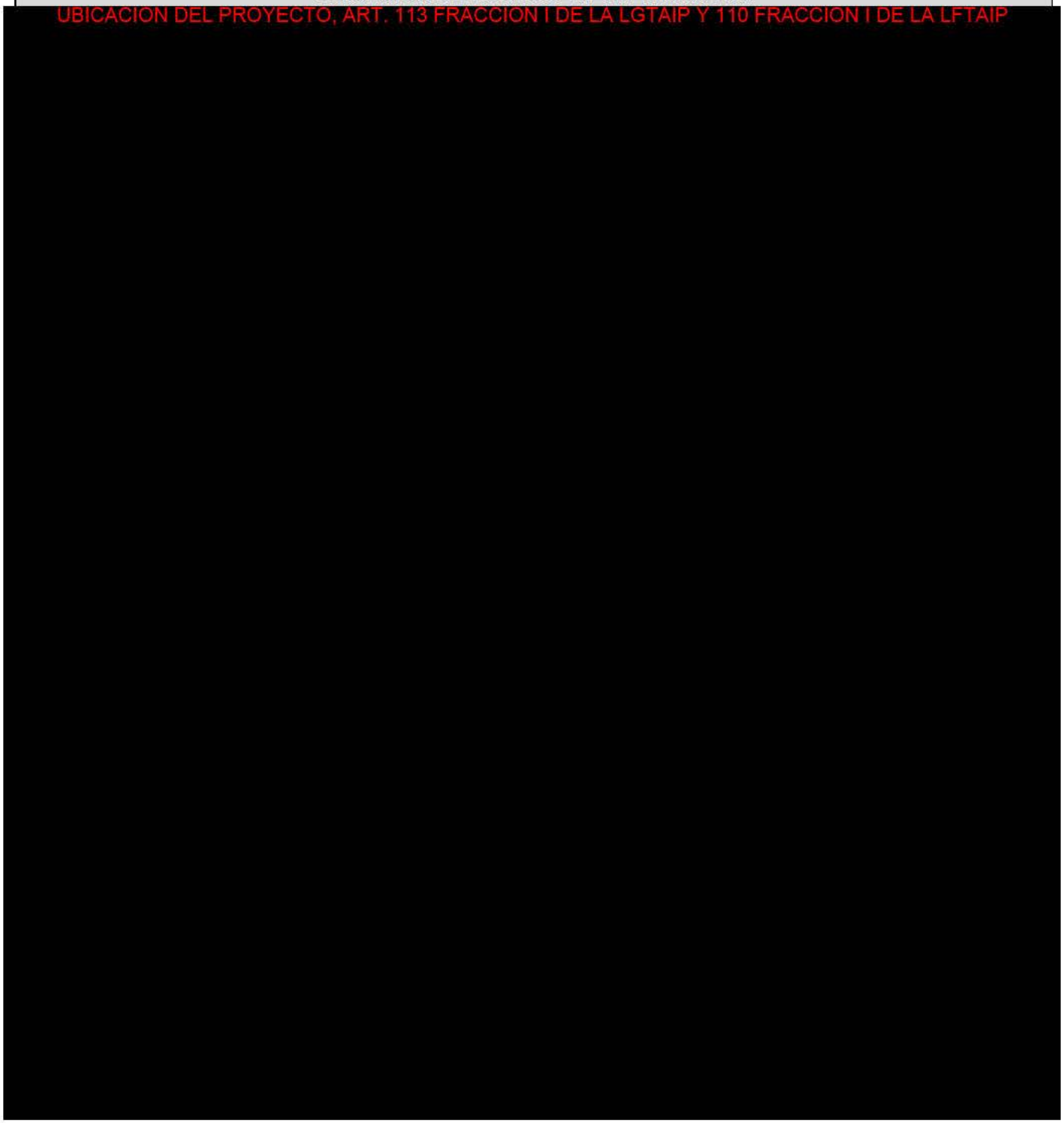
**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



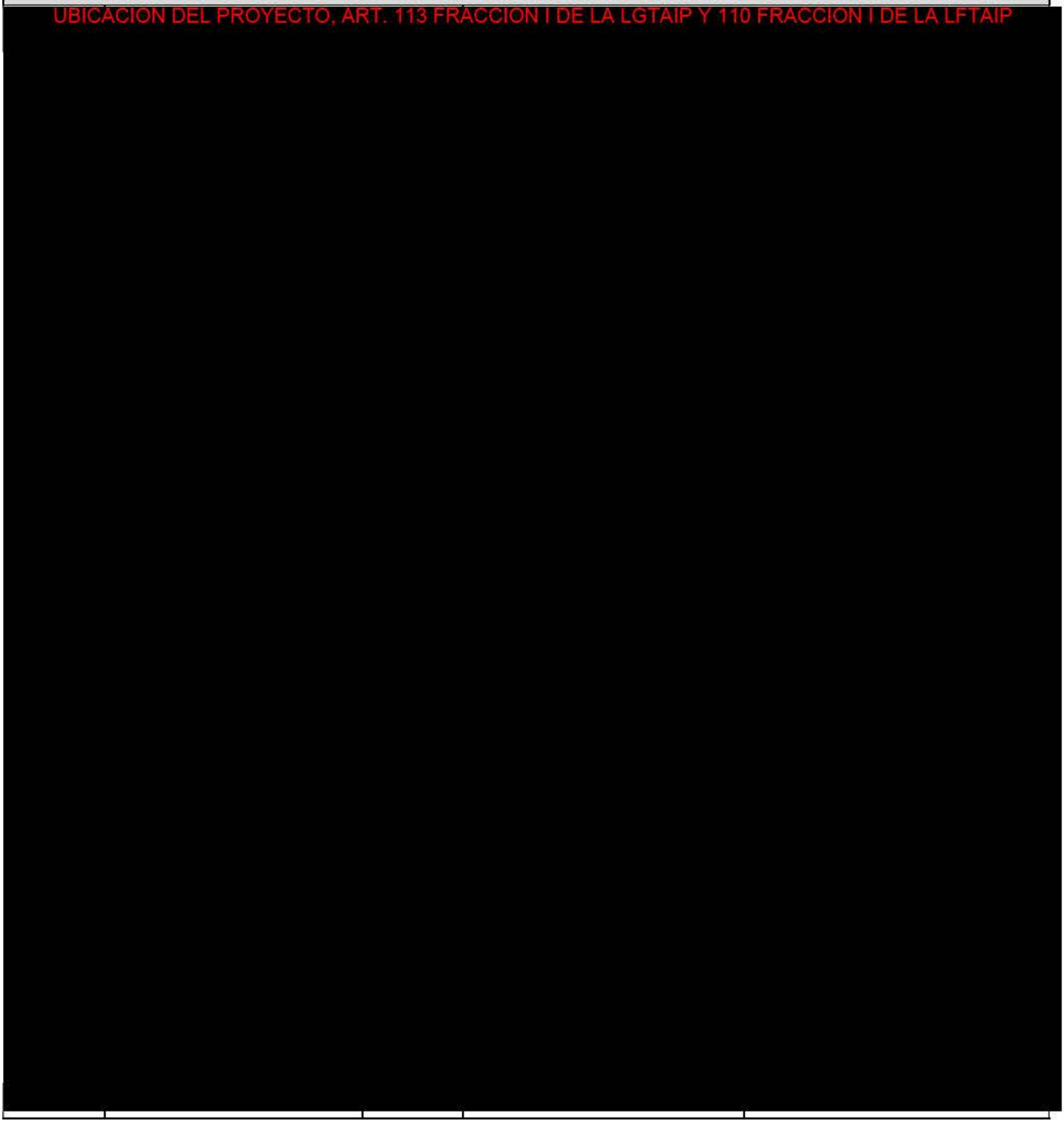
## UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS

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



**UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS**

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



| UBICACIÓN DE POSTE DE SEÑALAMIENTOS |
|---|
| UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |

**Tabla. 35.** Ubicación de postes de señalamientos

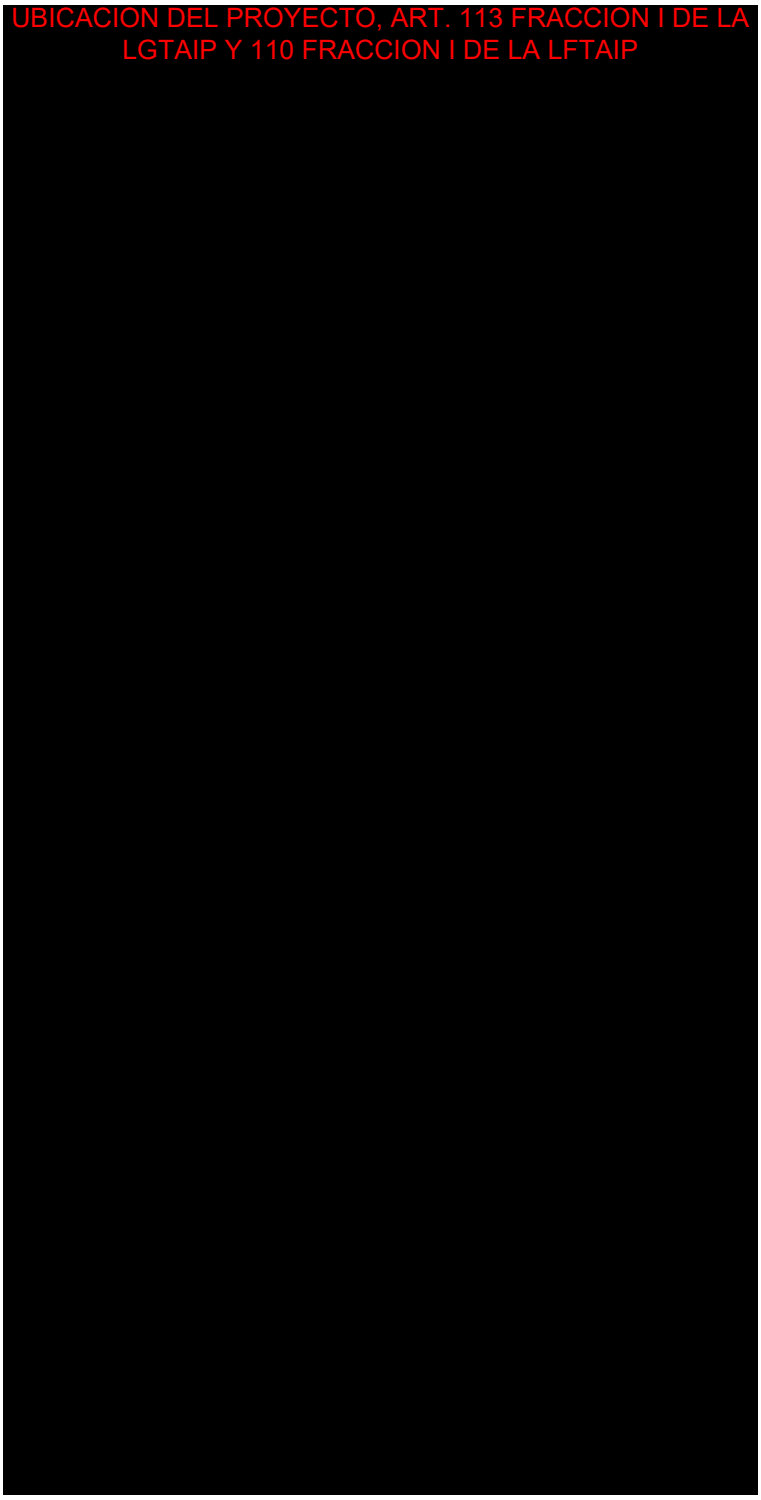
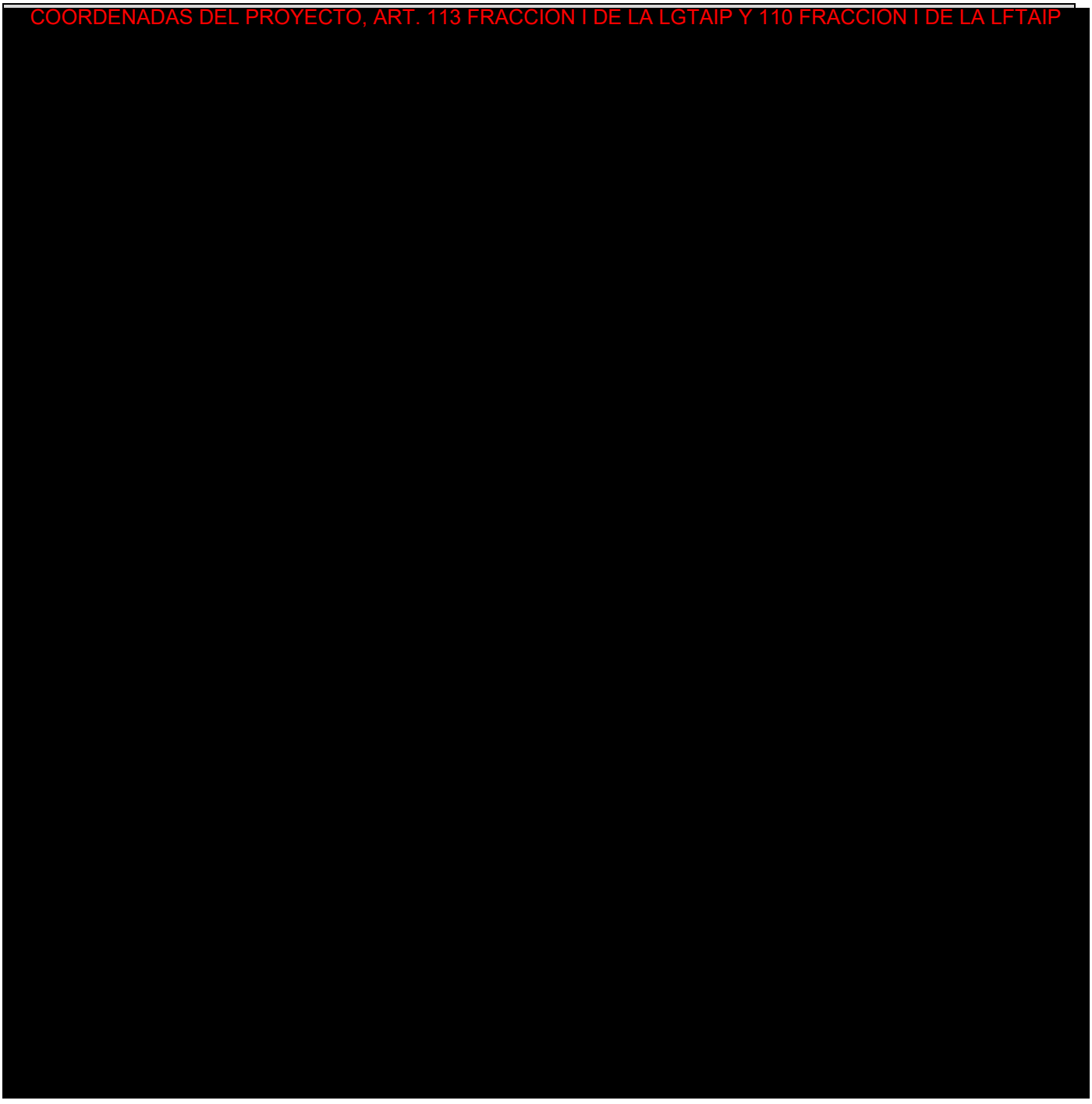


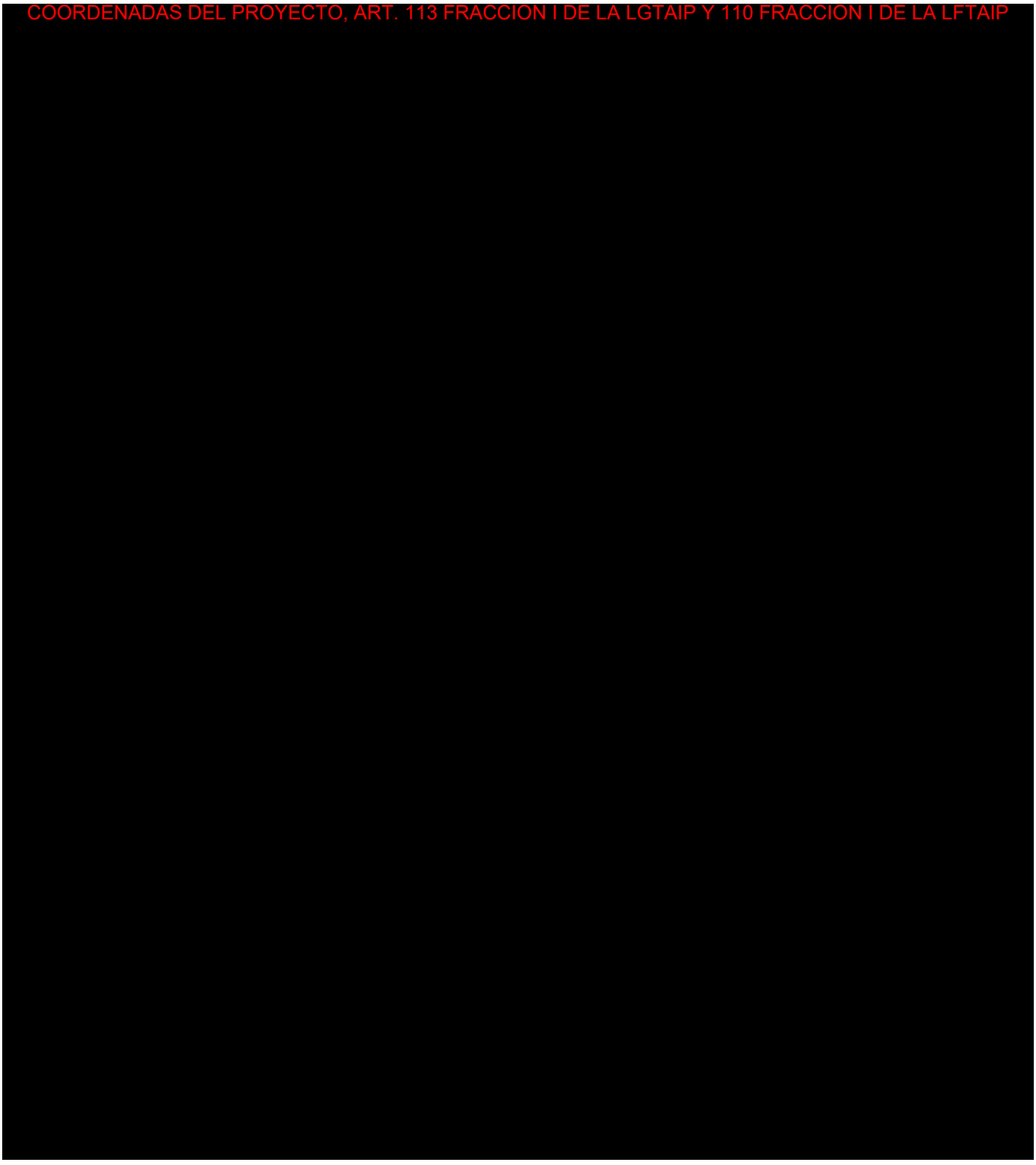

**Figura 93.** Ubicación de postes de señalamientos

### III.2.1.6. PUNTOS DE INFLEXION.

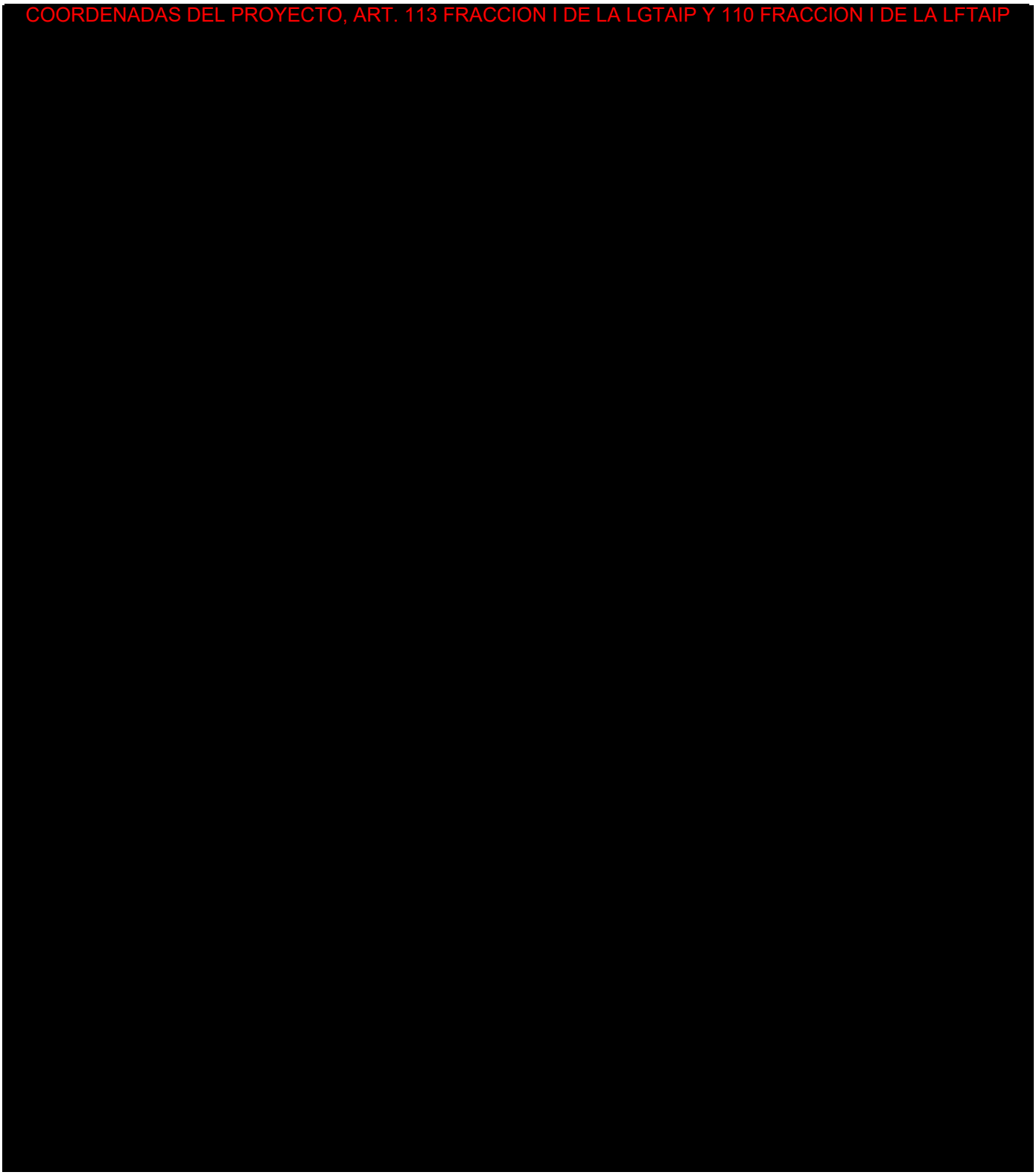
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



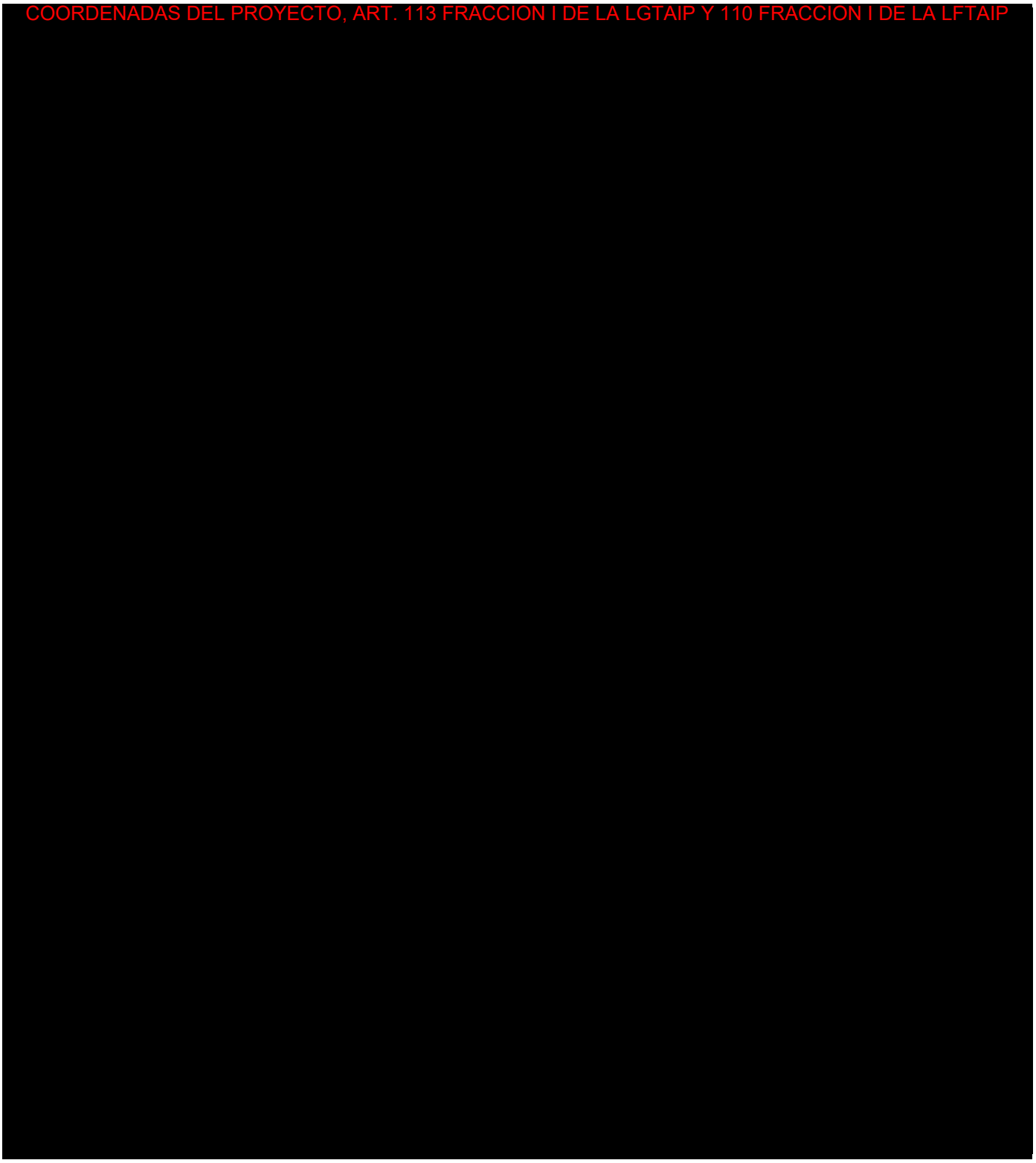
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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

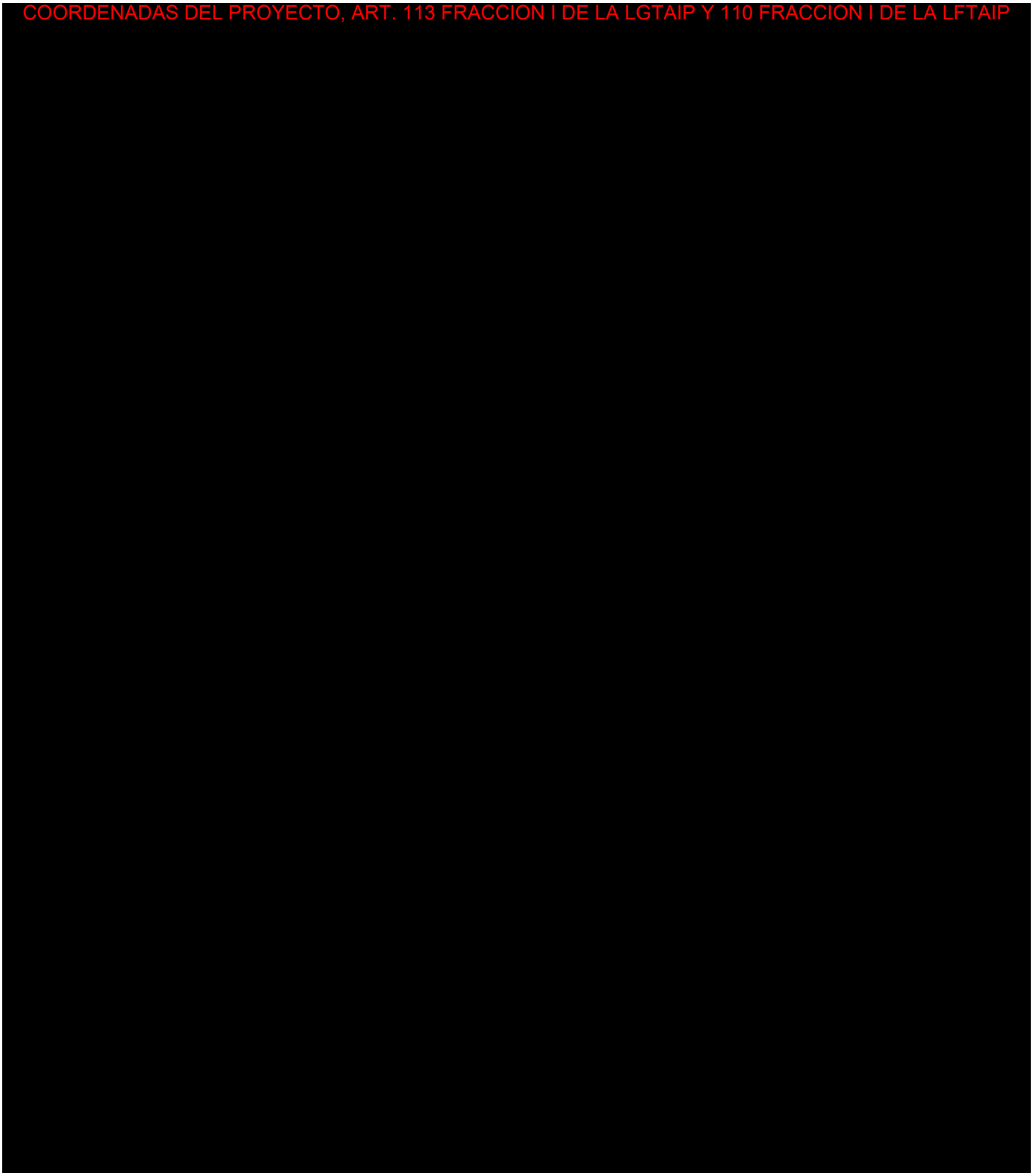


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

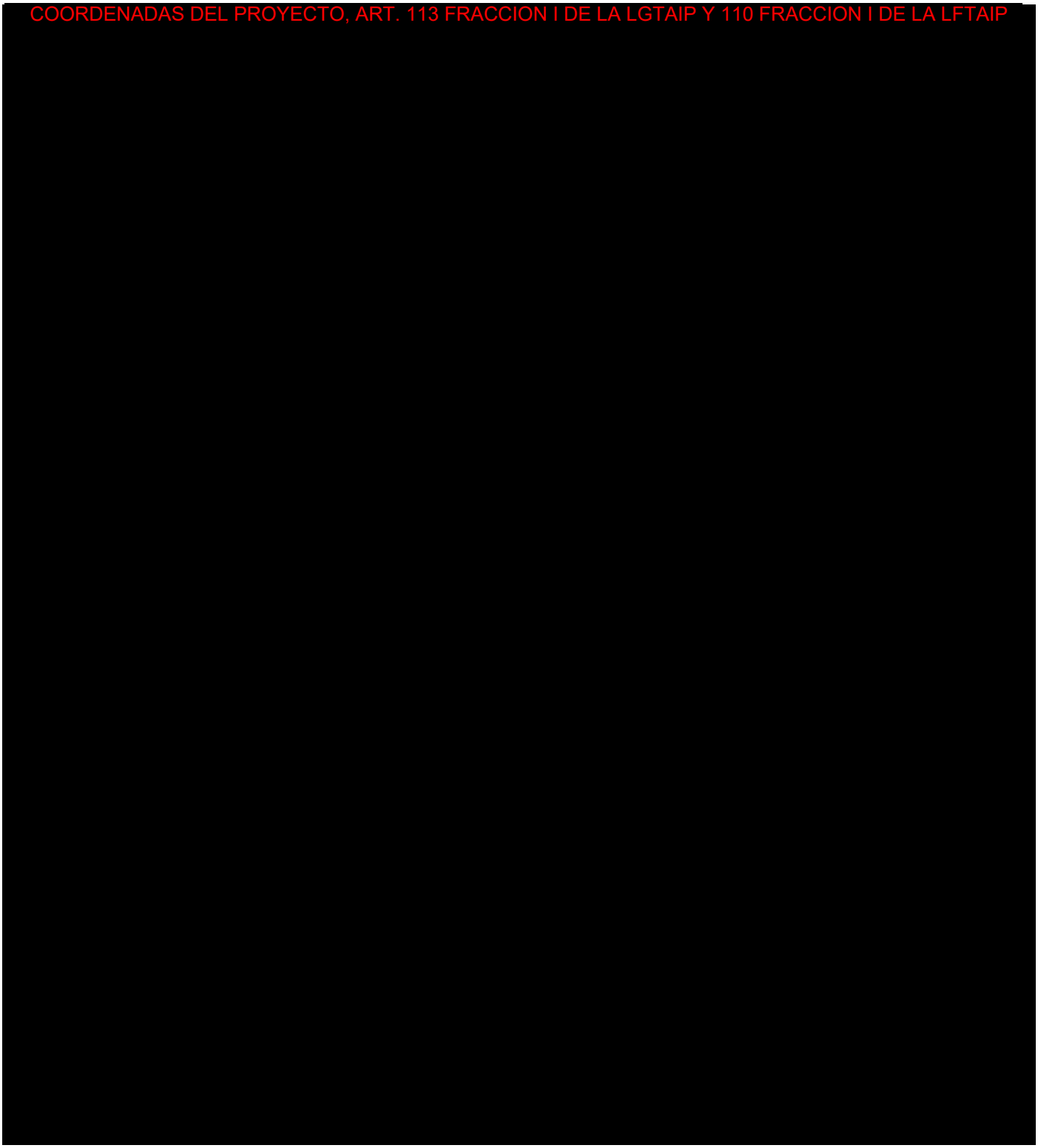


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

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

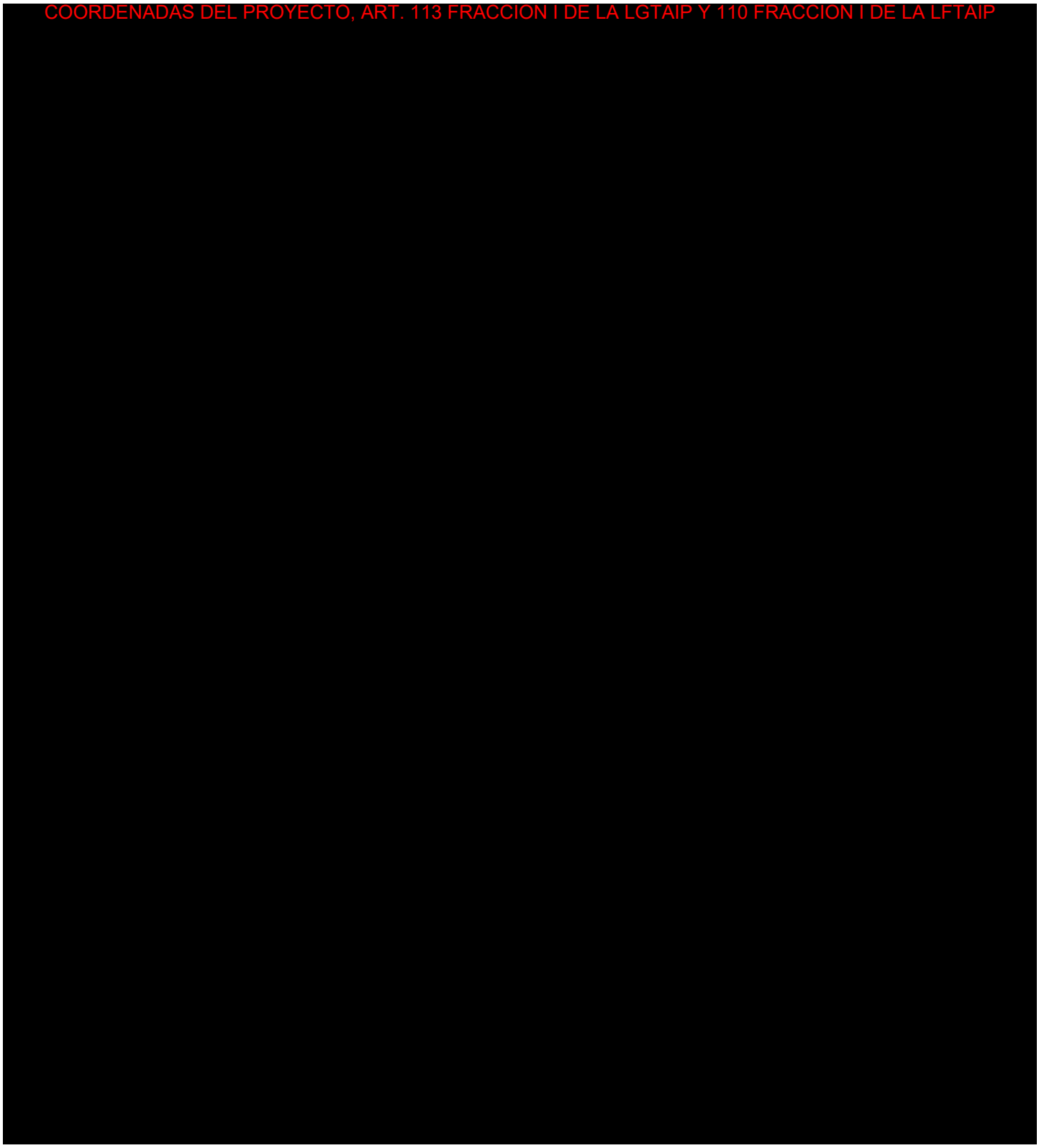


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



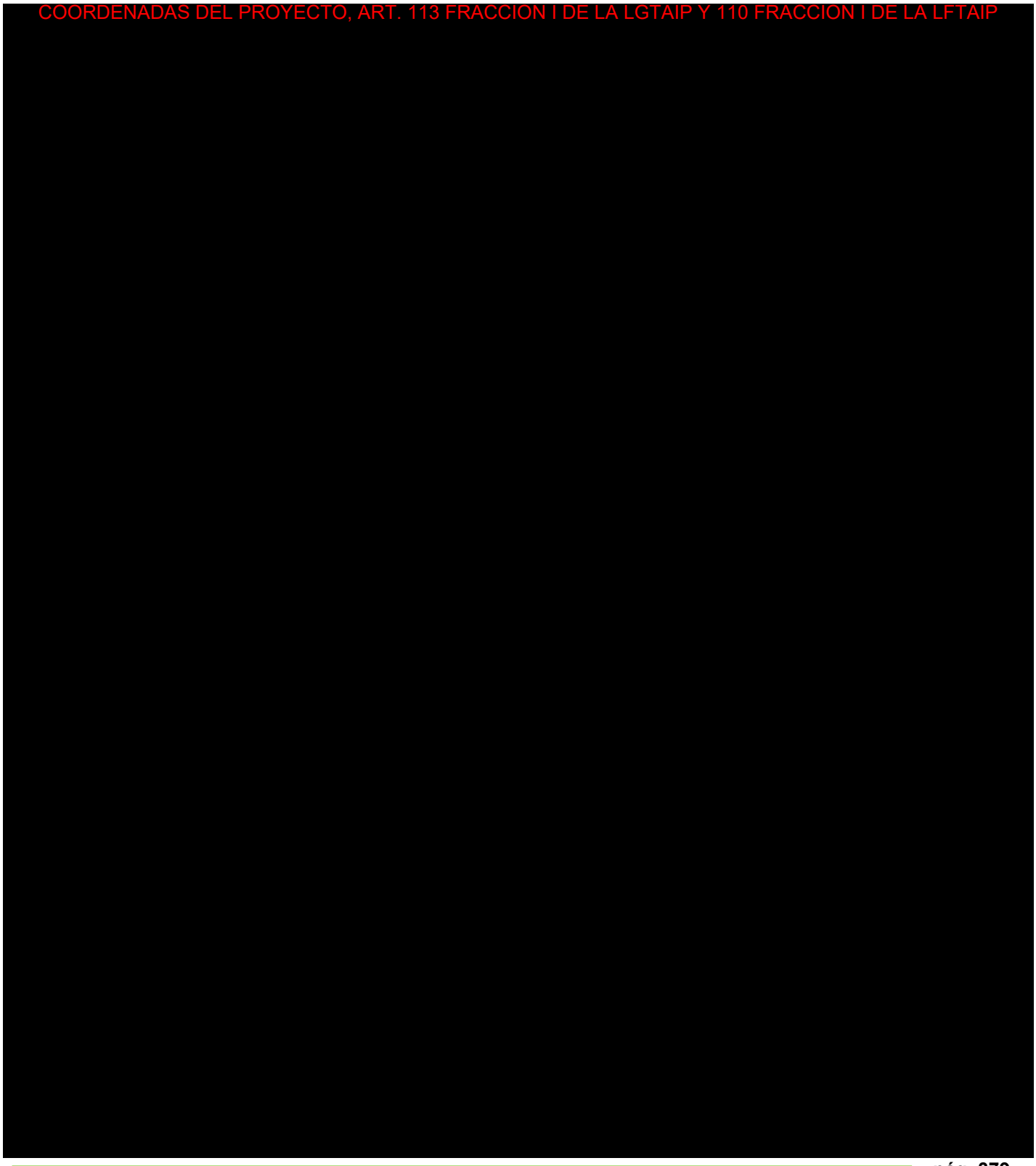
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

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

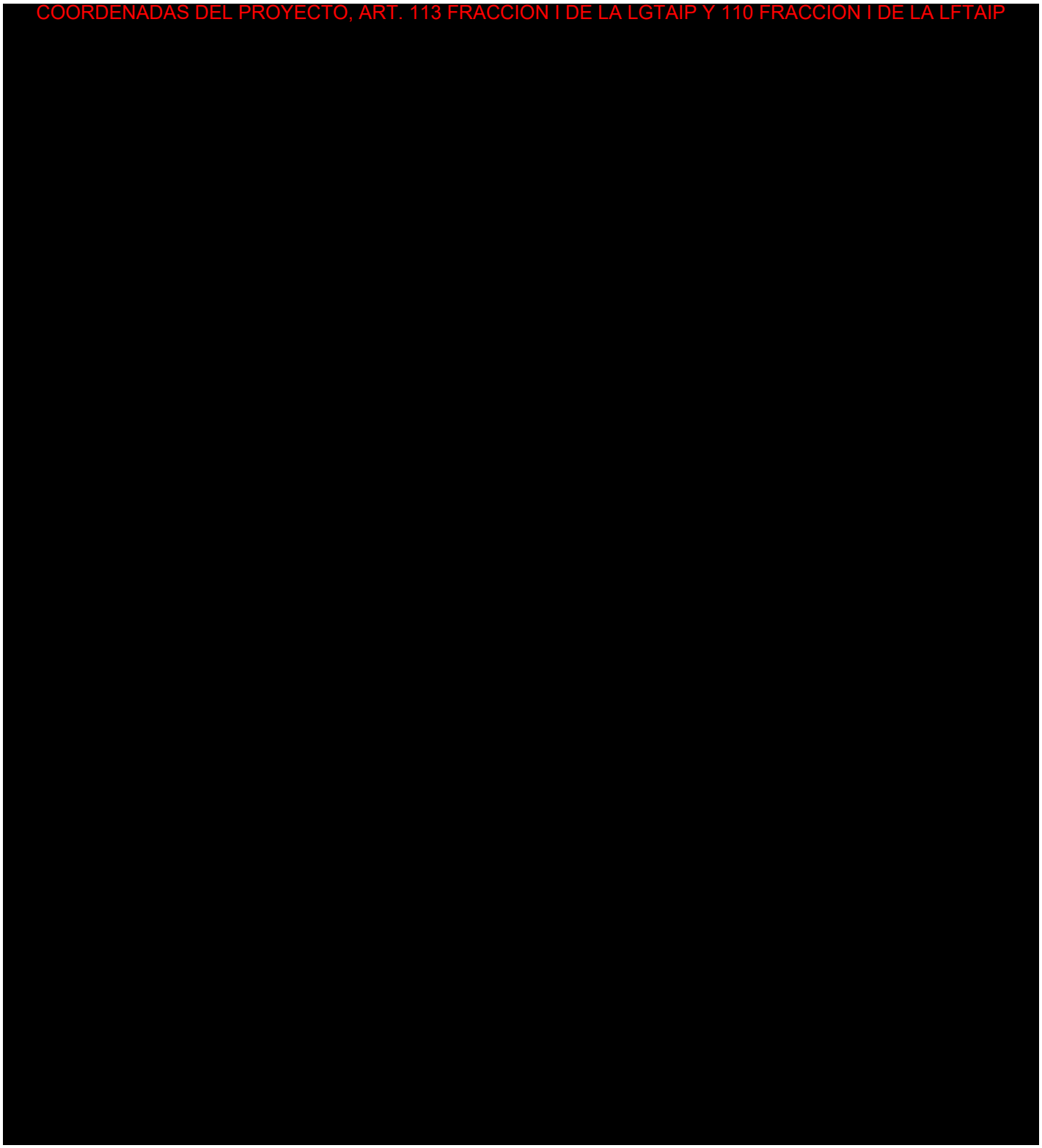


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

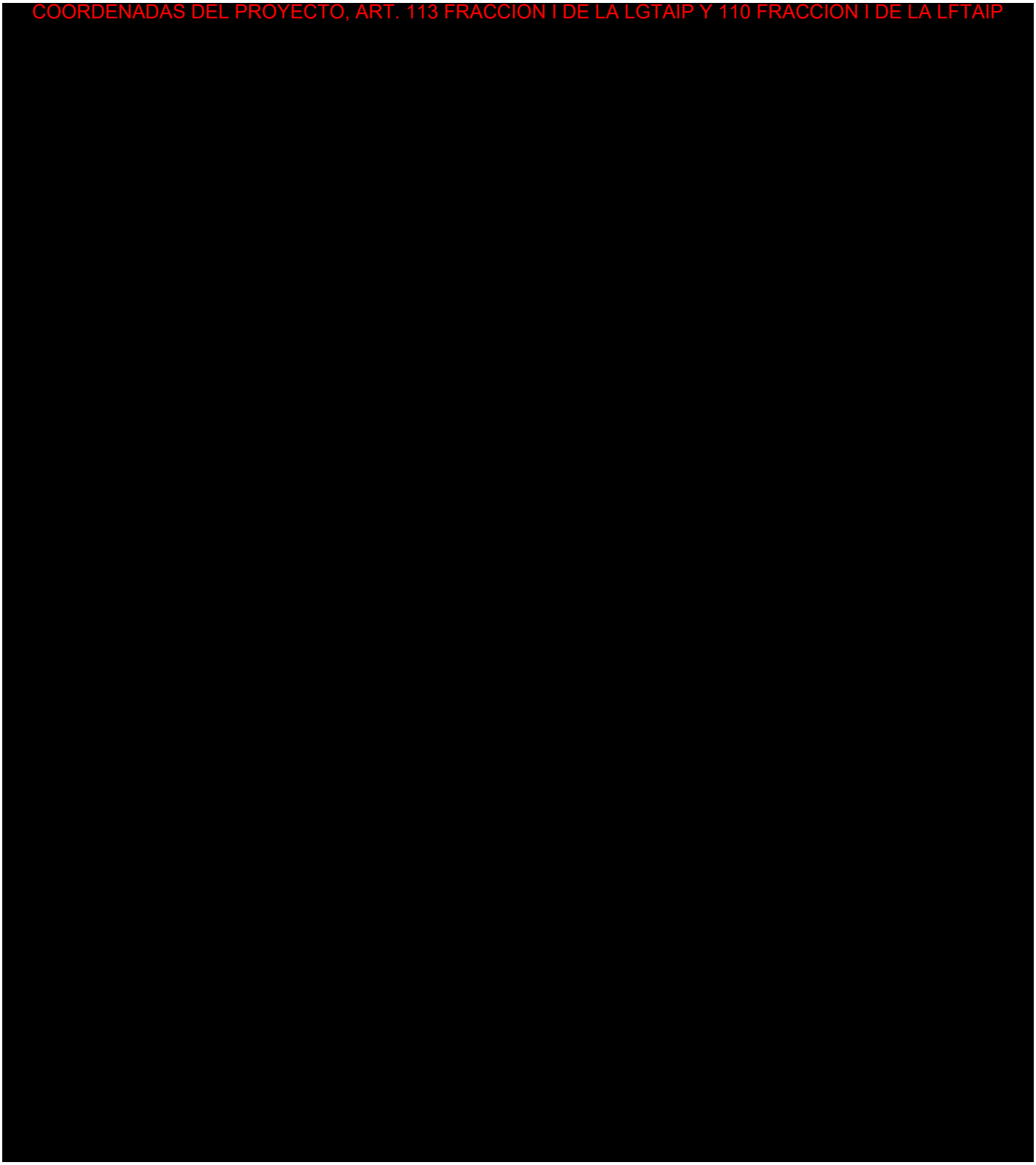
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



