

Estudio de Riesgo Ambiental (ERA)

Modalidad Ductos Terrestres

En apego a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y la Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres *“que establece los requisitos que deben cumplir e información que deben contener los estudios de riesgo ambiental modalidad ductos terrestres para proyectos nuevos que no se encuentren en operación y requieran autorización en materia de impacto y riesgo ambiental”*



Promovente:

Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V.

PROYECTO

“Instalación de gasoducto de 12" Ø en los municipios de Apodaca y Guadalupe, N.L., para distribución de gas natural”

CONTENIDO

1. ESCENARIO DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....	6
1.1. Descripción del Sistema de Transporte.....	6
1.2. Bases del Diseño.....	12
1.2.1. <i>Diseño</i>	
1.2.2. <i>Consideraciones especiales del diseño</i>	
1.2.3. <i>Ubicación de válvulas de seccionamiento</i>	
1.2.4. <i>Soldadura de tubería</i>	
1.2.5. <i>Odorización</i>	
1.2.6. <i>Cruzamientos</i>	
1.2.7. <i>Métodos anticorrosivos</i>	
1.2.8. <i>Inspección y prueba de Hermeticidad</i>	
1.2.9. <i>Puesta en marcha</i>	
1.2.10. <i>Señalización de las líneas de distribución</i>	
1.2.11. <i>Manual de operación y mantenimiento del sistema de distribución</i>	
1.2.12. <i>Criterios de diseño para el Sistema de Protección Catódica</i>	
1.2.13. <i>Especificación de los materiales</i>	
1.3. Hojas de Seguridad.....	23
1.4. Condiciones de Operación.....	27
1.4.1. <i>Operación</i>	
1.4.2. <i>Limpieza de la obra</i>	
1.4.3. <i>Mantenimiento del proyecto</i>	
1.4.4. <i>Pruebas de verificación</i>	
1.5. Procedimientos y Medidas de Seguridad.....	30
1.5.1. <i>Procedimiento de mantenimiento</i>	
1.5.2. <i>Plan de emergencia</i>	
1.6. Análisis de Evaluación de Riesgos.....	32
1.6.1. <i>Antecedentes de accidentes e incidentes</i>	
1.6.2. <i>Metodología de identificación y jerarquización</i>	
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES.....	46
2.1. Radios Potenciales de afectación.....	46
2.2. Interacciones de Riesgo.....	90
2.3. Efectos sobre el Sistema Ambiental.....	93
3. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA	
AMBIENTAL	95
3.1. Recomendaciones técnico-operativas.....	95
3.1.1. <i>Sistemas de Tabla</i>	
3.1.2. <i>Medidas preventivas</i>	

4. RESUMEN.....	111
4.1. Conclusión del Estudio de Riesgo Ambiental.....	111
4.2. Resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental.....	112
4.3. Informe técnico.....	113
5. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....	115
5.1. Formatos de presentación.....	115
5.1.1. Planos de localización	
5.1.2. Fotografías	
5.1.3. Videos	
5.2. Otros anexos.....	119

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los vértices más importantes de la instalación	8
Tabla 2. Cruces con vías de comunicación y arroyos	9
Tabla 3. Ubicación de Cruces con vías Comunicación y arroyos	10
Tabla 4. Características mecánicas de la tubería API 5L-SHC-40-Gr X-42 y X-52.....	11
Tabla 5. Materiales estándar de las válvulas	11
Tabla 6. Materiales estándar para la esfera de la válvula.....	11
Tabla 7. Tabla de materiales para insertos interiores de válvulas	12
Tabla 8. Condiciones de operación de las Estaciones de Regulación (Fuente Compañía Mexicana de Gas)	12
Tabla 9. Elementos que conforman el Manual de Operación y mantenimiento	22
Tabla 10. Especificaciones de los materiales de construcción	25
Tabla 11. Clasificación de riesgo de la NFPA.....	26
Tabla 12. Clasificación del Etil-mercaptano de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Químicos.....	27
Tabla 13. Clasificación de riesgo del Etil-mercaptano según la NFPA.....	27
Tabla 14. Condiciones de Operación de las Estaciones (fuente Compañía Mexicana de Gas)	28
Tabla 15. Antecedentes de accidentes e incidentes	33
Tabla 16. Características del proyecto y técnicas de análisis de riesgo recomendadas.....	36
Tabla 17. Parámetros de Severidad	40
Tabla 18. Parámetros del nivel de frecuencia	40
Tabla 19. Combinación de frecuencia y severidad	40
Tabla 20. Niveles de riesgo.....	40
Tabla 21. Variables para el análisis HazOp de cada nodo	41
Tabla 22. Reporte de sismos registrados en los últimos 10 años en la Zona Metropolitana Municipio Monterrey	44