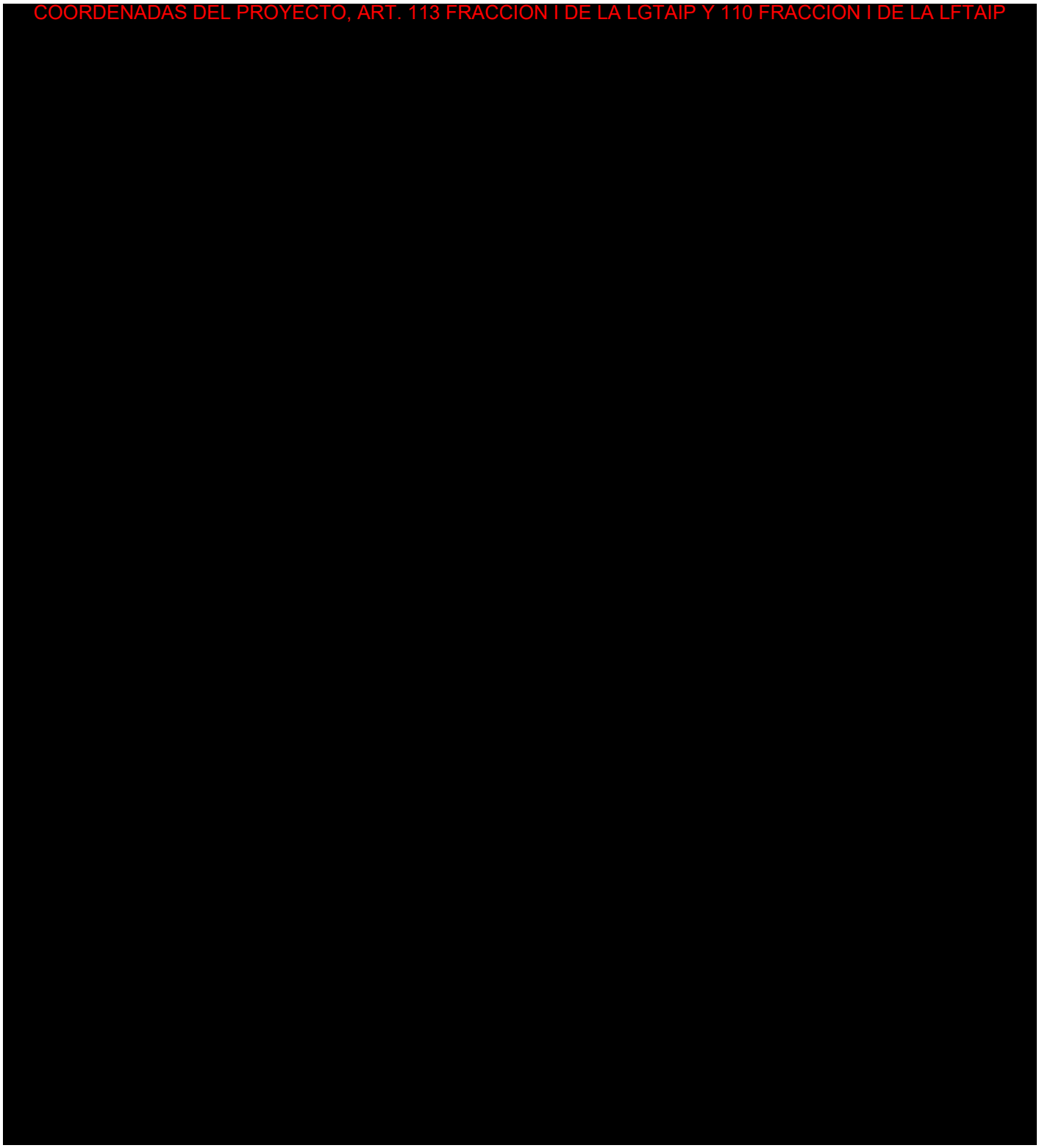
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



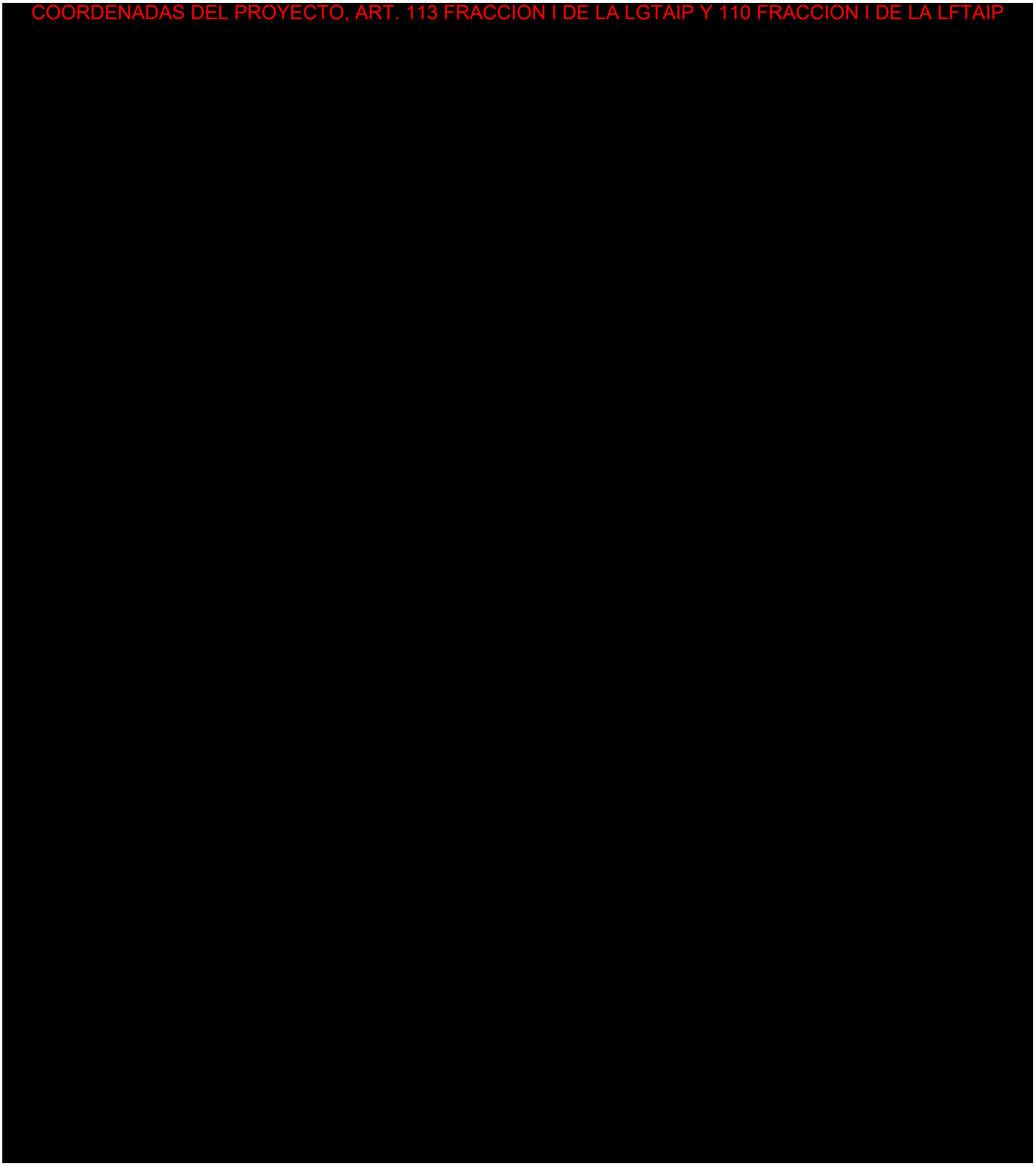
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



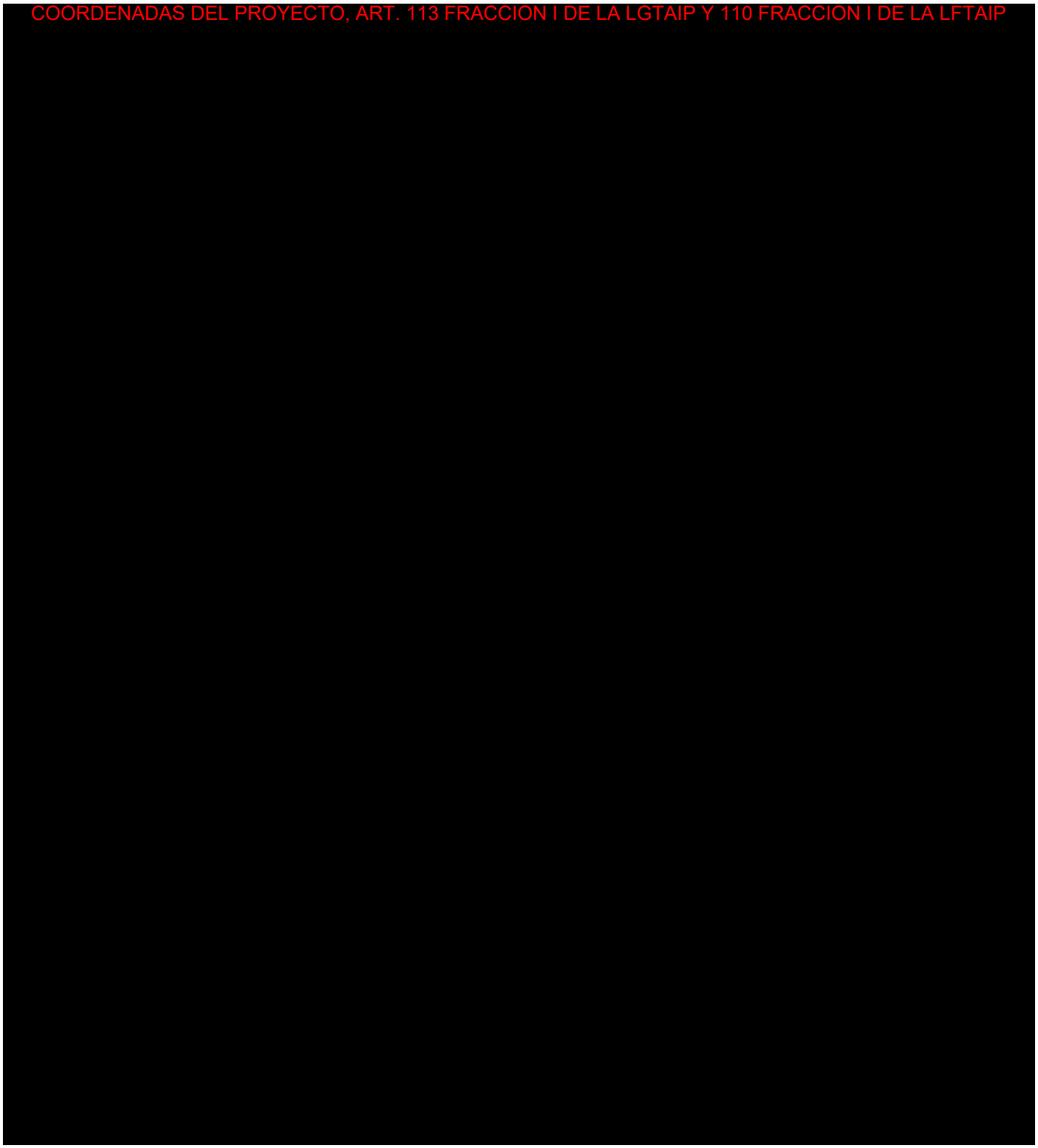
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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

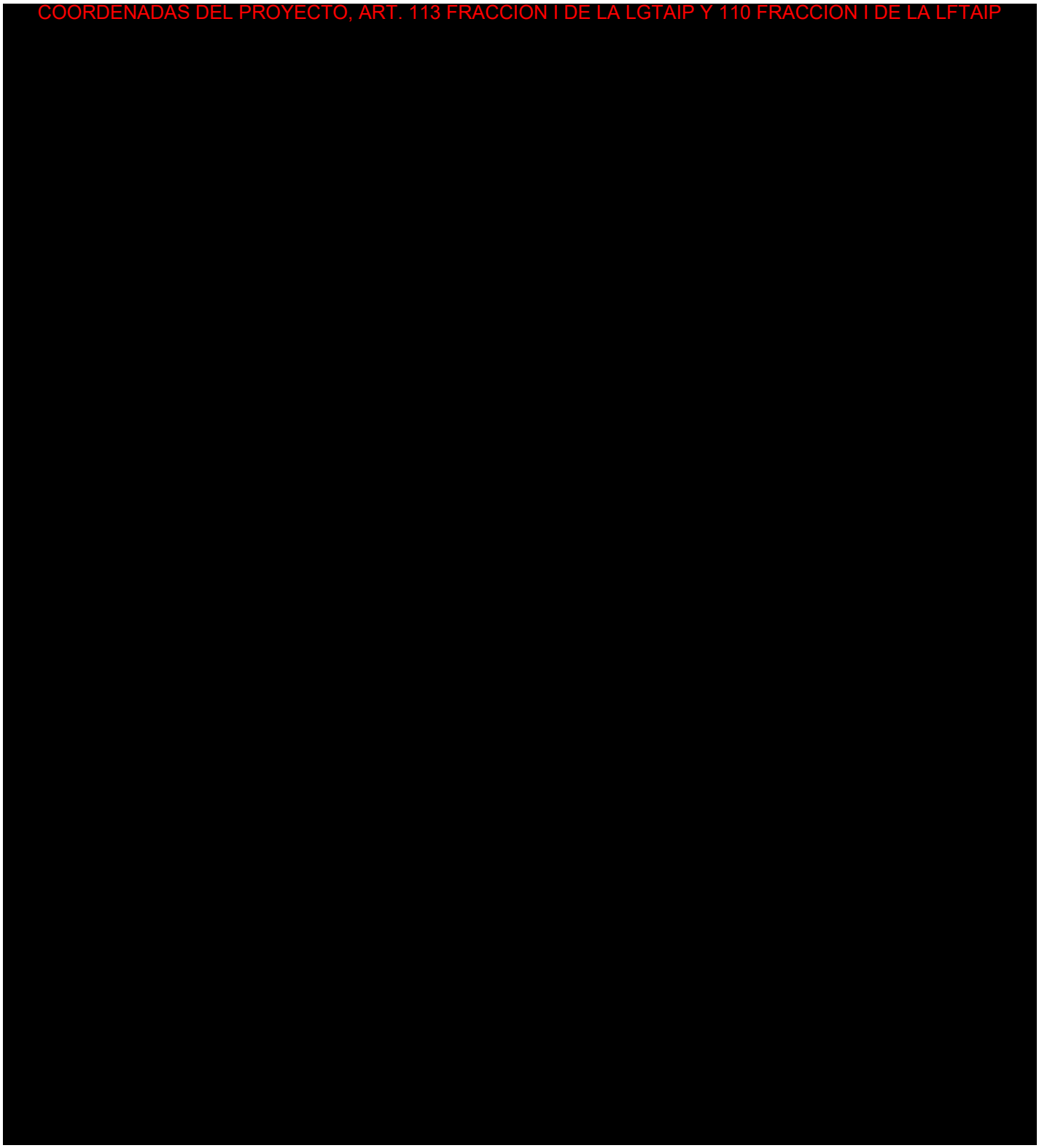


COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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

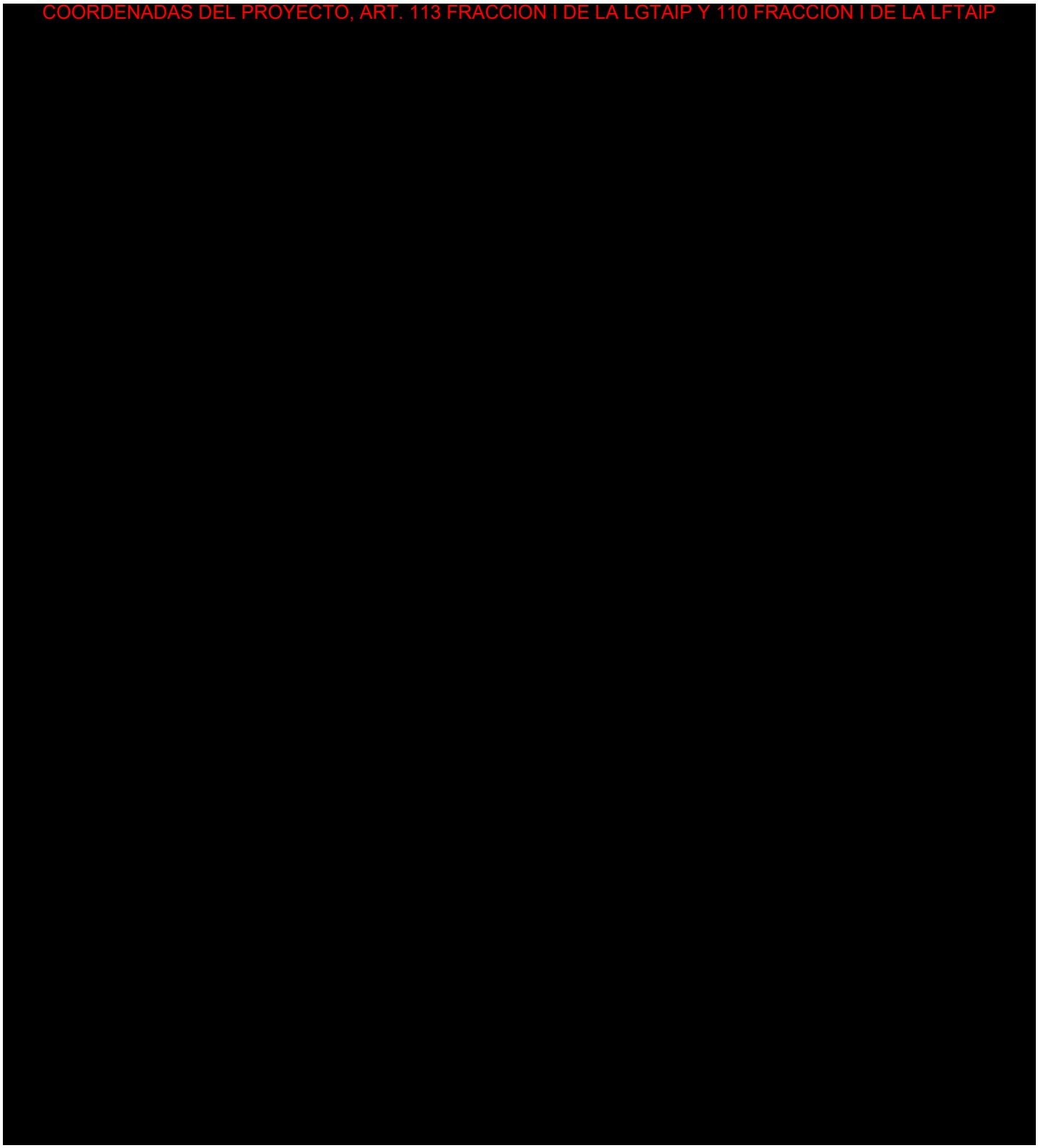
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



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

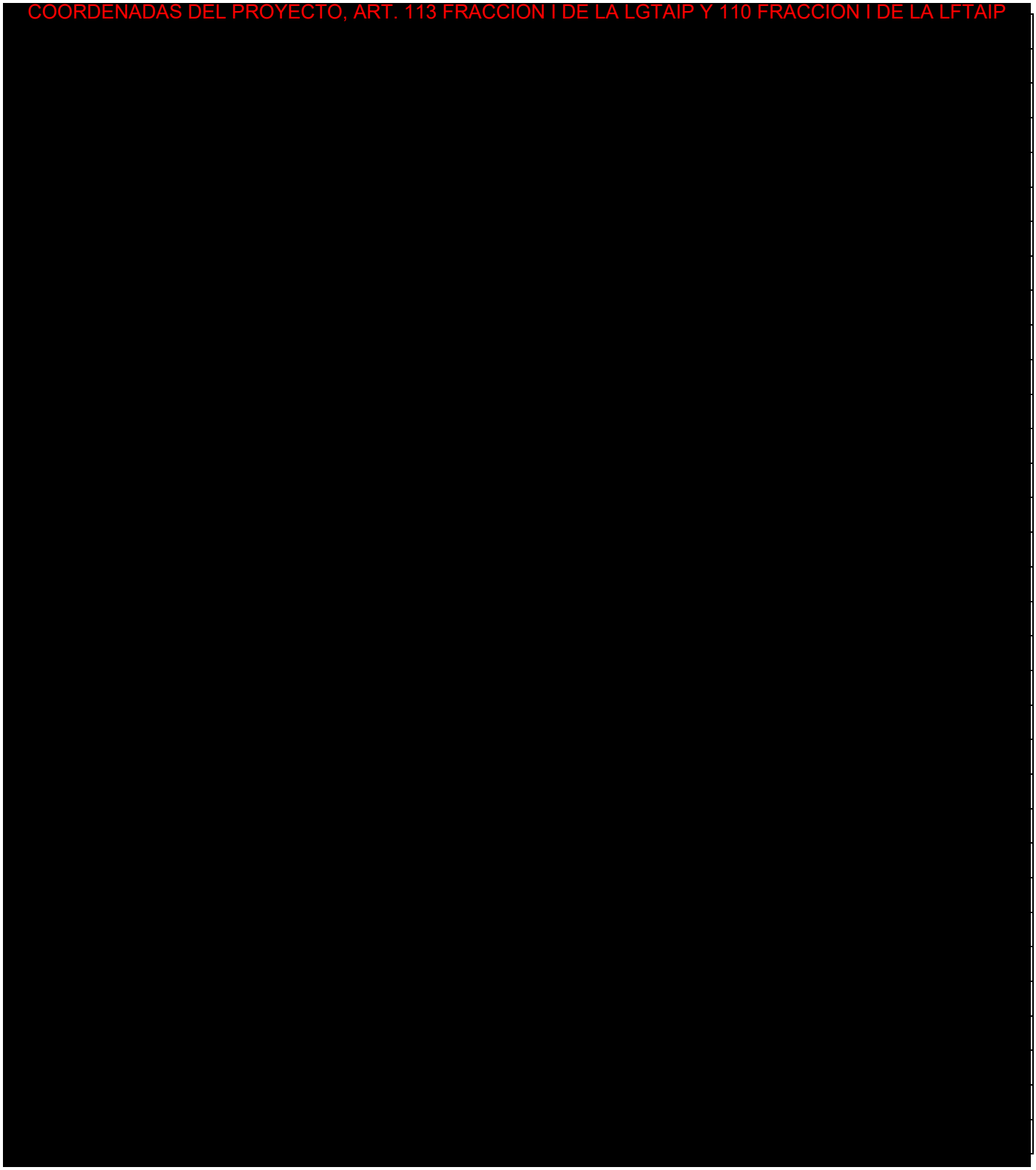
[redacted]

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

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

[redacted]

**Tabla. 36.** Ubicación de puntos de inflexión

En el **ANEXO 2**, se puede encontrar los planos del presente proyecto.

### III.2.2. PROFUNDIDAD DE DUCTOS.

La profundidad de los ductos está fundamentada de acuerdo a lo establecido en la NOM-003-ASEA-2016 con base a la Tabla 4. Profundidad mínima del lomo de la tubería al nivel de piso terminado, en donde se establecen los centímetros de profundidad de acuerdo a la clase de localización del ducto y las zonas de cruzamientos, carreteras, drenajes y vías ferroviarias.

| PROFUNDIDAD MÍNIMA DEL LOMO DE LA TUBERÍA AL NIVEL DE PISO TERMINADO | | |
|---|---|---|
| **Ubicación** | **Excavación normal (cm)** | **Excavación en roca (cm)** |
| En general | | |
| -Tubería hasta 508 mm (20 pulg) de diámetro | 60 | 45 |
| -Tubería > 508 mm (20 pulg) de diámetro | 75 | 60 |
| En derechos de vía, de carreteras o ferrocarriles | 75 | 60 |
| Cruzamientos de carreteras | 120 | 90 |
| Cruzamientos de ferrocarriles | | |
| -Tubería encamisada | 120 | 120 |

| PROFUNDIDAD MÍNIMA DEL LOMO DE LA TUBERÍA AL NIVEL DE PISO TERMINADO | | | |
|---|---|---|---|
| Ubicación | | Excavación normal (cm) | Excavación en roca (cm) |
| -Tubería sin encamisar | | 200 | 200 |
| Cruces de vías de agua | | 120 | 60 |
| Bajo canales de drenaje o irrigación | | 75 | 60 |
| Acometidas | Presión de operación <= 689 kPa | 45 | 30 |
| | Presión de operación > 689 kPa | 60 | 45 |

**Tabla. 37.** Profundidad mínima del lomo de la tubería al nivel de piso terminado.

### III.2.3 EQUIPO O INFRAESTRUCTURA HUMANA.

En área que abarca el proyecto de Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) tienen identificados la infraestructura siguiente:

- Terminal de autobuses
- Centros de nutrición
- Panteones municipales
- Centros comerciales
- Tiendas de abarrotes
- Centros de salud
- Escuelas primarias
- Escuelas secundarias
- Restaurantes
- (Pilgrim´s- pride)
- Horizon auto logistrics PVR2
- Transport & Logistics Benek

### III.2.4 PRUEBAS HIDROSTATICAS.

La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.,** se asegura del cumplimiento de este proceso mediante el procedimiento PO-OYM-PRB-02 "Procedimiento para pruebas de hermeticidad en gasoductos construidos en acero al carbón", para evitar condiciones que representen un riesgo para las instalaciones.

En donde sus criterios de aceptación son a través de una unidad certificadora que atestigua y avala las pruebas de hermeticidad, entregando un acta circunstanciada o dictamen de aprobación de la hermeticidad del ducto.

### III.2.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCION CATODICA.

La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.,** se asegura del cumplimiento de este proceso mediante el procedimiento PO-CNS-OPE-013 "Procedimiento para la implementación de protección catódica a nuevos sistemas de gas natural" En donde el criterio de aceptación es:

- La compañía debe hacer uso de toda la precaución posible para la correcta instalación de la lingada de tubería, evitar el daño al recubrimiento ya inspeccionado y evitar cualquier acción que ponga en juicio el trabajo a desarrollar evaluado por supervisión de calidad de **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.**
- En caso de aparecer un daño en el recubrimiento durante la implementación de la protección catódica, se deberá hacer la reparación e inspección con equipo holiday del recubrimiento después su instalación, la aceptación final la hará el supervisor de la calidad **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.**

Es importante recalcar que el sistema cuenta con un sistema de protección catódica por medio de ánodos de sacrificio.

| DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA: CAMAS ANÓDICAS. | | |
|---|---|---|
| **Nombre de cama anódica** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Tipo** |
| 1D-GA-R8"-01 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-01 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-02 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-03 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-04 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-05 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-06 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-07 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-08 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-09 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-10 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-11 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-12 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-13 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-14 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-15 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-16 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-17 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-18 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-19 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-20 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-21 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-22 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-23 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-24 | | Vertical |
| 2D-GA-R6"-25 | | Vertical |

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

**Tabla. 38.** Diseño del sistema de protección catódica: Camas Anódicas.

| DISEÑO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA: POSTES DE MEDICIÓN DE TUBO/SUELO. | |
|---|---|
| **Nombre de Poste de medición tubo/suelo** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 1D-GA-R6"-P01 | [redacted] |
| 2D-GA-R6"-P01 | |
| 2D-GA-R6"-P02 | |
| 2D-GA-R6"-P03 | |
| 2D-GA-R6"-P04 | |
| 2D-GA-R6"-P05 | |
| 2D-GA-R6"-P06 | |
| 2D-GA-R6"-P07 | |
| 2D-GA-R6"-P08 | |
| 2D-GA-R6"-P09 | |
| 2D-GA-R6"-P10 | |
| 2D-GA-R6"-P11 | |
| 2D-GA-R6"-P12 | |
| 2D-GA-R6"-P13 | |
| 2D-GA-R6"-P14 | |
| 2D-GA-R6"-P15 | |
| 2D-GA-R6"-P16 | |
| 2D-GA-R6"-P17 | |

| | |
|---|---|
| 2D-GA-R6"-P18 | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |
| 2D-GA-R6"-P19 | |
| 2D-GA-R6"-P20 | |
| 2D-GA-R6"-P21 | |
| 2D-GA-R6"-P22 | |
| 2D-GA-R6"-P23 | |
| 2D-GA-R6"-P24 | |
| 2D-GA-R6"-P25 | |
| 2D-GA-R6"-P26 | |
| 2D-GA-R6"-P27 | |
| Nota: Se debe cubrir la longitu | |

**Tabla. 39.** Diseño del sistema de protección catódica: Postes de medición de tubo/suelo.

### III.2.6. SISTEMA DE DETECCION DE FUGAS.

La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.,** se asegura del cumplimiento de este proceso mediante el procedimiento PO-OYM-OPE-09 "Procedimiento para la detección y localización de fugas", para evitar condiciones que representen un riesgo para las instalaciones.

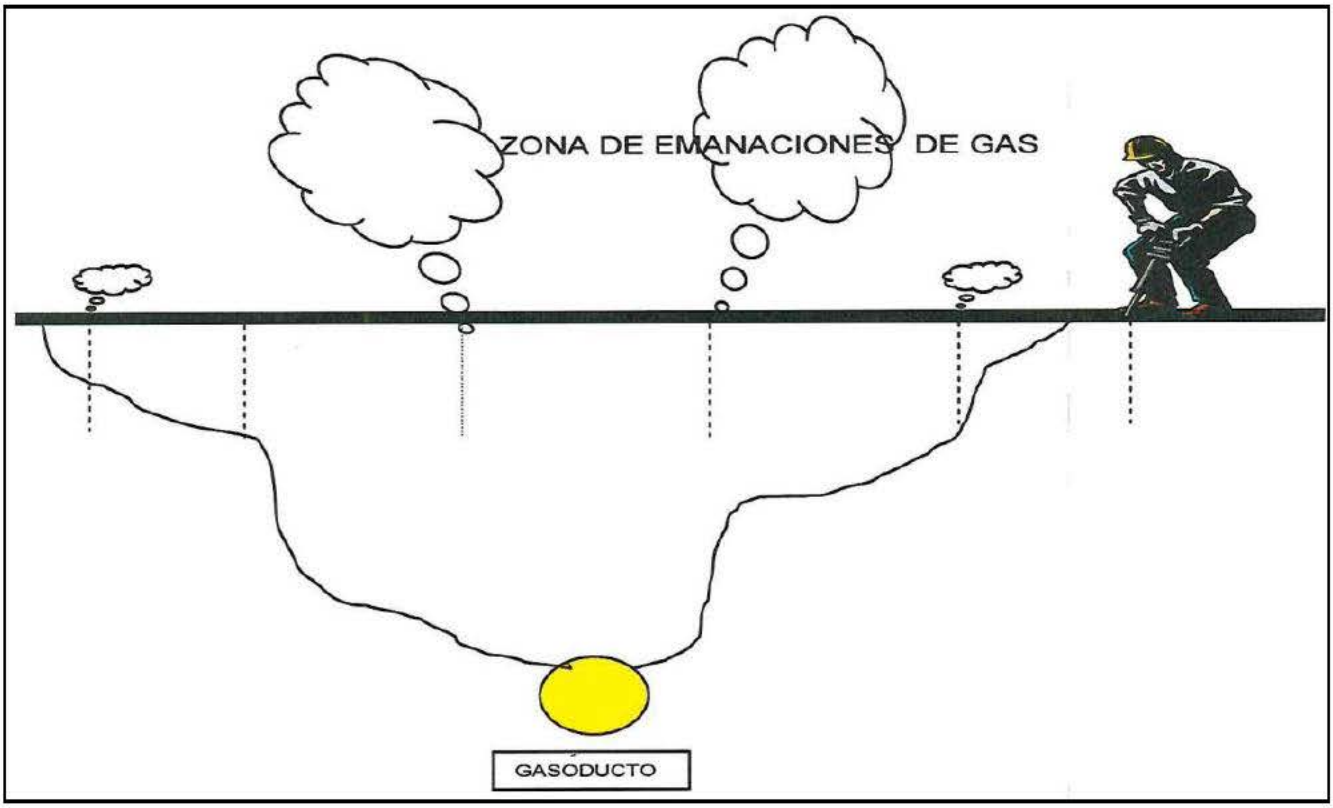



**Figura 94.** Detección y localización de fugas

En el **ANEXO 6**, se encuentran los procedimientos del proyecto.

## III.2.7 PERFIL HIDRAULICO.

Para el perfil hidráulico se tienen el siguiente seccionamiento:

a) Condiciones de operación normal: AC 298.69 Psi (21.00 kg/cm$^2$) y PEAD 78.23 Psi (5.50 kg/cm$^2$).

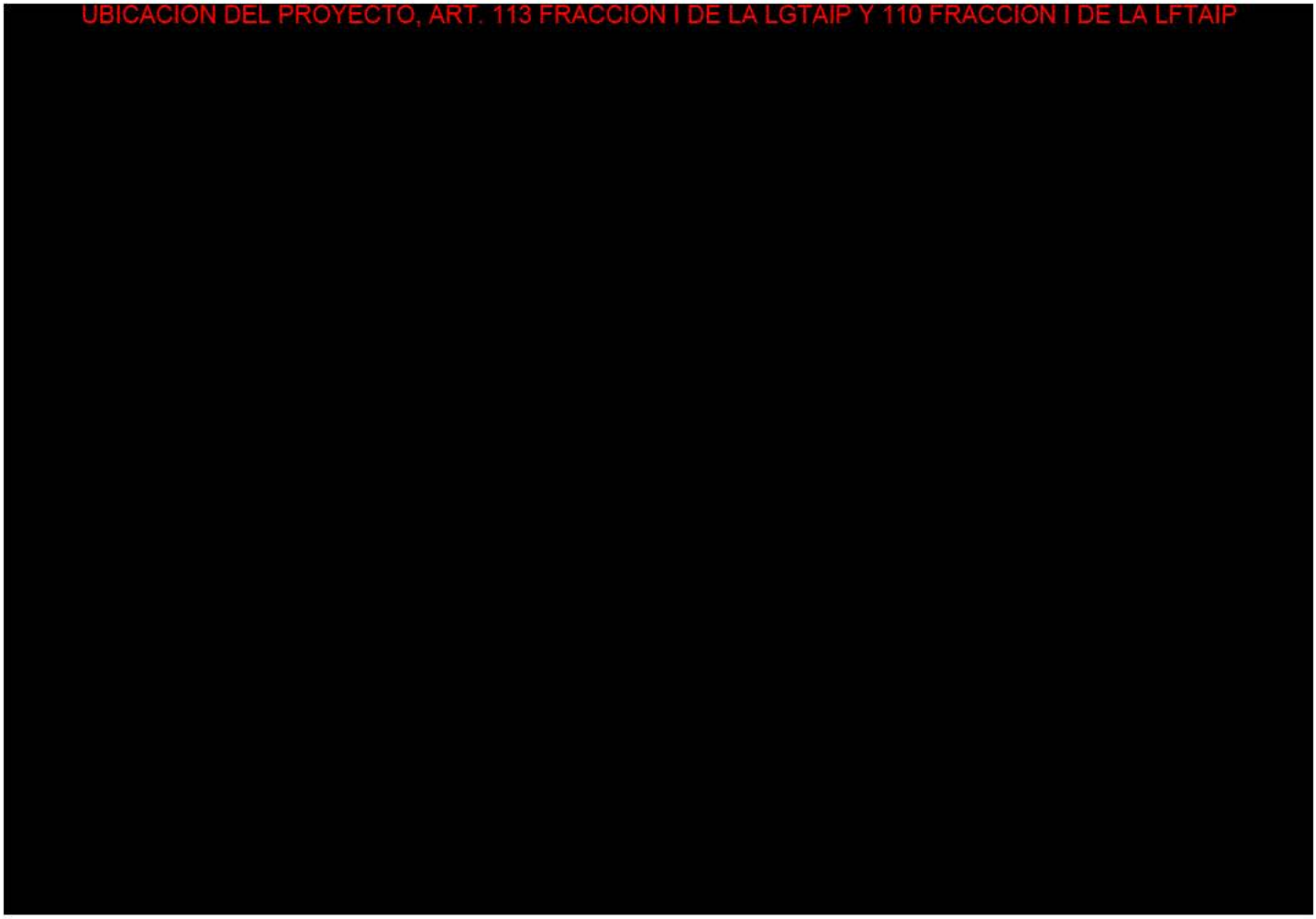
UBICACION DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



b) Condiciones de operación máxima: AC 298.69 Psi (21.00 kg/cm$^2$) y PEAD 78.23 Psi (5.50 kg/cm$^2$)



c) Condiciones de diseño: AC 500.00 Psi (35.15 Kg/cm$^2$) y PEAD 99.56 Psi (7.00 Kg/cm$^2$)




En el **ANEXO 13,** se encuentra todos los detalles del perfil hidráulico del proyecto.

## III.2.8 SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL SCADA.

El sistema **SCADA** (Supervisory Control And Data Acquisition) es una herramienta de automatización y control industrial utilizado en los procesos productivos que puede controlar, supervisar, recopilar datos, analizar datos y generar informes a distancia mediante una aplicación informática.

La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** utilizará dicho sistema para monitorear el proyecto Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) con ubicación en el municipio de Veracruz, pasando por el municipio de Manlio Fabio Altamirano, en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

# CAPITULO 4

## *Identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos.*

## ÍNDICE.

### CAPITULO 4

IV. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS ..... 405
IV.1. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES. ..... 406
IV.2. ANALISIS PRELIMINAR DE RIESGOS ..... 419
VII.2.1. ESTUDIO HAZID ..... 419
IV.3. ANALISIS CUALITATIVO DE RIESGO ..... 424
IV.3.1 METODOLGIAS Y JERARQUIZACIÓN. ..... 425
IV.3.2. DESARROLLO Y SELECCIÓN DE NODOS. ..... 436
IV.3.3. ANÁLISIS HAZOP. ..... 441
IV.3.4. ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ…? ..... 490
IV.4. ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGO. ..... 500
IV.4.1. ANALÍSIS DETALLADO DE FRECUENCIAS. ..... 500
IV.4.2. ANALISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS. ..... 505

## ÍNDICE DE FIGURAS.

**FIG. 1.** MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGO DE PROCESO. ..... 434

## ÍNDICE DE TABLAS.

**TABLA. 1.** EMERGENCIAS AMBIENTALES OCURRIDAS EN PEMEX EN EL PERIODO 1997-2001 (ANÁLISIS ESTATAL) ..... 410
**TABLA. 2.** ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES ..... 418
**TABLA. 3.** ANÁLISIS HAZID PROYECTO ALTAMIRANO ..... 423
**TABLA. 4.** TÉCNICAS PARA REALIZAR ANÁLISIS DE PROCESOS. ..... 425
**TABLA. 5.** PALABRAS GUÍA HAZOP ..... 428
**TABLA. 6.** CLASIFICACIÓN POR CATEGORÍAS DE CONSECUENCIAS. ..... 432
**TABLA. 7.** CLASIFICACIÓN POR CATEGORÍAS DE FRECUENCIA. ..... 433
**TABLA. 8.** MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DEL RIESGO. ..... 435

**TABLA. 9.** NODOS PARA ANÁLISIS. ....440
**TABLA. 10.** ANÁLISIS HAZOP. ....489
**TABLA. 11.** ANÁLISIS QUE PASARÍA SÍ. ....499
**TABLA. 12.** SIMBOLOGÍA UTILIZADA POR EL ANÁLISIS DE ÁRBOL DE FALLAS. ....501
**TABLA. 13.** VALORES DE PROBABILIDAD DE FALLA ....503
**TABLA. 14.** ÁRBOLES DE FALLAS. ....504
**TABLA. 15.** CONCLUSIÓN ANÁLISIS DE ÁRBOL DE FALLAS. ....505
**TABLA. 16.** EFECTOS GENERADOS POR RADIACIÓN TÉRMICA. ....509
**TABLA. 17.** EFECTOS GENERADOS POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN. ....511
**TABLA. 18.** CLASIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO. ....511

# IV. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

Los Análisis de Riesgo involucran principalmente tres grandes temas; la identificación de los riesgos, la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos y el análisis de consecuencias.

La identificación de los riesgos permite determinar las localizaciones, rutas, características y cantidad de materiales de fuentes potenciales de accidentes por explosión, incendio, fuga o derrame de una sustancia peligrosa. Esto lleva a la formulación de escenarios fundamentales de accidentes, que requieren una mayor consideración y análisis.

El análisis probabilístico permite identificar la verosimilitud de ocurrencia del accidente para examinar y priorizar los escenarios de accidentes potenciales en términos de su probabilidad de ocurrencia.

La evaluación de las consecuencias e impactos asociados con la ocurrencia de los escenarios identificados de accidentes, es el proceso denominado Análisis de Consecuencias. Este paso permite una comprensión de la naturaleza y gravedad de un accidente y permite un análisis y priorización de los escenarios en términos del impacto potencial del daño en la gente y las instalaciones.

La combinación de resultados de la probabilidad del accidente y del análisis de consecuencias da una medida del riesgo con la actividad específica y este proceso es lo que constituye el análisis de riesgos, que permite, priorizar y examinar los escenarios potenciales de accidentes en términos de un riesgo total, que a la vez logre el desarrollo y preparación de un plan de emergencias.

Para la identificación de los riesgos involucrados en el proceso del Proyecto, se analizarán las condiciones de operación de las instalaciones que conforman la instalación, para lo cual, se cuenta con los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), Filosofía de Operación (FOP), Descripción Detallada del Proyecto (DDP), así como de la Memoria Técnico – Descriptiva (MTD).

En base al análisis de falla, se identifican aquellos puntos vulnerables donde exista mayor probabilidad de riesgo de que ocurra un evento no deseado, los cuales estarán dados principalmente por tuberías de

conducción de combustibles, válvulas, medidores de flujo, uniones e interconexiones, las cuales son sistemas e instrumentos expuestos a fallas por rotura, por desgaste o por simple defecto de fabricación o construcción, además de que el riesgo aumenta si éstos no son conservados debidamente por la efectiva aplicación de un programa de mantenimiento y la supervisión constante de los mismos, sin descartar fallas por el factor humano, vandalismo o fenómenos naturales.

Aunado a lo anterior, se analizan las situaciones donde la presencia de algún evento externo no deseado, como una explosión o un incendio se puedan generar, mismas que afecten directa o indirectamente a las instalaciones internas y externas del mismo, y por ende se desencadene un evento mayor, con mayores repercusiones a la infraestructura de la zona y daños al medio ambiente (efecto dominó).

Cabe mencionar, que todas las técnicas de evaluación de riesgos comparten la meta de identificar peligros en el proceso de manera sistemática y proporcionar un análisis preliminar, dando la primera fase del estudio. Las técnicas comúnmente usadas para esta evaluación deben cumplir los requerimientos de análisis de riesgo contemplados en la OSHA (Occupational Safety and Health Administration), EPA (Environmental Protection Agency) y la CMA (Chemical Manufacturers Association, así como en Literatura especializada como Loss Prevention in the Process Industries. Frank P. Less, second edition.

Con el objetivo de evaluar el riesgo en caso de presentarse incidentes en la operación del Proyecto, las técnicas de identificación de riesgos a emplearse estarán en función de la instalación y del tipo y complejidad del proceso, por lo que se determinó la aplicación de la metodología HazOp y What if?, con el fin de emitir recomendaciones tendientes a controlar y prevenir incidentes, mitigar las consecuencias para evitar pérdidas humanas, daños a la salud, a las instalaciones/producción y al medio ambiente.

## IV.1. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.

- **Accidentes con gas natural**

Los accidentes con este energético son los segundos más recurrentes en el mundo, solo superados por los de petróleo. Los accidentes provocados con gas natural le dan la vuelta al mundo, no discriminan

género ni edad ni fecha y en el instante de presentarse tampoco tienen en cuenta si es en un país desarrollado o no, en una ciudad o en área rural.

- **Accidentabilidad de ductos en el mundo**

Los accidentes producidos por el gas natural son los segundos con mayor nivel de ocurrencia en el mundo, así lo reporta la base Mhidas del Health and Safety Executive del Reino Unido que, desde 1980, reporta incidentes en más de 95 países. De acuerdo con el informe mundial, de los 2.884 incidentes reportados, el gas natural fue la segunda sustancia responsable, con el 11,29% y un total de 321 situaciones, casi una por día durante un año. Solo fueron superados por los producidos por el petróleo, con el 15,40% y 438 incidentes.

La mirada geográfica establece que el 45% de los registros se produjeron en dos países: Estados Unidos, con el 33,80%, y Gran Bretaña, con el 10,87%.

Entre los primeros diez del mundo se ubican dos países del grupo de los Brics. Rusia, en el tercer lugar, con el 4,33%, y China, en el quinto, con el 3,08%. El primer latinoamericano es México, en la séptima casilla. Por tipo de incidente, el estudio muestra que son cuatro los básicos: explosión, fuga, fuego y nube de gas. El primero es el más frecuente para el gas natural y otras sustancias, con el 88,51% de los casos. El análisis también reseña la existencia de incidentes específicos que involucran a esta sustancia, como la explosión al aire libre de una nube formada por una mezcla de gas o de vapor inflamable con el aire; explosión de una dispersión de líquido en gas, y rotura súbita de un depósito o sistema que contiene gas licuado debido al contacto con el fuego.

- **Los riesgos de accidentes**

En años recientes, algunas causas fundamentales del incremento de accidentes en los poliductos de Pemex han sido: la inadecuada evaluación de estos y la falta de gestión para erradicar esta problemática, adicionalmente no hay una base de datos histórica de accidentes en ductos de transporte y distribución de hidrocarburos disponible de manera oficial en el país, estas circunstancias repercuten negativamente en la funcionalidad de ductos en México.

De la tabla 4.00 se obtiene un total de 1 675 emergencias. Los estados con mayor número de accidentes registrados en ese periodo destacan: Veracruz con 502 casos, Campeche y Tabasco con 419 y 391 casos, respectivamente. Entre estos tres estados se presenta casi el 80% del total nacional.

Una de las demandas del desarrollo económico de toda nación es la prestación de servicios en el transporte de hidrocarburos y sus destilados, además, que ésta se realice de manera oportuna, confiable, con un riesgo controlado, sin afectación a terceros y al medio ambiente, entre otros aspectos. Esta investigación facilitará el desarrollo de estudios de riesgos, con una propuesta metodológica basada en árboles de falla y datos de accidentes ocurridos en poliductos. Para ello son identificados los factores de riesgos como lo establece Kent Muhlbauer, y la probabilidad de ocurrencia.

- **Incidentes mayores en ductos de transporte de Petróleos Mexicanos Pemex**

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, los fluidos transportados son: crudo, gasolinas, Diesel, 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 los derechos de vía, donde se realizan las tareas y actividades de operación, mantenimiento e inspección principalmente.

Por otro lado, Profepa 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: por ducto, marítimo y carretero, 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, diesel, combustóleo y otros, mediante una red de ductos, entre los que se encuentran los poliductos.

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.

Como causa principal de emergencias en Pemex, se destaca el robo de gasolina que durante 30 minutos puede llegar a los 30 mil litros en una toma clandestina (según estiman los especialistas en el tema) y se identifica al registrarse una baja sensible en la presión de los instrumentos de medición que dura por varios minutos. En ese momento se inicia la búsqueda del incidente.

Consecuentemente, detectar los robos de combustibles al analizar los reportes finales, no es posible, explican los operadores, porque son tan pequeños que pueden confundirse con los estimados de pérdidas aceptables en el bombeo.

| EMERGENCIAS AMBIENTALES OCURRIDAS EN PEMEX EN EL PERIODO 1997-2001 (ANÁLISIS ESTATAL) | |
|---|---|
| **Estado de la República Mexicana** | **Número de emergencias** |
| Aguascalientes | 3 |
| Baja California | 4 |
| Baja California Sur | 1 |
| Campeche-Chiapas | 419 |
| Chihuahua | 84 |
| Estado de México | 14 |
| Guanajuato | 10 |
| Guerrero | 32 |
| Hidalgo | 2 |
| Jali co | 26 |
| Michoacán | 7 |
| Morelos | 1 |
| Nayarit | 0 |
| Nuevo León | 14 |
| Oaxaca | 43 |

| **EMERGENCIAS AMBIENTALES OCURRIDAS EN PEMEX EN EL PERIODO 1997-2001 (ANÁLISIS ESTATAL)** | |
|---|---|
| **Estado de la República Mexicana** | **Número de emergencias** |
| Puebla | 44 |
| Querétaro | 4 |
| Quintana Roo | 0 |
| San Luis Potosí | 0 |
| Sinaloa | 10 |
| Sonora | 6 |
| Tabasco | 391 |
| Tamaulipas | 35 |
| Tlaxcala | 0 |
| Veracruz | 502 |
| Yucatán | 2 |
| Zacatecas | 0 |
| Zona Metropolitana | 2 |

**Tabla. 1.** Emergencias ambientales ocurridas en Pemex en el periodo 1997-2001 (análisis estatal)

En la siguiente tala se muestra un listado de antecedentes de accidentes e incidentes en el transporte de gas por ducto.

| ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NO** | **AÑO** | **CIUDAD Y/O PAÍS** | **INSTALACIÓN** | **SUSTANCIAS INVOLUCRADAS** | **EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE** | **NIVEL DE AFECTACIÓN** | **ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN** |
| 1 | 10/01/2013 | Querétaro | gasoducto | Gas natural | Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas | Afectación al medio ambiente; Evacuación de personas | Se suspende operación del ducto |
| 2 | 17/01/2013 | CDMX | gasoducto | Gas natural | Por excavación se provoca fuga | Afectación al medio ambiente; Evacuación de personas | Se suspende operación del ducto |
| 3 | 09/03/2013 | Guanajuato | gasoducto | Gas natural | Toma Clandestina | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 4 | 25/03/2013 | Tabasco | gasoducto | Gas natural | Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 5 | 15/05/2013 | Guanajuato | gasoducto | Gas natural | Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas | 2 personas lesionadas y Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 6 | 20/06/2013 | Veracruz | gasoducto | Gas natural | Tormenta eléctrica | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |

| ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NO** | **AÑO** | **CIUDAD Y/O PAÍS** | **INSTALACIÓN** | **SUSTANCIAS INVOLUCRADAS** | **EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE** | **NIVEL DE AFECTACIÓN** | **ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN** |
| 7 | 22/07/2013 | Guanajuato | gasoducto | Gas natural | Por golpe de maquinaria se provoca una fuga de gas | fueron evacuadas 12 viviendas con un total de 50 personas | Se suspende operación del ducto |
| 8 | 22/07/2013 | Tamaulipas | gasoducto | Gas natural | Toma Clandestina | Afectación al medio ambiente | Cierre de válvula del arreglo de TC |
| 9 | 28/08/2013 | Estado de México | LPGducto | Gas LP | Toma Clandestina | Afectación al medio ambiente | Cierre de válvula del arreglo de TC |
| 10 | 07/09/2013 | Chihuahua | gasoducto | Gas natural | Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas | Afectación al medio ambiente; Evacuación de personas | Se suspende operación del ducto |
| 11 | 17/09/2013 | Nuevo León | gasoducto | Gas natural | Crecida de río y arrastre de material | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 12 | 23/09/2013 | CDMX | gasoducto | Gas natural | Por golpe de maquinaria se provoca una fuga de gas | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 13 | 01/10/2013 | Puebla | LPGducto | Gas LP | Toma Clandestina | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |

| ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NO** | **AÑO** | **CIUDAD Y/O PAÍS** | **INSTALACIÓN** | **SUSTANCIAS INVOLUCRADAS** | **EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE** | **NIVEL DE AFECTACIÓN** | **ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN** |
| 14 | 16/10/2013 | Jalisco | gasoducto | Gas natural | Fuga en la caja de válvulas | Afectación al medio ambiente; se evacuaron 1200 personas | Se suspende operación del ducto |
| 15 | 28/10/2013 | Veracruz | gasoducto | Gas natural | desprendimiento de tubería de gasoducto de 24" | Afectación al medio ambiente; Se afectó un área de 36 metros cuadrados de suelo natural | Se suspende operación del ducto |
| 16 | 31/10/2013 | Guanajuato | gasoducto | Gas natural | Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas | Afectación al medio ambiente; se evacuaron 103 personas | Se suspende operación del ducto |
| 17 | 04/11/2013 | Veracruz | gasoducto | Gas natural | Desconocidas | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 18 | 05/11/2013 | Coahuila | gasoducto | Gas natural | Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 19 | 30/11/2013 | Veracruz | LPGducto | Gas LP | Toma Clandestina | Afectación al medio ambiente; evacuación de familias cercanas al sitio de fuga | Se suspende operación del LPGducto |
| 20 | 16/12/2013 | Estado de México | LPGducto | Gas LP | Toma Clandestina | Afectación al medio ambiente; evacuación de población cercanas al sitio de fuga | Se suspende operación del LPGducto |

| ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NO** | **AÑO** | **CIUDAD Y/O PAÍS** | **INSTALACIÓN** | **SUSTANCIAS INVOLUCRADAS** | **EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE** | **NIVEL DE AFECTACIÓN** | **ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN** |
| 21 | 16/12/2013 | Tamaulipas | gasoducto | Gas natural | Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 22 | 16/12/2013 | Veracruz | LPGducto | Gas LP | Fractura de niple 1/2" pulgada | Afectación al medio ambiente; se evacuo al personal de oficinas de PGPB y Pemex Refinación al punto de reunión seguro | Se suspende operación del LPGducto |
| 23 | 22/01/2014 | Estado de México | LPGducto | Gas LP | Corrosión | Afectación al medio ambiente; evacuación de personal del sistema de agua del municipio de Tecamac | Se suspende operación del LPGducto |
| 24 | 30/01/2014 | Chihuahua | gasoducto | Gas natural | Toma Clandestina | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 25 | 09/02/2014 | Tamaulipas | gasoducto | Gas natural | Sobrepresión del ducto | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 26 | 18/02/2014 | Distrito Federal | gasoducto | Gas natural | Vandalismo | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 27 | 21/02/2014 | Puebla | gasoducto | Gas natural | Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas | Afectación al medio ambiente; se evacuaron cerca de 200 personas como medida preventiva | Se suspende operación del ducto |

| ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NO** | **AÑO** | **CIUDAD Y/O PAÍS** | **INSTALACIÓN** | **SUSTANCIAS INVOLUCRADAS** | **EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE** | **NIVEL DE AFECTACIÓN** | **ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN** |
| 28 | 29/01/2015 | CDMX | Pipa de gas natural | Gas natural | Manguera reventó mientras se abastecía el combustible | Afectación al medio ambiente; 3 muertos y 3 heridos | Se suspende operación del ducto |
| 29 | 07/07/2015 | Nuevo León | Gasoducto | Gas Natural | Golpe de maquinaria | Explosión causando afectación a terrenos agrícolas, un muerto y 3 heridos | Se suspende operación del ducto |
| 30 | 12/08/2015 | Monterey | Gasoducto | Gas Natural | Golpe de maquinaria | Afectación al medio ambiente, se registraron 5 muertos y el desalojo de 3000 trabajadores | Se suspende operación del ducto |
| 31 | 26/01/2016 | Querétaro | Gasoducto | Gas Natural | Golpe de maquinaria | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 32 | 01/09/2016 | Estados Unidos | Gasoducto | Gas Natural | Golpe de maquinaria | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 33 | 13/12/2016 | CDMX | Gasoducto | Gas Natural | Fuga en espacio confinado | Explosión genera 4 heridos | Suspensión de suministro |
| 34 | 05/10/2016 | CDMX | Gasoducto | Gas Natural | Golpe maquinaria | Evacuación de población | Suspensión de suministro |

| ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NO** | **AÑO** | **CIUDAD Y/O PAÍS** | **INSTALACIÓN** | **SUSTANCIAS INVOLUCRADAS** | **EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE** | **NIVEL DE AFECTACIÓN** | **ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN** |
| 35 | 19/10/2016 | CDMX | Gasoducto | Gas Natural | Golpe maquinaria | Fuga de gas natural provocando afectaciones al medio ambiente | Suspensión de suministro |
| 36 | 27/03/2017 | Veracruz | Gasoducto | Gas Natural | Toma clandestina | Afectación al medio ambiente | Se suspende operación del ducto |
| 37 | 11/04/2017 | Nuevo León | Gasoducto | Gas Natural | Toma clandestina | Afectación al medio ambiente y al menos 5 muertos | Se suspende operación del ducto |
| 38 | 05/07/2017 | China | Gasoducto | Gas Natural | Deslizamiento de tierra que provoco fuga en tubería | Explosión genero 3 muertos y 89 heridos | Se suspende operación del ducto |
| 39 | 06/07/2019 | Irán | Gasoducto | Gas Natural | Toma clandestina | Explosión genero 1 muertos y 3 heridos | Se suspende operación del ducto |
| 40 | 19/08/2017 | Veracruz | Gasoducto | Gas Natural | Toma clandestina | Afectación al medio ambiente, se reportan 5 muertos | Se suspende operación del ducto |
| 41 | 29/04/2017 | Querétaro | Pipa | Gas Natural | Fuga | Explosión causando afectación al medio | Se suspende el servicio |

| ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NO** | **AÑO** | **CIUDAD Y/O PAÍS** | **INSTALACIÓN** | **SUSTANCIAS INVOLUCRADAS** | **EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE** | **NIVEL DE AFECTACIÓN** | **ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN** |
| 42 | 25/08/2017 | Estado de México | Gasoducto | Gas Natural | Toma clandestina | Explosión causando afectación al medio | Se suspende operación del ducto |
| 43 | 10/09/2018 | Golfo de México | Pozo | Gas Natural | Aplicaciones incorrectas en el protocolo de mantenimiento | Explosión causando afectación al medio | Se suspende operación del pozo |
| 44 | 13/09/2018 | Nigeria | Gasoducto | Gas Natural | Toma clandestina | Afectación al medio ambiente, evacuación de la población | Se suspende operación del ducto |
| 45 | 18/01/2019 | Querétaro | Gasoducto | Gas Natural | Toma clandestina | Afectación al medio ambiente, evacuación de la población. | Se suspende operación del ducto |
| 46 | 11/04/2019 | Puebla | Gasoducto | Gas Natural | Fuga por toma clandestina | Afectación al medio ambiente, evacuación de la población. | Se suspende operación del ducto |
| 47 | 01/07/2019 | Celaya, Guanajuato | Gasoducto | Gas Natural | Golpe por maquinaria | Explosión generando 3 muertos y 3 heridos, con afectaciones al medio ambiente. | Se suspende operación del ducto |
| 48 | 12/09/2019 | Puebla | Gasoducto | Gas Natural | Fuga | Afectación al medio ambiente | Se suspende servicio |

| ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **NO** | **AÑO** | **CIUDAD Y/O PAÍS** | **INSTALACIÓN** | **SUSTANCIAS INVOLUCRADAS** | **EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE** | **NIVEL DE AFECTACIÓN** | **ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN** |
| 49 | 01/07/2019 | Celaya, Guanajuato | Gasoducto | Gas LP | Golpe de maquinaria debido a robo de combustible | Explosión causando afectación al medio ambiente, un muerto y 3 heridos | Bloqueo de válvulas de seccionamiento |
| 50 | 16/11/2020 | Autopista Tepic - Guadalajara | Camión cisterna | Gas LP | Pérdida de control del vehículo | Explosión con afectación al medio ambiente y 14 muertos | Se suspende el servicio y atención a los afectados |
| 51 | 31/09/2021 | Puebla, México | Gasoducto | Gas LP | Conexión clandestina - Robo | Explosión causando afectación al medio ambiente, un muerto y 11 heridos | Bloqueo de válvulas de seccionamiento |
| 52 | 13/05/2022 | Autopista México - Pachuca | Pipa | Gas LP | Pérdida de control del vehículo | Fuga y un lesionado | Se suspende el servicio |

**Tabla. 2.** Antecedentes de Accidentes e Incidentes

## IV.2. ANALISIS PRELIMINAR DE RIESGOS

En esta fase por medio de una metodología adecuada se identifican de manera preliminar los peligros y amenazas en la fase de diseño del proyecto y/o instalación, reconociendo las sustancias peligrosas, condiciones y posibles peligros que conlleva el utilizar una determinada tecnología, así como las salvaguardas, medidas de seguridad, y protecciones consideradas para cada una de las áreas que conforman el proyecto y/o instalación. Siendo de particular interés, la implementación de las mejores prácticas nacionales e internacionales de ingeniería, códigos y estándares normalmente reconocidos, y en su caso, la aplicación hasta donde sea posible del Diseño inherentemente seguro.

En este punto también se realiza un listado de antecedentes de accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares Esta investigación facilita el desarrollo de estudios de riesgos, con una propuesta metodológica basada en datos de accidentes e incidentes ocurridos en instalaciones gasoductos similares al proyecto. Para ello son identificados los factores de riesgos; frecuencia (probabilidad) y consecuencia (severidad) estos datos serán utilizados posteriormente para la jerarquización de riesgos.

### VII.2.1. ESTUDIO HAZID

El estudio HAZID se basa en una herramienta de identificación de riesgos integrada en el proyecto en el momento en que se dispone de los diagramas de flujo de procesos, los borradores de los balances de masa y temperatura y las hojas de planos. También es necesaria la recopilación de información sobre datos geotécnicos, ambientales y de infraestructuras existentes, ya que constituyen una fuente de riesgos externos. El método consiste en una herramienta de diseño que ayuda a organizar los informes Salud, Seguridad y Medio Ambiente en un proyecto. La “Técnica de tormenta de ideas” normalmente conlleva la participación del personal de ingeniería, gestión de proyectos, mantenimiento y operaciones del cliente y del diseñador.

- **Principales ventajas**

Un estudio HAZID bien organizado supondrá la correcta identificación de riesgos y precauciones en una fase temprana del diseño de una instalación. Nuestro equipo garantiza que:

- Se identifican los riesgos a comienzos del proyecto, antes de incurrir en importantes gastos
- Se registran y solventan los riesgos para poder evitarlos, mitigarlos o ponerlos de relieve durante el diseño.

Las soluciones serán auditables de cara a inspecciones legislativas y de gestión.

El objetivo de HAZID es proporcionar información para el posterior análisis de riesgos que se realizará para el medio ambiente, la salud y la seguridad. La aplicación del HAZID es una parte muy importante para el objetivo general de gestión del riesgo, ya que la información que se extraerá de esta será la base para el posterior análisis de la seguridad que se realizará con el método HAZOP. El valor añadido que aporta el HAZID es que facilita la focalización del análisis de riesgos, permitiendo comprender la naturaleza de los peligros existentes.

Derivado de lo anterior, a continuación, se muestra la Hoja de Trabajo del HAZID realizado en la etapa de diseño del proyecto "Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano)".

| **ANÁLISIS HAZID PROYECTO ALTAMIRANO** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ANÁLISIS HAZID** | | | | | |
| **Proyecto:** Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | | | **Ubicación:**<br>Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>Municipio de Veracruz | | **Octubre 2022** |
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD** | **PELIGROS IDENTIFICADOS** | **CONSECUENCIAS** | **MEDIDAS DE CONTROL/ SALVAGUARDAS** | **RECOMENDACIONES** |
| 1 | Interconexión | Falla del arreglo de interconexión | Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión | Personal calificado | - Contratación de personal contratista calificado<br>- Contar con Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores |
| | | Operación inadecuada | Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión | Personal calificado y con experiencia para realizar estos trabajos | Contar con Procedimientos operativos y Calificación de Personal Técnico |
| | | Afectación por Terceras Partes (vandalismo, sabotaje) | Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión | Vigilancia sobre la Franja de Afectación | Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación. |
| | | Mala selección de los materiales del arreglo de interconexión | Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión | Selección de materiales de acuerdo a diseño | Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de materiales y equipo |
| | | Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones) | Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión<br>Probable desabasto de gas hacia el usuario | Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas | Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas |

| **ANÁLISIS HAZID PROYECTO ALTAMIRANO** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ANÁLISIS HAZID** | | | | | |
| **Proyecto:** Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | | | **Ubicación:**<br>Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>Municipio de Veracruz | | **Octubre 2022** |
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD** | **PELIGROS IDENTIFICADOS** | **CONSECUENCIAS** | **MEDIDAS DE CONTROL/ SALVAGUARDAS** | **RECOMENDACIONES** |
| **2** | Filtrado | Taponamiento de filtros | Sobrepresión en el sistema | Instalación de By Pass | Elaborar procedimiento e Implementar Programa de mantenimiento a instalaciones |
| | | | Mala calidad del gas | | |
| | | Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones) | Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión | Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas | Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas |
| | | | Probable desabasto de gas hacia el usuario | | |
| **3** | Medición | Selección errónea de equipo de medición | Falla en la medición | Selección de materiales de acuerdo a diseño | Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de materiales y equipo |
| | | Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones) | Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión | Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas | Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas |
| | | | Probable desabasto de gas hacia el usuario | | |
| **4** | Regulación ERM interconexión | Selección errónea de equipo | Falla en la regulación/Mal funcionamiento del equipo | Selección de materiales de acuerdo a diseño | Elaborar procedimiento de calidad para la adquisición de materiales y equipo |

| **ANÁLISIS HAZID PROYECTO ALTAMIRANO** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ANÁLISIS HAZID** | | | | | |
| **Proyecto:** Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | | | **Ubicación:**<br>Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>Municipio de Veracruz | | **Octubre 2022** |
| | | Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones) | Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión<br>Probable desabasto de gas hacia el usuario | Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas | Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas |
| **ITEM** | **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD** | **PELIGROS IDENTIFICADOS** | **CONSECUENCIAS** | **MEDIDAS DE CONTROL/ SALVAGUARDAS** | **RECOMENDACIONES** |
| **5** | Transporte de gas | Afectación por Terceras personas | Fuga Incendio, Explosión | Vigilancia extrema de la Franja de Afectación | Elaborar procedimiento e Implementar Programa de vigilancia de la Franja de Afectación |
| | | Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones) | Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión<br>Probable desabasto de gas hacia el usuario | Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas | Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas |
| **6** | Regulación ERM usuarios | Selección errónea de equipo | Falla en la regulación | Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas | Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de materiales y equipo |
| | | Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones) | Probable desabasto de ga hacia el u uario<br>Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión | Diseño apegado a código , norma y Practicas Recomendadas | Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas |

**Tabla. 3.** Análisis HAZID proyecto Altamirano

## IV.3. ANALISIS CUALITATIVO DE RIESGO

Premisas y consideraciones para la seleccionar la(s) metodologías aplicadas Con la finalidad de realizar la evaluación de riesgos el ducto se dividió en los siguientes segmentos:

- **Segmento 1.** Estación de regulación y medición (ERM TIPO 1)
- **Segmento 2.** Estación de regulación y medición (ERM TIPO 2)
- **Segmento 3.** Estación de regulación y medición (ERM TIPO 3)
- **Segmento 4.** Tubería de acero de 8" Ø API 5L Grado X42 con costura y espesor 0.219", con recubrimiento tricapa y una longitud de 69.34 m.
- **Segmento 5.** Tubería de acero de 6" Ø API 5L Grado X42 con costura y espesor 0.219", con recubrimiento tricapa y una longitud de 16,583.43 m.
- **Segmento 6.** Tubería de acero de 4" Ø API 5L Grado X42 con costura y espesor 0.219", con recubrimiento tricapa y una longitud de 122.04 m.
- **Segmento 7.** Tubería de 6" PEAD-4710 SDR 11 con una longitud de 5,369.17 m
- **Segmento 8.** Tubería de 3" PEAD-4710 SDR 11 con una longitud de 3,120.29 m
- **Segmento 9.** Tubería de 2" PEAD-4710 SDR 11 con una longitud de 24,495.69 m.

Dicha segmentación se realizó basada en los criterios de la NOM-009-ASEA-2017, numeral 5.2, Tabla 4, en el punto 3, el cual enuncia "Este criterio se emplea cuando se requiere analiza independientemente cada segmento del ducto por algún atributo en particular". Dicha segmentación obedece a los criterios de presiones de operación de cada segmento.

Los criterios bajo los cuales se desarrolló el Análisis HazOp, para el proyecto "Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano)**,** se desglosan a continuación:

Los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) empleados para el desarrollo de la metodología HazOp, fueron los proporcionados por **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.**

## IV.3.1 METODOLGIAS Y JERARQUIZACIÓN.

Dependiendo de etapas en la que se encuentre el proyecto, se emplean diferentes metodologías y de acuerdo a las necesidades del proyecto se seleccionan las más adecuadas, las cuales están mencionadas en la tabla 4, la cual fue tomada de las Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso.

| TÉCNICAS PARA REALIZAR ANÁLISIS DE PROCESOS. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ETAPA** | **LISTA DE VERIFICACIÓN** | **¿QUÉ PASA SÍ?** | **¿QUÉ PASA SÍ? / LISTA DE VERIFICACIÓN** | **FMEA** | **HAZOP** | **AAE ETA** | **AAF FTA** | **AC** |
| **Investigación y Desarrollo** | X | X | | | | | | |
| **Diseño Conceptual** | X | X | X | | | | | |
| **Operación de Planta Piloto** | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **Ingeniería de Detalle** | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **Construcción y Arranque** | X | X | X | | | | | |
| **Operación Rutinaria** | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **Expansión o Modificación** | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **Desmantelamiento** | X | X | X | | | | | |

**Tabla. 4.** Técnicas para realizar análisis de procesos.

Para la identificación de los riesgos del proyecto **"Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano)"**, se aplicarán las siguientes técnicas:

- HAZOP.
- ¿Qué pasaría sí?

## a) ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ?

El método utilizado para la identificación de riesgos se denomina ¿Qué pasa si...? (What-If Analysis?). Esta técnica permite identificar riesgos, situaciones riesgosas o acciones que conducen a accidentes específicos que podrían producir una consecuencia no deseable. Con esta técnica es posible identificar situaciones que conlleven a un accidente, pueden determinarse de forma cualitativa sus consecuencias, se analizan las medidas de seguridad consideradas y propone alternativas que permitan minimizar los riesgos.

Este método se aplicará porque permite identificar desviaciones realizadas en cualquier etapa del proyecto, considerando tanto las condiciones normales de operación como condiciones ambientales, errores humanos, factores sociales, entre otros.

**Metodología**

El análisis ¿qué pasa sí? se realiza de la siguiente forma:

- Se selecciona un sistema.
- Utilizando una lluvia de ideas se elaboran preguntas iniciando con la frase ¿Qué pasa sí?
- Las preguntas deben ir encaminadas a identificar situaciones de peligro.
- Se indica para cada una de las preguntas la causa probable y la o las consecuencias de las situaciones de peligro analizadas.
- Se indican las medidas de control que tiene el sistema para la situación de peligro determinada y las recomendaciones necesarias para cada una de las situaciones de riesgo identificadas.

## b) ANÁLISIS DE RIESGOS Y DE OPERABILIDAD HAZOP (HAZARDOUS OPERABILITY ANALYSIS)

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 HazOp (Hazard Operability Study) es una técnica cualitativa que permite identificar postulados de accidentes que pudieran ocurrir en la instalación. 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 estas.

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:

| **PALABRAS GUÍA** | |
|---|---|
| No/ninguna | Negación del intento de diseño |
| Más | Incremento cuantitativo |
| Menos | Decremento cuantitativo |
| Además de | Incremento cualitativo |
| Parte de | Decremento cualitativo |
| Inversa | Opuesto lógico del intento |
| Otro que | Sustitución completa |

**Tabla. 5.** Palabras guía HAZOP

Como se mencionó anteriormente, cuando la palabra guía se combinan con las variables de proceso, sugieren desviaciones o problemas potenciales.

1. Para cada desviación identificada se debe incluir la siguiente información:
2. La lista de las posibles causas.
3. La lista de las consecuencias. La respuesta automática del sistema ante la desviación.
4. El tipo de señalización (acústica/visual) que puede permitir la detección de la anomalía.
5. Recomendaciones para evitar las causas o limitar las consecuencias.

La aplicación de esta metodología implica la formación de un equipo multidisciplinario (seguridad, operación, ingeniería, mantenimiento.

## TERMINOLOGÍA UTILIZADA EN EL ESTUDIO HAZOP:

**Nodo:** Son puntos o secciones donde el proceso cumple con una función específica de diseño. Los nodos normalmente son secciones de tubería, recipientes u otro equipo (la amplitud del nodo depende de la experiencia del equipo de trabajo y de la experticia que se tenga del proceso). La selección de nodos usualmente los define el líder del estudio antes de las reuniones de trabajo.

**Parámetro:** Es un aspecto del proceso que lo describe físicamente, químicamente o en términos que digan qué está sucediendo.

**Intención**: La intención define cómo se espera que el sistema opere en el nodo. La intención provee un punto de referencia para desarrollar desviaciones.

**Palabra Clave:** Esta es una palabra o frase utilizada para calificar o cuantificar la intención y asociada a parámetros para descubrir desviaciones.

**Desviación:** Es la pérdida de la intención de diseño y es descubierta aplicando sistemáticamente las palabras guía a cada parámetro en cada nodo.

**Causas:** Son las razones o situaciones por las cuales las desviaciones pueden ocurrir. Dado que no todas las desviaciones posibles son relevantes, el equipo de trabajo debe identificar aquellas desviaciones que sean significativas. Ejemplos de causas son falla de equipos, error humano, causas externas. Usualmente hay más de una causa por desviación.

**Consecuencias:** Son los resultados que pueden presentarse en caso de que ocurran las desviaciones (por ejemplo: una liberación de material tóxico). Note que las consecuencias de una desviación frecuentemente difieren para cada causa de la desviación.

**Salvaguardas:** Son los mecanismos y controles con los que cuenta la instalación para evitar o minimizar las consecuencias de cada desviación.

**Recomendaciones:** Son las acciones sugeridas por el equipo de trabajo HazOp para prevenir o aminorar las consecuencias establecidas. Nótese que habrá recomendaciones siempre que las salvaguardas sean insuficientes o poco confiables, así como también cuando se requiera mayor información o ejecución de estudios.

**Los objetivos básicos del HazOp son:**

1) Identificación de Peligros, donde se identifica las características de los materiales de la planta, proceso, equipo, procedimiento, etc., que puedan representar accidentes potenciales.
2) Identificación de Problemas de Operabilidad, donde se identifica los problemas potenciales operativos, los cuales podrían ocasionar que se falle en alcanzar la productividad y metas de diseño.

## c) JERARQUIZACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGOS.

Para la jerarquización de riesgos, se utilizaron los criterios establecidos en las guías técnicas para realizar análisis de riesgo de proceso. La ponderación y/o jerarquización se realizó con el apoyo del grupo multidisciplinario de acuerdo a los siguientes pasos:

Se asignó para cada escenario una ponderación por tipo de consecuencia (daño al personal, daños a la población, a la instalación, impacto ambiental, pérdidas de producción) de acuerdo con la tabla 5 clasificación por categorías de consecuencias.

Los objetivos de la revisión de riesgos de las instalaciones son:

- Identificar, seleccionar, evaluar y clasificar los riesgos más importantes con el potencial de ocasionar daños al personal y/o a la población, el medio ambiente, el producto manejado y la instalación.
- Desarrollar recomendaciones para reducir los riesgos.
- Identificar los procesos y las áreas más importantes que requieren de una evaluación más detallada para determinar las medidas más efectivas destinadas a reducir el riesgo

En la siguiente tabla de clasificación de categorías de consecuencias, se consideran cinco tipos de consecuencias: daños al personal, efectos en la población, impacto ambiental, pérdida de producción y daños a la instalación.

| **CLASIFICACIÓN POR CATEGORÍAS DE CONSECUENCIAS.** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **CATEGORÍA** | **DAÑOS AL PERSONAL** | **EFECTO EN LA POBLACIÓN** | **IMPACTO AMBIENTAL** | **PÉRDIDA O DIFERIMIENTO DE PRODUCCIÓN [MILLONES DE USD]** | **DAÑOS A LA INSTALACIÓN [MILLONES DE USD]** |
| **6 (Catastrófico)** | Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 10 fatalidades | Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades | Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana. | >500´000,000 | >500´000,000 |
| **5 (Mayor)** | Lesiones o daños físicos que pueden generar de 2 a 10 fatalidades | Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades | Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de un día hasta 1 semana. | >50´000,000 a 500´000,000 | >50´000,000 a 500´000,000 |
| **4 (Grave)** | Lesiones o daños físicos con atención medica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad | Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización. | Se presentan fugas y/o derrames con efecto fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas. | >5´000,000 a 50´000,000 | >5´000,000 a 50´000,000 |

| CLASIFICACIÓN POR CATEGORÍAS DE CONSECUENCIAS. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **CATEGORÍA** | **DAÑOS AL PERSONAL** | **EFECTO EN LA POBLACIÓN** | **IMPACTO AMBIENTAL** | **PÉRDIDA O DIFERIMIENTO DE PRODUCCIÓN [MILLONES DE USD]** | **DAÑOS A LA INSTALACIÓN [MILLONES DE USD]** |
| **3 (Moderado)** | Lesiones o daños físicos que requieren atención medica que puedan generar una incapacidad. | Ruido, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evaluación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos. | Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora. | >500,000 a 5´000,000 | >500,000 a 5´000,000 |
| **2 (Menor)** | Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica. | Ruido, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación | Fugas, y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control e inmediato | >50,000 a 500,000 | >50,000 a 500,000 |
| **1 (Despreciable)** | No se esperan lesiones o daños físicos | No se esperan impactos lesiones o daños físicos. | No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos | >50,000 | >50,000 |

**Tabla. 6.** Clasificación por categorías de consecuencias.

| CLASIFICACIÓN POR CATEGORÍAS DE FRECUENCIA. | | |
|---|---|---|
| **CATEGORÍA DE FRECUENCIA** | **TIPO** | **DESCRIPCIÓN DE LA FRECUENCIA DE OCURRENCIA** |
| **F6** | Muy frecuente | Puede Ocurrir una o más veces por año. |
| **F5** | Frecuente | Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 años y hasta 5 años. |
| **F4** | Poco Frecuente | Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años. |
| **F3** | Raro | Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años. |
| **F2** | Muy raro | Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación. |
| **F1** | Extremadamente raro | Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe |

**Tabla. 7.** Clasificación por categorías de frecuencia.

Una vez realizada la ponderación de los escenarios, se determina el nivel de riesgo mediante la categoría de frecuencia por las categorías de consecuencia:

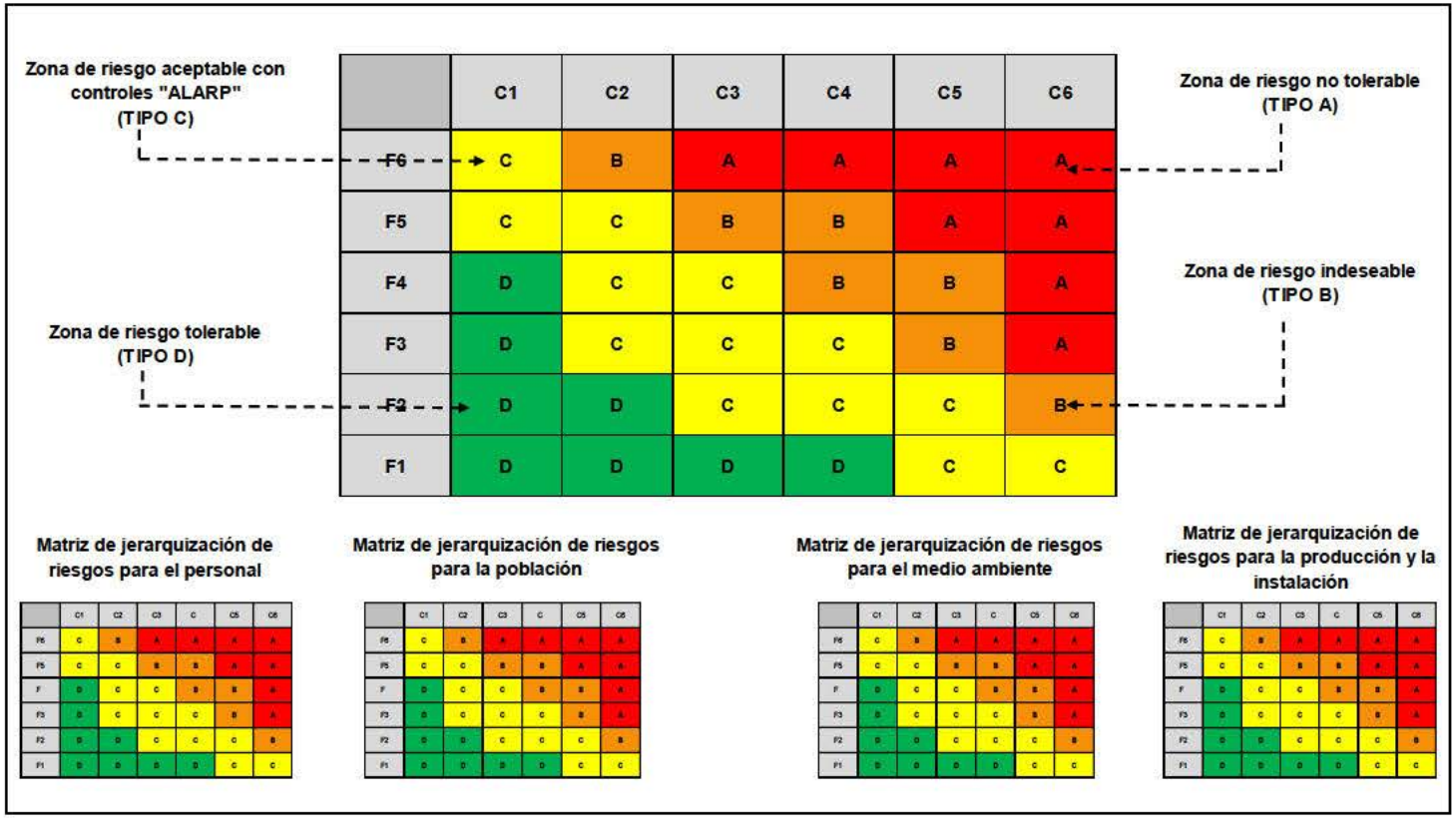



**Fig. 1.** Matriz de jerarquización de riesgo de proceso.

| **MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DEL RIESGO.** | | |
|---|---|---|
| **Índice de riesgo** | **Jerarquización / Aceptación** | **Descripción** |
| **A** | **Riesgo No Tolerable (Tipo A)** | El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporales y permanentes por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "C". |
| **B** | **Región Indeseable (Tipo B)** | El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "B" representa una situación de riesgo Indeseable y deben establecerse Controles Permanentes Inmediatos. Se debe realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a Tipo "C" y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo "D". |
| **C** | **Riesgo Aceptable con Controles (Tipo C)** | El Riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un Riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos deben darse en un plazo no mayor a 180 días. |
| **D** | **Riesgo Tolerable (Tipo D)** | El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo tipo "D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección. |

**Tabla. 8.** Matriz de jerarquización del riesgo.

El presente informe es elaborado por la empresa **ASESORIA INDUSTRIAL REYCON S.A. DE C.V.,** con base a la información proporcionada del proyecto **"Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano)"** así como de la información derivada de las sesiones Hazop, llevadas a cabo por el grupo multidisciplinario de trabajo para identificar los posibles riesgos del proceso.

## IV.3.2. DESARROLLO Y SELECCIÓN DE NODOS.

Para el análisis se consideraron los siguientes nodos:

| **NODOS PARA ANÁLISIS.** | | | |
|---|---|---|---|
| **Nodo** | **Condiciones de diseño / parámetros** | **I.D. Equipos** | **Intenciones de diseño** |
| **1. ERM - TIPO 01** | Presiones a la entrada:<br>- Presión máxima de 298.69 Psi (21 kg/cm2)<br>- Presión de operación 298.69 Psi (21 kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 500 Psi (35.15 Kg/cm2)<br>Presiones a la salida:<br>- Presión máxima de 42.67 Psi (3.00 kg/cm2)<br>- Presión de operación 28.44 Psi (2.00 kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 150.00 Psi (10.54 Kg/cm2)<br>Temperaturas:<br>- Temperatura de diseño. 293.15 °K (20° C)<br>- Temperatura de operación. 291.15 °K (18° C) | Sistema: ERM-T01 | • Recepción de gas proveniente del Ramal de 4" de Ø AC de una manera confiable y segura.<br>• Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>• Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este Combustible.<br>• Medición del caudal del gas de la manera requerida y Precisa para fines de facturación. |

| **NODOS PARA ANÁLISIS.** | | | |
|---|---|---|---|
| **Nodo** | **Condiciones de diseño / parámetros** | **I.D. Equipos** | **Intenciones de diseño** |
| **2.- ERM - TIPO 02** | Presiones a la entrada:<br>- Presión máxima de 298.69 Psi (21 kg/cm2)<br>- Presión de operación 298.69 Psi (21 kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 500 Psi (35.15 Kg/cm2)<br>Presiones a la salida:<br>- Presión máxima de 42.67 Psi (3.00 kg/cm2)<br>- Presión de operación 28.44 Psi (2.00 kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 150.00 Psi (10.54 Kg/cm2)<br>Temperaturas:<br>- Temperatura de diseño. 293.15 °K (20° C)<br>- Temperatura de operación. 291.15 °K (18° C) | Sistema: ERM-T02 | • Recepción de gas proveniente del gasoducto de una manera confiable y segura. Acondicionamiento del gas, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes sistemas que lo manejan.<br>• Regulación de la presión del gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para cualquier condición de uso del combustible.<br>• Medición del caudal de gas consumido para fines de facturación. |
| **3.- ERM - TIPO 03** | Presiones a la entrada:<br>- Presión máxima de 298.69 Psi (21 kg/cm2)<br>- Presión de operación 298.69 Psi (21 kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 500 Psi (35.15 Kg/cm2)<br>Presiones a la salida:<br>- Presión máxima de 78.23 Psi (5.50 kg/cm2)<br>- Presión de operación 78.23 Psi (5.50 kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 150.00 Psi (10.54 Kg/cm2)<br>Temperaturas:<br>- Temperatura de diseño. 293.15 °K (20° C)<br>- Temperatura de operación. 291.15 °K (18° C) | Sistema: ERM-T03 | • Recepción de gas proveniente del gasoducto principal de una manera confiable y segura.<br>• Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>• Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>• Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de Monitoreo. |

| **NODOS PARA ANÁLISIS.** | | | |
|---|---|---|---|
| **Nodo** | **Condiciones de diseño / parámetros** | **I.D. Equipos** | **Intenciones de diseño** |
| **4.- Ducto de distribución de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219".** | - Presión de operación 298.69 Psi (21.00 Kg/cm2)<br>- Presión máxima de 298.69 Psi (21.00 Kg/cm2)<br>- Presión mínima de 284.46 Psi (20.00 Kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 500.00 Psi (35.15 kg/cm2) | Sistema: GD-AC-01 | • Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>• Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>• Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>• Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectada a las estaciones de regulación y medición distritales. |
| **5.- Ducto de distribución de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219".** | - Presión de operación 298.69 Psi (21.00 Kg/cm2)<br>- Presión máxima de 298.69 Psi (21.00 Kg/cm2)<br>- Presión mínima de 284.46 Psi (20.00 Kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 500.00 Psi (35.15 kg/cm2) | Sistema: GD-AC-02 | • Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>• Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>• Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>• Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectada a las Estaciones de Regulación y Medición Distritales. |

| **NODOS PARA ANÁLISIS.** | | | |
|---|---|---|---|
| **Nodo** | **Condiciones de diseño / parámetros** | **I.D. Equipos** | **Intenciones de diseño** |
| **6.- Ducto de distribución de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219".** | - Presión de operación 298.69 Psi (21.00 Kg/cm2)<br>- Presión máxima de 298.69 Psi (21.00 Kg/cm2)<br>- Presión mínima de 284.46 Psi (20.00 Kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 500.00 Psi (35.15 kg/cm2) | Sistema: GD-AC-03 | • Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>• Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>• Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>• Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las Estaciones de Regulación y Medición Distritales. |
| **7.- Ducto de distribución de 6" PEAD-4710 SDR 11.** | - Presión de operación 78.23 Psi (5.50 Kg/cm2)<br>- Presión máxima de 78.23 Psi (5.50 Kg/cm2)<br>- Presión mínima de 56.89 Psi (4.00 Kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 99.56 Psi (7.00 kg/cm2) | Sistema: GD-PEAD-01 | • Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>• Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>• Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>• Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las Estaciones de Regulación y Medición Distritales. |

| NODOS PARA ANÁLISIS. | | | |
|---|---|---|---|
| **Nodo** | **Condiciones de diseño / parámetros** | **I.D. Equipos** | **Intenciones de diseño** |
| **8.- Ducto de distribución de 3" PEAD-4710 SDR 11.** | - Presión de operación 78.23 Psi (5.50 Kg/cm2)<br>- Presión máxima de 78.23 Psi (5.50 Kg/cm2)<br>- Presión mínima de 56.89 Psi (4.00 Kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 99.56 Psi (7.00 kg/cm2) | Sistema: GD-PEAD-02 | • Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>• Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>• Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>• Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las Estaciones de Regulación y Medición Distritales. |
| **9.- Ducto de distribución de 2" PEAD-4710 SDR 11.** | - Presión de operación 78.23 Psi (5.50 Kg/cm2)<br>- Presión máxima de 78.23 Psi (5.50 Kg/cm2)<br>- Presión mínima de 56.89 Psi (4.00 Kg/cm2)<br>- Presión de diseño de 99.56 Psi (7.00 kg/cm2) | Sistema: GD-PEAD-03 | • Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>• Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>• Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>• Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectada a las Estaciones de Regulación y Medición Distritales. |

**Tabla. 9.** Nodos para análisis.

## IV.3.3. ANÁLISIS HAZOP.

| | |
|---|---|
| **NODO 1:** | ERM - TIPO 01. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del Ramal de 4" de Ø AC de una manera confiable y segura.<br>- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de facturación. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.1 Mayor Presión / Flujo | 1.1.1 Mayor aportación de gas natural desde línea de suministro | Sobrepresión de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión | Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 4 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 1:** | ERM - TIPO 01. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del Ramal de 4" de Ø AC de una manera confiable y segura.<br>- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de facturación. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | | Incremento de presión en filtro, con posible fuga de gas | Monitoreo continuo de condiciones operativas<br><br>By pass de filtro | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso<br>- Programas y procedimientos de mantenimiento e inspección. |
| | | Incremento de presión de tubería de suministro hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas | Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br><br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 1:** | ERM - TIPO 01. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del Ramal de 4" de Ø AC de una manera confiable y segura.<br>- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de facturación. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | | Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas | Válvula de seguridad | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.1 Menor aportación de gas natural proveniente de tubería de suministro | Pérdida de producción por falta de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 1 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos |

| | |
|---|---|
| **NODO 1:** | ERM - TIPO 01. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del Ramal de 4" de Ø AC de una manera confiable y segura.<br>- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de facturación. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.2 Fuga de gas por afectación de terceras partes | Posible riesgo de incendio y explosión | Programa de vigilancia del derecho de vía | 2 | 4 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |
| | 1.2.3 Fuga de gas en sección de tubería de suministro | Pérdida de producción por falta de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 1 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 1:** | ERM - TIPO 01. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del Ramal de 4" de Ø AC de una manera confiable y segura.<br>- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de facturación. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.3 Mayor / Menor Temperatura | Sin causa de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| **NODO 2:** | ERM - TIPO 02. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del gasoducto de una manera confiable y segura. Acondicionamiento del gas, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión del gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para cualquier condición de uso del combustible.<br>- Medición del caudal de gas consumido para fines de facturación. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.1 Mayor Presión / Flujo | 1.1.1 Mayor aportación de gas natural de línea de suministro. | Sobrepresión de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión | Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 4 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| | | Incremento de presión en filtro, con posible fuga de gas | Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con lo procedimiento operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 2:** | ERM - TIPO 02. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del gasoducto de una manera confiable y segura. Acondicionamiento del gas, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión del gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para cualquier condición de uso del combustible.<br>- Medición del caudal de gas consumido para fines de facturación. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | | Incremento de presión de tubería de suministro hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas | Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| | | Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas | Válvula de seguridad | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

| | |
|---|---|
| **NODO 2:** | ERM - TIPO 02. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del gasoducto de una manera confiable y segura. Acondicionamiento del gas, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión del gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para cualquier condición de uso del combustible.<br>- Medición del caudal de gas consumido para fines de facturación. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.1 Menor aportación de gas natural proveniente de tubería de suministro | Pérdida de producción por falta de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 1 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos |
| | 1.2.2 Fuga de gas por afectación de terceras partes | Posible riesgo de incendio y explosión | Programa de vigilancia del derecho de vía | 2 | 4 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 2:** | ERM - TIPO 02. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del gasoducto de una manera confiable y segura. Acondicionamiento del gas, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión del gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para cualquier condición de uso del combustible.<br>- Medición del caudal de gas consumido para fines de facturación. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.3 Fuga de gas en sección de tubería de suministro | Pérdida de producción por falta de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 1 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| 1.3 Mayor / Menor Temperatura | Sin causa de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| **NODO 3:** | ERM - TIPO 03. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del gasoducto principal de una manera confiable y segura.<br>- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de Monitoreo. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.1 Mayor Presión / Flujo | 1.1.1 Mayor aportación de gas natural desde la línea de suministro | Sobrepresión de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión | Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 4 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| | | Incremento de presión en filtro, con posible fuga de gas | Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con lo procedimiento operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 3:** | ERM - TIPO 03. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del gasoducto principal de una manera confiable y segura.<br>- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de Monitoreo. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | | Incremento de presión de tubería de suministro hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas | Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| | | Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas | Válvula de seguridad | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

| | |
|---|---|
| **NODO 3:** | ERM - TIPO 03. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del gasoducto principal de una manera confiable y segura.<br>- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de Monitoreo. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.1 Menor aportación de gas natural proveniente de tubería de suministro | Pérdida de producción por falta de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 1 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos |
| | 1.2.2 Fuga de gas por afectación de terceras partes | Posible riesgo de incendio y explosión | Programa de vigilancia del derecho de vía | 2 | 4 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 3:** | ERM - TIPO 03. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente del gasoducto principal de una manera confiable y segura.<br>- Sistema de filtrado, eliminando impurezas que pudieran afectar la correcta operación de los diferentes equipos y sistemas que lo manejan.<br>- Regulación de la presión de gas, manteniendo un valor fijo a la salida de la ERM para el uso de este combustible.<br>- Medición del caudal del gas de la manera requerida y precisa para fines de Monitoreo. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.3 Fuga de gas en sección de tubería de suministro | Pérdida de producción por falta de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 1 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| 1.3 Mayor / Menor Temperatura | Sin causa de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| **NODO 4:** | Ducto de distribución de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.1 Mayor Presión / Flujo | 1.1.1 Mayor aportación de gas natural desde línea de suministro. | Sobrepresión de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 4 | C | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| | | Posible fuga en válvulas con posible fuga de gas | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

| | |
|---|---|
| **NODO 4:** | Ducto de distribución de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.1 Fuga de gas en el gasoducto de suministro. | Falta de suministro de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Falta de suministro de gas natural | - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 4:** | Ducto de distribución de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | | Posible riesgo de incendio y explosión | Programa de inspecciones preventivas | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Posible riesgo de incendio y explosión | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 4:** | Ducto de distribución de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.3 Corrosión en ducto | Posible riesgo de incendio y explosión por perdida de integridad mecánica | Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | 1 | 4 | D | 1 | 2 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | 1.2.4 Cierre de válvula de seccionamiento | Falta de suministro de gas natural | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 3 | C | 2 | 1 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 4:** | Ducto de distribución de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.5 Fuga por afectación de terceras partes o | Posible riesgo de incendio y explosión | Vigilancia de la franja de afectación | 3 | 4 | C | 4 | 3 | C | 4 | 3 | D | 4 | 3 | D | 4 | 2 | D | Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. |
| | 1.2.6 Falla en la selección de materiales | Posible riesgo de incendio y explosión | Procedimientos de construcción e inspección | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Verificar certificaciones de materiales<br>- Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño |

| | |
|---|---|
| **NODO 4:** | Ducto de distribución de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.3 Mayor / Menor Temperatura | Sin causa de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| **NODO 5:** | Ducto de distribución de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.1 Mayor Presión/Flujo | 1.1 Mayor aportación en el suministro de gas natural | Sobrepresión de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 4 | C | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| | | Posible fuga en válvulas con posible fuga de gas | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

| | |
|---|---|
| **NODO 5:** | Ducto de distribución de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión/Flujo | 1.2.1 Fuga de gas en el gasoducto de suministro | Falta de suministro de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos |
| | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Falta de suministro de gas natural | - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 5:** | Ducto de distribución de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión/Flujo | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Posible riesgo de incendio y explo ión | Programa de inspecciones preventivas | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 5:** | Ducto de distribución de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión/Flujo | 1.2.3 Corrosión en ducto | Posible riesgo de incendio y explosión por perdida de integridad mecánica | Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | 1 | 4 | D | 1 | 2 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | 1.2.4 Cierre de válvula de seccionamiento | Falta de suministro de gas natural | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 3 | C | 2 | 1 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 5:** | Ducto de distribución de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.5 Fuga por afectación de terceras partes | Posible riesgo de incendio y explosión | Vigilancia de la franja de afectación | 3 | 4 | C | 4 | 3 | C | 4 | 3 | D | 4 | 3 | D | 4 | 2 | D | - Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. |
| 1.2 Menor Presión/Flujo | 1.2.6 Falla en la selección de materiales | Posible riesgo de incendio y explosión | - Procedimientos de construcción e inspección | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Verificar certificaciones de materiales<br>- Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño |

| | |
|---|---|
| **NODO 5:** | Ducto de distribución de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.3 Mayor/Menor Temperatura | Sin causa de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| **NODO 6:** | Ducto de distribución de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.1 Mayor Presión / Flujo | 1.1 Mayor aportación de gas natural de línea de suministro | Sobrepresión de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 4 | C | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| | | Posible fuga en válvulas con posible fuga de gas | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

| | |
|---|---|
| **NODO 6:** | Ducto de distribución de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.1 Fuga de gas en el gasoducto de suministro | Falta de suministro de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos |
| | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Falta de suministro de gas natural | - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 6:** | Ducto de distribución de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Posible riesgo de incendio y explosión | Programa de inspecciones preventivas | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 6:** | Ducto de distribución de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.3 Corrosión en ducto | Posible riesgo de incendio y explosión por perdida de integridad mecánica | Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | 1 | 4 | D | 1 | 2 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | 1.2.4 Cierre de válvula de seccionamiento | Falta de suministro de gas natural | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 3 | C | 2 | 1 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 6:** | Ducto de distribución de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.5 Fuga por afectación de terceras partes | Posible riesgo de incendio y explosión | Vigilancia de la franja de afectación | 3 | 4 | C | 4 | 3 | C | 4 | 3 | D | 4 | 3 | D | 4 | 2 | D | Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.6 Falla en la selección de materiales | Posible riesgo de incendio y explosión | - Procedimientos de construcción e inspección | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Verificar certificaciones de materiales<br>- Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño |

| | |
|---|---|
| **NODO 6:** | Ducto de distribución de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.3 Mayor / Menor Temperatura | Sin causa de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| **NODO 7:** | Ducto de distribución de 6" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.1 Mayor Presión / Flujo | 1.1 Mayor aportación de gas natural de línea de suministro | Sobrepresión de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 4 | C | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| | | Posible fuga en válvulas con posible fuga de gas | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

| | |
|---|---|
| **NODO 7:** | Ducto de distribución de 6" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.1 Fuga de gas en el gasoducto de suministro | Falta de suministro de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos |
| | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Falta de suministro de gas natural | - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 7:** | Ducto de distribución de 6" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Posible riesgo de incendio y explosión | Programa de inspecciones preventivas | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 7:** | Ducto de distribución de 6" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.3 Corrosión en ducto | Posible riesgo de incendio y explosión por perdida de integridad mecánica | Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | 1 | 4 | D | 1 | 2 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | 1.2.4 Cierre de válvula de seccionamiento | Falta de suministro de gas natural | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 3 | C | 2 | 1 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 7:** | Ducto de distribución de 6" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.5 Fuga por afectación de terceras partes | Posible riesgo de incendio y explosión | Vigilancia de la franja de afectación | 3 | 4 | C | 4 | 3 | C | 4 | 3 | D | 4 | 3 | D | 4 | 2 | D | Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.6 Falla en la selección de materiales | Posible riesgo de incendio y explosión | - Procedimientos de construcción e inspección | 2 | 4 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Verificar certificaciones de materiales<br>- Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño |

| | |
|---|---|
| **NODO 7:** | Ducto de distribución de 6" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.3 Mayor / Menor Temperatura | Sin causa de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| **NODO 8:** | Ducto de distribución de 3" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.1 Mayor Presión / Flujo | 1.1 Mayor aportación de gas natural de línea de suministro | Sobrepresión de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 4 | C | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| | | Po ible fuga en válvulas con posible fuga de gas | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

| | |
|---|---|
| **NODO 8:** | Ducto de distribución de 3" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.1 Fuga de gas en el gasoducto de suministro | Falta de suministro de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos |
| | 1 2 2 Fuga de gas en interconexión | Falta de suministro de gas natural | - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programa de vigilancia<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 8:** | Ducto de distribución de 3" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Posible riesgo de incendio y explosión | Programa de inspecciones preventivas | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 8:** | Ducto de distribución de 3" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.3 Corrosión en ducto | Posible riesgo de incendio y explosión por perdida de integridad mecánica | Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | 1 | 4 | D | 1 | 2 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | 1 2 4 Cierre de válvula de seccionamiento | Falta de suministro de gas natural | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 3 | C | 2 | 1 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |

| | |
|---|---|
| **NODO 8:** | Ducto de distribución de 3" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.5 Fuga por afectación de terceras partes | Posible riesgo de incendio y explosión | Vigilancia de la franja de afectación | 3 | 4 | C | 4 | 3 | C | 4 | 3 | D | 4 | 3 | D | 4 | 2 | D | Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. |
| 1 2 Menor Presión / Flujo | 1 2 6 Falla en la selección de materiales | Po ible rie go de incendio y explosión | Procedimiento de construcción e inspección | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Verificar certificaciones de materiale<br>- Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño |

| | |
|---|---|
| **NODO 8:** | Ducto de distribución de 3" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.3 Mayor / Menor Temperatura | Sin causa de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| **NODO 9:** | Ducto de distribución de 2" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.1 Mayor Presión / Flujo | 1.1 Mayor aportación de gas natura de línea de suministro | Sobrepresión de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión | - Monitoreo continuo de condiciones operativa<br>- Procedimientos operativos | 2 | 4 | C | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Monitoreo continuo de proceso |

| | |
|---|---|
| **NODO 9:** | Ducto de distribución de 2" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | | Posible fuga en válvulas con posible fuga de gas | - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>- Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| 1 2 Menor Presión / Flujo | 1.2.1 Fuga de gas en el gasoducto de suministro | Falta de suministro de gas natural | Procedimientos Operativos | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | Dar cumplimiento con los procedimientos operativos |

| | |
|---|---|
| **NODO 9:** | Ducto de distribución de 2" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.2 Fuga de gas en interconexión | Falta de suministro de gas natural | - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia<br>- Monitoreo continuo de proceso |
| 1 2 Menor Presión / Flujo | 1 2 2 Fuga de gas en interconexión | Po ible rie go de incendio y explosión | Programa de inspecciones preventivas | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con lo programas de mantenimiento e inspección. |

| | |
|---|---|
| **NODO 9:** | Ducto de distribución de 2" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | | | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |
| 1 2 Menor Presión / Flujo | 1.2.3 Corrosión en ducto | Posible riesgo de incendio y explosión por perdida de integridad mecánica | Programa de in peccione preventivas de protección catódica | 1 | 4 | D | 1 | 2 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | 1 | 3 | D | - Dar cumplimiento en tiempo y forma con lo programas de mantenimiento e inspección. |

| | |
|---|---|
| **NODO 9:** | Ducto de distribución de 2" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| | 1.2.4 Cierre de válvula de seccionamiento | Falta de suministro de gas natural | Vigilancia de la franja de afectación | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 1 | D | 2 | 3 | C | 2 | 1 | D | - Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia |
| | 1 2 5 Fuga por afectación de terceras partes o | Po ible rie go de incendio y explosión | Vigilancia de la franja de afectación | 3 | 4 | C | 4 | 3 | C | 4 | 3 | D | 4 | 3 | D | 4 | 2 | D | Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. |

| | |
|---|---|
| **NODO 9:** | Ducto de distribución de 2" PEAD-4710 SDR 11. |
| **INTENCION DE DISEÑO:** | - Recepción de gas proveniente de la Interconexión con el gasoducto existente de 6" de Ø de AC propiedad de la empresa Gas Natural de Noroeste de manera confiable y segura.<br>- Distribución de gas previamente odorizado a cada Estación de Regulación y Medición que se encuentra conectado al gasoducto principal y acometidas.<br>- Entrega de presión regulada a la salida de cada Estación de Regulación y Medición para el uso en redes de aprovechamiento en cada posible usuario industrial que solicite el servicio.<br>- Distribución de gas a cada vivienda dentro de los Sistemas de Distribución Residencial conectadas a las estaciones de regulación y medición distritales. |

| Desviación | Causas | Consecuencias | Protecciones | Daños al personal | | | Impacto ambiental | | | Daños a las instalaciones | | | Perdidas de producción | | | Efecto a la población | | | Recomendaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | F | DP | MR | F | IA | MR | F | DI | MR | F | PP | MR | F | EP | MR | |
| 1.2 Menor Presión / Flujo | 1.2.6 Falla en la selección de materiales | Posible riesgo de incendio y explosión | - Procedimientos de construcción e inspección | 2 | 2 | D | 2 | 3 | C | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | 2 | 2 | D | - Verificar certificaciones de materiales<br>- Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño |
| 1.3 Mayor / Menor Temperatura | Sin causa de interés | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Tabla. 10.** Análisis HAZOP.

## IV.3.4. ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ…?

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ….?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Se presenta un sismo superior a 8 grados. | Este escenario es poco probable por estar ubicado en zona B que es de intermedia - bajo riesgo sísmico | Sin consecuencias importantes debido a la baja probabilidad de que se presenten sismos. | Procedimiento de preparación y respuesta a emergencias | F2 | 3 | C | 1.1 Monitoreo y control de parámetros de operación anormales<br><br>1.2 Procedimientos de operación y mantenimiento<br><br>1.3 Comunicación con las autoridades federales, estatales y municipales de la ubicación de franjas de seguridad<br><br>1.4 Monitoreo y control de movimientos de tierras |

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ….?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. Ocurren deslizamientos de tierra en la zona del trazo de ducto | Con base al análisis del presente proyecto no se presenta riesgo por deslizamiento. | Sin consecuencias. | Programa de vigilancia en la franja de afectación Sin consecuencias | F1 | 1 | D | 2.1 Monitoreo y control de parámetros de operación anormales<br>2.2 Procedimientos de operación y mantenimiento<br>2.3 Comunicaciones con las autoridades federales, estatales y municipales de la ubicación de franjas de seguridad<br>2.4 Monitoreo y control de movimientos de tierras |

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ….?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. Se presentan movimientos de creep en la zona de trazo del ducto | Con base al análisis del presente proyecto no se presenta riesgo por movimientos en masa | No existe riesgo de reptación en la zona del trazo del ducto. | Programa de vigilancia en la franja de afectación | F1 | 1 | D | 3.1 Monitoreo y control de parámetros de operación anormales<br><br>3.2 Procedimientos de operación y mantenimiento<br><br>3.3 Comunicaciones con las autoridades federales, estatales y municipales de la ubicación de franjas de seguridad<br><br>3.4 Monitoreo y control de movimientos de tierras |

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ….?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4. El suelo donde corre el trazo del ducto presenta hundimientos | Con base al análisis del presente proyecto no e presenta riesgo por hundimiento | No existe riesgo de hundimientos en la zona del trazo del ducto. | Programa de vigilancia en la franja de afectación | F1 | 2 | D | 4.1 Monitoreo y control de parámetros de operación anormales<br>4.2 Procedimientos de operación y mantenimiento<br>4.3 Comunicaciones con las autoridades federales, estatales y municipales de la ubicación de franjas de seguridad<br>4 4 Monitoreo y control de movimientos de tierras |

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ….?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5. Se presentan tormentas eléctrica en la zona donde se ubicará el ducto | Con base al análisis del presente proyecto el riesgo por tormentas eléctricas es de bajo a muy bajo | Un rayo puede caer en la ERM de la intercone ión, dañando los equipos u ocasionando fugas | Las instalaciones de la ERM cuentan con i tema de tierras. | F2 | 2 | D | 5.1 Monitoreo y control de parámetros de operación anormales<br>5.2 Procedimientos de operación y mantenimiento<br>5.3 Comunicaciones con las autoridades federales, estatales y municipales de la ubicación de franjas de seguridad<br>5 4 Monitoreo y control de movimientos de tierras |

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ....?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6. Se presenta una inundación en la zona del trazo del ducto. | Con base al análisis del presente proyecto el riesgo por inundación es medio. | El trazo del ducto se encuentra en una zona con peligro medio de inundación, que podría favorecer el deslave de la cubierta del ducto | El ducto se encontrará en una zanja con profundidad apegada a lo establecido en la ASEA, más el diámetro del ducto. | F2 | 3 | C | 6.1 Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.<br><br>6.2 Monitoreo y control de parámetros de operación anormales<br><br>6.3 Procedimientos de operación y mantenimiento<br><br>6.4Comunicaciones con las autoridades federales, estatales y municipales de la ubicación de franjas de seguridad |

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ....?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. Durante la operación del ducto, se instalan asentamientos humanos irregulares | La mayor parte del trazo correrá a lo largo de zonas dedicadas a la agricultura | No se considera la aparición relevante de de asentamientos humanos en la franja de afectación del ducto . | - Vigilancia periódica.<br>- Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias | F1 | 3 | D | 7.1 Campañas de orientación a vecinos de las franjas de seguridad<br><br>7.2 Comunicación con las autoridades federales, estatales y municipales de la ubicación de las franjas de seguridad<br><br>7.3 Capacitación y entrenamiento al personal<br><br>7.4 Monitoreo y control de parámetros de operación anormales<br><br>7.5 Instalación de postes de señalización preventivos y restrictivos<br><br>7.6 Procedimientos de operación y mantenimiento Cintas y postes de advertencia |

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ….?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8. Las instalaciones superficiales sufren sabotaje - ERM usuario | Vandalismo. | Daños a los equipos localizados en las EMR de la interconexión y EMR de usuario.<br><br>Daño a la integridad del ducto en zona de interconexión.<br><br>Fugas y posible incendio o explosión. | Las instalaciones superficiales se encontraran cercadas, con protección, barreras y señalamientos.<br><br>Se realizará vigilancia constante | F2 | 5 | C | 8.1 Campañas de orientación a vecinos de las franjas de seguridad<br><br>8.2 Comunicación con las autoridades federales, estatales y municipales de la ubicación de las franjas de seguridad<br><br>8.3 Capacitación y entrenamiento al personal<br><br>8.4 Monitoreo y control de parámetros de operación anormales<br><br>8.5 Instalación de postes de señalización preventivos y restrictivos<br><br>8.6 Procedimientos de operación y mantenimiento Cintas y postes de advertencia |

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ....?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9. Corrosión de instalaciones superficiales por exposición al medio ambiente. | Con base al análisis del presente proyecto e tiene un clima cálido sub húmedo. | Corrosión del ducto, principalmente en áreas con fallas en el revestimiento, comprometiendo la integridad del gasoducto, que puede derivar en fugas e interrupción del servicio. | El gasoducto y componentes contaran con recubrimiento anti corrosivo de acuerdo a procedimiento<br><br>El gasoducto estará enterrado en su mayor parte, estando solo expuestas la EMR del u uario e interconexión. | F2 | 3 | C | 9.1 Capacitación y entrenamiento al personal<br><br>9.2 Monitoreo y control de parámetros de operación anormales<br><br>9.3 Procedimiento anticorrosivo a instalaciones superficiales<br><br>9.4 Protección anticorrosiva en interfa e uelo aire |

| **ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ….?** | | |
|---|---|---|
| **PROYECTO:**<br>Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano). | **UBICACIÓN:**<br>• Municipio de Manlio Fabio Altamirano<br>• Municipio de Veracruz | **Octubre 2022** |

| ¿Qué pasaría si...? | Causas | Consecuencias | Protecciones | Frecuencia (F) | Consecuencia (C) | Nivel de riesgo (R) | Acciones recomendadas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10. Fuga en interconexiones | Instalaciones y mantenimiento inadecuados | Fuga de gas con probabilidad de incendio y/o explosión | - Vigilancia periódica.<br>- Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias | F2 | 3 | C | 10.2 Comunicación con las autoridades federales, estatales y municipales de la ubicación de las franjas de seguridad<br><br>10.3 Capacitación y entrenamiento al personal<br><br>10.4 Instalación de postes de señalización preventivos y restrictivos<br><br>10.5 Procedimientos de operación y mantenimiento<br><br>10.6 Cintas y postes de advertencia<br><br>10.7 Programas de mantenimiento e inspección |

**Tabla. 11.** Análisis que pasaría sí.

## IV.4. ANALISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

### IV.4.1. ANALÍSIS DETALLADO DE FRECUENCIAS.

**a) Metodología de árbol de fallas.**

El análisis de árbol de fallas es una técnica deductiva enfocada en un accidente o en la falla de un sistema importante, y su función es determinar las causas del evento.

El árbol de fallas es un método grafico que muestra tanto las fallas en equipo como errores humanos que pueden ocurrir en la falla del sistema de interés. Este análisis calcula la frecuencia y/o la probabilidad de ocurrencia de un suceso culminante de aquí que sea una de las herramientas más útiles cuando se desea cuantificar riesgos.

Como método de análisis de riesgos es de los más estructurados y puede aplicarse a un solo sistema o a sistemas interconectados. La técnica supone que un suceso no deseado (un accidente o una desviación peligrosa cualquier tipo) ya ha ocurrido, y busca las causas del mismo y la cadena de sucesos que puede hacer que tenga lugar.

El análisis de árbol de fallas descompone un accidente en sus elementos contribuyentes, ya sean estas fallas humanas, de equipos de planta o sucesos externos, etc.

El resultado es una representación lógica en la que aparecen cadenas de sucesos capaces de generar el suceso culminante que ocupa la cúspide de árbol de fallas. Para la representación lógica se utiliza la simbología que se muestra en la siguiente tabla:

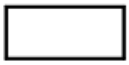
| Símbolo | Aplicación |
|---|---|
|  | Sucesos intermedios: Resultan de la interacción de otro suceso, que a su vez se desarrollan mediante puertas lógicas. |
|  | Sucesos Básicos: Constituyen la base de la base de la raíz del árbol. No necesitan desarrollo posterior en otros sucesos. |
|  | Sucesos no desarrollados: No son sucesos básicos y podrían desarrollarse más, pero el desarrollo no se considera necesario o no se dispone de la suficiente información |
|  | Puerta "O" Representan la operación lógica que requiere la ocurrencia de uno o más sucesos de entrada para producir el proceso de salida. |
|  | Puerta "Y" Representan la operación lógica que requiere la ocurrencia de todos los signos de entrada para producir el proceso de salida |
|  | Puerta inhibición: Representa la operación lógica que requiere la ocurrencia del suceso de entrada y la satisfacción de una condición de inhibición |
|  | Condición externa: Se utiliza para indicar la condición o un suceso que existe como parte del escenario en que se desarrolló el árbol de fallas. |
|  | Transferencia: Se utilizan para continuar el desarrollo del árbol de fallas en otra parte (por ejemplo, en otra página por falta de espacio). |

**Tabla. 12.** Simbología utilizada por el análisis de árbol de fallas.

Antes de empezar a construir el árbol de fallas es importante tener un amplio conocimiento del funcionamiento del sistema. Para esto deberá recopilar y entender la información relacionada con este sistema. La metodología empleada en la elaboración de un análisis de árbol de fallas es la siguiente:

a) Identificar la falla del sistema (evento culminante o TOP) que va a ser analizada y ubicarla en la parte alta del árbol.
b) Proceder al próximo nivel del sistema que llamaremos subsistema e identificar las fallas del subsistema que podrían conducir a la falla del sistema.
c) Determinar la relación lógica entre las fallas del subsistema que son requeridas para producir la falla del sistema. Puede ser el resultado de la combinación de fallas o la ocurrencia de cualquiera de las fallas identificadas.
d) Usar la estructura lógica de puertas "Y" u "O" para mostrar la relación de fallas del subsistema producen la falla del sistema. La "Y" significa que las frecuencias o probabilidades deben ser multiplicadas y la "O" significa que estas deben ser sumadas. Proceder al próximo nivel más bajo del sistema y repetir los pasos del 2 al 4 hasta que se hayan identificado todas las fallas del nivel de componentes.
e) Iniciar con datos de frecuencia o probabilidad de fallas en el nivel de componentes, calcular la frecuencia o probabilidad de las fallas descritas en el nivel ubicado arriba del nivel de componentes usando las puertas "Y" u "O".
f) Continuar la estructura lógica indicada por las puertas "Y" u "O" en el árbol de fallas hasta que la probabilidad de la falla del sistema o evento culminante ha sido calculada

Por tanto, una vez desarrollado el análisis cualitativo se asignan los valores de probabilidad basándose en la estimación de ocurrencia, sustentándose en la experiencia del personal operativo y en el conocimiento de sucesos ocurridos en sistemas similares.

Derivado que la información referente a frecuencias de fallas reportada bibliográficamente en las bases reconocidas internacionalmente, no cubren el total de los eventos de falla causales, se han utilizado los valores de probabilidad sugeridos por el Instituto de Ingenieros Eléctricos del Reino Unido (2004), en base al comportamiento de la falla y la información proporcionada del sistema y criterio del evaluador.

La Tabla 13, presenta los valores de probabilidad de falla empleada para la asignación del valor.

| VALORES DE PROBABILIDAD DE FALLA | | |
|---|---|---|
| **Probabilidad** | **Descripción** | **Comportamiento de la falla** |
| $10^{-01}$ | Frecuente | Ocurre frecuentemente |
| $10^{-02}$ | Probable | Ocurre varias veces |
| $10^{-03}$ | Ocasional | Ocurre algunas veces |
| $10^{-04}$ | Remoto | No ocurre, pero es posible que ocurra |
| $10^{-05}$ | Improbable | Difícil que ocurra |

Fuente: *Health and Safety Briefing No. 26A Sept.2004. The Institution of Electrical Engineers*

**Tabla. 13.** Valores de probabilidad de falla

Los árboles de fallas a desarrollar son fundamentados de acuerdo con los resultados obtenidos, los eventos de mayor riesgo que pueden llegar a presentarse en la instalación del sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano).

| ÁRBOLES DE FALLAS. | |
|---|---|
| **FTA** | **Descripción** |
| FTA-VER-01 | Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en estación de regulación y medición ERM – TIPO 1. |
| FTA-VER-02 | Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en estación de regulación y medición ERM – TIPO 2. |
| FTA-VER-03 | Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en estación de regulación y medición ERM – TIPO 3 |
| FTA-VER-04 | Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 |
| FTA-VER-05 | Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 |
| FTA-VER-06 | Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 |

| ÁRBOLES DE FALLAS. | |
|---|---|
| **FTA** | **Descripción** |
| FTA-VER-07 | Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 6" PEAD-4710 SDR 11. |
| FTA-VER-08 | Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 3" PEAD-4710 SDR 11. |
| FTA-VER-09 | Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 2" PEAD-4710 SDR 11. |

**Tabla. 14.** Árboles de fallas.

Desarrollo de árboles de fallas con probabilidades de ocurrencia se aprecian en el **ANEXO 14.**

Los resultados arrojados en el análisis del árbol de fallas de acuerdo a los riesgos identificados son los siguientes:

| CONCLUSIÓN ANÁLISIS DE ÁRBOL DE FALLAS. | | | |
|---|---|---|---|
| **Nodo** | **FTA** | **Probabilidad de falla** | **Conclusión** |
| Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en estación de regulación y medición ERM – TIPO 1. | FTA-VER-01 | $6.8\ X\ 10^{-06}$ | Improbable ocurrencia |
| Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en estación de regulación y medición ERM – TIPO 2. | FTA- VER-02 | $9.2\ X\ 10^{-06}$ | Improbable ocurrencia |
| Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en estación de regulación y medición ERM – TIPO 3 | FTA-VER-03 | $9.2\ X\ 10^{-06}$ | Improbable ocurrencia |
| Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 | FTA- VER-04 | $6.1\ X\ 10^{-06}$ | Improbable ocurrencia |
| Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 | FTA-VER-05 | $5.5\ X\ 10^{-06}$ | Improbable ocurrencia |
| Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 | FTA-VER-06 | $3.2\ X\ 10^{-06}$ | Improbable ocurrencia |

| CONCLUSIÓN ANÁLISIS DE ÁRBOL DE FALLAS. | | | |
|---|---|---|---|
| **Nodo** | **FTA** | **Probabilidad de falla** | **Conclusión** |
| Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 6" PEAD-4710 SDR 11. | FTA-VER-07 | $9.4\ X\ 10^{-06}$ | Improbable ocurrencia |
| Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 3" PEAD-4710 SDR 11. | FTA-VER-08 | $9.2\ X\ 10^{-06}$ | Improbable ocurrencia |
| Riesgo de incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 2" PEAD-4710 SDR 11. | FTA-VER-09 | $1.1\ X\ 10^{-05}$ | Improbable ocurrencia |

**Tabla. 15.** Conclusión análisis de árbol de fallas.

## IV.4.2. ANALISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS.

Por la naturaleza de las actividades que realiza la empresa, se tienen riesgos potenciales en todas las secciones y componentes que constituyen el proyecto. En todo el sistema existen una serie de uniones, accesorios y equipos que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias y dado que están sometidas a presión interna positiva, en caso de fallas la emisión del gas natural a la atmósfera es inmediata.

Una fuga procedente de las tuberías, equipos y accesorios deriva en el traslado de una masa de gas a través de la atmósfera en forma de una nube limitada geométricamente o de una pluma gaseosa, con un punto de escape y una masa extendida en la dirección del viento y con el transporte de distintas concentraciones en su interior.

Ambas formas de emisión están sometidas a un grado creciente de dilución en el aire que hace que las concentraciones en la nube o en la pluma vayan disminuyendo conforme transcurre el tiempo y se alejan del punto de emisión. El grado de dilución depende de varios factores siendo los más relevantes la cantidad de material emitida, la densidad de la nube de gas, la estabilidad de la atmósfera y la altura del punto de emisión.

La evaluación de los riesgos a través de los escenarios más probables junto a la simulación de los eventos máximos definidos con el software Aloha el cual permite determinar las áreas potencialmente vulnerables, de tal manera que se generen recomendaciones para evitar la ocurrencia del evento o contar con la protección adecuada en caso de que este ocurra. Para las actividades de operación y mantenimiento de las estaciones, se han identificado los escenarios de riesgo potencial, los cuales involucran eventos por incendio que a su vez podrían desencadenar una explosión.

- **Modelación de Explosiones (Sobrepresión).**

Para realizar las simulaciones de los efectos por sobrepresiones en los escenarios definidos para el presente estudio se utilizó el modelo aplicable al software Aloha, el cual es un conjunto de herramientas, para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones industriales y apoyar en la capacitación y entrenamiento de personal, en el manejo de situaciones de emergencia.

Si partimos de la premisa que una explosión se caracteriza por la liberación repentina de energía que produce un área momentánea de alta presión en el medio ambiente, entonces la emisión de energía y la disipación de la energía hacia el medio ambiente debe ocurrir muy rápido a fin de que el evento sea clasificado como explosión.

El efecto de una explosión se debe a la disipación de la energía liberada y una gran parte de la energía liberada se transforma en un incremento de presión en la atmósfera (sobrepresión explosiva)

- **Modelación de Incendio.**

Este modelo calcula y proporciona los radios de la zona en donde el fuego provoca quemaduras a personas sin protección, dichos radios están dados en dos escalas que determinan quemaduras letales para el radio que delimita los 9.5 kW/$m_2$ y quemaduras de segundo grado para el radio que marca los 5 kW/$m_2$ de radiación. El modelo trabaja con los siguientes parámetros de la sustancia simulada:

- Peso molecular.
- Gravedad específica.
- Temperatura.
- Área del incendio.

El modelo asume que la velocidad del viento es insuficiente, como para mantener un área circular de fuego y que las personas expuestas no están protegidas completamente contra los efectos de la radiación térmica por el uso de cualquier ropa.

- **Límites para definición de las áreas de riesgo y amortiguamiento.**

Para poder definir los límites con los que se establecen los escenarios y las zonas de seguridad en el entorno de los mismos, se utilizan los criterios dados por la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades riesgosas del Instituto Nacional de Ecología.

Para el caso de la radiación térmica y las sobrepresiones se cuenta con los siguientes valores definidos por la ASEA.

Inflamabilidad (radiación térmica).

- Zona de alto riesgo por daño a equipos: 37 kW/$m_2$ (kilowatt por metro cuadrado) a 12.5 kW/$m_2$.
- Zona de alto riesgo: 5 kW/$m_2$.
- Zona de bajo riesgo (amortiguamiento): 1.4 kW/$m_2$.

Explosividad (sobrepresión)

- Zona de alto riesgo por daño a equipos: 10 psi (Libras por pulgada cuadrada) a 3 psi.
- Zona de alto riesgo: 1 psi.
- Zona de bajo riesgo (amortiguamiento): 0.5 psi.

Una evaluación del riesgo sólo queda completa si se conocen las consecuencias de un accidente por muy eventual que sea. Por este motivo, la última etapa de una evaluación de riesgo consiste en analizar las

consecuencias de un accidente potencial importante en la en el sistema de gas natural y su efecto en las inmediaciones de la instalación y en el medio ambiente.

El análisis de consecuencias busca determinar la magnitud de las consecuencias de un incidente peligroso, esto es, un acontecimiento que por lo general ocurre sin advertencia, durante un periodo corto y con efectos potencialmente serios en personas y propiedades.

En la práctica, el análisis de consecuencias atiende los siguientes factores:

- Término de la fuente.
- Dispersión.
- Efecto.

***Factores de mitigación.***

- **Término de la fuente.** Es la evaluación de las características de la liberación peligrosa inicial, y es la base sobre la cual se construye el resto de la secuencia del análisis.

- **Dispersión.** Los modelos de dispersión se aplican a escenarios de liberaciones al aire y se clasifican en términos de la diferencia en densidad entre el material liberado y la atmósfera.
- **Fuego y explosión.** Se hace énfasis en peligros provenientes de liberaciones que causan radiación térmica e impactos de presión para poder estimar los efectos de éstos en personas y materiales.

- **Factores de mitigación.** Estos modelos analizan datos para sistemas de aislamiento, barreras, procedimientos de evacuación y acciones evasivas durante accidentes.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m2 durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kW/m2 durante sólo 0.4 segundos antes de que sienta dolor.

Para evaluar los efectos en un incendio, se tomarán como base los datos indicados en la siguiente tabla:

| EFECTOS GENERADOS POR RADIACIÓN TÉRMICA. | |
|---|---|
| **Intensidad de Radiación (kW/m2)** | **Daño producido por radiación térmica** |
| 37.5 | Suficiente para causar daño a equipo de procedimiento. |
| 25 | Energía mínima requerida para prender la madera por exposición prolongada. |
| 12.5 | Energía mínima requerida para la ignición piloteada de madera, fundición de tubería de plástico. |
| 9.5 | El umbral del dolor se alcanza después de 8 segundos; quemaduras de segundo grado después de 20 segundos. |
| 4 | Suficiente para causar dolor al personal si éste no puede protegerse en 20 segundos, sin embargo, es factible la formación de ampollas en la piel (quemaduras de segundo grado), 0 fatalidad. |
| 1.39 | No causará incomodidad durante la exposición prolongada. |

**Tabla. 16.** Efectos generados por radiación térmica.

**Formación de ondas de sobrepresión.**

Para eventos de explosión, las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento se evaluaron considerando los siguientes valores de sobrepresión:

- Sobrepresión 1 lb/in2 (0.07 kg/cm2), la cual es definida por SEMARNAT como Zona de Alto Riesgo, y la literatura indica que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles que existirán por la demolición de casas, las cuales se vuelven inhabitables.

- Sobrepresión 0.5 lb/in2 (0.035 kg/cm2), la cual es definida por SEMARNAT como Zona de Amortiguamiento, y la literatura indica que se tendrán rupturas del 10% en ventanas grandes de vidrio y pequeñas normalmente estrelladas con algún daño a algunos techos con una probabilidad de 95% de que no ocurren daños serios.

| EFECTOS GENERADOS POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN. | |
|---|---|
| **Sobrepresión Máxima (psi)** | **Daño producido por ondas de sobrepresión en explosión** |
| 0.03 | Ruptura ocasional de ventanas de vidrio grandes que estén bajo tensión. |
| 0.1 | Ruptura de ventanas pequeñas que se encuentran bajo tensión. |
| 0.15 | Presión típica de ruptura del vidrio. |
| 0.3 | "Distancia segura" (probabilidad de 0.95 que no ocurran daños serios a partir de este valor): límite de proyectiles; daños a techos de casas; ruptura del 10% de ventanas con vidrios. |
| 0.4 | Daño estructural menor limitado. |
| 0.7 | Daño menor a estructuras de casas. |
| 1 | Demolición parcial de casas, se vuelven inhabitables. |
| 1 – 2 | Destrucción de asbesto corrugado; en las divisiones de acero corrugado aluminio, los tornillos fallan y después se tuercen; los tornillos de paneles de madera fallan; los paneles son destruidos. |
| 1.3 | El armazón de acero de edificios revestimientos se deforma. |
| 2 | Colapso parcial de techos y paredes. |
| 2 – 3 | Cuarteadora de paredes de concreto o bloques de ladrillo no reforzados. |
| 2 3 | Límite inferior de daño e tructural erio |
| 2.5 | 50% de destrucción de la mampostería en casas. |
| 3 – 4 | Demolición de edificios son armazones o con paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo. |
| 4 | Ruptura del revestimiento de edificios industriales ligeros. |

| **EFECTOS GENERADOS POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN.** | |
|---|---|
| **Sobrepresión Máxima (psi)** | **Daño producido por ondas de sobrepresión en explosión** |
| 5 | Los postes de madera se rompen súbitamente; prensas hidráulicas altas (40 000 lb) en edificios son ligeramente dañadas. |
| 5 – 7 | Destrucción casi completa de casas. |
| 7 – 8 | Paneles de ladrillo de 8 -12 in de espesor no reforzados fallan por corte o flexión. |
| 9 | Demolición total de vagones de ferrocarril cargados. |
| 10 | Probable destrucción total de edificios; desplazamiento y fuerte daño a maquinaria pesada (7 000 lb), la maquinaria muy pesada (12 000 lb) sobrevive. |
| 300 | Formación de cráter. |

**Tabla. 17.** Efectos generados por ondas de sobrepresión.

Para definir y justificar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para el análisis de riesgo a determinar, se utilizaron los siguientes parámetros:

| **CLASIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO.** | | | |
|---|---|---|---|
| **Clasificación** | **Zona de Alto Riesgo por daño a equipos** | **Zona de Alto Riesgo** | **Amortiguamiento Zona de amortiguamiento** |
| **Toxicidad (Concentración)** | -- | IDLH (ppm) | TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm) |
| **Inflamabilidad (Radiación térmica)** | Rango de 12.5 kW/m2 a 37.5 kW/m2 | 5.0 kW/m2 | 1.4 kW/m2 |
| **Explosividad (Sobrepresión)** | Rango de 3 psi a 10 lb/in2 | 1.0 psi (0.070 kg/cm2) | 0.5 psi (0.035 kg/cm2) |

**Tabla. 18.** Clasificación de zonas de riesgo.

# CAPITULO 5

## *Descripción de escenarios y representación en planos de los radios potenciales de afectación.*

## ÍNDICE.

**CAPITULO 5**

V. DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS Y REPRESTANCIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN. ....517
V.1. ESCENARIO 1. ....518
V.1.1 CONSECUENCIA 1. ....519
V.1.2. CONSECUENCIA 2. ....520
V.1.3. CONSECUENCIA 3. ....521
V.2. ESCENARIO 2. ....522
V.2.1. CONSECUENCIA 1. ....523
V.2.2. CONSECUENCIA 2. ....524
V.2.3. CONSECUENCIA 3. ....525
V.3. ESCENARIO 3. ....526
V.3.1. CONSECUENCIA 1. ....527
V.3.2. CONSECUENCIA 2. ....528
V.3.3. CONSECUENCIA 3. ....529
V.4. ESCENARIO 4. ....530
V.4.1. CONSECUENCIA 1. ....531
V.4.2. CONSECUENCIA 2. ....532
V.4.3. CONSECUENCIA 3. ....533
V.5. ESCENARIO 5. ....535
V.5.1. CONSECUENCIA 1. ....536
V.5.2. CONSECUENCIA 2. ....537
V.5.3. CONSECUENCIA 3. ....538
V.6. ESCENARIO 6. ....540
V.6.1. CONSECUENCIA 1. ....541
V.6.2. CONSECUENCIA 2. ....542
V.6.3. CONSECUENCIA 3. ....543
V.7. ESCENARIO 7. ....544
V.7.1. CONSECUENCIA 1. ....545
V.7.2. CONSECUENCIA 2. ....546
V.7.3. CONSECUENCIA 3. ....547

V.8. ESCENARIO 8. .....549
V.8.1. CONSECUENCIA 1. .....550
V.8.2. CONSECUENCIA 2. .....551
V.8.3. CONSECUENCIA 3. .....552
V.9. ESCENARIO 9. .....553
V.9.1. CONSECUENCIA 1. .....554
V.9.2. CONSECUENCIA 2. .....555
V.8.3. CONSECUENCIA 3. .....556

## ÍNDICE DE FIGURAS.

**FIG. 1.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA ESCENARIO 1 - CONSECUENCIA 1 .....519
**FIG. 2.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA ESCENARIO 2 - CONSECUENCIA 1 .....523
**FIG. 3.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA ESCENARIO 3 - CONSECUENCIA 1 .....527
**FIG. 4.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA ESCENARIO 4 - CONSECUENCIA 1 .....531
**FIG. 5.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TOXICA ESCENARIO 4 – CONSECUENCIA 3. .....533
**FIG. 6.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA ESCENARIO 5 - CONSECUENCIA 1 .....536
**FIG. 7.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TOXICA ESCENARIO 5 – CONSECUENCIA 3. .....538
**FIG. 8.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA ESCENARIO 6 - CONSECUENCIA 1 .....541
**FIG. 9.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA ESCENARIO 7 - CONSECUENCIA 1 .....545
**FIG. 10.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TOXICA ESCENARIO 7 – CONSECUENCIA 3 .....547
**FIG. 11.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA ESCENARIO 8 - CONSECUENCIA 1 .....550

**FIG. 12.** SIMULACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA ESCENARIO 9 - CONSECUENCIA 1 .....554

## ÍNDICE DE TABLAS.

**TABLA. 1.** DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 1. .....518
**TABLA. 2.** DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 1. .....518
**TABLA. 3.** DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 1. .....518
**TABLA. 4.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 1 – CONSECUENCIA 1 .....520
**TABLA. 5.** FUERZA FUENTE ESCENARIO 1 – CONSECUENCIA 1 .....520
**TABLA. 6.** DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 2. .....522
**TABLA. 7.** DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 2. .....522
**TABLA. 8.** DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 2. .....522
**TABLA. 9.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 2 – CONSECUENCIA 1 .....524
**TABLA. 10.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 2 – CONSECUENCIA 1 .....524
**TABLA. 11.** DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 3. .....526
**TABLA. 12.** DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 3. .....526
**TABLA. 13.** DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 3. .....526
**TABLA. 14.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 3 – CONSECUENCIA 1 .....528
**TABLA. 15.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 3 – CONSECUENCIA 1 .....528
**TABLA. 16.** DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 4. .....530
**TABLA. 17.** DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 4. .....530
**TABLA. 18.** DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 4. .....530
**TABLA. 19.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 4 – CONSECUENCIA 1 .....532
**TABLA. 20.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 4 – CONSECUENCIA 1 .....532
**TABLA. 21.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 4 – CONSECUENCIA 3. .....534
**TABLA. 22.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 4 – CONSECUENCIA 3. .....534
**TABLA. 23.** DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 5. .....535
**TABLA. 24.** DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 5. .....535
**TABLA. 25.** DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 5. .....535
**TABLA. 26.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 5 – CONSECUENCIA 1 .....537
**TABLA. 27.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 5 – CONSECUENCIA 1 .....537
**TABLA. 28.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 5 – CONSECUENCIA 3. .....539

**TABLA. 29.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 5 – CONSECUENCIA 3.....539
**TABLA. 30.** DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 6.....540
**TABLA. 31.** DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 6.....540
**TABLA. 32.** DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 6.....540
**TABLA. 33.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 6 – CONSECUENCIA 1.....542
**TABLA. 34.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 6 – CONSECUENCIA 1.....542
**TABLA. 35.** DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 7.....544
**TABLA. 36.** DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 7.....544
**TABLA. 37.** DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 7.....544
**TABLA. 38.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 7 – CONSECUENCIA 1.....546
**TABLA. 39.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 7 – CONSECUENCIA 1.....546
**TABLA. 40.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 7 – CONSECUENCIA 3.....548
**TABLA. 41.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 7 – CONSECUENCIA 3.....548
**TABLA. 42.** DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 8.....549
**TABLA. 43.** DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 8.....549
**TABLA. 44.** DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 8.....549
**TABLA. 45.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 8 – CONSECUENCIA 1.....551
**TABLA. 46.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 8 – CONSECUENCIA 1.....551
**TABLA. 47.** DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 9.....553
**TABLA. 48.** DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 9.....553
**TABLA. 49.** DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 9.....553
**TABLA. 50.** COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 8 – CONSECUENCIA 1.....555
**TABLA. 51.** FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 8 – CONSECUENCIA 1.....555

# V. DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS Y REPRESTANCIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Derivado del capítulo 4 del presente Análisis de Riesgos en donde se establecieron los respectivos nodos para el proyecto, se identificaron los diferentes posibles escenarios y con base a los resultados obtenidos en dicho análisis el equipo técnico en el desarrollo del proyecto definió los escenarios correspondientes para la elaboración de las simulaciones fundamentadas en los criterios anteriormente descritos

Para la elaboración y simulación de los diferentes escenarios de riesgo del proyecto "Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano)" se utilizó el software para modelación **"ALOHA"**

ALOHA es el programa de modelado de peligros, que se usa ampliamente para planificar y responder a emergencias químicas.

ALOHA permite ingresar detalles sobre una liberación química real o potencial, y luego generará estimaciones de zonas de amenaza para varios tipos de peligros. ALOHA puede modelar nubes de gases tóxicos, nubes de gases inflamables, BLEVE (explosiones de vapor en expansión de líquidos en ebullición), incendios de chorro, incendios de piscinas y explosiones de nubes de vapor.

La zona de amenaza roja representa el peor nivel de peligro, y las zonas de amenaza naranja y amarilla representan áreas de peligro decreciente.

Por otro lado, los valores que se utilizaron para la realización de las simulaciones son las siguientes:

## V.1. ESCENARIO 1.

Fuga de gas natural en estación de regulación y medición ERM – TIPO 1.

### a) DATOS DEL SITIO:

- **Ubicación:**
  - Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

### b) DATOS QUIMICOS:

| DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 1. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre químico. | Numero CAS | Peso Molecular | PAC | | | LEL | UEL | Punto de ebullición ambiental | Presión de vapor a temperatura ambiente | Concentración de saturación ambiental. |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Metano | 74-82-8 | 16,04 g / mol | 65000 ppm | 230000 ppm | 400000 ppm | 50000 ppm | 150000 ppm | -161.6°C | más de 1 atm | 1,000,000 ppm o 100.0% |

**Tabla. 1.** Datos químicos de escenario 1.

### c) DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 1. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viento | Rugosidad del suelo | Temperatura del aire | Clase de estabilidad | Humedad relativa |
| 1.5 m/s | Urbano o Forestal | 25.4 °C | B | 75 % |

**Tabla. 2.** Datos atmosféricos de escenario 1.

### d) DATOS TÉCNICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 1. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro | Longitud de tubería | Flujo de combustible | Rugosidad de tubería. | Presión de entrada | Temperatura de tubería. |
| 4" | 200 m | Constante | Liso | 298.69 psi | 18 °C |

**Tabla. 3.** Datos técnicos escenario 1.

### V.1.1 CONSECUENCIA 1.

Incendio y/o explosión de gas natural en línea de regulación y medición en la estación de regulación y medición ERM TIPO 01

Para este evento se consideran las siguientes consecuencias.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.

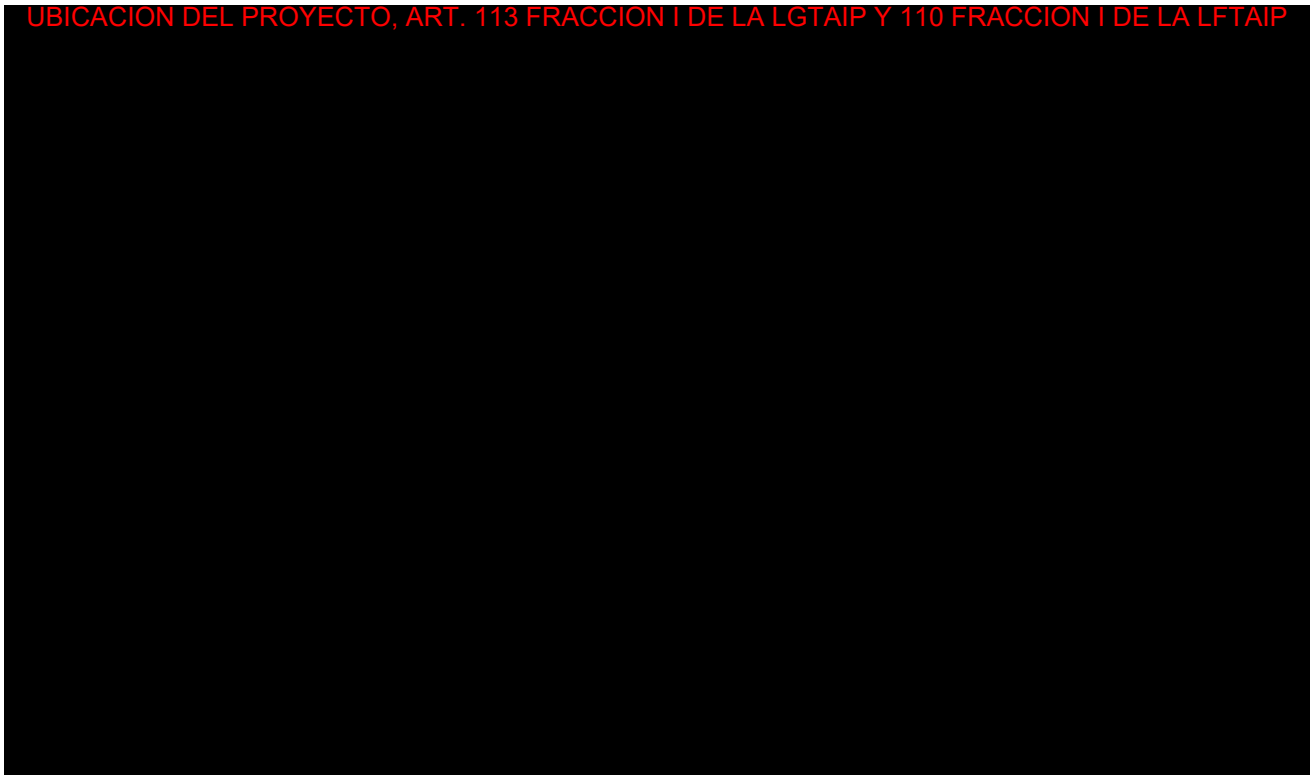



**Fig. 1.** Simulación de radios potenciales de afectación por radiación térmica escenario 1 - consecuencia 1

**b) COORDENADAS.**

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

**Tabla. 4.** Coordenadas de ubicación de escenario 1 – Consecuencia 1

**c) FUERZA FUENTE:**

El gas inflamable se quema a medida que se escapa de la tubería

| FUERZA FUENTE ESCENARIO 1 – CONSECUENCIA 1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa máxima de quemado** | **Cantidad total quemada** |
| 9 m | 1 hr | 1,640 kg/min | 23,258 Kg |

**Tabla. 5.** Fuerza fuente escenario 1 – Consecuencia 1

**Documentos de respaldo:** FTA-VER-01-01, KMZ Área inflamable ERM TIPO 01

## V.1.2. CONSECUENCIA 2.

Sobrepresión de gas natural en línea de regulación y medición en la estación de regulación y medición ERM TIPO 01

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

**a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.**

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documento de respaldo:** FTA-VER-01-02

### V.1.3. CONSECUENCIA 3.

Dispersión toxica de gas natural en línea de regulación y medición en la estación de regulación y medición ERM TIPO 01

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TÓXICA.

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documento de respaldo:** FTA-VER-01-03

## V.2. ESCENARIO 2.

Fuga de gas natural en estación de regulación y medición ERM TIPO 2

### a) DATOS DEL SITIO:

- **Ubicación:**
  - Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

### b) DATOS QUIMICOS:

| DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 1. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre químico. | Numero CAS | Peso Molecular | PAC | | | LEL | UEL | Punto de ebullición ambiental | Presión de vapor a temperatura ambiente | Concentración de saturación ambiental. |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Metano | 74-82-8 | 16,04 g / mol | 65000 ppm | 230000 ppm | 400000 ppm | 50000 ppm | 150000 ppm | -161.6°C | más de 1 atm | 1,000,000 ppm o 100.0% |

**Tabla. 6.** Datos químicos de escenario 2.

### c) DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 1. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viento | Rugosidad del suelo | Temperatura del aire | Clase de estabilidad | Humedad relativa |
| 1.5 m/s | Urbano o Forestal | 25.4 °C | B | 75 % |

**Tabla. 7.** Datos atmosféricos de escenario 2.

### d) DATOS TÉCNICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 1. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro | Longitud de tubería | Flujo de combustible | Rugosidad de tubería. | Presión de entrada | Temperatura de tubería. |
| 4" | 200 m | Constante | Liso | 298.69 psi | 18 °C |

**Tabla. 8.** Datos técnicos escenario 2.

### V.2.1. CONSECUENCIA 1.

Incendio y/o explosión de gas natural en estación de regulación y medición ERM TIPO 2

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.

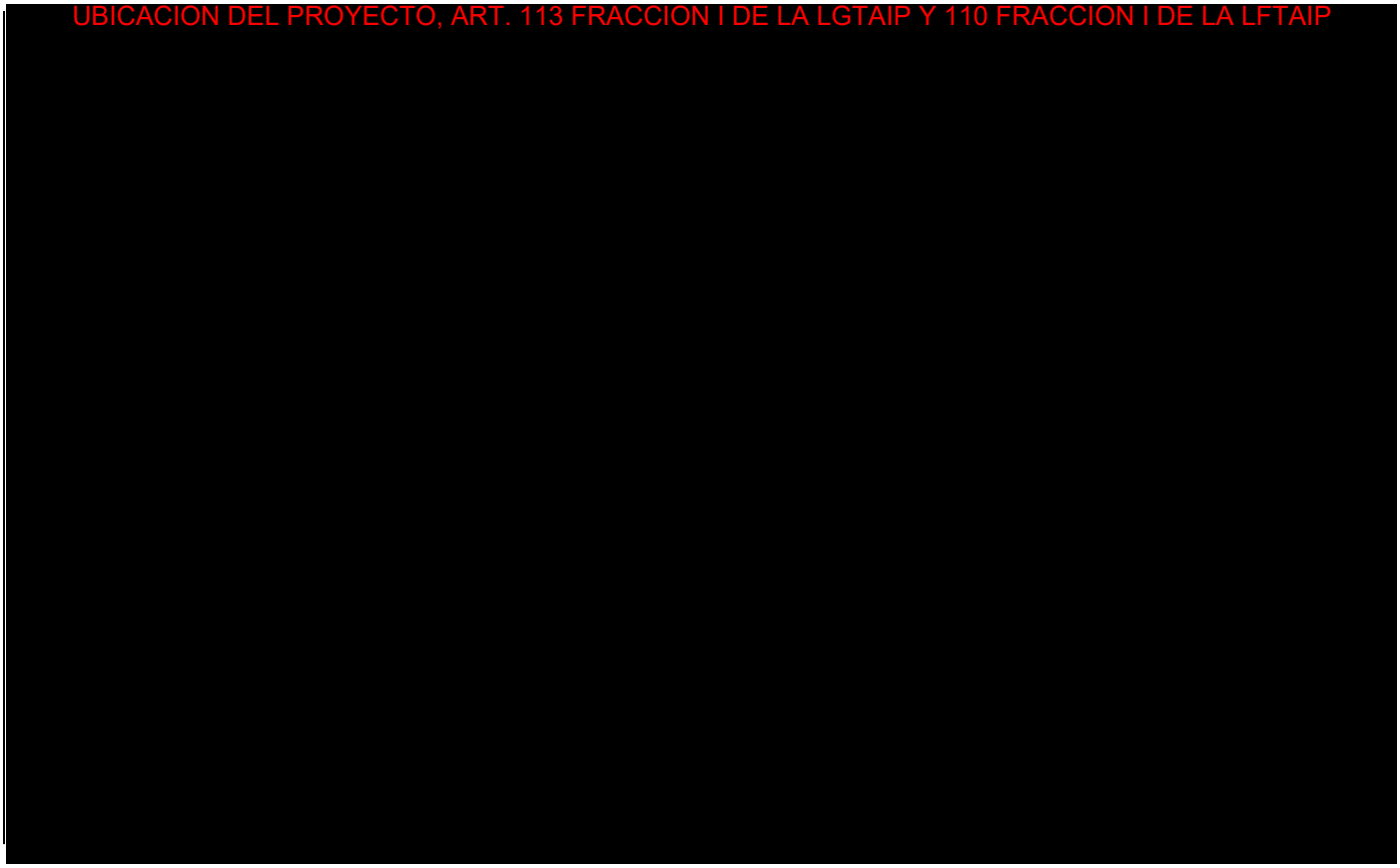



**Fig. 2.** Simulación de radios potenciales de afectación por radiación térmica escenario 2 - consecuencia 1

**b) COORDENADAS.**

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 2 – CONSECUENCIA 1 |
|---|
| COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |

**Tabla. 9.** Coordenadas de ubicación de escenario 2 – Consecuencia 1

**c) FUERZA FUENTE:**

El gas inflamable se quema a medida que se escapa de la tubería

| FUERZA FUENTE ESCENARIO 1 – CONSECUENCIA 1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa máxima de quemado** | **Cantidad total quemada** |
| 9 m | 1 hr | 1,640 kg/min | 23,258 Kg |

**Tabla. 10.** Fuerza fuente de escenario 2 – Consecuencia 1

**Documentos de respaldo:** FTA-VER-02-01, KMZ Área inflamable ERM TIPO 02

## V.2.2. CONSECUENCIA 2.

Sobrepresión de gas natural en estación de regulación y medición ERM TIPO 02

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

**a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.**

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documento de respaldo:** FTA-VER-02-02

### V.2.3. CONSECUENCIA 3.

Fuga con riesgo de dispersión toxica de gas natural en estación de regulación y medición ERM TIPO 02

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TÓXICA.

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documento de respaldo:** FTA-VER-02-03

## V.3. ESCENARIO 3.

Fuga de gas natural en estación de regulación y medición ERM TIPO 3

### a) DATOS DEL SITIO:

- **Ubicación:**
  - Manlio Fabio Altamirano, Veracruz

### b) DATOS QUIMICOS:

| DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 3. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre químico. | Numero CAS | Peso Molecular | PAC | | | LEL | UEL | Punto de ebullición ambiental | Presión de vapor a temperatura ambiente | Concentración de saturación ambiental. |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Metano | 74-82-8 | 16,04 g / mol | 65000 ppm | 230000 ppm | 400000 ppm | 50000 ppm | 150000 ppm | -161.6°C | más de 1 atm | 1,000,000 ppm o 100.0% |

**Tabla. 11.** Datos químicos de escenario 3.

### c) DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 3. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viento | Rugosidad del suelo | Temperatura del aire | Clase de estabilidad | Humedad relativa |
| 1.5 m/s | Urbano o Forestal | 25.4 °C | B | 75 % |

**Tabla. 12.** Datos atmosféricos de escenario 3.

### d) DATOS TÉCNICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro | Longitud de tubería | Flujo de combustible | Rugosidad de tubería. | Presión de entrada | Temperatura de tubería. |
| 3" | 200 metros | Continuo | Tubo liso | 298.69 psi | 18 °C |

**Tabla. 13.** Datos técnicos escenario 3.

### V.3.1. CONSECUENCIA 1.

Incendio y/o explosión de gas natural en ERM TIPO 3

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.

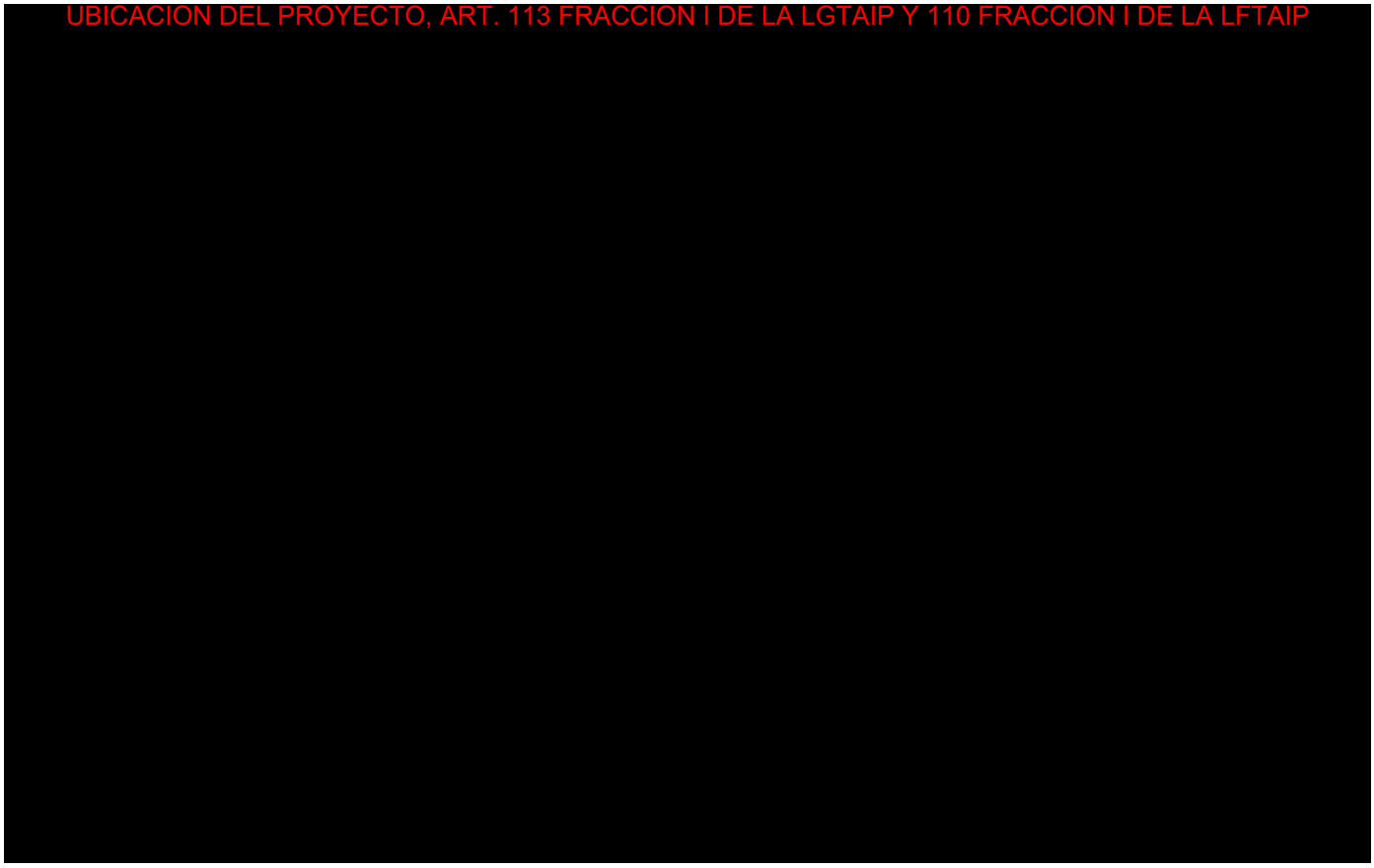



**Fig. 3.** Simulación de radios potenciales de afectación por radiación térmica escenario 3 - consecuencia 1

**b) COORDENADAS.**

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 3 – CONSECUENCIA 1 |
|---|
| COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |

**Tabla. 14.** Coordenadas de ubicación de escenario 3 – Consecuencia 1

**d) FUERZA FUENTE:**

El gas inflamable se quema a medida que se escapa de la tubería

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 3 – CONSECUENCIA 1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa máxima de quemado** | **Cantidad total quemada** |
| 7 m | 1 hr | 920 kg/min | 11,128 kg |

**Tabla. 15.** Fuerza fuente de escenario 3 – Consecuencia 1

**Documentos de respaldo:** FTA-VER-03-01, KMZ Área Inflamable ERM TIPO 3

## V.3.2. CONSECUENCIA 2.

Sobrepresión de gas natural en ERM TIPO 3

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

**a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.**

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo:** FTA-VER-03-02

### V.3.3. CONSECUENCIA 3.

Fuga con riesgo de dispersión toxica de gas natural en ERM TIPO 3

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TÓXICA.

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo:** FTA-VER-03-03

## V.4. ESCENARIO 4.

Fuga de gas natural en ducto de 8" de Ø API 5L Grado x42

### a) DATOS DEL SITIO:

- **Ubicación:**
  - Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

### b) DATOS QUIMICOS:

| DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 4. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre químico. | Numero CAS | Peso Molecular | PAC | | | LEL | UEL | Punto de ebullición ambiental | Presión de vapor a temperatura ambiente | Concentración de saturación ambiental. |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Metano | 74-82-8 | 16,04 g / mol | 65000 ppm | 230000 ppm | 400000 ppm | 50000 ppm | 150000 ppm | -161,5°C | más de 1 atm | 1,000,000 ppm o 100.0% |

**Tabla. 16.** Datos químicos de escenario 4.

### c) DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 4. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viento | Rugosidad del suelo | Temperatura del aire | Clase de estabilidad | Humedad relativa |
| 1.5 m/s | Urbano o Forestal | 25.4 °C | B | 75 % |

**Tabla. 17.** Datos atmosféricos de escenario 4.

### d) DATOS TÉCNICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 4 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro | Longitud de tubería | Flujo de combustible | Rugosidad de tubería. | Presión de entrada | Temperatura de tubería. |
| 8" | 200 metros | Continuo | Tubo liso | 298.69 psi | 18 °C |

**Tabla. 18.** Datos técnicos escenario 4.

### V.4.1. CONSECUENCIA 1.

Incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 8" de Ø API 5L Grado x42

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.

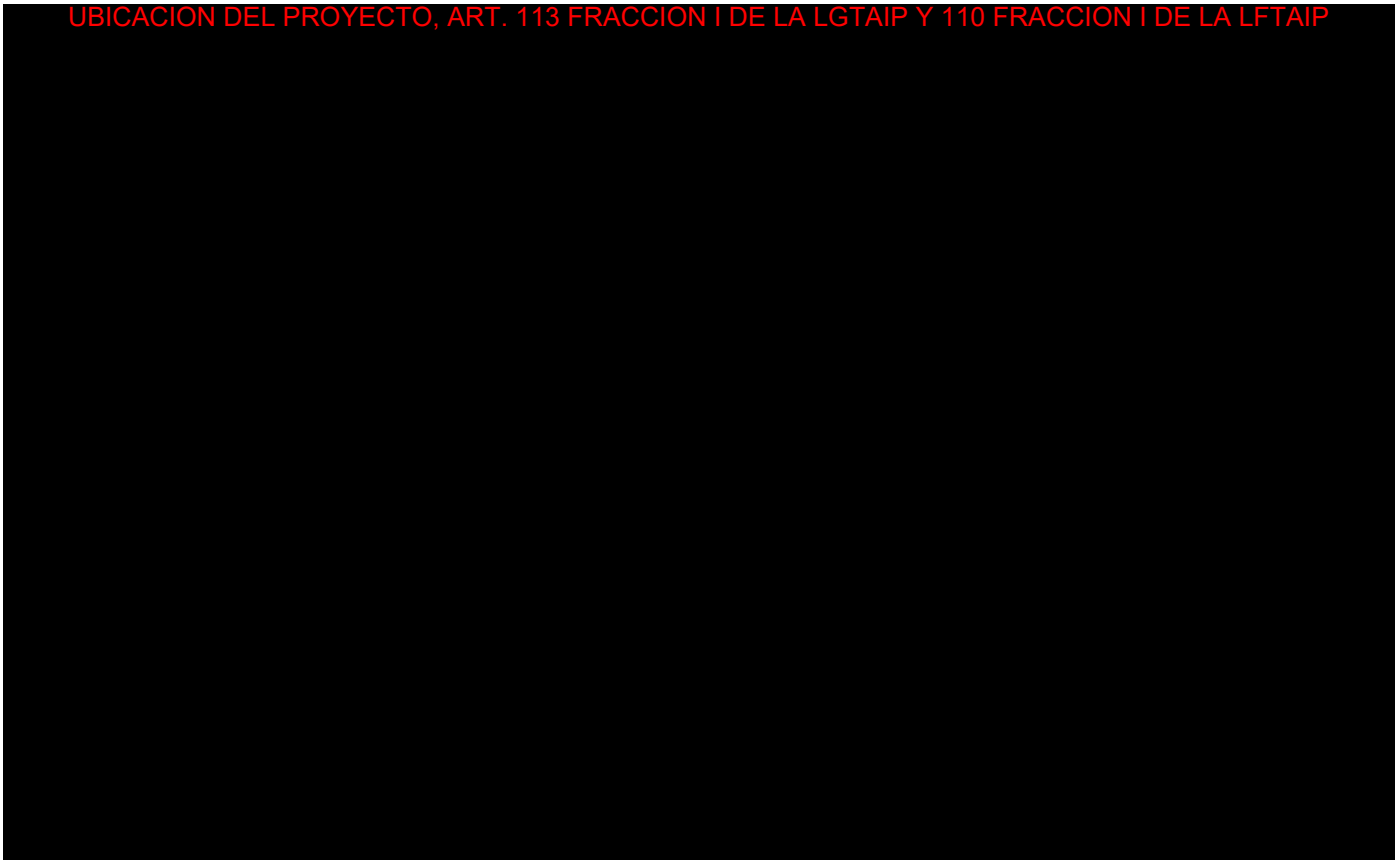



**Fig. 4.** Simulación de radios potenciales de afectación por radiación térmica escenario 4 - consecuencia 1

**b) COORDENADAS.**

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 4 – CONSECUENCIA 1 |
|---|
| COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |

**Tabla. 19.** Coordenadas de ubicación de escenario 4 – Consecuencia 1

**c) FUERZA FUENTE:**

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 4 – CONSECUENCIA 1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa máxima de quemado** | **Cantidad total quemada** |
| 20 m | 1 hr | 6,550 kg/min | 133,659 kg |

**Tabla. 20.** Fuerza fuente de escenario 4 – Consecuencia 1

**Documentos de respaldo:** FTA-VER-04-01, KMZ Área Inflamable Tubería de 8" AC.

### V.4.2. CONSECUENCIA 2.

Sobrepresión de gas natural en ducto de 8" de Ø API 5L Grado x42

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

**a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.**

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo:** FTA-VER-04-02

### V.4.3. CONSECUENCIA 3.

Fuga con riesgo de dispersión toxica de gas natural en ducto de 8” de Ø API 5L Grado x42

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TÓXICA.

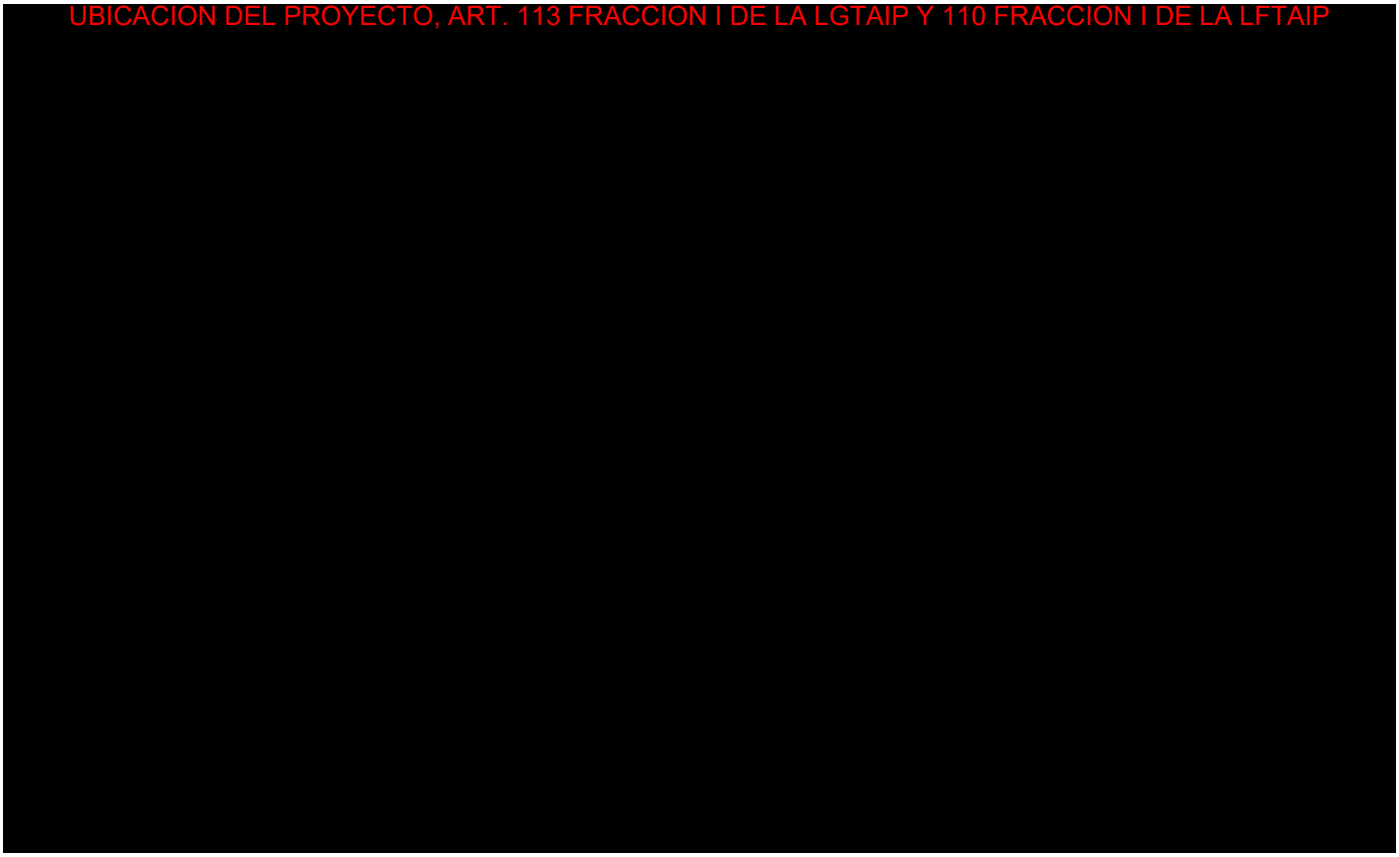



**Fig. 5.** Simulación de radios potenciales de afectación por dispersión toxica escenario 4 – consecuencia 3.

**b) COORDENADAS.**

| COORDENADAS DE UBICACIÓN DE ESCENARIO 4 – CONSECUENCIA 3. |
|---|
| COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP |

**Tabla. 21.** Coordenadas de ubicación de escenario 4 – Consecuencia 3.

**c) FUERZA FUENTE:**

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 4 – CONSECUENCIA 3 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa de liberación sostenida promedio máximo** | **Cantidad total liberada** |
| - | 1 hr | 2,240 kg/min | 133,659 kg |

**Tabla. 22.** Fuerza fuente de escenario 4 – Consecuencia 3

**Documentos de respaldo:** FTA-VER-04-03, KMZ Área tóxica por nube de vapor Tubería 8" AC

## V.5. ESCENARIO 5.

Fuga de gas natural en ducto de 6" de Ø API 5L Grado x42

### a) DATOS DEL SITIO:

- **Ubicación:**
  - Manlio Fabio Altamirano, Veracruz

### b) DATOS QUIMICOS:

| DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 5. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre químico. | Numero CAS | Peso Molecular | PAC | | | LEL | UEL | Punto de ebullición ambiental | Presión de vapor a temperatura ambiente | Concentración de saturación ambiental. |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Metano | 74-82-8 | 16,04 g / mol | 65000 ppm | 230000 ppm | 400000 ppm | 50000 ppm | 150000 ppm | -161,5°C | más de 1 atm | 1,000,000 ppm o 100.0% |

**Tabla. 23.** Datos químicos de escenario 5.

### c) DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 5. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viento | Rugosidad del suelo | Temperatura del aire | Clase de estabilidad | Humedad relativa |
| 1.5 m/s | Urbano o Forestal | 25.4 °C | B | 75 % |

**Tabla. 24.** Datos atmosféricos de escenario 5.

### d) DATOS TÉCNICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 5 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro | Longitud de tubería | Flujo de combustible | Rugosidad de tubería. | Presión de entrada | Temperatura de tubería. |
| 6" | 200 metros | Continuo | Tubo liso | 298.69 psi | 18 °C |

**Tabla. 25.** Datos técnicos escenario 5.

### V.5.1. CONSECUENCIA 1.

Incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 6" de Ø API 5L Grado x42

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.

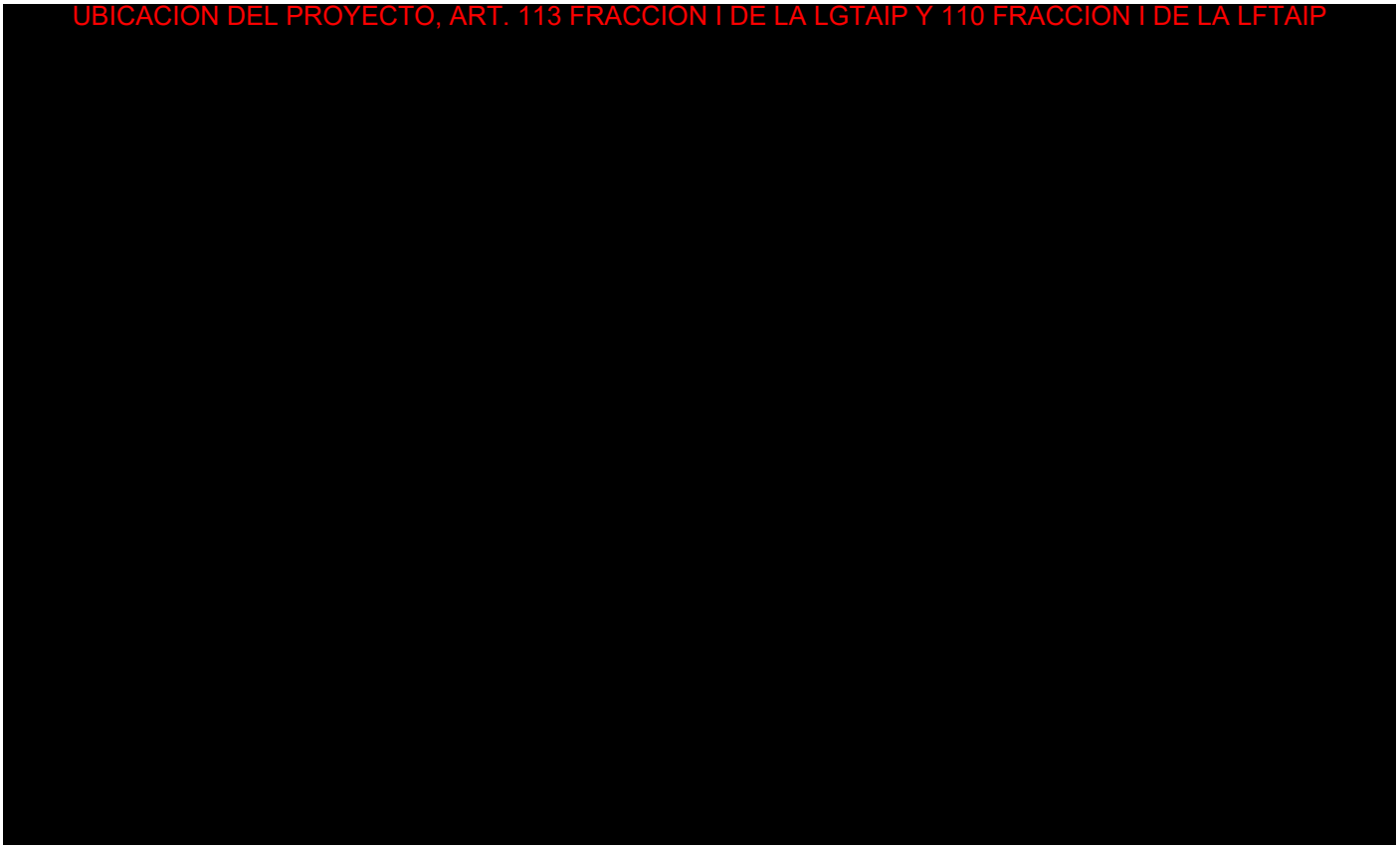



**Fig. 6.** Simulación de radios potenciales de afectación por radiación térmica escenario 5 - consecuencia 1

**b) COORDENADAS.**

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

**Tabla. 26.** Coordenadas de ubicación de escenario 5 – Consecuencia 1

**c) FUERZA FUENTE:**

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 5 – CONSECUENCIA | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa máxima de quemado** | **Cantidad total quemada** |
| 14 m | 4 hr | 3,680 kg/min | 65,026 kg |

**Tabla. 27.** Fuerza fuente de escenario 5 – Consecuencia 1

**Documentos de respaldo** FTA-VER-05-01, KMZ Área Inflamable tubería 6 AC

## V.5.2. CONSECUENCIA 2.

Sobrepresión de gas natural en ducto de 6" de Ø API 5L Grado x42

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

**a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.**

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-05-02

### V.5.3. CONSECUENCIA 3.

Fuga con riesgo de dispersión toxica de gas natural en ducto de 6” de Ø API 5L Grado x42

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TÓXICA.

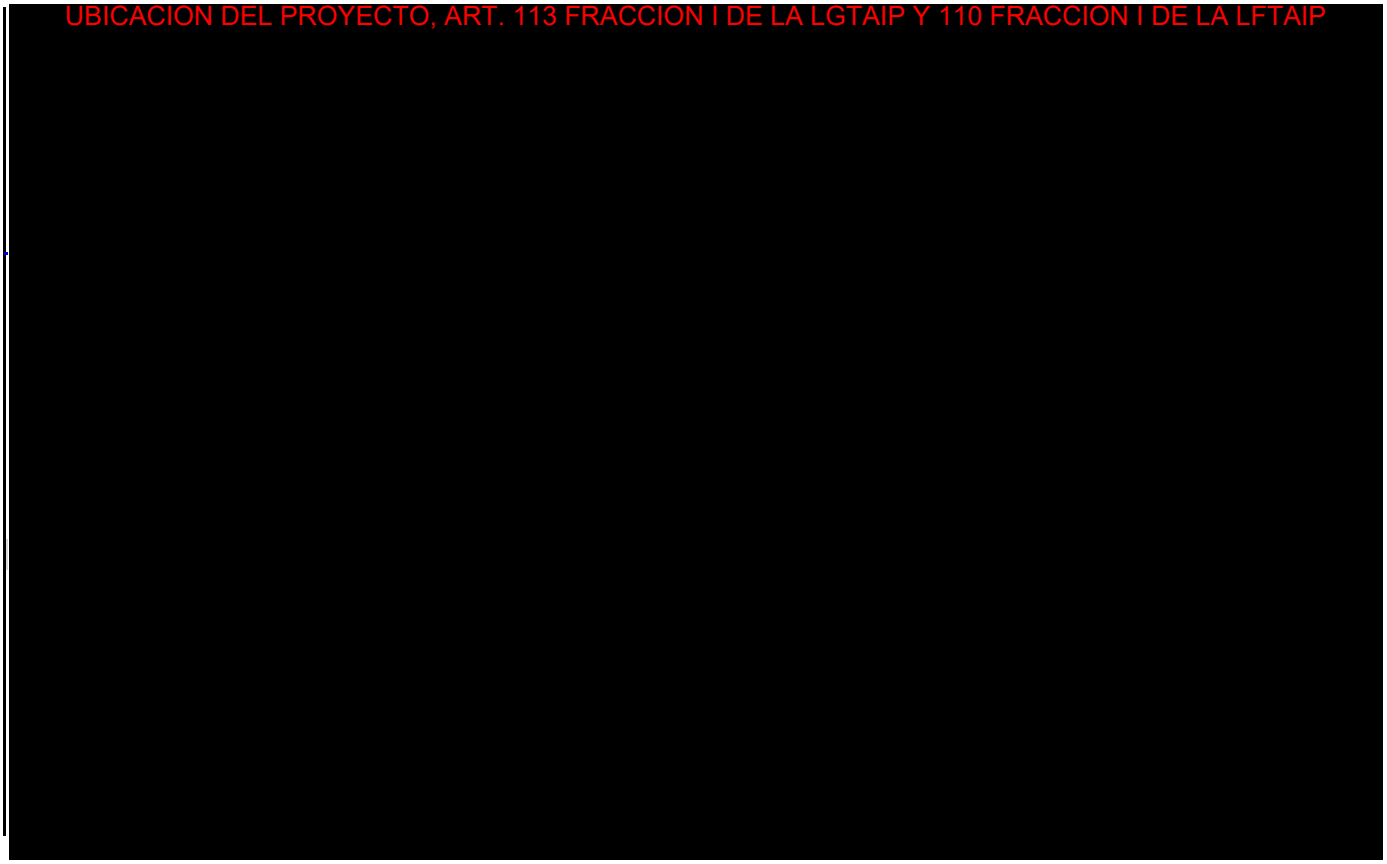



**Fig. 7.** Simulación de radios potenciales de afectación por dispersión toxica escenario 5 – consecuencia 3.

**b) COORDENADAS.**

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

**Tabla. 28.** Coordenadas de ubicación de escenario 5 – Consecuencia 3.

**c) FUERZA FUENTE:**

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 5 – CONSECUENCIA 3 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa de liberación sostenida promedio máximo** | **Cantidad total liberada** |
| - | 1 hr | 1,100 kg/min | 65,026 kg |

**Tabla. 29.** Fuerza fuente de escenario 5 – Consecuencia 3

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-05-03, KMZ Área tóxica por nube de vapor tubería 6 AC

## V.6. ESCENARIO 6.

Fuga de gas natural en ducto de 4" de Ø A/C API 5L grado X42.

### a) DATOS DEL SITIO:

- **Ubicación:**
  - Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

### b) DATOS QUIMICOS:

| DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 6. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre químico. | Numero CAS | Peso Molecular | PAC | | | LEL | UEL | Punto de ebullición ambiental | Presión de vapor a temperatura ambiente | Concentración de saturación ambiental. |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Metano | 74-82-8 | 16,04 g / mol | 65000 ppm | 230000 ppm | 400000 ppm | 50000 ppm | 150000 ppm | -161,5°C | más de 1 atm | 1,000,000 ppm o 100.0% |

**Tabla. 30.** Datos químicos de escenario 6.

### c) DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 6. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viento | Rugosidad del suelo | Temperatura del aire | Clase de estabilidad | Humedad relativa |
| 1.5 m/s | Urbano o Forestal | 25.4 °C | B | 75 % |

**Tabla. 31.** Datos atmosféricos de escenario 6.

### d) DATOS TÉCNICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 6 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro | Longitud de tubería | Flujo de combustible | Rugosidad de tubería. | Presión de entrada | Temperatura de tubería. |
| 4" | 200 metros | Continuo | Tubo liso | 298.69 psi | 18 °C |

**Tabla. 32.** Datos técnicos escenario 6.

### V.6.1. CONSECUENCIA 1.

Incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 4" de Ø A/C API 5L grado X42.

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.

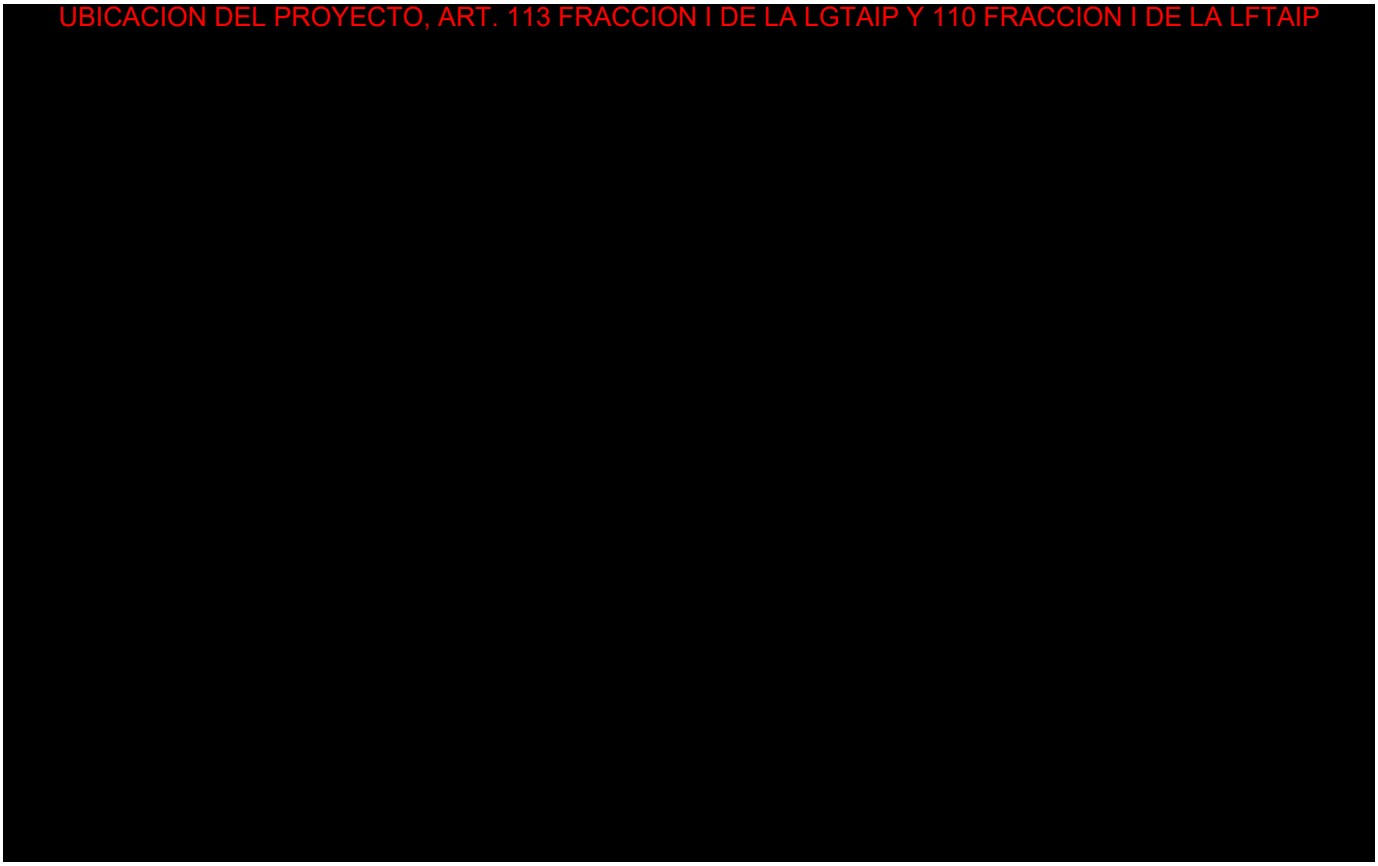



**Fig. 8.** Simulación de radios potenciales de afectación por radiación térmica escenario 6 - consecuencia 1

**b) COORDENADAS.**

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

**Tabla. 33.** Coordenadas de ubicación de escenario 6 – Consecuencia 1

**c) FUERZA FUENTE:**

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 6 – CONSECUENCIA 1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa máxima de quemado** | **Cantidad total quemada** |
| 9 m | 1 hr | 1,640 kg/min | 23,258 kg |

**Tabla. 34.** Fuerza fuente de escenario 6 – Consecuencia 1

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-06-01, KMZ Área Inflamable tubería 4 AC

### V.6.2. CONSECUENCIA 2.

Sobrepresión de gas natural en ducto de 4" de Ø A/C API 5L grado X42.

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

**a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.**

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-06-02

### V.6.3. CONSECUENCIA 3.

Fuga con riesgo de dispersión toxica de gas natural en ducto de 4” de Ø A/C API 5L grado X42.

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TÓXICA.

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-06-03

## V.7. ESCENARIO 7.

Fuga de gas natural en ducto de 6" de Ø PE-4710

### a) DATOS DEL SITIO:

- **Ubicación:**
  - Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

### b) DATOS QUIMICOS:

| DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 7 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre químico. | Numero CAS | Peso Molecular | PAC | | | LEL | UEL | Punto de ebullición ambiental | Presión de vapor a temperatura ambiente | Concentración de saturación ambiental. |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Metano | 74-82-8 | 16,04 g / mol | 65000 ppm | 230000 ppm | 400000 ppm | 50000 ppm | 150000 ppm | -161,5°C | más de 1 atm | 1,000,000 ppm o 100.0% |

**Tabla. 35.** Datos químicos de escenario 7.

### c) DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 7. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viento | Rugosidad del suelo | Temperatura del aire | Clase de estabilidad | Humedad relativa |
| 1.5 m/s | Urbano o Forestal | 25.4 °C | B | 75 % |

**Tabla. 36.** Datos atmosféricos de escenario 7.

### d) DATOS TÉCNICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 7. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro | Longitud de tubería | Flujo de combustible | Rugosidad de tubería. | Presión de entrada | Temperatura de tubería. |
| 6" | 200 metros | Continuo | Tubo liso | 78.23 Psi | 18 °C |

**Tabla. 37.** Datos técnicos escenario 7.

### V.7.1. CONSECUENCIA 1.

Incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 6" de Ø PE-4710

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.

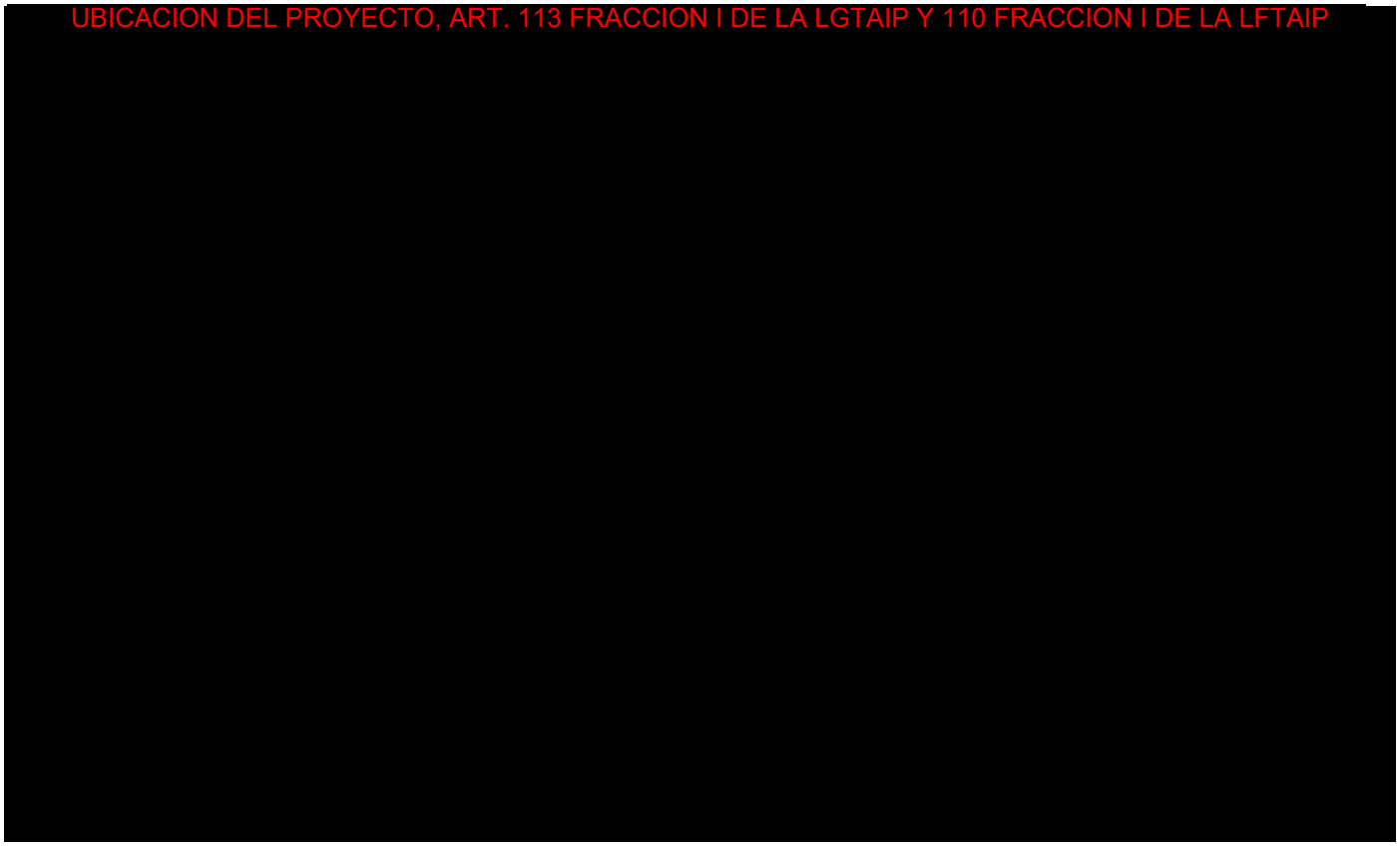



**Fig. 9.** Simulación de radios potenciales de afectación por radiación térmica escenario 7 - consecuencia 1

**b) COORDENADAS.**

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

**Tabla. 38.** Coordenadas de ubicación de escenario 7 – Consecuencia 1

**c) FUERZA FUENTE.**

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 7 – CONSECUENCIA 1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa máxima de quemado** | **Cantidad total quemada** |
| 12 m | 1 hr | 826 kg/min | 17,033 kg |

**Tabla. 39.** Fuerza fuente de escenario 7 – Consecuencia 1

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-07-01, KMZ Área Inflamable en tubería de 6 PE-4710

### V.7.2. CONSECUENCIA 2.

Sobrepresión de gas natural en ducto de 6" de Ø PE-4710

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

**a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.**

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-07-02

### V.7.3. CONSECUENCIA 3.

Fuga con riesgo de dispersión toxica de gas natural en ducto de 6” de Ø PE-4710

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TÓXICA.

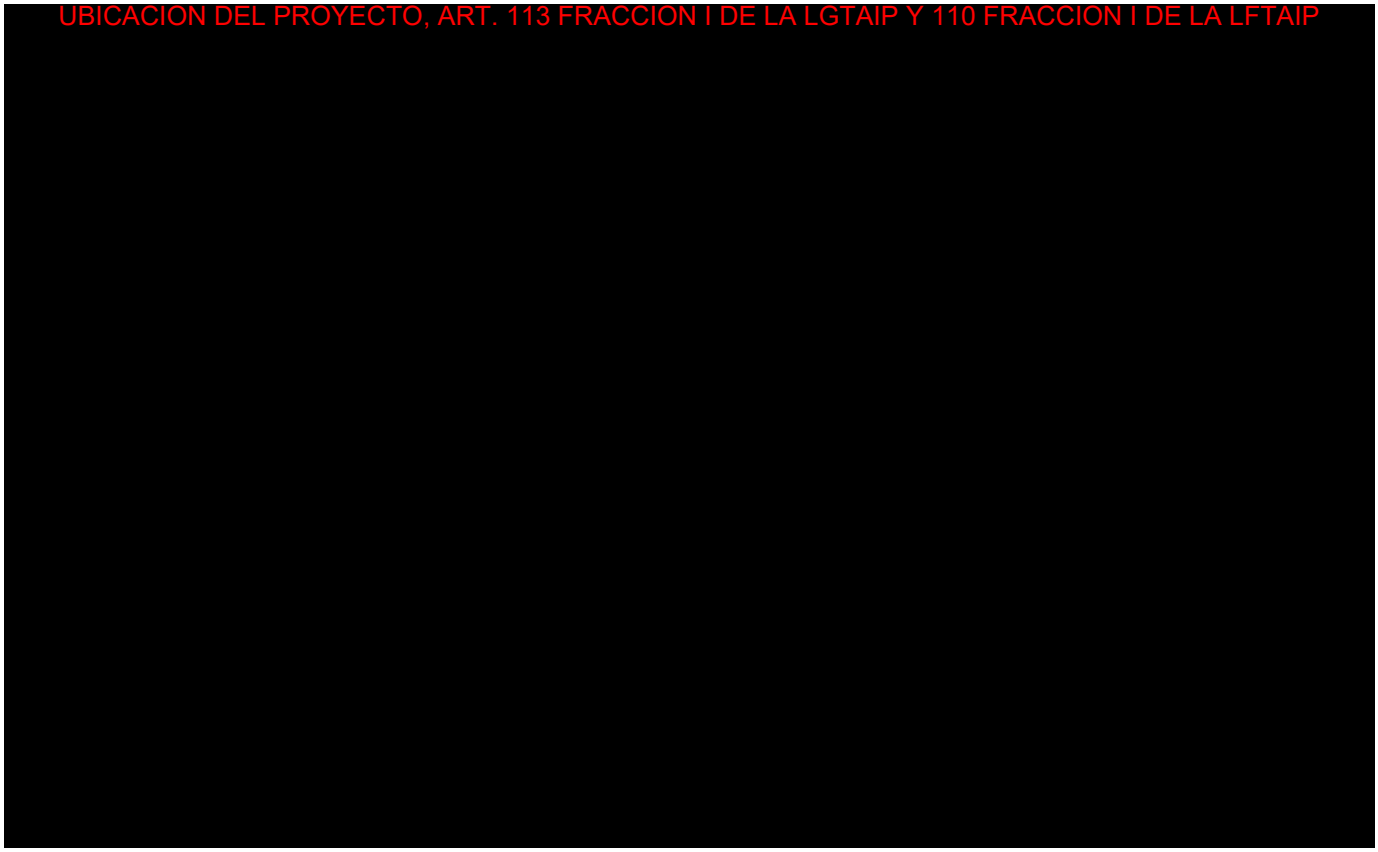



**Fig. 10.** Simulación de radios potenciales de afectación por dispersión toxica escenario 7 – consecuencia 3

**b) COORDENADAS.**

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

**Tabla. 40.** Coordenadas de ubicación de escenario 7 – Consecuencia 3.

**c) FUERZA FUENTE:**

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 7 – CONSECUENCIA 3 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa de liberación sostenida promedio máximo** | **Cantidad total liberada** |
| - | 1 hr | 286 kg | 17,033 kg |

**Tabla. 41.** Fuerza fuente de escenario 7 – Consecuencia 3

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-07-03

## V.8. ESCENARIO 8.

Fuga de gas natural en ducto de 3" de Ø PE-4710

### a) DATOS DEL SITIO:

- **Ubicación:**
  - Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

### b) DATOS QUIMICOS:

| DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 8. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre químico. | Numero CAS | Peso Molecular | PAC | | | LEL | UEL | Punto de ebullición ambiental | Presión de vapor a temperatura ambiente | Concentración de saturación ambiental. |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Metano | 74-82-8 | 16,04 g / mol | 65000 ppm | 230000 ppm | 400000 ppm | 50000 ppm | 150000 ppm | -161,5°C | más de 1 atm | 1,000,000 ppm o 100.0% |

**Tabla. 42.** Datos químicos de escenario 8.

### c) DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 8. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viento | Rugosidad del suelo | Temperatura del aire | Clase de estabilidad | Humedad relativa |
| 1.5 m/s | Urbano o Forestal | 25.4 °C | B | 75 % |

**Tabla. 43.** Datos atmosféricos de escenario 8.

### d) DATOS TÉCNICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 8. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro | Longitud de tubería | Flujo de combustible | Rugosidad de tubería. | Presión de entrada | Temperatura de tubería. |
| 3" | 200 metros | Continuo | Tubo liso | 78.23 Psi | 18 °C |

**Tabla. 44.** Datos técnicos escenario 8.

### V.8.1. CONSECUENCIA 1.

Incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 3" de Ø PE-4710

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

**a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.**

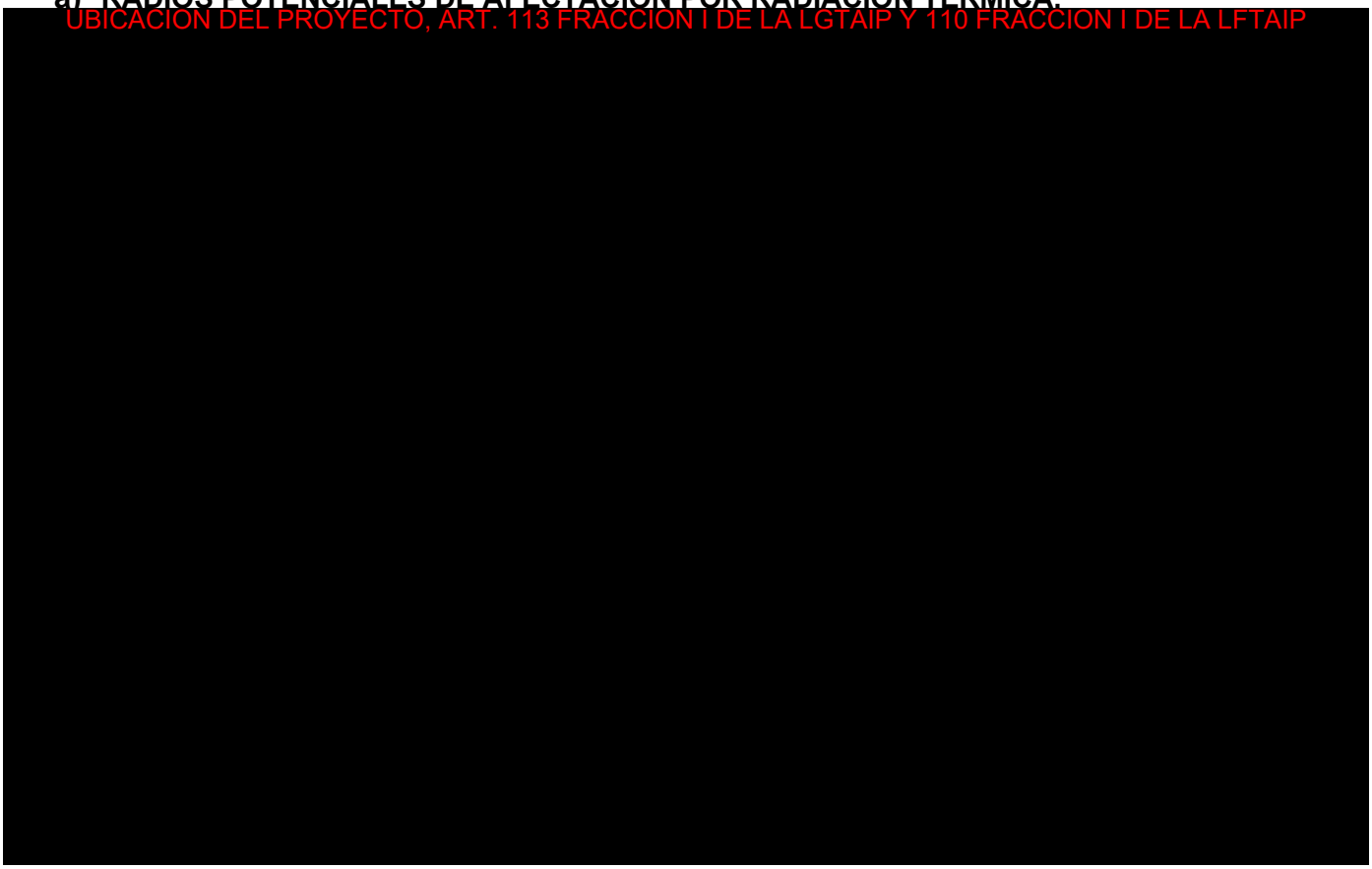



**Fig. 11.** Simulación de radios potenciales de afectación por radiación térmica escenario 8 - consecuencia 1

### b) COORDENADAS.

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

**Tabla. 45.** Coordenadas de ubicación de escenario 8 – Consecuencia 1

### c) FUERZA FUENTE:

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 8 – CONSECUENCIA 1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa máxima de quemado** | **Cantidad total quemada** |
| 6 m | 1 hr | 207 kg/min | 2,931 kg |

**Tabla. 46.** Fuerza fuente de escenario 8 – Consecuencia 1

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-08-01, KMZ Área Inflamable de tubería de 3 PE-4710

## V.8.2. CONSECUENCIA 2.

Sobrepresión de gas natural en ducto de 3" de Ø PE-4710

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-08-02

### V.8.3. CONSECUENCIA 3.

Fuga con riesgo de dispersión toxica de gas natural en ducto de 3” de Ø PE-4710

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### a) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TÓXICA.

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-08-03

## V.9. ESCENARIO 9.

Fuga de gas natural en ducto de 2" de Ø PE-4710

### e) DATOS DEL SITIO:

- **Ubicación:**
  - Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

### f) DATOS QUIMICOS:

| DATOS QUÍMICOS DE ESCENARIO 9. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre químico. | Numero CAS | Peso Molecular | PAC | | | LEL | UEL | Punto de ebullición ambiental | Presión de vapor a temperatura ambiente | Concentración de saturación ambiental. |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| Metano | 74-82-8 | 16,04 g / mol | 65000 ppm | 230000 ppm | 400000 ppm | 50000 ppm | 150000 ppm | -161,5°C | más de 1 atm | 1,000,000 ppm o 100.0% |

**Tabla. 47.** Datos químicos de escenario 9.

### g) DATOS ATMOSFÉRICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS ATMOSFÉRICOS DE ESCENARIO 9. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Viento | Rugosidad del suelo | Temperatura del aire | Clase de estabilidad | Humedad relativa |
| 1.5 m/s | Urbano o Forestal | 25.4 °C | B | 75 % |

**Tabla. 48.** Datos atmosféricos de escenario 9.

### h) DATOS TÉCNICOS: (ENTRADA MANUAL DE DATOS).

| DATOS TÉCNICOS ESCENARIO 9. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro | Longitud de tubería | Flujo de combustible | Rugosidad de tubería. | Presión de entrada | Temperatura de tubería. |
| 2" | 200 metros | Continuo | Tubo liso | 78.23 Psi | 18 °C |

**Tabla. 49.** Datos técnicos escenario 9.

### V.9.1. CONSECUENCIA 1.

Incendio y/o explosión de gas natural en ducto de 2" de Ø PE-4710

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

#### d) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA.

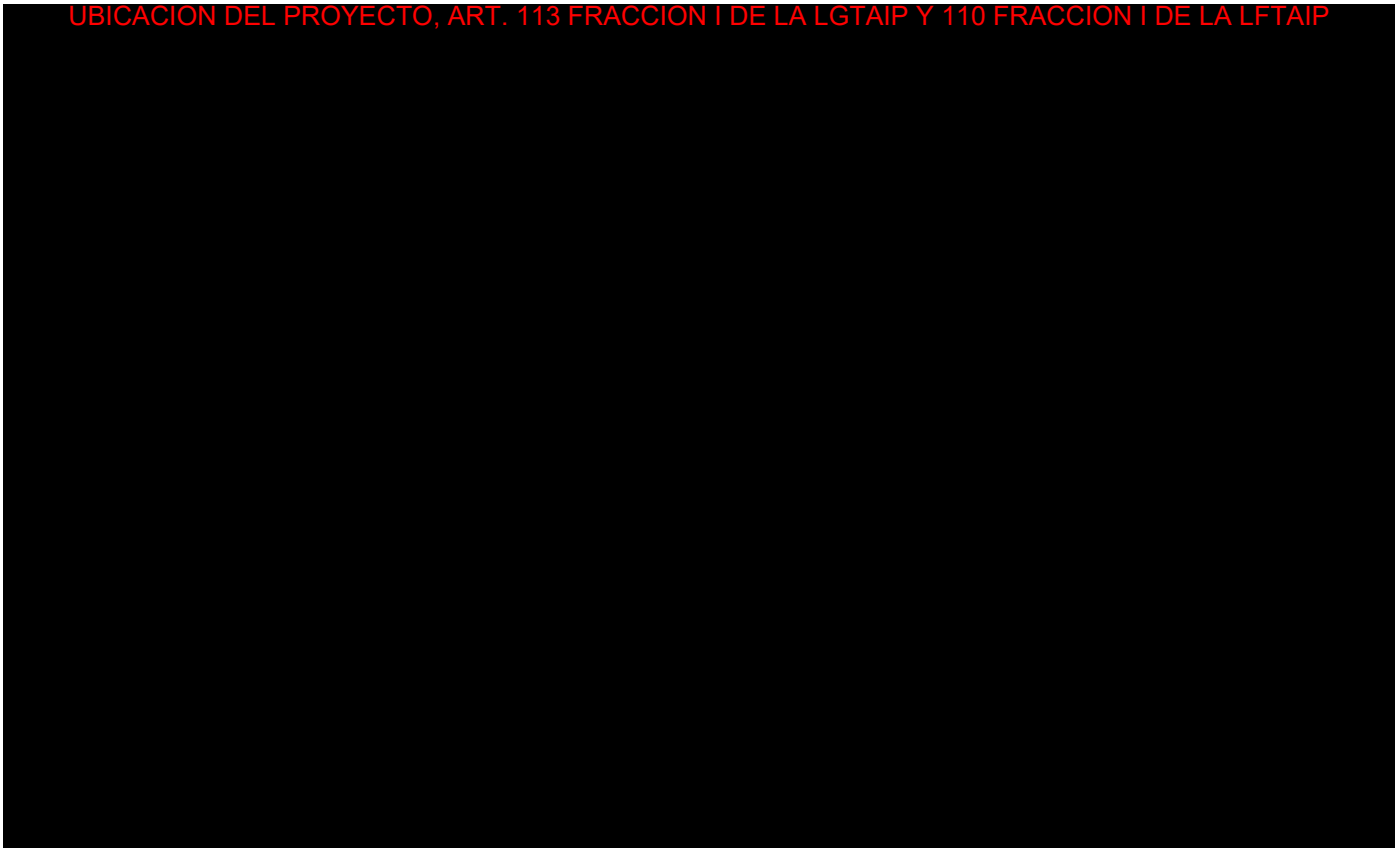



**Fig. 12.** Simulación de radios potenciales de afectación por radiación térmica escenario 9 - consecuencia 1

### e) COORDENADAS.

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

**Tabla. 50.** Coordenadas de ubicación de escenario 8 – Consecuencia 1

### f) FUERZA FUENTE:

| FUERZA FUENTE DE ESCENARIO 9 – CONSECUENCIA 1 | | | |
|---|---|---|---|
| **Longitud máxima de la llama** | **Duración de la combustión** | **Tasa máxima de quemado** | **Cantidad total quemada** |
| 4 m | 1 hr | 91.8 kg/min | 1,021 kg |

**Tabla. 51.** Fuerza fuente de escenario 8 – Consecuencia 1

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-09-01, KMZ Área Inflamable en tubería de 2 PE-4710

## V.9.2. CONSECUENCIA 2.

Sobrepresión de gas natural en ducto de 2" de Ø PE-4710

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

### b) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN.

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-09-02

### V.8.3. CONSECUENCIA 3.

Fuga con riesgo de dispersión toxica de gas natural en ducto de 2" de Ø PE-4710

Para este evento se consideran los siguientes escenarios.

### b) RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR DISPERSIÓN TÓXICA.

**POCA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA**

**Documentos de respaldo**: FTA-VER-09-03

En el **ANEXO 11**, se encontrarán los resultados de las simulaciones realizadas para el proyecto.

# CAPITULO 6

## *Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo.*

## ÍNDICE.

**CAPITULO 6**

VI. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO. ....560
VI.1. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO. ....560
VI.2. ANALISIS DE VULNERABILIDAD. ....561
VI.2.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 1 (FTA-VER-01) ....562
VI.2.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 2 (FTA-VER-02) ....568
VI.2.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 3 (FTA-VER-03) ....574
VI.2.4. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 4 (FTA-VER-04) ....580
VI.2.5. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 5 (FTA-VER-05) ....586
VI.2.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 6 (FTA-VER-06) ....592
VI.2.7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 7 (FTA-VER-07) ....598
VI.2.8. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 8 (FTA-VER-08) ....604
VI.2.9. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 9 (FTA-VER-09) ....610

## ÍNDICE DE TABLAS.

**TABLA. 1.** ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-01 ....562
**TABLA. 2.** ESCENARIO DE RIESGO 1 – CONSECUENCIA 1 FTA-VER-01-01 ....565
**TABLA. 3.** ESCENARIO DE RIESGO 1 – CONSECUENCIA 2 FTA-VER-01-02 ....566
**TABLA. 4.** ESCENARIO DE RIESGO 1 – CONSECUENCIA 3 FTA-VER-01-03 ....567
**TABLA. 5.** ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-02 ....568
**TABLA. 6.** ESCENARIO DE RIESGO 2 – CONSECUENCIA 1 FTA-VER-02-01 ....571
**TABLA. 7.** ESCENARIO DE RIESGO 2 – CONSECUENCIA 2 FTA-VER-02-02 ....572
**TABLA. 8.** ESCENARIO DE RIESGO 2 – CONSECUENCIA 3 FTA-VER-02-03 ....573
**TABLA. 9.** ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-03 ....574
**TABLA. 10.** ESCENARIO DE RIESGO 3 – CONSECUENCIA 1 FTA-VER-03-01 ....577
**TABLA. 11.** ESCENARIO DE RIESGO 3 – CONSECUENCIA 2 FTA-VER-03-02 ....578
**TABLA. 12.** ESCENARIO DE RIESGO 3 – CONSECUENCIA 3 FTA-VER-03-03 ....579
**TABLA. 13.** ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-04 ....580
**TABLA. 14.** ESCENARIO DE RIESGO 4 – CONSECUENCIA 1 FTA-VER-04-01 ....583

**TABLA. 15.** ESCENARIO DE RIESGO 4 – CONSECUENCIA 2 FTA-VER-04-02 .....584
**TABLA. 16.** ESCENARIO DE RIESGO 4 – CONSECUENCIA 3 FTA-VER-04-03 .....585
**TABLA. 17.** ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-05 .....586
**TABLA. 18.** ESCENARIO DE RIESGO 5 – CONSECUENCIA 1 FTA-VER-05-01 .....589
**TABLA. 19.** ESCENARIO DE RIESGO 5 – CONSECUENCIA 2 FTA-VER-05-02 .....590
**TABLA. 20.** ESCENARIO DE RIESGO 5 – CONSECUENCIA 3 FTA-VER-05-03 .....591
**TABLA. 21.** ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-06 .....592
**TABLA. 22.** ESCENARIO DE RIESGO 6 – CONSECUENCIA 1 FTA-VER-06-01 .....595
**TABLA. 23.** ESCENARIO DE RIESGO 6 – CONSECUENCIA 2 FTA-VER-06-02 .....596
**TABLA. 24.** ESCENARIO DE RIESGO 6 – CONSECUENCIA 3 FTA-VER-06-03 .....597
**TABLA. 25.** ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-07 .....598
**TABLA. 26.** ESCENARIO DE RIESGO 7 – CONSECUENCIA 1 FTA-VER-07-01 .....601
**TABLA. 27.** ESCENARIO DE RIESGO 7 – CONSECUENCIA 2 FTA-VER-07-02 .....602
**TABLA. 28.** ESCENARIO DE RIESGO 7 – CONSECUENCIA 3 FTA-VER-07-03 .....603
**TABLA. 29.** ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-08 .....604
**TABLA. 30.** ESCENARIO DE RIESGO 8 – CONSECUENCIA 1 FTA-VER-08-01 .....607
**TABLA. 31.** ESCENARIO DE RIESGO 8 – CONSECUENCIA 2 FTA-VER-08-02 .....608
**TABLA. 32.** ESCENARIO DE RIESGO 8 – CONSECUENCIA 3 FTA-VER-08-03 .....609
**TABLA. 33.** ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-09 .....610
**TABLA. 34.** ESCENARIO DE RIESGO 9 – CONSECUENCIA 1 FTA-VER-09-01 .....613
**TABLA. 35.** ESCENARIO DE RIESGO 9 – CONSECUENCIA 2 FTA-VER-09-02 .....614
**TABLA. 36.** ESCENARIO DE RIESGO 9 – CONSECUENCIA 3 FTA-VER-09-03 .....615

# VI. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.

## VI.1. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.

En el desarrollo del HAZOP, se identificaron los escenarios de riesgo aplicables para lo cual se tiene que los eventos identificados quedaron en "zona D "riesgo tolerable" y en riesgo C "riesgo aceptable con controles". Sin embargo, es importante mencionar que a pesar de quedar dentro de estas zonas mencionadas se corrieron en su totalidad los análisis de consecuencias.

Como se puede observar en el análisis HAZOP realizado, en el proyecto "Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano)" se identificaron escenarios de riesgos clasificados como ALARP Riesgo Tipo C y Tipo D (Riesgo aceptable y tolerable) de acuerdo a la tabla de jerarquización de riesgos de proceso.

Del Análisis de Frecuencia llevado a cabo, utilizando la metodología de Árbol de Fallas, para el proyecto, se pudo determinar para todos los escenarios de riesgo identificados lo siguiente: El resultado del riesgo identificado en el análisis cuantitativo resulta en Zona de Riesgo Aceptable con controles (ALARP) Tipo C. y Zona de riesgo tolerable (tipo D) en su gran mayoría.

Considerando que los análisis de riesgo por ambos métodos dan como resultado que la estimación del riesgo se encuentra en Riesgo Aceptable y tolerable con controles (ALARP), no se considera necesario realizar el reposicionamiento del riesgo ni un análisis LOPA.

## VI.2. ANALISIS DE VULNERABILIDAD.

Para cada escenario de riesgo simulado se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones, en el probable caso de que estos se lleguen a presentar, considerando las áreas de interés, instalaciones, población, personal, duetos, cruzamientos, que se encuentren dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, donde se consideró la probabilidad de ocurrencia de un efecto domino, se describe detalladamente las posibles afectaciones a los receptores de riesgo. (Personas, población, medio ambiente, instalaciones, etc.).

De igual manera se mencionan las medidas preventivas que son consideradas para evitar el evento o minimizar la probabilidad de que ocurra, donde se justifica la compatibilidad del proyecto con el entorno.

## VI.2.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 1 (FTA-VER-01)

| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-01 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave del escenario de riesgo** | **Kilometro y/o cadenamiento** | **Sustancia involucrada.** | **Sitios o equipos que pueden ser afectados** | **Distancia** | **Sistemas de seguridad y medidas preventivas.** |
| FTA-VER-01-RADIACIÓN TÉRMICA | 0+000.00 E 0+006.82 E | GAS NATURAL | Almacén de autos nuevos. | 36 m | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | | 16 m | |
| | | | | 23 m | |
| FTA-VER-01-SOBREPRESIÓN | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos de explosión por sobrepresión en esta área. | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| FTA-VER-01-DISPERSIÓN TOXICA | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos por dispersión de nube tóxica en esta área. | 0 m | |
| | | | | 0 m | |
| | | | | 0 m | |

**Tabla. 1.** Análisis de vulnerabilidad FTA-VER-01

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

| **ESCENARIO FTA-VER-01** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-01-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo, obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:<br>• A 16 metros (10,0 kw/m2) es potencialmente letal en 60 segundos.<br>• A 23 metros (5,0 kw/m2) quemaduras de segundo grado en 60 segundos.<br>• A 36 metros (2,0 kw/m2) Dolor en 60 segundos. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **PERSONAL:**<br>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento.<br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 16 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 23 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 36 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-01** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-01-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **POBLACIÓN:**<br><br>No se esperan afectaciones a la población debido a que las zonas de alto riesgo y amortiguamiento no llegan a ningún centro de población. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Las afectaciones al medio ambiente serían por emisiones de gases de efecto invernadero como metano CH4 y dióxido de carbono CO2. | |
| **PRODUCCIÓN/INSTALACIÓN:**<br><br>No se esperan afectaciones a la producción y/o instalaciones debido a que las zonas de alto riesgo y amortiguamiento no llegan a ningún centro de población, como se puede observar en los resultados de la simulación, las zonas de afectación únicamente se presentan en un estacionamiento donde se almacenan parcialmente vehículos nuevos para su transporte y distribución, sin embargo dicho lugar no se llena al máximo de su capacidad, y la zona de afectación se presenta en un área alejada de zonas con actividad.<br><br>**A continuación, e mue tra a manera de ejemplo la con ecuencia que e pre entarían en ca o de que en la zona de afectación se encontrará en una zona más habitada:**<br><br>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 5 kW/m2 hasta los 10 kW/m2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:<br><br>• A 11,7 kW/m2. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica, | |

| **ESCENARIO FTA-VER-01** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-01-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| • A 12,5 kW/m2. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos,<br>• A 25 kW/m2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,<br>• A 37,5 kW/m2. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,<br>• A 40 kW/m2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,<br>• A 60 kW/m2. Máxima radiación tolerable por el cemento,<br>• A 200 kW/m2. Debilitamiento del hormigón armado.<br><br>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran entre 2 kW/m2 a 10 kW/m2, la afectación no sería suficiente para generar un daño mayor. Así mismo este evento derivaría en un gasto económico para la empresa debido a que se tendría que estar comprando el gas mientras se rehabilitan los componentes. | |

**Tabla. 2.** Escenario de riesgo 1 – Consecuencia 1 FTA-VER-01-01

| **FTA-VER-01-02-SOBREPRESIÓN** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br><br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br><br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br><br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br><br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 3.** Escenario de riesgo 1 – Consecuencia 2 FTA-VER-01-02

| **FTA-VER-01-03-DISPERSIÓN TÓXICA** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 4.** Escenario de riesgo 1 – Consecuencia 3 FTA-VER-01-03

## VI.2.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 2 (FTA-VER-02)

| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-02 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave del escenario de riesgo** | **Kilometro y/o cadenamiento** | **Sustancia involucrada.** | **Sitios o equipos que pueden ser afectados** | **Distancia** | **Sistemas de seguridad y medidas preventivas.** |
| FTA-VER-02-RADIACIÓN TÉRMICA | 0+091.41 F | GAS NATURAL | Zonas parcelarias. | 36 m | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | | 16 m | |
| | | | | 23 m | |
| FTA-VER-02-SOBREPRESIÓN | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos de explosión por sobrepresión en esta área. | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| FTA-VER-02-DISPERSIÓN TOXICA | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos por dispersión de nube tóxica en esta área. | 17 m | |
| | | | | 22 m | |
| | | | | 41 m | |

**Tabla. 5.** Análisis de vulnerabilidad FTA-VER-02

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

| **ESCENARIO FTA-VER-02** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-02-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo, obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:<br>• A 16 metros (10,0 kw/m2) es potencialmente letal en 60 segundos.<br>• A 23 metros (5,0 kw/m2) quemaduras de segundo grado en 60 segundos.<br>• A 36 metros (2,0 kw/m2) Dolor en 60 segundos. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos |
| **PERSONAL:**<br><br>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento.<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 16 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 23 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 36 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-02** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-02-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **POBLACIÓN:**<br><br>No se esperan afectaciones a la población debido a que las zonas de alto riesgo y amortiguamiento no llegan a ningún centro de población. | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **AMBIENTE:**<br><br>Las afectaciones al medio ambiente serían por emisiones de gases de efecto invernadero como metano CH4 y dióxido de carbono CO2. | |
| **PRODUCCIÓN/INSTALACIÓN:**<br><br>No se esperan afectaciones a la producción y/o instalaciones debido a que las zonas de alto riesgo y amortiguamiento no llegan a ningún centro de población, como se puede observar en los resultados de la simulación, las zonas de afectación únicamente se presentan en zonas parcelarias, sin embargo, en dicho lugar no se encuentran personas o infraestructura que pudiera ser dañada, y la zona de afectación se presenta en un área alejada de zonas con actividad.<br><br>**A continuación, se muestra a manera de ejemplo las consecuencias que se presentarían en caso de que en la zona de afectación se encontrará en una zona más habitada:**<br><br>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción. Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 5 kW/m2 hasta los 10 kW/m2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:<br><br>• A 11,7 kW/m2. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica,<br>• A 12,5 kW/m2. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, | |

| **ESCENARIO FTA-VER-02** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-02-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| • A 25 kW/m2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,<br>• A 37,5 kW/m2. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,<br>• A 40 kW/m2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,<br>• A 60 kW/m2. Máxima radiación tolerable por el cemento,<br>• A 200 kW/m2. Debilitamiento del hormigón armado.<br><br>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran entre 2 kW/m2 a 10 kW/m2, la afectación no sería suficiente para generar un daño mayor. Así mismo este evento derivaría en un gasto económico para la empresa debido a que se tendría que estar comprando el gas mientras se rehabilitan los componentes. | |

**Tabla. 6.** Escenario de riesgo 2 – Consecuencia 1 FTA-VER-02-01

| FTA-VER-02-02-SOBREPRESIÓN | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br><br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br><br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br><br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br><br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 7.** Escenario de riesgo 2 – Consecuencia 2 FTA-VER-02-02

| **FTA-VER-02-03-DISPERSIÓN TÓXICA** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 8.** Escenario de riesgo 2 – Consecuencia 3 FTA-VER-02-03

## VI.2.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 3 (FTA-VER-03)

| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-03 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave del escenario de riesgo** | **Kilometro y/o cadenamiento** | **Sustancia involucrada.** | **Sitios o equipos que pueden ser afectados** | **Distancia** | **Sistemas de seguridad y medidas preventivas.** |
| FTA-VER-03-01-RADIACIÓN TÉRMICA | 0+232.92 AL 0+120.09 AK 0+115.47 BC | GAS NATURAL | Parque municipal, Salón de fiestas, infraestructura | 26 m | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | | 12 m | |
| | | | | 17 m | |
| FTA-VER-03-02-SOBREPRESIÓN | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos de explosión por sobrepresión en esta área. | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| FTA-VER-03-03-DISPERSIÓN TOXICA | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos por dispersión de nube tóxica en esta área. | 0 m | |
| | | | | 0 m | |
| | | | | 0 m | |

**Tabla. 9.** Análisis de vulnerabilidad FTA-VER-03

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

| **ESCENARIO FTA-VER-03** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-03-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo, obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:<br>• A 12 metros (10,0 kw/m2) es potencialmente letal en 60 segundos.<br>• A 17 metros (5,0 kw/m2) quemaduras de segundo grado en 60 segundos.<br>• A 26 metros (2,0 kw/m2) Dolor en 60 segundos. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **PERSONAL:**<br><br>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento.<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 12 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 17 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 26 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-03** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-03-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 12 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 17 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 26 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Las afectaciones al medio ambiente serían por emisiones de gases de efecto invernadero como metano CH4 y dióxido de carbono CO2. | |

| ESCENARIO FTA-VER-03 | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-03-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN:**<br><br>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción ya que la simulación se realizó en una zona urbana. Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 2 kW/m2 hasta los 10 kW/m2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:<br><br>• A 11,7 kW/m2. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica,<br>• A 12,5 kW/m2. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos,<br>• A 25 kW/m2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,<br>• A 37,5 kW/m2. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,<br>• A 40 kW/m2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,<br>• A 60 kW/m2. Máxima radiación tolerable por el cemento,<br>• A 200 kW/m2. Debilitamiento del hormigón armado.<br><br>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran entre 2 kW/m2 a 10 kW/m2, la afectación no sería suficiente para generar un daño mayor. Así mismo este evento derivaría en un gasto económico para la empresa debido a que se tendría que estar comprando el gas mientras se rehabilitan los componentes. | |

**Tabla. 10.** Escenario de riesgo 3 – Consecuencia 1 FTA-VER-03-01

| **FTA-VER-02-02-SOBREPRESIÓN** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.** | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **PERSONAL:**<br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | |
| **POBLACIÓN:**<br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | |
| **AMBIENTE:**<br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | |

**Tabla. 11.** Escenario de riesgo 3 – Consecuencia 2 FTA-VER-03-02

| **FTA-VER-02-03-DISPERSIÓN TÓXICA** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br><br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br><br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br><br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br><br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 12.** Escenario de riesgo 3 – Consecuencia 3 FTA-VER-03-03

## VI.2.4. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 4 (FTA-VER-04)

| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-04 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave del escenario de riesgo** | **Kilometro y/o cadenamiento** | **Sustancia involucrada.** | **Sitios o equipos que pueden ser afectados** | **Distancia** | **Sistemas de seguridad y medidas preventivas.** |
| FTA-VER-04-01-RADIACIÓN TÉRMICA | 0+069.34 A | GAS NATURAL | Industria Nestlé, Áreas Parcelarias | 81 m | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | | 37 m | |
| | | | | 52 m | |
| FTA-VER-04-02-SOBREPRESIÓN | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos de explosión por sobrepresión en esta área. | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| FTA-VER-04-03-DISPERSIÓN TOXICA | | | Industria Nestlé, Áreas Parcelarias | 40 m | |
| | | | | 52 m | |
| | | | | 99 m | |

**Tabla. 13.** Análisis de vulnerabilidad FTA-VER-04

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

| **ESCENARIO FTA-VER-04** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-04-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo, obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:<br>• A 37 metros (10,0 kw/m2) es potencialmente letal en 60 segundos.<br>• A 52 metros (5,0 kw/m2) quemaduras de segundo grado en 60 segundos.<br>• A 81 metros (2,0 kw/m2) Dolor en 60 segundos. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **PERSONAL:**<br><br>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento.<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 37 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 52 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 81 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-04** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-04-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 37 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 52 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 81 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Las afectaciones al medio ambiente serían por emisiones de gases de efecto invernadero como metano CH4 y dióxido de carbono CO2. | |

| ESCENARIO FTA-VER-04 | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-04-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN:**<br><br>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción ya que la simulación se realizó en una zona urbana. Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 2 kW/m2 hasta los 10 kW/m2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:<br><br>• A 11,7 kW/m2. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica,<br>• A 12,5 kW/m2. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos,<br>• A 25 kW/m2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,<br>• A 37,5 kW/m2. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,<br>• A 40 kW/m2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,<br>• A 60 kW/m2. Máxima radiación tolerable por el cemento,<br>• A 200 kW/m2. Debilitamiento del hormigón armado.<br><br>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran entre 2 kW/m2 a 10 kW/m2, la afectación no sería suficiente para generar un daño mayor. Así mismo este evento derivaría en un gasto económico para la empresa debido a que se tendría que estar comprando el gas mientras se rehabilitan los componentes. | |

**Tabla. 14.** Escenario de riesgo 4 – Consecuencia 1 FTA-VER-04-01

| **FTA-VER-04-02-SOBREPRESIÓN** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 15.** Escenario de riesgo 4 – Consecuencia 2 FTA-VER-04-02

| **FTA-VER-04-03-DISPERSIÓN TÓXICA** | |
|---|---|
| • **Los niveles de toxicidad obtenidos para el presente evento causarán daños en personas, la población o ambiente de acuerdo a los siguientes datos:**<br><br>A 5000 ppm o más constituye un peligro inmediato para la vida y la salud.<br>Sin embargo, de acuerdo a la simulación realzada no se superan estos límites. | |
| **PERSONAL:**<br><br>El personal expuesto a este escenario sería aquel que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento. La afectación a las personas que se encuentren en un radio de hasta 99 m pueden tener dificultad respiratoria por el desplazamiento del oxígeno o en su defecto alguna situación letal con base al tiempo de exposición. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Este tipo de evento provocaría nubes tóxicas para lo que dependiendo de la dirección de la fuga sería la afectación a la población, en este caso como podemos ver en la simulación, la zona de amortiguamiento se desarrolla en dirección a la unidad de trabajo de Nestlé, sin embargo se tiene como tiempo de duración de la fuga de 1 hora; tomando en cuenta este tiempo, el tiempo de respuesta del equipos de mantenimiento y los sistemas y procedimientos de seguridad con los que cuenta GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V. podemos concluir que esta nube tóxica no alcanzaría a llegar a estos niveles, por lo que no causarían un mayor daño. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Nubes tóxicas, emisiones de gases contaminantes si llegase a incendiarse. | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br><br>Pérdidas económicas derivadas de evacuación del personal y paro de producción para evaluación y reparaciones. | |

**Tabla. 16.** Escenario de riesgo 4 – Consecuencia 3 FTA-VER-04-03

## VI.2.5. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 5 (FTA-VER-05)

| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-05 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave del escenario de riesgo** | **Kilometro y/o cadenamiento** | **Sustancia involucrada.** | **Sitios o equipos que pueden ser afectados** | **Distancia** | **Sistemas de seguridad y medidas preventivas.** |
| FTA-VER-05-01-RADIACIÓN TÉRMICA | 0+000.00 DD | GAS NATURAL | Zona Urbana, Pequeños negocios, casa habitación. | 26 m | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | | 37 m | |
| | | | | 58 m | |
| FTA-VER-05-02-SOBREPRESIÓN | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos de explosión por sobrepresión en esta área. | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| FTA-VER-05-03-DISPERSIÓN TOXICA | | | Zona Urbana, Pequeños negocios, casa habitación. | 28 m | |
| | | | | 37 m | |
| | | | | 69 m | |

**Tabla. 17.** Análisis de vulnerabilidad FTA-VER-05

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

| **ESCENARIO FTA-VER-05** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-05-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo, obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:<br>• A 26 metros (10,0 kw/m2) es potencialmente letal en 60 segundos.<br>• A 37 metros (5,0 kw/m2) quemaduras de segundo grado en 60 segundos.<br>• A 58 metros (2,0 kw/m2) Dolor en 60 segundos. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **PERSONAL:**<br>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento.<br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 26 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 37 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 58 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-05** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-05-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 26 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 37 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 58 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Las afectaciones al medio ambiente serían por emisiones de gases de efecto invernadero como metano CH4 y dióxido de carbono CO2. | |

| ESCENARIO FTA-VER-05 | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-05-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN:**<br><br>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción ya que la simulación se realizó en una zona urbana. Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 2 kW/m2 hasta los 10 kW/m2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:<br><br>• A 11,7 kW/m2. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica,<br>• A 12,5 kW/m2. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos,<br>• A 25 kW/m2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,<br>• A 37,5 kW/m2. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,<br>• A 40 kW/m2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,<br>• A 60 kW/m2. Máxima radiación tolerable por el cemento,<br>• A 200 kW/m2. Debilitamiento del hormigón armado.<br><br>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran entre 2 kW/m2 a 10 kW/m2, la afectación no sería suficiente para generar un daño mayor. Así mismo este evento derivaría en un gasto económico para la empresa debido a que se tendría que estar comprando el gas mientras se rehabilitan los componentes. | |

**Tabla. 18.** Escenario de riesgo 5 – Consecuencia 1 FTA-VER-05-01

| **FTA-VER-05-02-SOBREPRESIÓN** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 19.** Escenario de riesgo 5 – Consecuencia 2 FTA-VER-05-02

| **FTA-VER-05-03-DISPERSIÓN TÓXICA** | |
|---|---|
| • **Los niveles de toxicidad obtenidos para el presente evento causarán daños en personas, la población o ambiente de acuerdo a los siguientes datos:**<br><br>A 5000 ppm o más constituye un peligro inmediato para la vida y la salud.<br>Sin embargo, de acuerdo a la simulación realzada no se superan estos límites. | |
| **PERSONAL:**<br><br>El personal expuesto a este escenario sería aquel que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento. La afectación a las personas que se encuentren en un radio de hasta 69 m pueden tener dificultad respiratoria por el desplazamiento del oxígeno o en su defecto alguna situación letal con base al tiempo de exposición. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Este tipo de evento provocaría nubes tóxicas para lo que dependiendo de la dirección de la fuga sería la afectación a la población, en este caso como podemos ver en la simulación, la zona de amortiguamiento se desarrolla en una zona urbanizada, sin embargo se tiene como tiempo de duración de la fuga de 1 hora y no se presentan zonas de riesgo, únicamente de amortiguamiento; tomando en cuenta este tiempo, el tiempo de respuesta del equipos de mantenimiento y los sistemas y procedimientos de seguridad con los que cuenta GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V. podemos concluir que esta nube tóxica no alcanzaría a llegar a estos niveles, por lo que no causarían un mayor daño. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Nubes tóxicas, emisiones de gases contaminantes si llegase a incendiarse. | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br><br>Pérdidas económicas derivadas de evacuación del personal y paro de producción para evaluación y reparaciones. | |

**Tabla. 20.** Escenario de riesgo 5 – Consecuencia 3 FTA-VER-05-03

## VI.2.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 6 (FTA-VER-06)

| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-06 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave del escenario de riesgo** | **Kilometro y/o cadenamiento** | **Sustancia involucrada.** | **Sitios o equipos que pueden ser afectados** | **Distancia** | **Sistemas de seguridad y medidas preventivas.** |
| FTA-VER-06-01-RADIACIÓN TÉRMICA | 0+000.00 D 0+010.06 D | GAS NATURAL | Industrias Pilgrims | 16 m | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | | 23 m | |
| | | | | 36 m | |
| FTA-VER-06-02-SOBREPRESIÓN | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos de explosión por sobrepresión en esta área. | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| FTA-VER-06-03-DISPERSIÓN TOXICA | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos por dispersión de nube tóxica en esta área. | 0 m | |
| | | | | 0 m | |
| | | | | 0 m | |

**Tabla. 21.** Análisis de vulnerabilidad FTA-VER-06

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

| **ESCENARIO FTA-VER-06** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-06-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo, obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:<br>• A 16 metros (10,0 kw/m2) es potencialmente letal en 60 segundos.<br>• A 23 metros (5,0 kw/m2) quemaduras de segundo grado en 60 segundos.<br>• A 36 metros (2,0 kw/m2) Dolor en 60 segundos. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **PERSONAL:**<br><br>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento.<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 16 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 23 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 36 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-06** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-06-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 16 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 23 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 36 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Las afectaciones al medio ambiente serían por emisiones de gases de efecto invernadero como metano CH4 y dióxido de carbono CO2. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-06** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-06-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN:**<br><br>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción ya que la simulación se realizó en una zona urbana. Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 2 kW/m2 hasta los 10 kW/m2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:<br><br>• A 11,7 kW/m2. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica,<br>• A 12,5 kW/m2. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos,<br>• A 25 kW/m2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,<br>• A 37,5 kW/m2. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,<br>• A 40 kW/m2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,<br>• A 60 kW/m2. Máxima radiación tolerable por el cemento,<br>• A 200 kW/m2. Debilitamiento del hormigón armado.<br><br>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran entre 2 kW/m2 a 10 kW/m2, la afectación no sería suficiente para generar un daño mayor. Así mismo este evento derivaría en un gasto económico para la empresa debido a que se tendría que estar comprando el gas mientras se rehabilitan los componentes. | |

**Tabla. 22.** Escenario de riesgo 6 – Consecuencia 1 FTA-VER-06-01

| **FTA-VER-06-02-SOBREPRESIÓN** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 23.** Escenario de riesgo 6 – Consecuencia 2 FTA-VER-06-02

| **FTA-VER-06-03-DISPERSIÓN TÓXICA** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br><br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br><br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br><br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br><br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 24.** Escenario de riesgo 6 – Consecuencia 3 FTA-VER-06-03

## VI.2.7. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 7 (FTA-VER-07)

| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-07 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave del escenario de riesgo** | **Kilometro y/o cadenamiento** | **Sustancia involucrada.** | **Sitios o equipos que pueden ser afectados** | **Distancia** | **Sistemas de seguridad y medidas preventivas.** |
| FTA-VER-07-01-RADIACIÓN TÉRMICA | 0+989.73 L 0+000.00 BN | GAS NATURAL | Zona Urbana, pequeños negocios, casa habitación. | 16 m | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | | 23 m | |
| | | | | 37 m | |
| FTA-VER-07-02-SOBREPRESIÓN | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos de explosión por sobrepresión en esta área. | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| FTA-VER-07-03-DISPERSIÓN TOXICA | | | Zona Urbana, pequeños negocios, casa habitación. | 14 m | |
| | | | | 19 m | |
| | | | | 35 m | |

**Tabla. 25.** Análisis de vulnerabilidad FTA-VER-07

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

| **ESCENARIO FTA-VER-07** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-07-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo, obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:<br>• A 16 metros (10,0 kw/m2) es potencialmente letal en 60 segundos.<br>• A 23 metros (5,0 kw/m2) quemaduras de segundo grado en 60 segundos.<br>• A 37 metros (2,0 kw/m2) Dolor en 60 segundos. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **PERSONAL:**<br><br>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento.<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 16 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 23 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 37 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-07** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-07-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 16 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 23 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 37 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Las afectaciones al medio ambiente serían por emisiones de gases de efecto invernadero como metano CH4 y dióxido de carbono CO2. | |

| ESCENARIO FTA-VER-07 | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-07-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN:**<br><br>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción ya que la simulación se realizó en una zona urbana. Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 2 kW/m2 hasta los 10 kW/m2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:<br><br>• A 11,7 kW/m2. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica,<br>• A 12,5 kW/m2. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos,<br>• A 25 kW/m2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,<br>• A 37,5 kW/m2. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,<br>• A 40 kW/m2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,<br>• A 60 kW/m2. Máxima radiación tolerable por el cemento,<br>• A 200 kW/m2. Debilitamiento del hormigón armado.<br><br>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran entre 2 kW/m2 a 10 kW/m2, la afectación no sería suficiente para generar un daño mayor. Así mismo este evento derivaría en un gasto económico para la empresa debido a que se tendría que estar comprando el gas mientras se rehabilitan los componentes. | |

**Tabla. 26.** Escenario de riesgo 7 – Consecuencia 1 FTA-VER-07-01

| **FTA-VER-07-02-SOBREPRESIÓN** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 27.** Escenario de riesgo 7 – Consecuencia 2 FTA-VER-07-02

| **FTA-VER-07-03-DISPERSIÓN TÓXICA** | |
|---|---|
| • **Los niveles de toxicidad obtenidos para el presente evento causarán daños en personas, la población o ambiente de acuerdo a los siguientes datos:**<br><br>A 5000 ppm o más constituye un peligro inmediato para la vida y la salud.<br>Sin embargo, de acuerdo a la simulación realzada no se superan estos límites. | |
| **PERSONAL:**<br><br>El personal expuesto a este escenario sería aquel que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento. La afectación a las personas que se encuentren en un radio de hasta 37 m pueden tener dificultad respiratoria por el desplazamiento del oxígeno o en su defecto alguna situación letal con base al tiempo de exposición. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Este tipo de evento provocaría nubes tóxicas para lo que dependiendo de la dirección de la fuga sería la afectación a la población, en este caso como podemos ver en la simulación, la zona de amortiguamiento se desarrolla en una zona urbanizada, sin embargo se tiene como tiempo de duración de la fuga de 1 hora y no se presentan zonas de riesgo, únicamente de amortiguamiento; tomando en cuenta este tiempo, el tiempo de respuesta del equipos de mantenimiento y los sistemas y procedimientos de seguridad con los que cuenta GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V. podemos concluir que esta nube tóxica no alcanzaría a llegar a estos niveles, por lo que no causarían un mayor daño. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Nubes tóxicas, emisiones de gases contaminantes si llegase a incendiarse. | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br><br>Pérdidas económicas derivadas de evacuación del personal y paro de producción para evaluación y reparaciones. | |

**Tabla. 28.** Escenario de riesgo 7 – Consecuencia 3 FTA-VER-07-03

## VI.2.8. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 8 (FTA-VER-08)

| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-08 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave del escenario de riesgo** | **Kilometro y/o cadenamiento** | **Sustancia involucrada.** | **Sitios o equipos que pueden ser afectados** | **Distancia** | **Sistemas de seguridad y medidas preventivas.** |
| FTA-VER-08-01-RADIACIÓN TÉRMICA | 0+000.00 AQ | GAS NATURAL | Zona Urbana, pequeños negocios, casa habitación | 10 m | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | | 11 m | |
| | | | | 17 m | |
| FTA-VER-08-02-SOBREPRESIÓN | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos de explosión por sobrepresión en esta área. | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| FTA-VER-08-03-DISPERSIÓN TOXICA | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos por dispersión de nube tóxica en esta área. | 0 m | |
| | | | | 0 m | |
| | | | | 0 m | |

**Tabla. 29.** Análisis de vulnerabilidad FTA-VER-08

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

| **ESCENARIO FTA-VER-08** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-08-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo, obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:<br>• A 10 metros (10,0 kw/m2) es potencialmente letal en 60 segundos.<br>• A 11 metros (5,0 kw/m2) quemaduras de segundo grado en 60 segundos.<br>• A 17 metros (2,0 kw/m2) Dolor en 60 segundos. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **PERSONAL:**<br><br>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento.<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 10 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 11 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 17 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-08** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-08-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 10 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 11 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 17 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Las afectaciones al medio ambiente serían por emisiones de gases de efecto invernadero como metano CH4 y dióxido de carbono CO2. | |

| ESCENARIO FTA-VER-08 | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-08-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN:**<br><br>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción ya que la simulación se realizó en una zona urbana. Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 2 kW/m2 hasta los 10 kW/m2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:<br><br>• A 11,7 kW/m2. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica,<br>• A 12,5 kW/m2. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos,<br>• A 25 kW/m2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,<br>• A 37,5 kW/m2. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,<br>• A 40 kW/m2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,<br>• A 60 kW/m2. Máxima radiación tolerable por el cemento,<br>• A 200 kW/m2. Debilitamiento del hormigón armado.<br><br>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran entre 2 kW/m2 a 10 kW/m2, la afectación no sería suficiente para generar un daño mayor. Así mismo este evento derivaría en un gasto económico para la empresa debido a que se tendría que estar comprando el gas mientras se rehabilitan los componentes. | |

**Tabla. 30.** Escenario de riesgo 8 – Consecuencia 1 FTA-VER-08-01

| **FTA-VER-08-02-SOBREPRESIÓN** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 31.** Escenario de riesgo 8 – Consecuencia 2 FTA-VER-08-02

| FTA-VER-08-03-DISPERSIÓN TÓXICA | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br><br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br><br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br><br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br><br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 32.** Escenario de riesgo 8 – Consecuencia 3 FTA-VER-08-03

## VI.2.9. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL ESCENARIO 9 (FTA-VER-09)

| ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FTA-VER-09 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Clave del escenario de riesgo** | **Kilometro y/o cadenamiento** | **Sustancia involucrada.** | **Sitios o equipos que pueden ser afectados** | **Distancia** | **Sistemas de seguridad y medidas preventivas.** |
| FTA-VER-09-01-RADIACIÓN TÉRMICA | 0+099.20 DN | GAS NATURAL | Zona Urbana, pequeños negocios, casa habitación | 10 m | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| | | | | 10 m | |
| | | | | 11 m | |
| FTA-VER-09-02-SOBREPRESIÓN | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos de explosión por sobrepresión en esta área. | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| | | | | 0 M | |
| FTA-VER-09-03-DISPERSIÓN TOXICA | | | Derivado de las simulaciones presentadas en el capítulo V de este proyecto; no se presentan riesgos por dispersión de nube tóxica en esta área. | 0 m | |
| | | | | 0 m | |
| | | | | 0 m | |

**Tabla. 33.** Análisis de vulnerabilidad FTA-VER-09

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que pudieran encontrarse inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

| **ESCENARIO FTA-VER-09** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-09-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo, obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:<br>• A 10 metros (10,0 kw/m2) es potencialmente letal en 60 segundos.<br>• A 10 metros (5,0 kw/m2) quemaduras de segundo grado en 60 segundos.<br>• A 11 metros (2,0 kw/m2) Dolor en 60 segundos. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |
| **PERSONAL:**<br><br>Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que se encuentre haciendo trabajos en ese momento dentro de los límites de alto riesgo y amortiguamiento.<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 10 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 10 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 11 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |

| **ESCENARIO FTA-VER-09** | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-09-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **POBLACIÓN:**<br><br>Para las personas que se encuentren dentro de la zona de alto riesgo a 10 m donde se tendría una radiación de 10 KW/m2 en donde es potencialmente letal en 60 segundos, a 10 m se tendría una radiación de 5 KW/m2 en donde se tendrían quemaduras de segundo grado en 60 segundos y a 11 metros se tendría una radiación de 2 KW/m2 donde se espera dolor a los 60 segundos. | |
| **AMBIENTE:**<br><br>Las afectaciones al medio ambiente serían por emisiones de gases de efecto invernadero como metano CH4 y dióxido de carbono CO2. | |

| ESCENARIO FTA-VER-09 | |
|---|---|
| **Receptores del riesgo** | **Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas** |
| **FTA-VER-09-01-RADIACIÓN TÉRMICA** | |
| **PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN:**<br><br>Pérdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la perdida en la producción ya que la simulación se realizó en una zona urbana. Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 2 kW/m2 hasta los 10 kW/m2), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:<br><br>• A 11,7 kW/m2. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica,<br>• A 12,5 kW/m2. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos,<br>• A 25 kW/m2. El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,<br>• A 37,5 kW/m2. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,<br>• A 40 kW/m2. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,<br>• A 60 kW/m2. Máxima radiación tolerable por el cemento,<br>• A 200 kW/m2. Debilitamiento del hormigón armado.<br><br>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran entre 2 kW/m2 a 10 kW/m2, la afectación no sería suficiente para generar un daño mayor. Así mismo este evento derivaría en un gasto económico para la empresa debido a que se tendría que estar comprando el gas mientras se rehabilitan los componentes. | |

**Tabla. 34.** Escenario de riesgo 9 – Consecuencia 1 FTA-VER-09-01

| **FTA-VER-09-02-SOBREPRESIÓN** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 35.** Escenario de riesgo 9 – Consecuencia 2 FTA-VER-09-02

| **FTA-VER-09-03-DISPERSIÓN TÓXICA** | |
|---|---|
| • **Se presenta poca probabilidad de ocurrencia.**<br><br>**PERSONAL:**<br><br>No sé esperan afectaciones al personal, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**POBLACIÓN:**<br><br>No sé esperan afectaciones a la población, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**AMBIENTE:**<br><br>No sé esperan afectaciones al medio ambiente, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia.<br><br>**PRODUCCIÓN / INSTALACIÓN**<br><br>No sé esperan afectaciones de producción y/o instalaciones, ya que se presenta poca probabilidad de ocurrencia. | • Contratación de personal calificado.<br>• Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores.<br>• Procedimientos operativos y calificación de personal técnico<br>• Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación<br>• Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de material y equipo.<br>• Dar cumplimiento con los procedimientos operativos.<br>• Monitoreo continuo de procesos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. |

**Tabla. 36.** Escenario de riesgo 9 – Consecuencia 3 FTA-VER-09-03

# CAPITULO 7

## *Proximidades con zonas vulnerables*

## ÍNDICE.

**CAPITULO 7**

VII. PROXIMIDADES CON ZONAS VULNERABLES. .....619
VII.1. PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON ZONAS VULNERABLES EN EL ENTORNO DE LA FRANJA DE 800 M. .....619
VII.2 PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON COMPONENTES AMBIENTALES FRANJA DE 800 M. .....626
VII.3. PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON INRAESTRUCTURA FRANJA DE 800 M. .....630
VII.4. USO DE SUELOS. .....635
VII.5. INSTALACIONES SUPERFICIALES. .....639

## ÍNDICE DE FIGURAS.

**FIG. 1.** FRANJA DE 800 M .....621
**FIG. 2.** ZONAS VULNERABLES.....622
**FIG. 3.** FRANJA DE 800 M CON ZONAS VULNERABLES .....623
**FIG. 4.** ZONAS VULNERABLES -1 .....624
**FIG. 5.** ZONAS VULNERABLES -2 .....625
**FIG. 6.** FRANJA DE 800 M CON COMPONENTES AMBIENTALES. .....627
**FIG. 7.** FRANJA DE 800 M CON COMPONENTES AMBIENTALES - 1. .....628
**FIG. 8.** FRANJA DE 800 M CON COMPONENTES AMBIENTALES - 2. .....629
**FIG. 9.** FRANJA DE 800 M CON CRUCES CARRETEROS. .....631
**FIG. 10.** FRANJA DE 800 M CON CRUCES CARRETEROS - 1. .....632
**FIG. 11.** FRANJA DE 800 M CON CRUCES FERROVIARIOS. .....633
**FIG. 12.** FRANJA DE 800 M CON CRUCES FERROVIARIOS - 1. .....634
**FIG. 13.** USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE INEGI EN EL ESTADO DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE. .....636
**FIG. 14.** MAPA DE SUELO DOMINANTE. .....637
**FIG. 15.** MAPA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN. .....638

## ÍNDICE DE TABLAS.

**TABLA. 1.** PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON ZONAS VULNERABLES EN EL ENTORNO DE LA FRANJA DE 800 M. .....620
**TABLA. 2.** PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON COMPONENTES AMBIENTALES FRANJA DE 800 M. .....626
**TABLA. 3.** PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON INFRAESTRUCTURA FRANJA DE 800 M. .....630
**TABLA. 4.** INSTALACIONES SUPERFICIALES: ESTACIONES DE REGULACIÓN Y DE COMPRESIÓN. .....639
**TABLA. 5.** INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO.....660

# VII. PROXIMIDADES CON ZONAS VULNERABLES.

## VII.1. PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON ZONAS VULNERABLES EN EL ENTORNO DE LA FRANJA DE 800 M.

| PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON ZONAS VULNERABLES EN EL ENTORNO DE LA FRANJA DE 800M. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tipo de zona vulnerable** | **Nombre** | **Distancia respecto al ducto (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)** | **Tipo (Proximidad o cruzamiento** | **Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)** | **km final de la proximidad o cruzamiento** |
| Industria | Jefatura Logística de Autos, Puerto de Veracruz | Próxima al S, SE, E | Proximidad | 0+000.00 A | 0+069.34 A |
| Zonas parcelarias | ND | Próxima al E, NE, N | Proximidad | 0+000.00 A | 0+069.34 A |
| Tienda de conveniencia | Oxxo Gasover | Próxima al N | Proximidad | 0+000.00 A | 0+069.34 A |
| Industria | Komatsu Veracruz | Próxima al N | Proximidad | 0+000.00 A | 0+069.34 A |
| Industria | Nestlé | Contiguo al S | Cruzamiento | 0+000.00 A | 0+069.34 A |
| Industria | Decasa Veracruz | Próximo al S | Proximidad | 0+000.00 A | 0+069.34 A |
| Zonas parcelarias | ND | Próxima al S | Proximidad | 0+000.00 A | 0+069.34 A |
| Localidad | Caños de Santa Rita | Contiguo al N | Cruzamiento | 0+000.00 B | 0+500.00 B |
| Zonas parcelarias | ND | Próxima al N | Proximidad | 0+000.00 A | 0+069.34 A |
| Indu tria | Rancho la Maravilla | Contiguo al S | Cruzamiento | 1+500 00 B | 3+000 00 B |

| PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON ZONAS VULNERABLES EN EL ENTORNO DE LA FRANJA DE 800M | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tipo de zona vulnerable** | **Nombre** | **Distancia respecto al ducto (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)** | **Tipo (Proximidad o cruzamiento** | **Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)** | **km final de la proximidad o cruzamiento** |
| Localidad | Santa Elena | Próximo al N | Proximidad | 3+500.00 B | 4+000.00 B |
| Negocio | Mariscos Omar | Contiguo | Cruzamiento | 3+500.00 B | 4+000.00 B |
| Localidad | Portezuelo | Cruzamiento | Cruzamiento | 4+500.00 B | 5+000.00 B |
| Industria | Horizon Auto Logística Puerto Veracruz | Próximo al E | Proximidad | 0+000.00 C | 0+500.00 C |
| Industria | Horizon Auto Logística PVER 2 | Contiguo al E | Cruzamiento | 0+000.00 C | 0+500.00 C |
| Localidad | Mata Lomas | Cruzamiento | Cruzamiento | 1+000.00 C | 2+500.00 C |
| Localidad | J. Moreno | Contiguo al N | Cruzamiento | 9+500.00 B | 10+000.00 B |
| Privado | Rancho San Patricio | Contigo al NO | Cruzamiento | 10+500.00 B | 11+000.00 B |
| Industria | Pilgrims | Contigo al S | Cruzamiento | 11+000.00 B | 11+500.00 B |
| Localidad | Manlio Fabio Altamirano | Cruzamiento | Cruzamiento | 11+500.00 B | 13+276.84 B |

**Tabla. 1.** Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables en el entorno de la franja de 800 m.

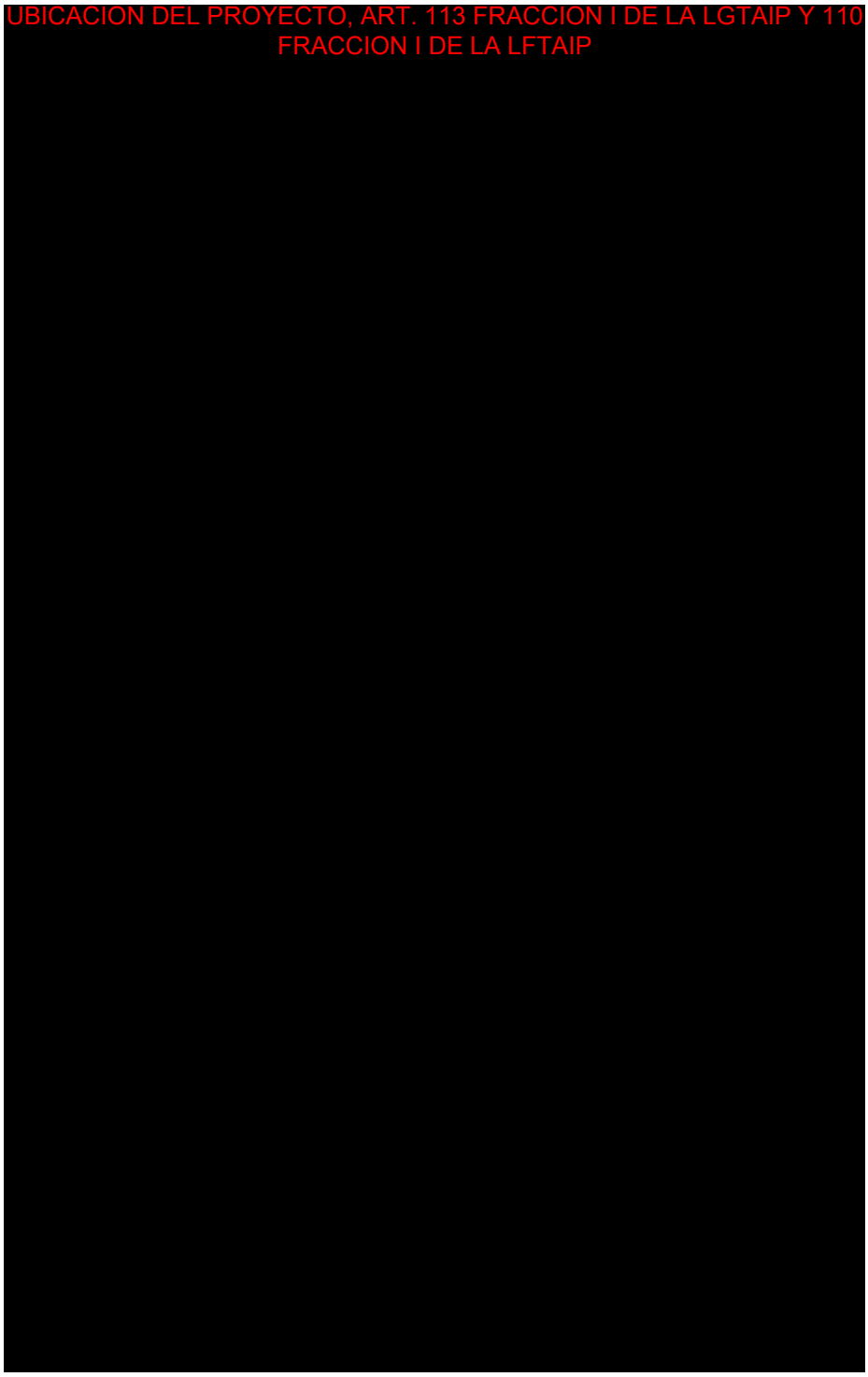



**Fig. 1.** Franja de 800 m

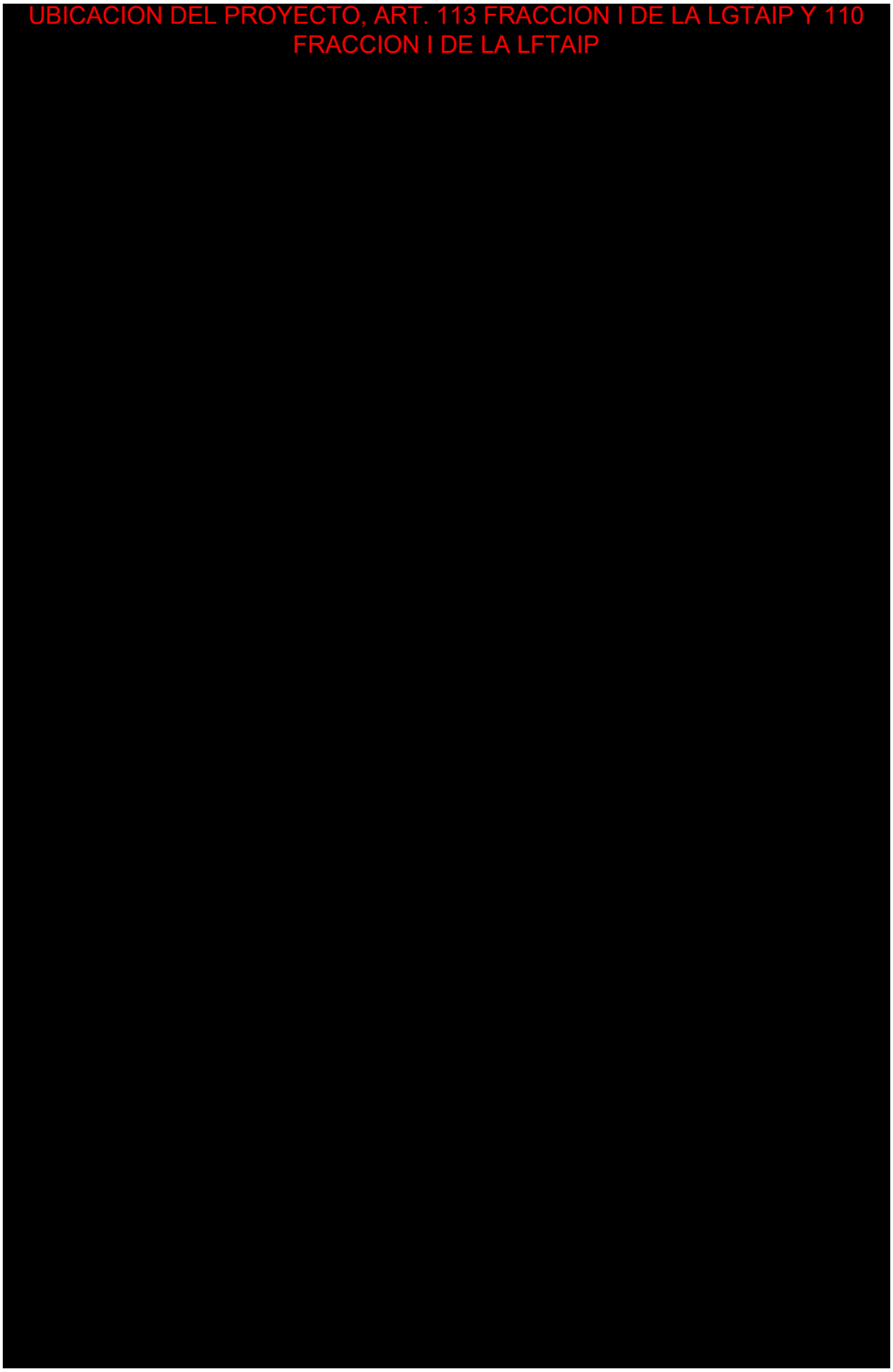



**Fig. 2.** Zonas vulnerables

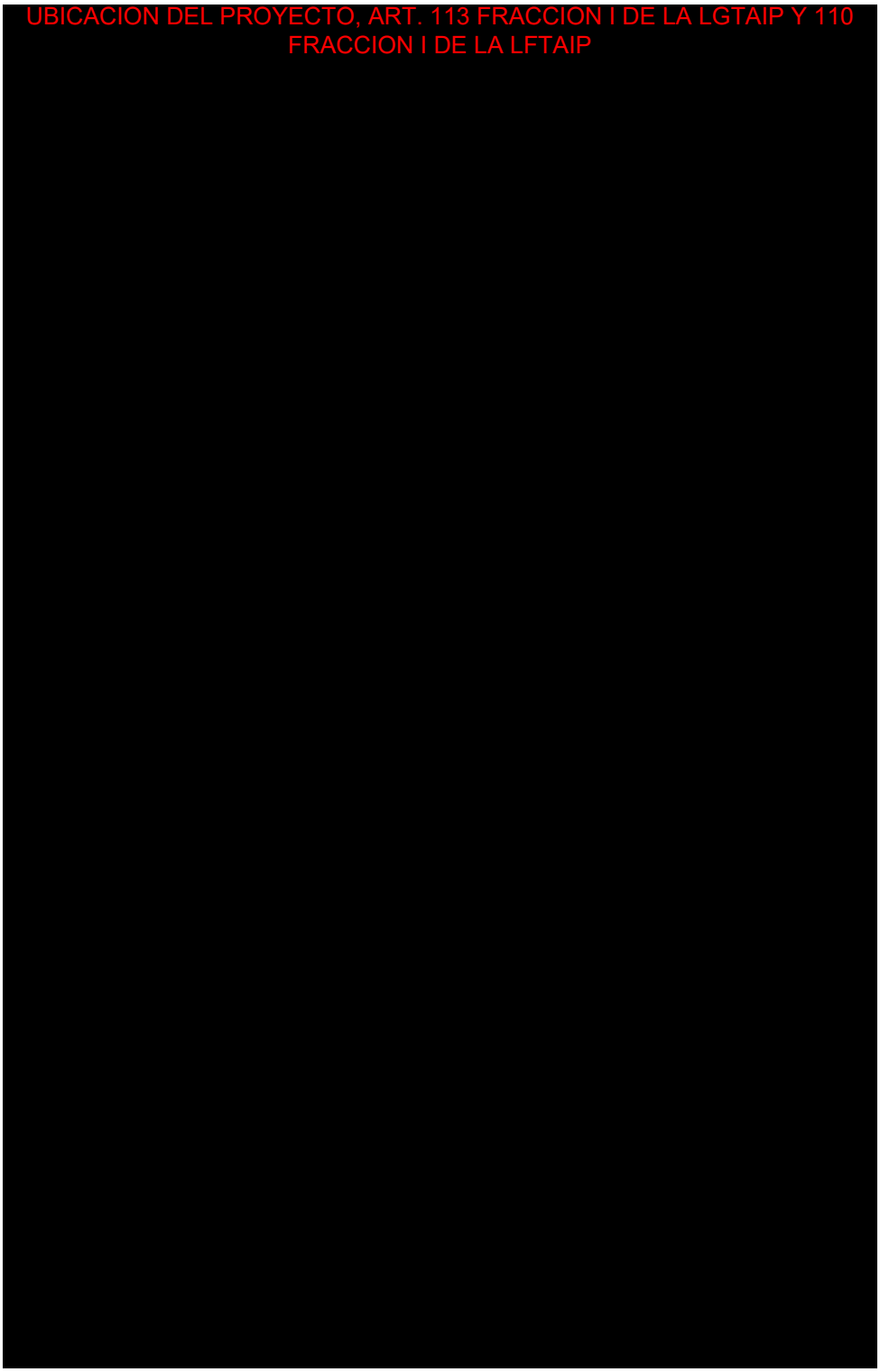



**Fig. 3.** Franja de 800 m con zonas vulnerables

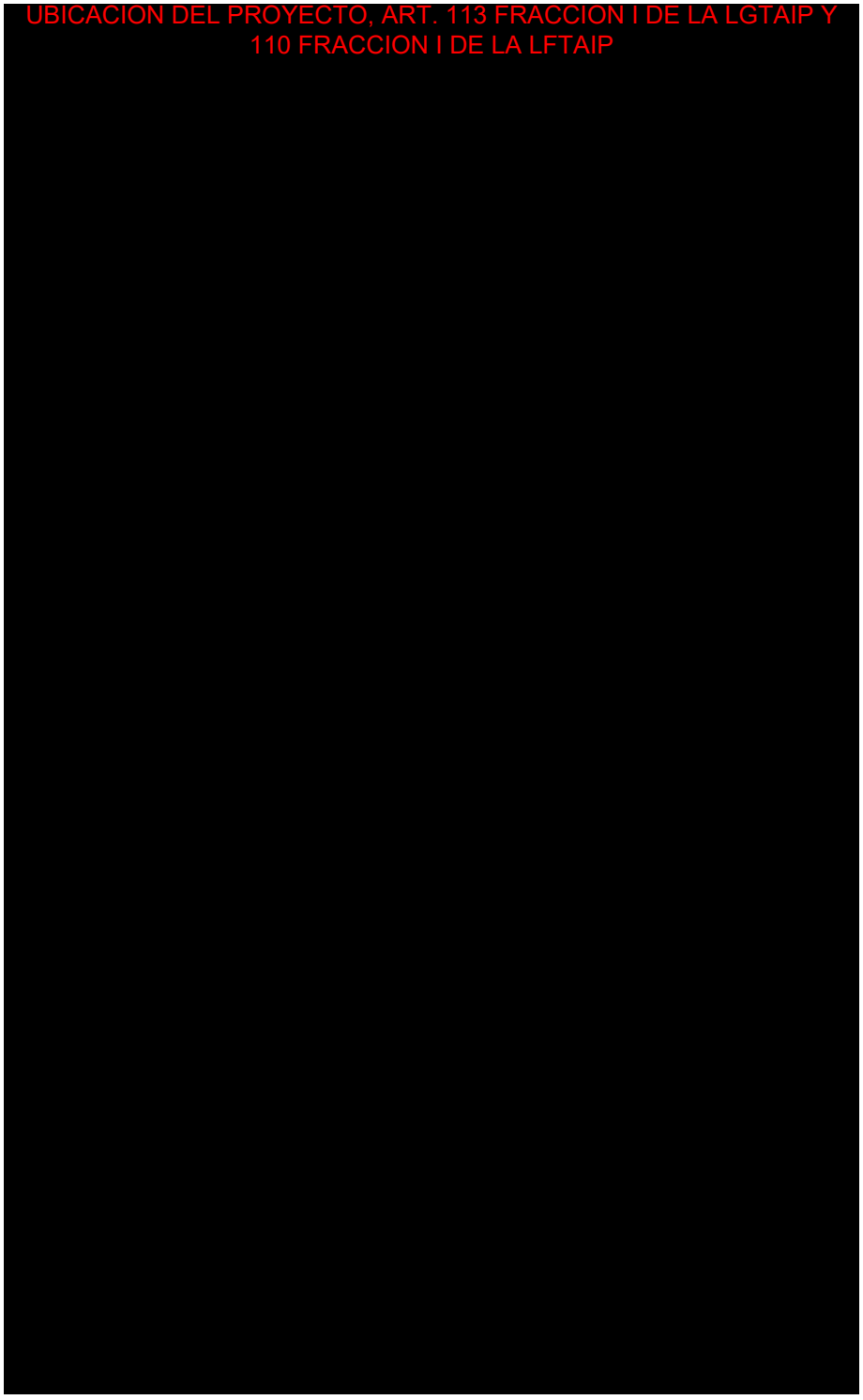



**Fig. 4.** Zonas vulnerables -1

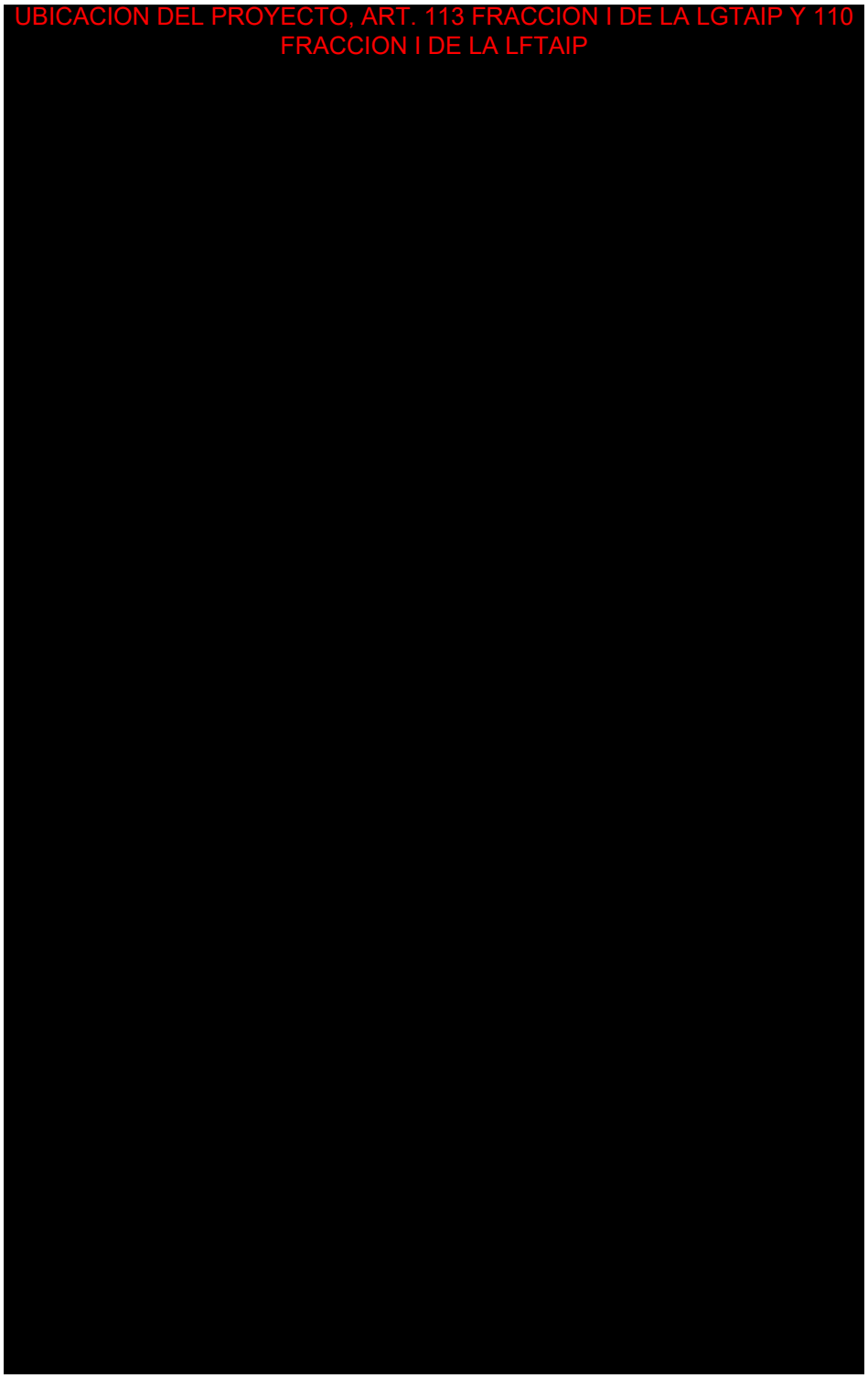



**Fig. 5.** Zonas vulnerables -2

## VII.2 PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON COMPONENTES AMBIENTALES FRANJA DE 800 M.

| PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON COMPONENTES FRANJA DE 800M | | | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | NO DE LA |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de componente ambiental** | **Descripción** | **Tipo (proximidad/ cruzamiento)** | | **Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)** |
| Escurrimiento de agua | UB-CR-CEA-01 | Cruzamiento | | 0+392.37 B |
| Escurrimiento de agua | UB-CR-CEA-02 | Cruzamiento | | 0+873.99 B |
| Escurrimiento de agua | UB-CR-CEA-03 | Cruzamiento | | 4+954.53 B |
| Escurrimiento de agua | UB-CR-CEA-04 | Cruzamiento | | 6+380.41 B |
| Escurrimiento de agua | UB-CR-CEA-05 | Cruzamiento | | 8+604.29 B |
| Escurrimiento de agua | UB-CR-CEA-06 | Cruzamiento | | 9+070.37 B |
| Escurrimiento de agua | UB-CR-CEA-07 | Cruzamiento | | 10+579.16 B |

**Tabla. 2.** Proximidades y cruzamientos con componentes ambientales franja de 800 m.

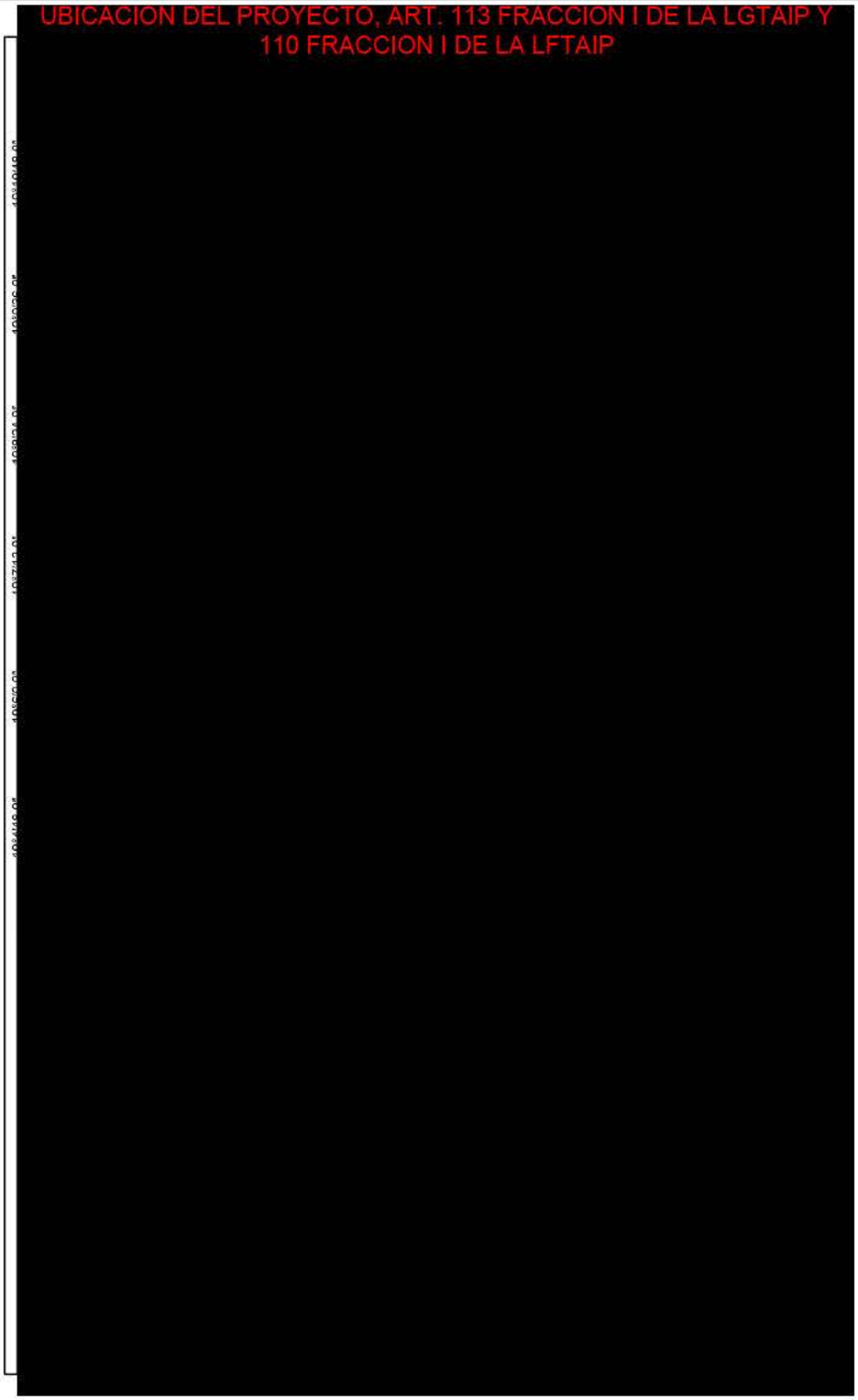



**Fig. 6.** Franja de 800 m con componentes ambientales.

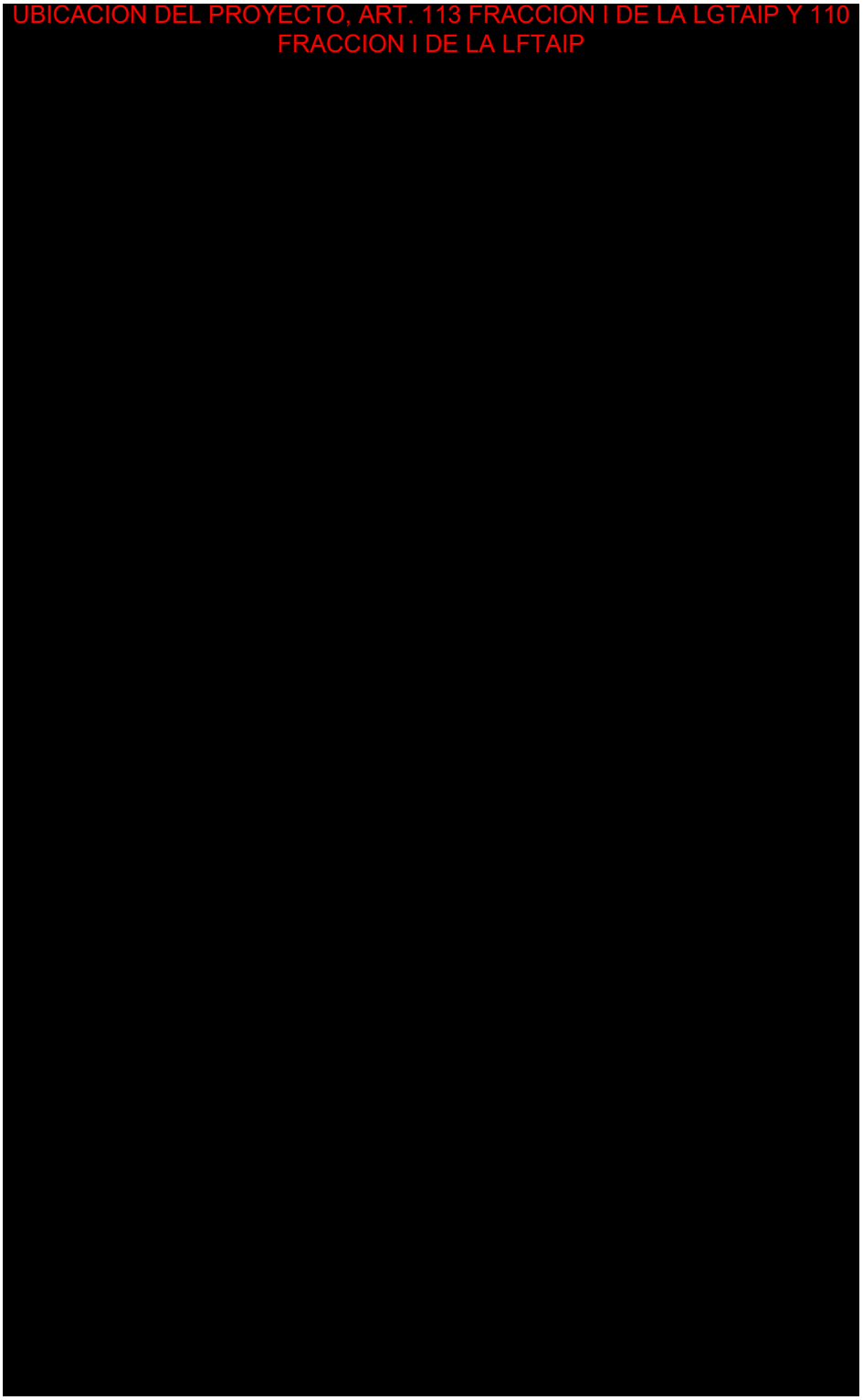



**Fig. 7.** Franja de 800 m con componentes ambientales - 1.

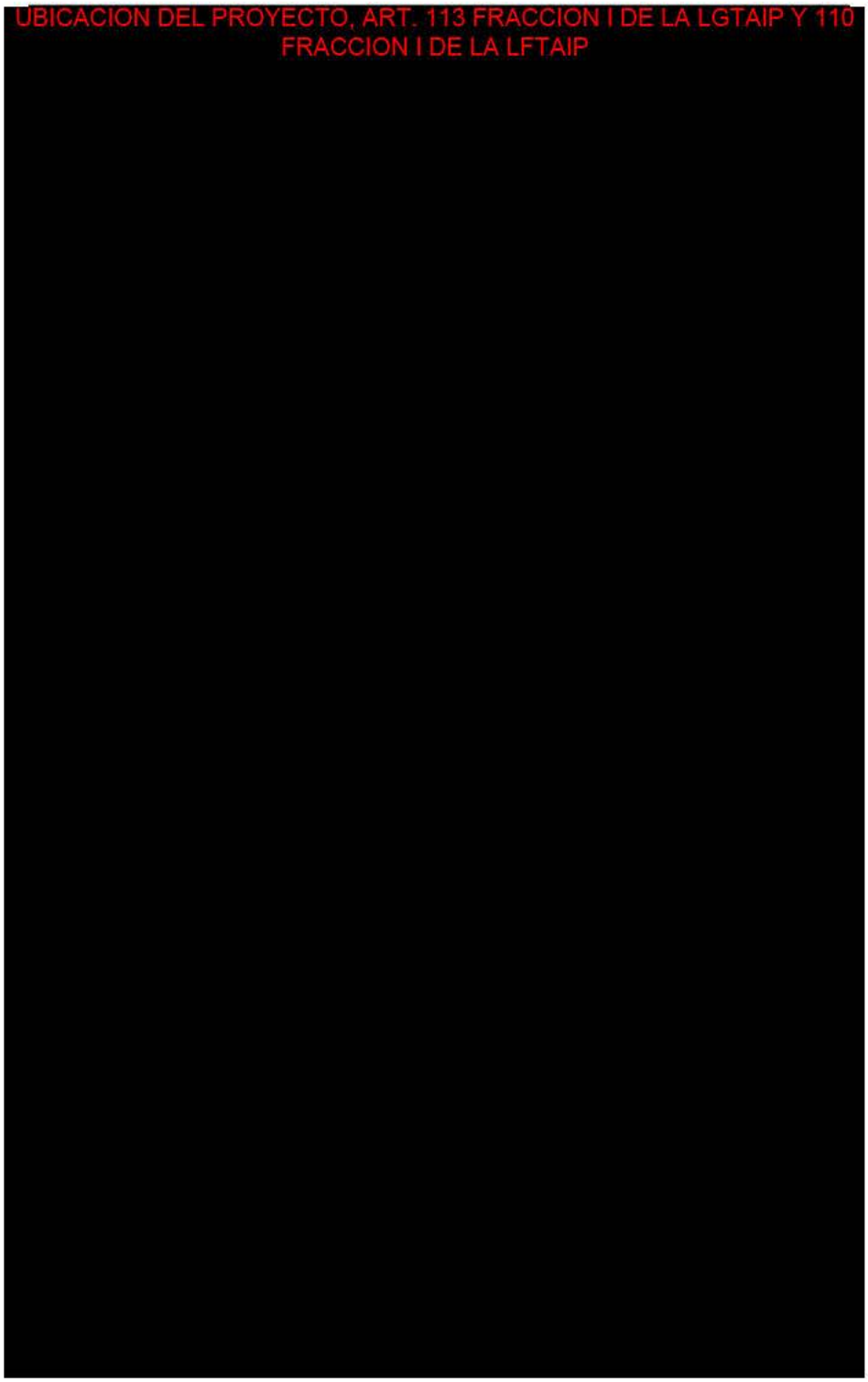



**Fig. 8.** Franja de 800 m con componentes ambientales - 2.

## VII.3. PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON INRAESTRUCTURA FRANJA DE 800 M.

| PROXIMIDADES Y CRUZAMIENTOS CON INFRAESTRU | | | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | DE 800M. |
|---|---|---|---|---|
| **Tipo de componente ambiental** | **Descripción** | **Tipo (proximidad/ cruzamiento)** | | **nal de la midad o amiento amiento)** |
| Cruce carretero | UB-CR-CCR-01 | Cruzamiento | | 53.98 B |
| Cruce carretero | UB-CR-CCR-02 | Cruzamiento | | 99.48 B |
| Cruce carretero | UB-CR-CCR-03 | Cruzamiento | | 00.00 K |
| Cruce carretero | UB-CR-CCR-04 | Cruzamiento | | 47.88 K |
| Cruce carretero | UB-CR-CCR-05 | Cruzamiento | | 76.31 L |
| Cruce carretero | UB-CR-CCR-06 | Cruzamiento | | 06.53 L |
| Cruce Ferreo | UB-CR-CCFF-01 | Cruzamiento | | 03.05 K |
| Cruce Ferreo | UB-CR-CCFF-02 | Cruzamiento | | 18.77 K |
| Cruce Ferreo | UB-CR-CCFF-03 | Cruzamiento | | 79.77 L |
| Cruce Ferreo | UB-CR-CCFF-04 | Cruzamiento | | 20.96 l |

**Tabla. 3.** Proximidades y cruzamient

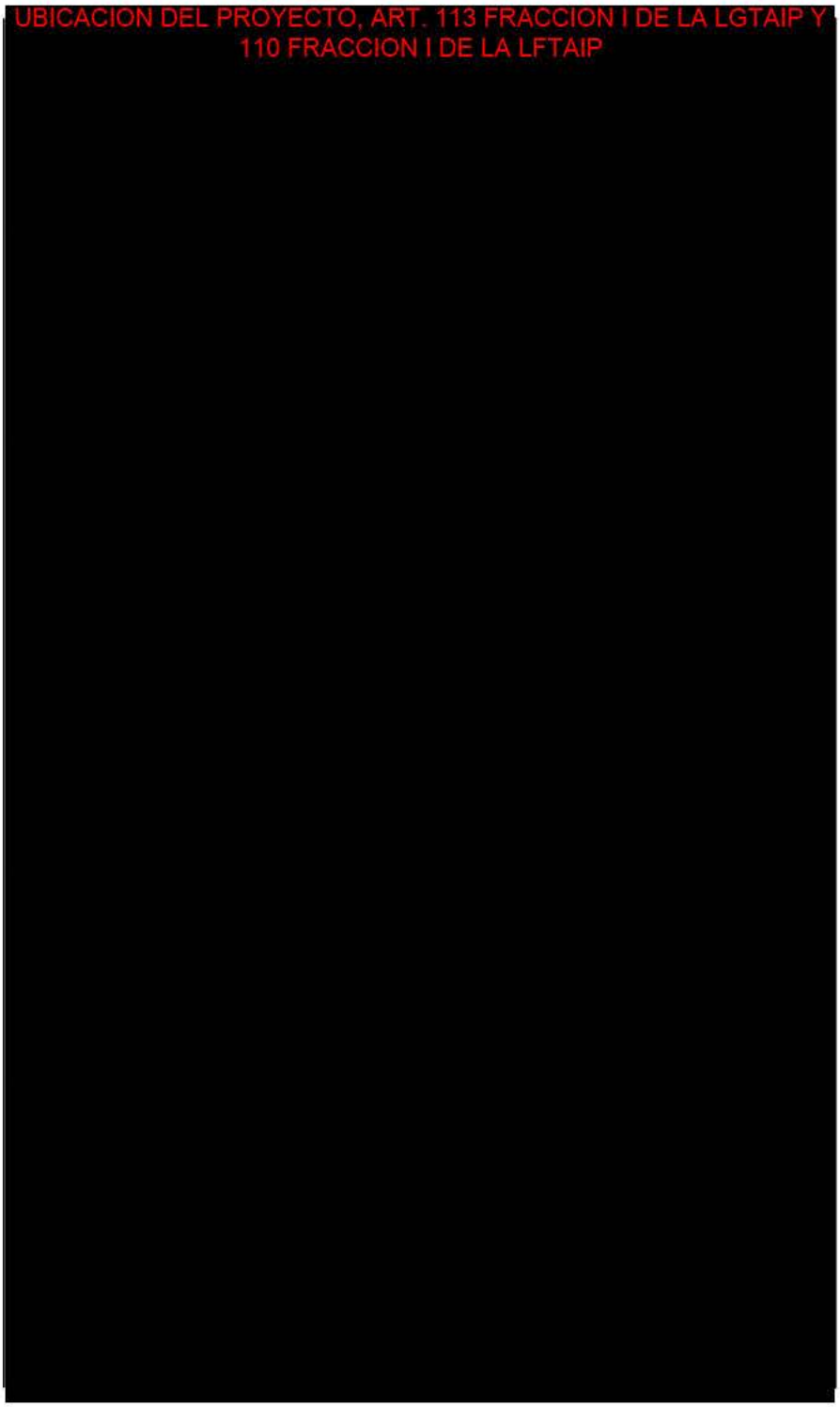



**Fig. 9.** Franja de 800 m con cruces carreteros.

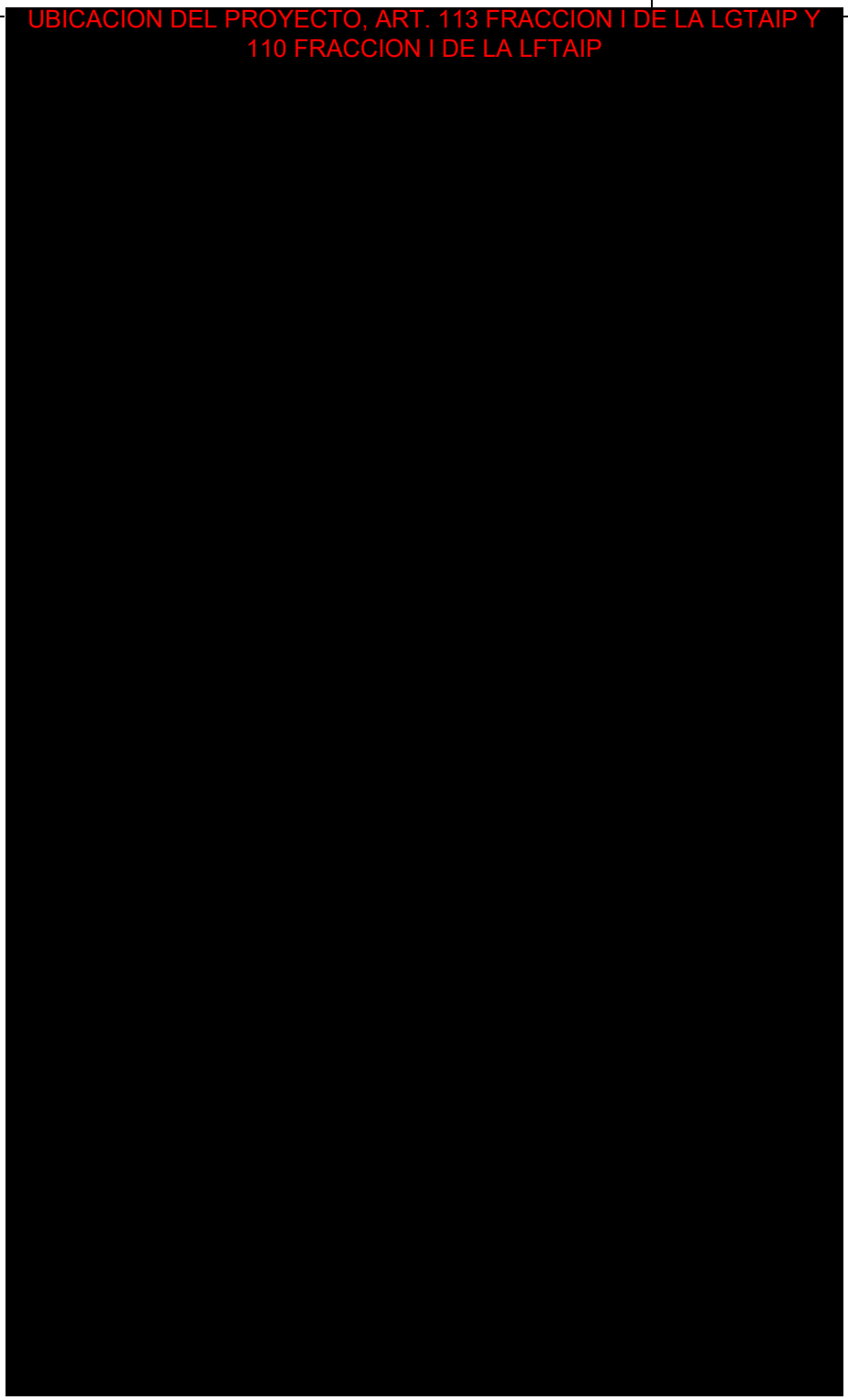



**Fig. 10.** Franja de 800 m con cruces carreteros - 1.

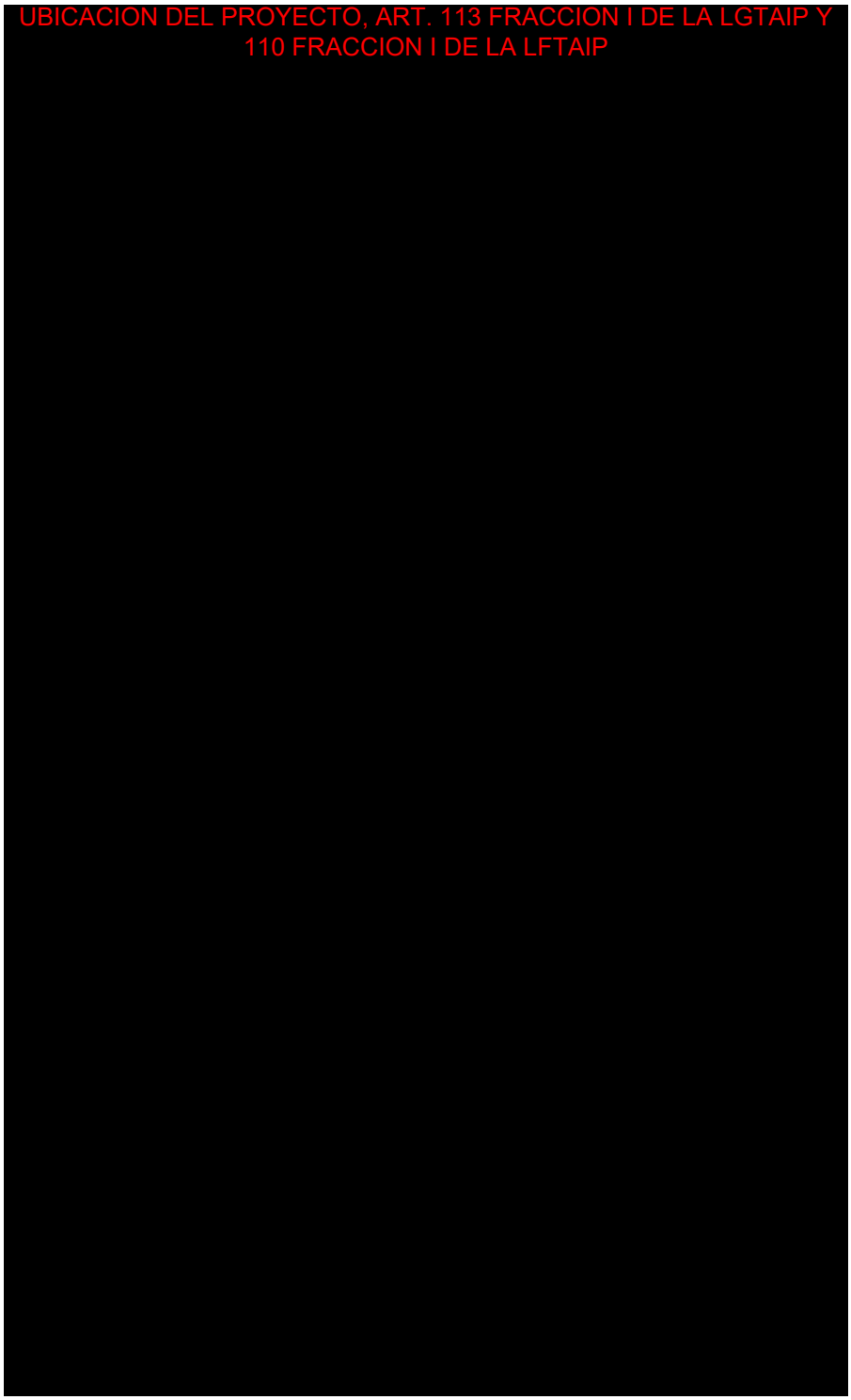



**Fig. 11.** Franja de 800 m con cruces ferroviarios.

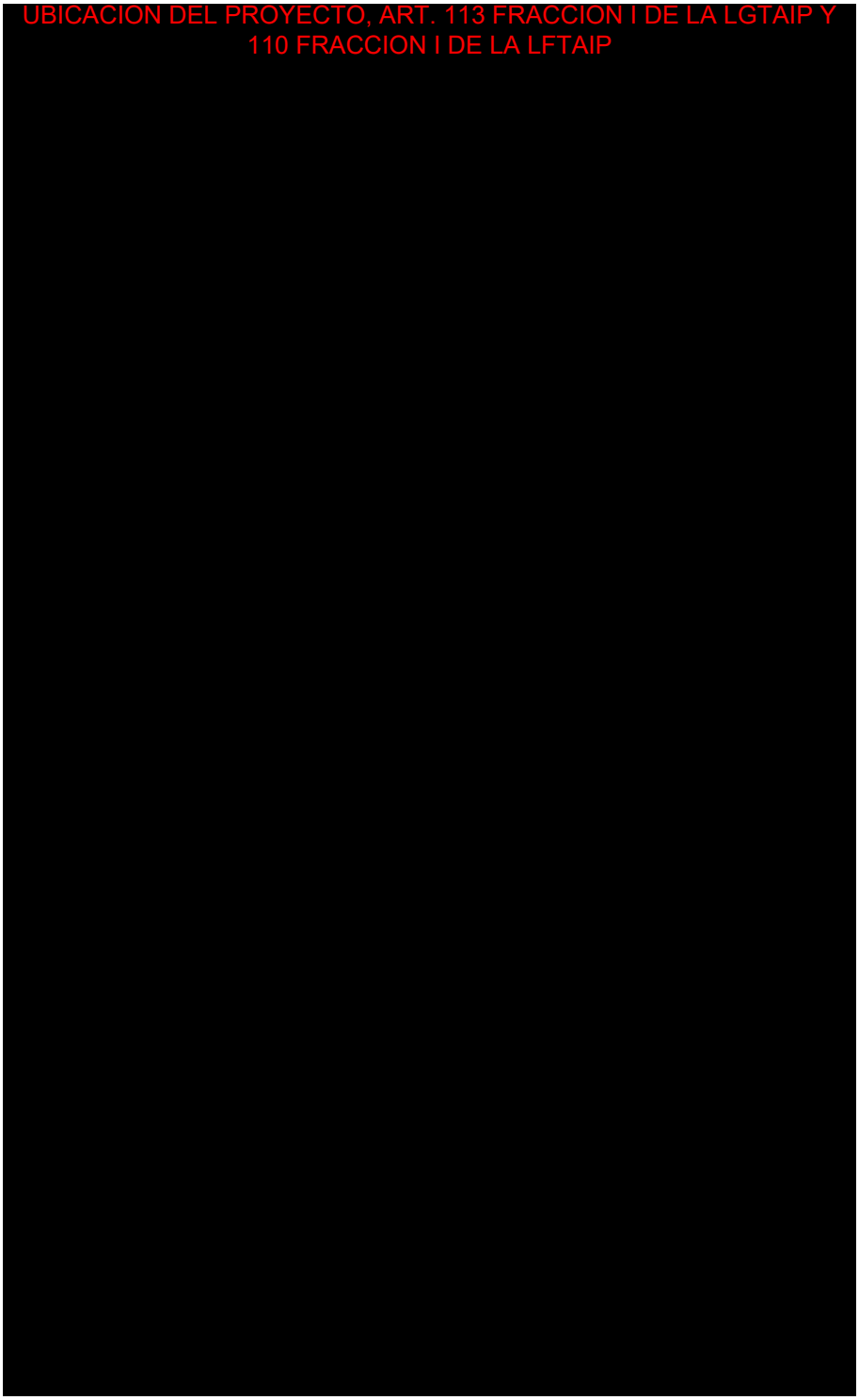



**Fig. 12.** Franja de 800 m con cruces ferroviarios - 1.

## VII.4. USO DE SUELOS.

- **Estado de Veracruz**

Los tipos de suelo del municipio son feozem y luvisol. El primero tiene una capa superficial rico en materia orgánica y nutrientes, susceptible a la erosión. El segundo acumula arcilla en el subsuelo, también es susceptible a la erosión.

El uso de los suelos está distribuido de la siguiente manera:

- 2766 hectáreas: superficie agrícola
- 2241 hectáreas: ejidal y
- 525 hectáreas: pequeña propiedad
- 19.379 hectáreas: superficie ganadera 5921 hectáreas: ejidal y 13.458 hectáreas: pequeña propiedad;
- 1955 hectáreas: superficie urbana
- Superficie total: 24.100 hectáreas.

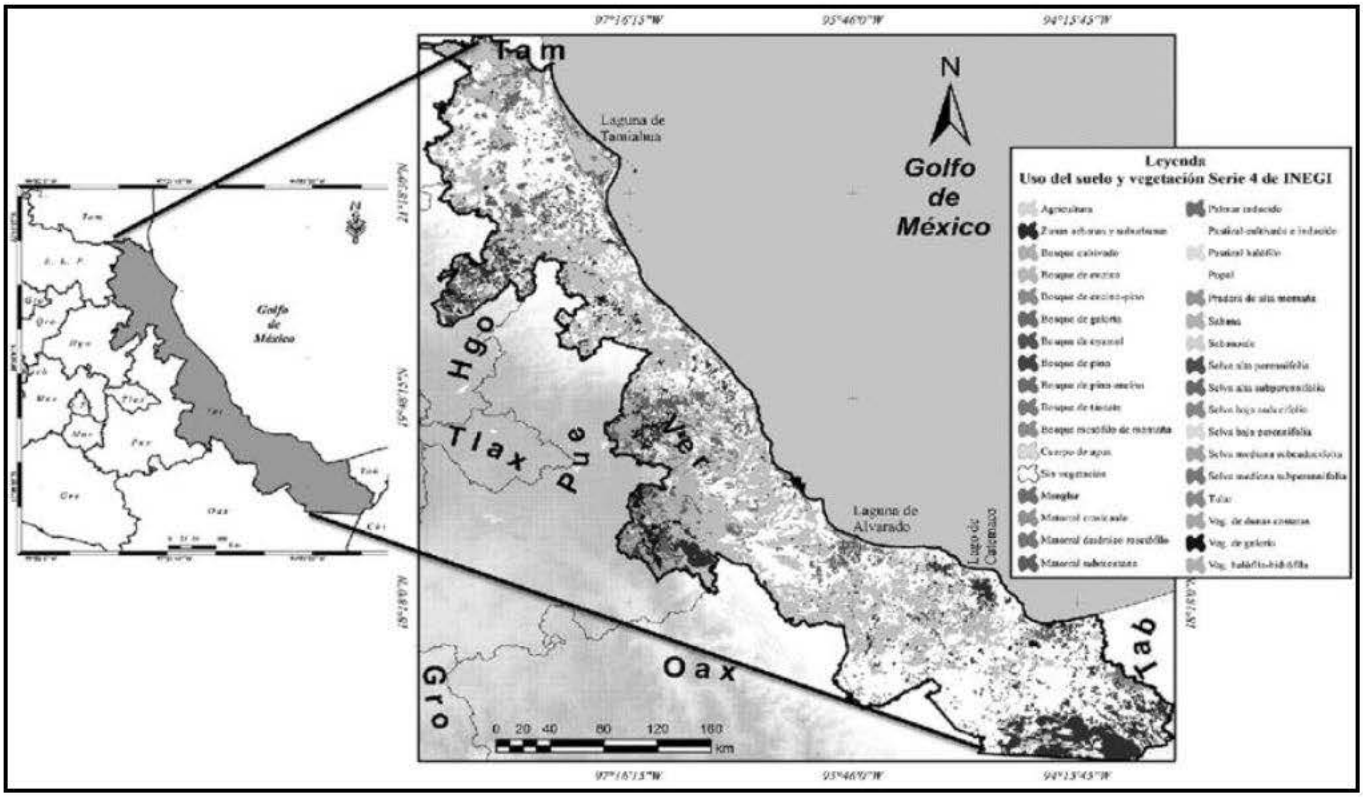



**Fig. 13.** Uso de suelo y vegetación de INEGI en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

- **Municipio de Veracruz.**

Los tipos de suelo del municipio son feozem y luvisol. El primero tiene una capa superficial rico en materia orgánica y nutrientes, susceptible a la erosión. El segundo acumula arcilla en el subsuelo, también es susceptible a la erosión, su uso está distribuido de la siguiente manera: En la superficie agrícola 2766 ha, 2241 ha ejidal y 525 ha pequeña propiedad; en la superficie ganadera 19.379 ha, 5921 ha ejidal y 13.458 ha pequeña propiedad; en la superficie urbana 1955 ha, lo que hace una superficie total de 24.100 ha.

- **Municipio de Manlio Fabio Altamirano**

Su suelo es de tipo vertisol, se caracteriza por ser duro, presenta grietas anchas y profundas en sequía con tonalidades negras, es susceptible a la erosión.

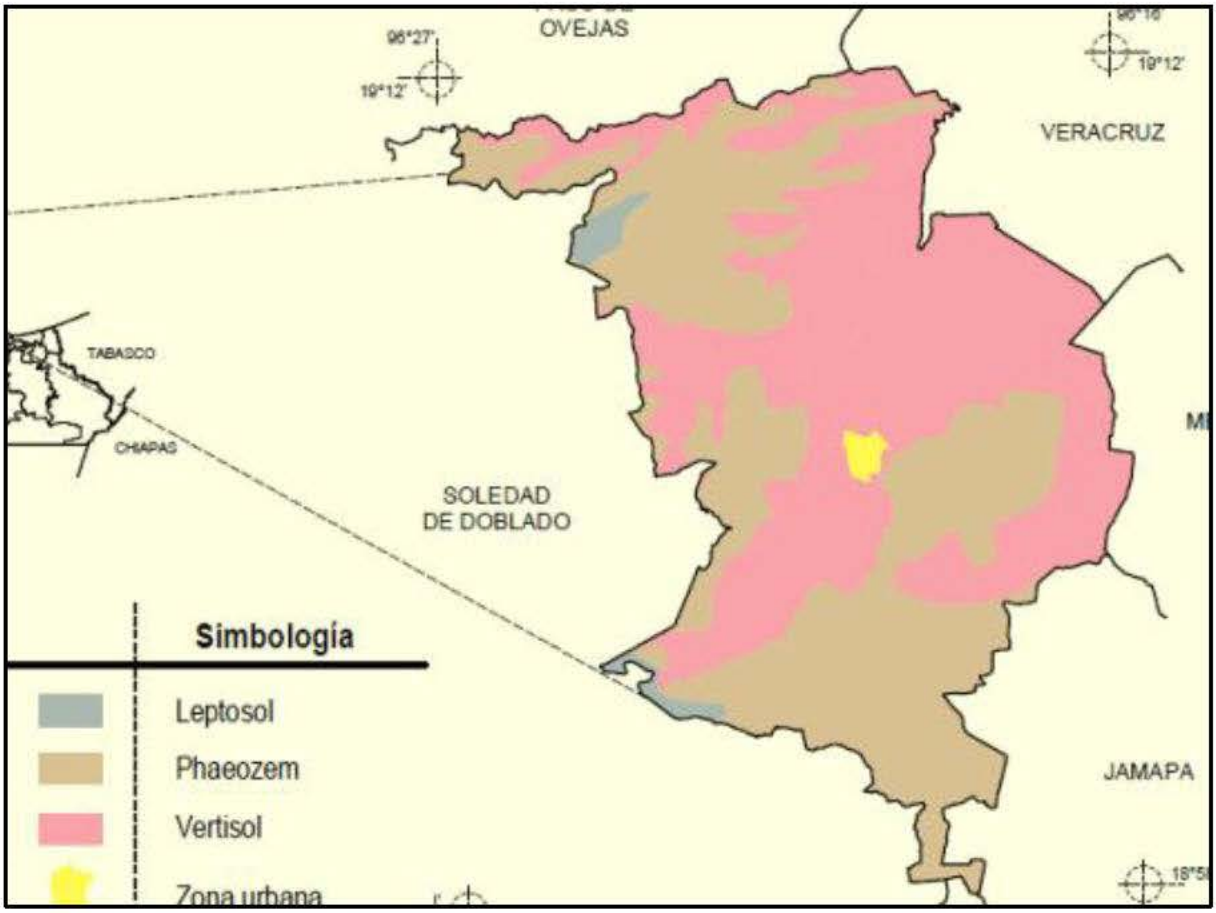



**Fig. 14.** Mapa de suelo dominante.

Respecto al uso del suelo, la mayor parte del territorio donde incide el proyecto es utilizado para el desarrollo de agricultura, industrial y mayormente para al área urbana. En cuanto a la forma de tenencia de la tierra predomina el régimen de propiedad privada ya urbanizado.

Con base a lo anteriormente descrito se observa que dentro de la trayectoria que comprende el "Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano)" con ubicación en los municipios de Manlio Fabio Altamirano y Veracruz, del estado de Veracruz, se tiene cruzamiento con suelos en su mayoría urbano construido, pastizal cultivado para desarrollo pecuario y algunas zonas de agricultura de temporal permanente.

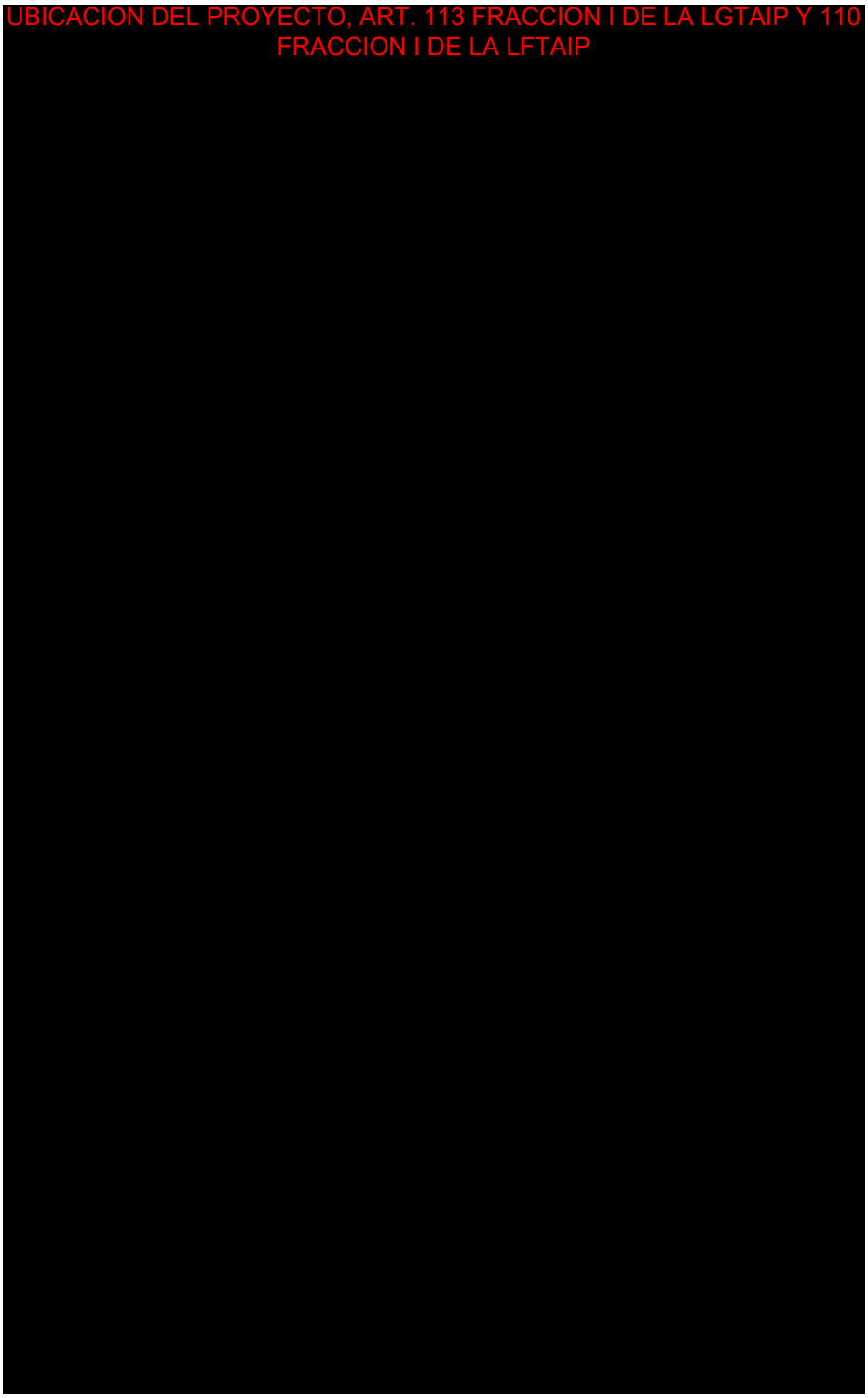



**Fig. 15.** Mapa de uso de suelo y vegetación.

## VII.5. INSTALACIONES SUPERFICIALES.

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: ESTACIONES DE REGULACIÓN Y/O MEDICIÓN. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nombre | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | Pasos de regulación | Presión de operación primer paso de regulación (kg/cm2) | | Presión de operación segundo paso de regulación (kg/cm2) | | Flujo de diseño y operación | | |
| | | | | Entrada | Regulada | Entrada | Regulada | Min. | Normal | Máx. |
| 1 | ERM C-01 | | 1 | 21 | 3 | n/a | n/a | 1450 SCMH | 1450 SCMH | 5446.63 SCMH |
| 2 | ERM C-02 | | 1 | 21 | 3 | n/a | n/a | 2388.75 SCMH | 2388.75 SCMH | 5446.63 SCMH |
| 3 | ERM C-03 | | 1 | 21 | 3 | n/a | n/a | 1993.17 SCMH | 1993.17 SCMH | 5446.63 SCMH |
| 4 | ERM C-04 | | 1 | 21 | 3 | n/a | n/a | 1555.66 SCMH | 1555.66 SCMH | 5446.63 SCMH |
| 5 | ERM C-05 | | 1 | 21 | 3 | n/a | n/a | 480 SCMH | 480 SCMH | 1393.18 SCMH |
| 6 | ERM D-01 | | 1 | 21 | 5.5 | n/a | n/a | 317.52 SCMH | 317.52 SCMH | 3887.24 SCMH |
| 7 | ERM D-02 | | 1 | 21 | 5.5 | n/a | n/a | 977.76 SCMH | 977.76 SCMH | 3887.24 SCMH |
| | | | l ducto deben cubrir la longitud total del tramo evaluado. | | | | | | | |

uperficiales: Estaciones de regulación y de compresión.

| **INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 01 | [redacted] | 6 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 02 | | 6 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 03 | | 6 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 04 | | 6 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 05 | | 4 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 06 | | 6 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 07 | | 4 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 08 | | 4 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 09 | | 4 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 10 | | 4 | 21 | VALVULA ESFERA BRIDADA A/C RF ANSI 300 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 11 | | 6 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 12 | | 6 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 13 | | 6 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 14 | | 6 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 15 | | 6 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 16 | | 6 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 17 | | 3 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 18 | | 3 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 19 | | 3 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 20 | | 3 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 21 | | 3 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 22 | | 3 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 23 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 24 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 25 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 26 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 27 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 28 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 29 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 30 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 31 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 32 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 33 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 34 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 35 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 36 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 37 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 38 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 39 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 40 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 41 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 42 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 43 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 44 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 45 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 46 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 47 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 48 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 49 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 50 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 51 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 52 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 53 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 54 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 55 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **iámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 56 | [redacted] | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 57 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 58 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 59 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 60 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 61 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 62 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 63 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 64 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 65 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 66 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 67 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 68 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 69 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 70 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 71 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 72 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 73 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 74 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 75 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 76 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 77 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 78 | [redacted] | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 79 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 80 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 81 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 82 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 83 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 84 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 85 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 86 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 87 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 88 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nombre | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | ámetr o (in) | Presión normal de operación (kg/cm2) | Tipo de especificación | Sistema de control |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 89 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 90 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 91 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 92 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 93 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 94 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 95 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 96 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 97 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 98 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 99 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **iámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 100 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 101 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 102 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 103 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 104 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 105 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 106 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 107 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 108 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 109 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 110 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nombre | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | Diámetro (in) | Presión normal de operación (kg/cm2) | Tipo de especificación | Sistema de control |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 111 | [redacted] | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 112 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 113 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 114 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 115 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 116 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 117 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 118 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 119 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 120 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 121 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 122 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 123 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 124 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 125 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 126 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 127 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 128 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 129 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 130 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 131 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 132 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 133 | [redacted] | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 134 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 135 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 136 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 137 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 138 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 139 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 140 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 141 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 142 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 143 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nombre | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | Diámetro (in) | Presión normal de operación (kg/cm2) | Tipo de especificación | Sistema de control |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 144 | [redacted] | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 145 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 146 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 147 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 148 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 149 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 150 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 151 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 152 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 153 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 154 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 155 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 156 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 157 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 158 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 159 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 160 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 161 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 162 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 163 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 164 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 165 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 166 | [redacted] | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 167 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 168 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 169 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 170 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 171 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 172 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 173 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 174 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 175 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 176 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **iámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 177 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 178 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 179 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 180 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 181 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 182 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 183 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 184 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 185 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 186 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 187 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 188 | [redacted] | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 189 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 190 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 191 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 192 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 193 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 194 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 195 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 196 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 197 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 198 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 199 | [redacted] | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 200 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 201 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 202 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 203 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 204 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 205 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 206 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 207 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 208 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 209 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

| INSTALACIONES SUPERFICIALES: TRAMPAS DE ENVÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Descripción | Nombre | COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP | Diámetro (in) | Presión normal de operación (kg/cm2) | Tipo de especificación | Sistema de control |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 210 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 211 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 212 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 213 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 214 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 215 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 216 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 217 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 218 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 219 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 220 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |

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

| INSTALACIO | | | | ÍO Y/O RECIBO DE DIABLOS Y VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Nombre** | | **Diámetro (in)** | **Presión normal de operación (kg/cm2)** | **Tipo de especificación** | **Sistema de control** |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 221 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| Válvula de seccionamiento | V.S. 222 | | 2 | 5.5 | VALVULA HDPE 3408 PASO COMPLETO | Manual |
| *SCADA: S | | | or sus siglas en inglés (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). | | | |

**Tabla. 5.** Instalaciones superficiales: Trampas de envío y/o recibo de diablos y válvulas de seccionamiento.

De acuerdo lo consultado bibliográficamente, y en derivado del estudio en campo, se constató que el proyecto no incide con componentes ambientales que se puedan ver afectados por su construcción.

# CAPITULO 8

## *Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo.*

## ÍNDICE.

**CAPITULO 8**


VIII. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO. ..... 663

VIII.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD ..... 663

VIII.2. MEDIDAS PREVENTIVAS ..... 669

VIII.2.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD ..... 669

VIII.2.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. ..... 670

VIII.2.3. VERIFICACIONES Y/O AUDITORIAS DE SEGURIDAD. ..... 671


## INDICE DE TABLAS.


**TABLA. 1.** DISPOSITIVOS Y EQUIPOS PARA EMERGENCIA. ..... 668

**TABLA. 2.** PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE SEGURIDAD. ..... 670

**TABLA. 3.** ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR. ..... 671

# VIII. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

## VIII.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Dentro del proyecto contarán con los siguientes dispositivos para prevenir y mitigar los posibles accidentes:

a) **Protección contra corrosión.** Todo el ducto de acero, así como la tubería aérea tanto de la estación de medición y regulación del punto de interconexión como de las casetas de medición y regulación de los usuarios, se protegerán con un primario y acabado adecuados para el ambiente de la zona. Las casetas serán prefabricadas y pintadas en la planta del fabricante.

La protección que se instalará para evitar la corrosión de la tubería de acero y de las tuberías expuestas en el área de las casetas de medición y regulación será de dos tipos:

1. **Protección mecánica:** Para el control de corrosión externa, la tubería cuenta con un recubrimiento epóxico y será realizado en planta del fabricante; sólo se cubrirán en el sitio los accesorios y las soldaduras de campo. La protección que se instalará para evitar la corrosión de las tuberías expuestas en el área de la caseta de medición y regulación será mecánica
2. **Protección catódica:** La protección catódica es el procedimiento electroquímico para proteger las estructuras metálicas enterradas o sumergidas contra la corrosión exterior, el cual consiste en establecer una diferencia de potencial para que convierta a las estructuras metálicas en cátodo mediante el paso de corriente directa proveniente del sistema seleccionado.

**b) Accesorios y aditamentos.** De especificación conocida con los estándares y especificaciones de composición, fabricación y calidad aplicables

**c) Válvulas.** De acuerdo a los estándares o normas aprobadas dentro de la NOM-007-ASEA-2016

**d) Válvulas de seccionamiento.** Espaciadas y de fácil acceso de tal manera que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia.

**e) Aterrizajes.** Todos los equipos de las casetas de medición, tanto en el punto de interconexión como de los usuarios aterrizados para evitar descargas por electricidad estática.

**f) Sistema SCADA.** Sistema automático de supervisión, control y adquisición de datos (*Supervisory, Control and Data Acquisition* - SCADA), que permite monitorear las condiciones de operación básicas (presión, flujo y temperatura). En el caso de la estación de medición y regulación del gasoducto un sistema SCADA tipo satelital, el cual permitirá monitorear las condiciones operativas en tiempo real, y en caso de que ocurra una condición anormal, se emitirán alarmas en la central

**g) Sistema TALON:** Software que permite monitorear las condiciones operativas de los sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia, para envío a oficinas de GNN en Torreón, Coah., el cual se describe a detalle a continuación.

**1. <u>TALON.</u>**

Es un software que permite monitorear las condiciones operativas de los sistemas de distribución y transporte de Gas Natural (Presión, Temperatura, Volumen y Energía) a distancia. Facilita la retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (Transmisores de Presión y de Temperatura), así mismo, provee la información de dichas condiciones operativas que se generan en la estación de Gas Natural cada vez que sea necesario, teniendo la capacidad de almacenar en su base de datos central los históricos ya sea por día o por hora. Básicamente se divide en 2 unidades las cuales se componen de los siguientes elementos:

**a. Unidad central.**

- Servidores que se encargaran de visualizar las estaciones de Gas Natural
- Una Red Virtual que será el espacio destinado para albergar el software de monitoreo
- Un software de monitoreo (Sheduler) encargado de desplegar y registrar las condiciones operativas de cada estación.

- Un modem maestro operado mediante un paquete de datos con una velocidad de 512 Kilobits por segundo el cual será el encargado de interrogar de manera automática cada una de las estaciones integradas al sistema de monitoreo remoto
- Un sistema de respaldo de energía el cual además de suministrarle la energía necesaria al modem, se encargará de mantener operando la red virtual por 30 minutos en lo que se restablece la falla eléctrica.

**b. Unidad remota.**

- Computador electrónico de flujo, el cual se encarga de procesar la información de las variables de la estación (Presión, Temperatura, Volumen y Energía), con la capacidad de almacenar dicha información en su base de datos.
- Transmisores de presión, temperatura y un medidor de Gas Natural, los cuales se encargarán de sensar las variables de la estación.
- Un modem esclavo operado mediante un paquete de datos con una velocidad de 512Kilobits por segundo el cual será el encargado de enviar la información registrada en el computador cada vez que el modem maestro lo solicite.
- Un sistema de respaldo de energía solar para mantener un enlace de comunicación continuo, el cual está diseñado para respaldar has 48 horas en caso de falla. Servidores que se encargaran de visualizar las estaciones de Gas Natural

Debido a las propiedades químicas de la materia prima que Gas Natural del Noroeste suministra a sus clientes, fue necesaria la puesta en operación de un sistema de monitoreo remoto denominado "TALON".

**DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO TALON.**

Es un sistema de monitoreo remoto que permite visualizar las condiciones operativas de las Estaciones de Regulación y Medición, ubicadas en diferentes puntos del país. El cual interroga mediante un modem GPRS cada una de las estaciones que se desea monitorear, operando con un paquete de datos. Este enlace se refleja en él, mediante el software del sistema TALON (Sheduler), a través de una red privada virtual (VPN), se logra el enlace de comunicación en tiempo real. Para ello, se instala un computador

electrónico de flujo de la marca EAGLE RESEARCH, cuya función principal es recopilar los consumos de volumen y energía, así como las variables de presión y temperatura.
El sistema TALON fue diseñado por la misma compañía EAGLE RESEARCH, el cual permite monitorear y al mismo tiempo operar el computador electrónico de flujo y así, supervisar de manera constante las condiciones operativas tanto de la estación principal del gasoducto (CITY GATE), así como el último punto de entrega del mismo.

Actualmente se cuenta con 117 sistemas enlazados al sistema TALON, los cuales son supervisados por personal capacitado las 24 horas. Cada sistema está configurado con una serie de alarmas para las variables de presión, aumento de flujo y falla en el suministro de energía del computador electrónico de flujo, las cuales están estandarizadas en 3 condiciones críticas, que dependerán de las condiciones operativas de cada estación.

Así mismo, al suscitarse algún evento que pudiera poner en riesgo a la población cercana al gasoducto y a este, el software tiene la capacidad de notificar tanto al responsable del sistema TALON como a los responsables de los diferentes sistemas de distribución o transporte. Estas notificaciones serán enviadas a través de una alerta vía e-mail y un mensaje de texto vía celular describiendo el tipo de condición que se esté generando en el momento.

En algunos sistemas de Transporte y Distribución, se cuentan con válvulas de seccionamiento automatizadas, las cuales podrán ser accionadas remotamente en caso de una contingencia o cualquier situación que requiera el cierre total del gasoducto. Sus condiciones de operación, principalmente presión y estado de la válvula, son monitoreadas mediante un Computador Electrónico de Flujo. Una vez que el computador reciba esta información se encargará de analizar las presiones recolectadas y determinar si éstas se encuentran fuera de rango de las Presiones de Operación establecidas, para posteriormente realizar el envío de una alarma, ya sea por baja o alta presión. Esta alarma será procesada en el SCADA Talón el cual genera una alerta que se enviará, vía correo y SMS (mensaje de texto) al Personal de GNN para su atención.

El SCADA Talón también se encargará de recopilar la información del Computador Electrónico en un tiempo programable para guardar históricos y para su monitoreo vía remoto.

**2. FUGA DE GAS NATURAL A LA ATMOSFERA, SIN INCENDIO:**

Si esto sucede a la intemperie, el gas natural se disipa fácilmente en las capas superiores de la atmósfera; contrariamente, cuando queda atrapado en la parte inferior de techumbres se forman mezclas explosivas con gran potencial para explotar, y explotarán violentamente al entrar en contacto con una fuente de ignición.

- Verificar anticipadamente por medio de pruebas y Auditorias de Seguridad, que la integridad mecánica-eléctrica de las instalaciones está en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento) de acuerdo a las especificaciones establecidas en normas para gasoductos que incluya válvulas, conexiones y accesorios.
- Se instalarán detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas audibles y visuales en las ERMs.

**3. INCENDIO POR UNA FUGA DE GAS NATURAL.**

En caso de incendio por fuga de gas natural, procede lo siguiente:

- Se activa el plan de emergencia, según la magnitud del evento.
- Aún sin incendio, asegurarse que el personal utilice el equipo de protección para combate de incendios.
- Bloquear las válvulas que alimentan la fuga y proceder con los movimientos operacionales de ataque a la emergencia, mientras tanto, serán enfriadas con agua las superficies de las instalaciones expuestas al calor.

Aunado a lo anterior, el sistema de distribución de gas natural contará con los siguientes dispositivos y equipos para emergencias:

| **DISPOSITIVOS Y EQUIPOS PARA EMERGENCIA.** | | |
|---|---|---|
| **Cantidad** | **Artículo** | **Especificaciones** |
| **1** | Medidor de temperatura ambiente. | Graficador de temperatura. |
| **1** | Detector de gas (espacios cerrados). | Exposímetro. |
| **1** | Medidor de energía. | Milímetro digital. |
| **1** | Medidor de presión. | Graficador de presión. |
| **1** | Detector de gas natural. | Micro gas. |
| **1** | Medidor de mercaptano en sistema. | Detección (odorizante). |
| **1** | Medidor de presión (digital). | Manómetro digital. |
| **1** | Medidor de temperatura del gas. | Block calibrador de temperatura. |
| **1** | Medidor de presión. | Graficador de presión. |
| **1** | Detector de fallas fushion bond (en tubería de A.C.). | SPY. |
| **1** | Calibrador de espesores. | Positector UTG-ME. |
| **1** | Probador portátil para presión hidráulica. | 0-3000 PSI. |
| **1** | Equipo de auto riego. | Motor a gasolina de 15 HPS. |
| **2** | Equipo abre bridas. | Abre bridas. |

**Tabla. 1.** Dispositivos y equipos para emergencia.

## VIII.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

### VIII.2.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Como parte de las medidas preventivas, la instalación del sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) se tienen previstas las siguientes medidas:

- Capacitación del personal.
- Programa para atención de Contingencias Ambientales.
- Programa para restauración de afectaciones en caso de accidente.
- Programas de mantenimiento e inspecciones preventivas.
- Programa Interno de Protección Civil.

Por otra parte, **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** cuenta con un programa de seguridad, del cual se deriva una serie de actividades preventivas-correctivas para la eficiente operación del sistema de distribución de gas natural, las cuales se indican en la siguiente tabla:

| PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE SEGURIDAD. | |
|---|---|
| **Actividades de Seguridad** | **Frecuencia** |
| Patrullaje de la franja de desarrollo del sistema. | Diario |
| Descargo de información en el sistema para promedios de medición de facturación. | Quincenal |
| Inspección, verificación y prueba de válvula registro de interconexión. | Mensual |
| Inspección y verificación de equipos e instrumentos de las ERMs. | |
| Inspección y verificación de equipos e instrumentos de los registros de seccionamiento. | |
| Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones del cuarto de interconexión. | |
| Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones de las ERMs. | |

| PROGRAMA DE ACTIVIDADES DE SEGURIDAD. | |
|---|---|
| **Actividades de Seguridad** | **Frecuencia** |
| Monitoreo de emanaciones de gas natural en el interior de los registros de seccionamiento. | |
| Monitoreo de porcentaje de odorización en el sistema. | |
| Monitoreo de emanaciones de gas natural sobre la franja de desarrollo del sistema. | Trimestral |
| Inspección en el incremento de la clase de localización. | Anual |

**Tabla. 2.** Programa de actividades de seguridad.

## VIII.2.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** cuenta con un programa anual de operación y mantenimiento, el cual está enfocado a disminuir el riesgo de eventos que lleguen a impactar el ecosistema y dañar la integridad mecánica de la instalación. A continuación, se indican las actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el sistema de distribución de gas natural:

| ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR. | |
|---|---|
| **Actividades de Mantenimiento** | **Frecuencia** |
| **Mantenimiento instrumentación.** | |
| Calibración de manómetros en las ERMs. | Semestral |
| **Mantenimiento eléctrico.** | |
| Levantamiento de potenciales del sistema. | Mensual |
| Toma de resistividad del suelo donde se aloja el gasoducto. | Anual |
| Medición de tierras físicas. | |
| **Mantenimiento mecánico.** | |
| Mantenimiento y prueba en registros de válvulas de seccionamiento y disparos del sistema. | Bimestral |
| Mantenimiento preventivo de los filtros en las ERMs. | Semestral |
| Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas reguladoras de las ERMs. | Anual |
| Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas de seguridad de las ERMs. | Semestral |

| ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO A REALIZAR. | |
|---|---|
| **Actividade de Mantenimiento** | **Frecuencia** |
| Aplicación de recubrimiento en la intercone ión | |
| Aplicación de recubrimiento en las ERMs. | |
| Aplicación de recubrimiento en los registros de seccionamiento. | |
| Medición de espesores en instalaciones superficiales. | Anual |
| Mantenimiento al equipo de motorización. | |
| **Servicios generales.** | |
| Limpieza y aseo general de las instalaciones del cuarto de interconexión. | |
| Limpieza y aseo general de las instalaciones de las ERMs. | Mensual |
| Limpieza y aseo general de las instalaciones de los registros de seccionamiento. | |
| Limpieza y desazolve de la señalización. | Trimestral |
| Aplicación de pintura a la señalización. | |
| Limpieza y desazolve de la franja de desarrollo del sistema. | Cuatrimestral |

**Tabla. 3.** Actividades de mantenimiento a realizar.

Aunado a las actividades indicadas en las tablas 2 y 3 se realizarán las siguientes actividades de mantenimiento:

1. Monitoreo de fugitivos de Gas Natural en el derecho de vía,
2. Mantenimiento a señalamientos.

Para todas y cada una de las actividades de operación y mantenimiento, se contará con evidencias de su realización, tales como: órdenes de trabajo y registros de las actividades realizadas.

### VIII.2.3. VERIFICACIONES Y/O AUDITORIAS DE SEGURIDAD.

Las actividades de mantenimiento a ejecutar en el sistema de distribución de gas natural, estarán fundamentadas desde la planeación eficiente y diseños de construcción del proyecto, por lo que se dará cumplimiento a la NOM-003-ASEA-2016, misma que establece que se debe realizar una verificación anual por parte de una Unidad de Verificación, acreditada ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la

cual verificará y emitirá el dictamen en base a los siguientes puntos relacionados con la seguridad, operación y mantenimiento del proyecto.

**Verificación de Operación y Mantenimiento.**

- Procedimientos de Operación y Mantenimiento.
- Señalamientos.
- Registros de vigilancia y patrullaje.
- Registros de inspección de los dispositivos de control de presión.
- Mantenimiento de registros.
- Registros de mantenimiento de válvulas.
- Control de corrosión externa.
- Registros de Inspección y mantenimiento a estación de regulación y medición.
- Documentación histórica y evaluación de la ingeniería.
- Programa y registros de capacitación y/o entrenamiento.

**Verificación de Seguridad.**

- Plan Integral de Seguridad y Protección Civil.
- Programa de Prevención de Accidentes y registros de simulacros.
- Programa para la prevención de daños.
- Programa de auxilio.
- Programa de recuperación.
- Educación al público.
- Investigación de fallas.
- Procedimientos de emergencias.

Así mismo, para la etapa de construcción e instalación del sistema de distribución de gas natural, se debe de contar con un dictamen de inicio de operaciones o de construcción realizado por la Unidad Verificadora.

**Atención a Emergencias.**

Para la atención a emergencias, la promovente cuenta con procedimientos técnicos operativos, mismos que se encuentran actualizados y serán aplicados por parte del personal al momento de presentarse una situación de emergencia. Dichos procedimientos se indican a continuación:

Los anexos correspondientes a los procedimientos que se llevan a cabo en el proyecto, se pueden visualizar en el apartado de **ANEXO 6. PROCEDIMIENTOS.**

Así mismo, se cuenta con un programa de capacitación anual de seguridad en el cual se tiene programado la realización de simulacros tanto en gabinete y en campo, lo cual forma parte de la política de seguridad, ya que es importante tener al personal operativo capacitado y entrenado para atender cualquier situación de emergencia de manera oportuna.

En términos generales, la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.** cuenta con las medidas de seguridad requeridas para asegurar la eficiente operación y mantenimiento de la instalación, con el objeto de brindar una operación confiable del sistema de distribución de gas natural a las instalaciones del usuario final; así mismo, contará con un Sistema de Auditorías y Verificaciones por empresas acreditadas y Unidades de Verificación, para la obtención de los dictámenes que aseguren la integridad mecánica y la operabilidad del sistema.

# CAPITULO 9

## *Conclusiones y Recomendaciones*

## ÍNDICE.

**CAPITULO 9**

IX.1. CONCLUSIONES.....676
IX.2. RECOMENDACIONES TÉCNICO - OPERATIVAS .....677

## ÍNDICE DE TABLAS.

**TABLA. 1.** RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 1. .....677
**TABLA. 2.** RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 2. .....678
**TABLA. 3.** RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 3. .....679
**TABLA. 4.** RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 4. .....681
**TABLA. 5.** RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 5 .....682
**TABLA. 6.** RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 6. .....683
**TABLA. 7.** RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 7. .....684
**TABLA. 8.** RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 8. .....685
**TABLA. 9.** RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 9. .....686

## IX.1. CONCLUSIONES.

Con base en los resultados de las simulaciones y de las características del proyecto, se tienen las siguientes conclusiones:

Del análisis de riesgo realizado al proyecto **Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano),** ubicado en los municipios de Manlio Fabio Altamirano y Veracruz en el estado de Veracruz se concluye que el riesgo es evidente por ser una instalación que maneja gas natural, mismo que es controlable y de ser posible su reducción poniendo especial atención en las actividades de mantenimiento y supervisión constante en la operación del sistema.

Aunado a lo anterior, los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo ayudarán a anticiparse a cualquier falla que se pueda presentar. Así mismo se concluye que:

**a)** El diseño de las instalaciones cumple con las normas oficiales mexicanas y estándares establecidos para instalaciones de distribución de gas natural.
**b)** Los sistemas de instrumentación y control son acordes a las características del gasoducto y a lo establecido en la norma.
**c)** Se cuenta con los manuales y procedimientos de operación y mantenimiento necesarios.
**d)** Se tienen procedimientos de atención a emergencias aplicables a la instalación y a nivel nacional.
**e)** Se cuenta con procedimientos específicos para la prevención y atención de emergencias.
**f)** No existen efectos negativos sobre el sistema ambiental.

Por lo anterior se concluye que, siempre y cuando se cumplan con las especificaciones descritas en el proyecto, así como con las recomendaciones, el Proyecto **Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano),** es factible en materia de Riesgo Ambiental.

De acuerdo con lo anterior, es importante señalar que los Escenarios de Riesgos que fueron propuestos en el presente Estudio, en apego a lo solicitado por la autoridad mediante la Guía para la elaboración del

Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos, han sido simulados en el contexto donde no se tomaron en cuenta las medidas preventivas y sistemas de seguridad del proyecto para evaluar los Riesgos Operativos, y así mismo, posteriormente, considerando la aplicación de cada una de las salvaguardas especificadas determinar el Riesgo Residual del Proyecto, lo cual determinó que todas los escenarios de riesgo tienen una Categoría "C" que equivale a Riesgo Significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

## IX.2. RECOMENDACIONES TÉCNICO - OPERATIVAS

Las recomendaciones Técnico-Operativas derivadas del Análisis HAZOP se indican en las siguientes tablas:

| RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 1. | | |
|---|---|---|
| **NODO 1:** | **ERM – TIPO 01.** | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Válvula de seguridad instalada a la salida de la estación | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Procedimientos Operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos | GNN |
| Programa de vigilancia del derecho de vía | • Desarrollar, implementar y cumplir programa de vigilancia de derecho de vía. | GNN |
| Control de calidad | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| By pa de filtro | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas y procedimientos de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Mantenimiento e inspección preventiva | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programa y procedimiento de mantenimiento e inspección. | GNN |

**Tabla. 1.** Recomendaciones técnico – operativas nodo 1.

| **RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 2.** | | |
|---|---|---|
| **NODO 2:** | **ERM – TIPO 02.** | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Válvula de seguridad | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Procedimientos Operativos | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Programa de vigilancia del derecho de vía | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Procedimientos Operativos | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección.<br>• Monitoreo continuo del proce o | GNN |

**Tabla. 2.** Recomendaciones técnico – operativas nodo 2.

| **RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 3.** | | |
|---|---|---|
| **NODO 3:** | **ERM – TIPO 02.** | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Válvula de seguridad | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Procedimientos Operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos | GNN |
| Programa de vigilancia del derecho de vía | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Procedimientos Operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |

**Tabla. 3.** Recomendaciones técnico – operativas nodo 3.

| RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 4. | | |
|---|---|---|
| **NODO 4:** | Ducto de distribución de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas<br><br>Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>/<br>Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Procedimientos operativos. | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |

| RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 4. | | |
|---|---|---|
| **NODO 4:** | Ducto de distribución de acero de 8" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. | GNN |
| Procedimientos de construcción e inspección | • Verificar certificaciones de materiales<br>• Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño | GNN |

**Tabla. 4.** Recomendaciones técnico – operativas nodo 4.

| RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 5 | | |
|---|---|---|
| **NODO 5:** | Ducto de distribución de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas<br><br>Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>/<br>Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Procedimientos operativos. | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Monitoreo continuo de proceso | GNN |

| **RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 5** | | |
|---|---|---|
| **NODO 5:** | Ducto de distribución de acero de 6" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| Programa de inspecciones preventivas | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. | GNN |
| Procedimientos de construcción e inspección | • Verificar certificaciones de materiales<br>• Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño | GNN |

**Tabla. 5.** Recomendaciones técnico – operativas nodo 5

| **RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 6.** | | |
|---|---|---|
| **NODO 6:** | Ducto de distribución de acero de 4" de Ø API 5L Grado x42 con costura y espesor 0.219". | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Procedimientos Operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos | GNN |
| - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación | GNN |
| - Procedimientos de construcción e inspección | • Verificar certificaciones de materiales<br>• Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño | GNN |

**Tabla. 6.** Recomendaciones técnico – operativas nodo 6.

| **RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 7.** | | |
|---|---|---|
| **NODO 7:** | Ducto de distribución de 6" PEAD-4710 SDR 11. | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Procedimientos Operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos | GNN |
| - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. | GNN |
| - Procedimientos de construcción e inspección | • Verificar certificaciones de materiales<br>• Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño | GNN |

**Tabla. 7.** Recomendaciones técnico – operativas nodo 7.

| **RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 8.** | | |
|---|---|---|
| **NODO 8:** | Ducto de distribución de 3" PEAD-4710 SDR 11. | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Procedimientos Operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos | GNN |
| - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. | GNN |
| - Procedimientos de construcción e inspección | • Verificar certificaciones de materiales<br>• Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño | GNN |

**Tabla. 8.** Recomendaciones técnico – operativas nodo 8.

| **RECOMENDACIONES TÉCNICO – OPERATIVAS NODO 9.** | | |
|---|---|---|
| **NODO 9:** | Ducto de distribución de 2" PEAD-4710 SDR 11. | |
| **Protecciones** | **Recomendaciones** | **Responsable** |
| - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| - Monitoreo continuo de condiciones operativas<br>- Procedimientos operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos<br>• Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Procedimientos Operativos | • Dar cumplimiento con los procedimientos operativos | GNN |
| - Vigilancia de la franja de afectación<br>- Monitoreo continuo de condiciones operativas | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia<br>• Monitoreo continuo de proceso | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Programa de inspecciones preventivas de protección catódica | • Dar cumplimiento en tiempo y forma con los programas de mantenimiento e inspección. | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Desarrollar, implementar y cumplir programas de vigilancia | GNN |
| Vigilancia de la franja de afectación | • Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación. | GNN |
| - Procedimientos de construcción e inspección | • Verificar certificaciones de materiales<br>• Cumplir con los procedimientos de construcción y diseño | GNN |

**Tabla. 9.** Recomendaciones técnico – operativas nodo 9.

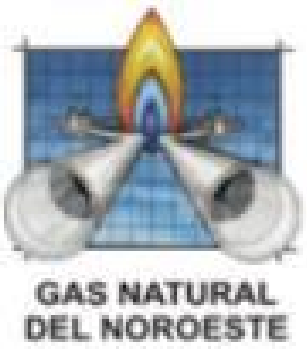
En todos los eventos, lo que más contribuye a la generación de las fallas, son aquellos que dependen de la intervención humana, por lo que se recomienda adicionalmente:

- Señalizar los equipos e instalaciones en función de si es prohibición, obligación, precaución e información como flujos, rutas de evacuación, salidas de emergencia tuberías, equipos, componentes, entre otros. Todo esto de acuerdo con lo establecido en las normas mexicanas:
  - NOM-003-ASEA-2016 Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.
  - NOM-018-STPS-2015. Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas pc1eligriosas en los centros de trabajo.
  - NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- Dar cumplimiento con el programa de vigilancia ambiental para la etapa de construcción de la parte general, aire, ruido, agua, aire, suelo, flora, fauna y manejo de residuos.
- Asegurar la instalación de accesorios y equipos certificados de acuerdo con la normatividad aplicable esta con la finalidad de contar con equipos de calidad y seguridad de lo instalado.
- Reforzar los mecanismos de Disciplina Operativa (Disponibilidad, Calidad, Comunicación y Cumplimiento) en los procedimientos operativos, de mantenimiento, seguridad y ambientales.
- Elaborar y ejecutar programa de capacitación y entrenamiento al personal operativo y de mantenimientos involucrado en el funcionamiento del presente proyecto, con el objetivo de asegurar la competencia del personal en la ejecución de actividades, funciones y responsabilidades.
- Supervisión de los trabajos durante la construcción del sistema de distribución que asegure la calidad e intención de diseño del proyecto.
- Documentación que avale la competencia técnica del personal de construcción e instaladores.
- Programa de mantenimiento y calibración aplicado para todos los componentes y equipos de la instalación, asegurando que no existan desviaciones de acuerdo a lo establecido en la intención del diseño y a las especificaciones del fabricante.
- Programas de inspección y verificación de los equipos y sus dispositivos de seguridad.
- Supervisión de los trabajos de mantenimiento.
- Desarrollo de protocolo de Respuesta a Emergencias del Sector Hidrocarburos

- Desarrollo de los procedimientos y programas para atención a emergencias con apego al Protocolo de Respuesta a Emergencias del Sector Hidrocarburos
- Desarrollo de programa para la prevención de accidentes (PPA) describiendo las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados.
- Establecimiento de mecanismos y flujos de comunicación de forma coordinada con las unidades de protección civil municipales y estatales para la atención de probables emergencias.
- Desarrollo de programa de simulacros de incendio basado en lo establecido en la NOM-002-STPS-2010 “Condiciones de seguridad – prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo”. Esto con la finalidad de evaluar la capacidad de respuesta ante una emergencia y establecer controles adicionales en caso de ser necesario.
- En caso de existir modificaciones, ampliaciones y/o actualizaciones al Proyecto, se deberá realizar la actualización del presente ARSH desarrollado.

# CAPITULO 10

## *Resumen ejecutivo e informe técnico*



## ÍNDICE.

**CAPITULO 10**


X.1. RESUMEN EJECUTIVO. .....691

X.2. INFORME TECNICO. .....693

## X.1. RESUMEN EJECUTIVO.

El presente proyecto consiste en la construcción y operación de un Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano) en el estado de Veracruz, propiedad de la empresa **GAS NATURAL DEL NOROESTE S.A. DE C.V.**

El proyecto incluye las siguientes instalaciones:

- Gasoducto principal de 8" y 6" de Ø de AC.
- Gasoducto de acometida de 4" de Ø de AC.
- Gasoducto de media presión de 6", 3" y 2" de Ø de PEAD.
- Estaciones de Regulación y Medición para clientes industriales.
- Estaciones de Regulación y Medición Distritales con salida a media presión.
- Válvulas de seccionamiento de operación manual de 6" de Ø de AC con desfogue a la atmosfera.
- Válvulas de acometida de operación manual de 4" Ø de AC.
- Válvulas de seccionamiento de operación manual de 6", 3" y 2" Ø de PEAD.
- Accesorios de 8", 6" y 4" de Ø de AC para cambios de dirección o derivación de trayectoria.
- Accesorios de 6", 3" y 2" de Ø de PEAD para cambios de dirección o derivación de trayectoria.
- Riser roscable de PEAD de ¾" de Ø.
- Juntas aislantes Pikotek de 8" y 4" Ø.
- Sistema de protección catódica.

El gas natural será distribuido por medio de un gasoducto principal de 8" y 6" de Ø de AC Gasoducto de acometida de 4" de Ø de AC propiedad de GNN, Teniendo como presión de operación 298.69 psi (21.00 Kg/cm2) hasta la acometida de cada E.R.M. conectada al Sistema de Distribución.

Para el Análisis de Riesgos se emplearon las siguientes metodologías y herramientas:

- **HAZID. -** Para identificar los riesgos y precauciones en una fase temprana del diseño de una instalación.
- **HAZOP y WHAT IF? -** Para determinar las desviaciones (escenarios) de mayor riesgo en las instalaciones, mismas que pueden repercutir en eventos de riesgo con potencial de daño a la infraestructura y al medio ambiente.
- **Matriz de Riesgos. -** Para realizar la Jerarquización de los riesgos determinados en el análisis cualitativo.
- **Árbol de fallas. -** Para la estimación de la frecuencia cuantitativa de los escenarios ubicados en zonas de riesgo "ALARP" o "No Tolerable" del análisis cualitativo de riesgos.
- **Software ALOHA. -** para realizar los análisis de consecuencias de los escenarios de simulación propuestos.

¿Respecto a los resultados de las hojas de trabajo, fueron 10 escenarios analizados con la técnica WHAT IF? y 9 nodos analizados mediante la metodología HAZOP de los cuales se encontraron un total de 76 escenarios de posibles causas que originan la desviación operativa, entre estos se identificaron 88 escenarios con jerarquización de riesgo aceptable con controles (C) y 317 escenarios con jerarquización de riesgo tolerable (D).

Se realizó el análisis de frecuencias mediante la metodología de árbol de fallas desarrollando 9 análisis y 9 escenarios de consecuencias de acuerdo a los eventos de mayor riesgo que pueden llegar a presentarse en la instalación del "Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano)", tomando como base los nodos de evaluación de HazOp.

A continuación, se indican de manera general algunos de los sistemas de seguridad y protección con los que cuenta el proyecto, los cuales serán de gran importancia para minimizar, prevenir y/o en su caso mitigar cualquier evento de emergencia/riesgo propenso a ocurrir durante la operación del proyecto:

- Sistema SCADA.
- Indicadores de presión.
- Transmisor indicador de presión.
- Transmisor indicador de presión diferencial.

- Transmisor indicador de temperatura.
- Transmisor indicador de flujo.
- Tren de Medición.
- Tren de Regulación.
- Válvulas de seccionamiento.
- Vigilancia y Monitoreo.

De acuerdo a la información analizada y recopilada en el presente análisis de riesgo del sector hidrocarburos, se identificaron todas las variables que pudieran tener influencia o ser determinantes en la ejecución del proyecto, se puede concluir que es factible alcanzar la edificación del proyecto Sistema de distribución de gas natural por medio de ductos en la zona geográfica Veracruz (Altamirano), con la certidumbre de que la ejecución de este será con los más altos estándares de seguridad hacia el medio ambiente y las instalaciones circundantes.

De los eventos simulados por fuga de gas natural son de alto potencial sin embargo su probabilidad es baja, ya que el diseño y construcción del sistema de distribución de gas natural será realizado con los más altos estándares de seguridad tanto nacionales e internacionales, con la finalidad de que en la etapa de operación los eventos de riesgo sean mínimos con la menor afectación al medio ambiente y zonas aledañas.

## X.2. INFORME TECNICO.

En el **ANEXO 15,** se puede visualizar el Informe Técnico del análisis de riesgos.