Tabla 23. Trayectoria del Huracán Alex	45
Tabla 24. Coordenadas de ubicación geográfica interconexión ducto de 12 pulgadas Apodaca	48
Tabla 25. Coordenadas geográficas Interconexión a Desarrollo Grupo GONDI	48
Tabla 26. Condiciones de Explosividad (Sobrepresión) para determinar los radios de afectación ...	49
Tabla 27. Condiciones de inflamabilidad (radiación térmica) para el cálculo de los radios de afectación	50
Tabla 28. Condiciones Utilizadas para la modelación escenario 1	50
Tabla 29. Distancias obtenidas para la modelación del escenario 1 (Jet-fire)	51
Tabla 30. Distancias obtenidas para la modelación escenario 1 (Sobrepresión)	51
Tabla 31. Consideraciones Utilizadas para la modelación de Escenario 2	52
Tabla 32 Distancias para la modelación del Escenario 2 (Jet-fire)	53
Tabla 33. Distancias para la modelación del Escenario 2 (Sobrepresión)	53
Tabla 34. Controles operacionales riesgo de interacción	91
Tabla 35. Centro de Control de SCADA	99
Tabla 36. Personal Habilitado para activar ayuda mutua (por parte de PEMEX, GAS Y PETROQUIMICA BÁSICA)	99
Tabla 37. Índice de contenido reporte EPRE	99
Tabla 38. Índice de programas de atención a emergencias	100
Tabla 39. Personal habilitado por parte de CMG para activar el plan de ayuda mutua	101
Tabla 40. Teléfonos de emergencia de Gas Natural México S.A. de C.V.	101
Tabla 41. Teléfonos de emergencia de Gas Industrial de Monterrey S.A	102
Tabla 42. Teléfonos Emergencia de Compañía Mexicana de Gas, S.A.P.I de C.V.	102
Tabla 43. Ingenieros de guardia	102
Tabla 44. Equipos con los que cuenta el personal para atender una fuga menor (fuente CMG) ...	104
Tabla 45. Relación de Vehículos para la atención de emergencias o revisiones de fugas (fuente CMG)	105
Tabla 46. Sistema de comunicación interna	105
Tabla 47. Equipo necesario para la reparación de una fuga menor	106
Tabla 48. Herramienta necesaria para la reparación de una fuga menor	106
Tabla 49. Medidas de Control Administrativo proveniente del SASISOPA	107
Tabla 50. Controles de Ingeniería	109
Tabla 51. Listado de procedimientos para contingencias	110
Tabla 52. Sustancias transportadas	113
Tabla 53. Identificación y jerarquización	114
Tabla 54. Estimación de consecuencias	114
Tabla 55. Criterios utilizados	115

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Trazo del Gasoducto o Área del Proyecto	8
Ilustración 2. Soldadura de arco eléctrico	15
Ilustración 3. Soldadura de penetración en tope con bisel	15
Ilustración 4. Detalle de junta de tubería	16
Ilustración 5. Ejemplo de sistema de odorización (fuente Compañía Mexicana de Gas)	16

Ilustración 6. Esquema del Montaje de protección catódica de una tubería enterrada con ánodo de sacrificio	18
Ilustración 7. Ejemplo de registro de Hermeticidad Operativa	19
Ilustración 8 Equipo de pruebas de Hermeticidad Operativa	19
Ilustración 9. Ejemplo de señalización utilizada en otras instalaciones de la empresa	21
Ilustración 10. Regiones sísmicas de México Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles. (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad	43
Ilustración 11. Localización de la interconexión ducto de 12 pulgadas Apodaca.	47
Ilustración 12. Localización de la interconexión Desarrollo Grupo GONDI	48
Ilustración 13. Lugares para posible interacción de riesgo	54
Ilustración 14. Imágenes de las áreas de abasto de combustible (gasolineras)	91
Ilustración 15 Áreas de interés	94
Ilustración 16. Áreas de Interés	94
Ilustración 17. Caja de Interconexión ducto 12" Apodaca	116
Ilustración 18 Derecho de vía del proyecto	116
Ilustración 19 Cruce de Arroyo Los Piojos	118
Ilustración 20. Cruce de Arroyo La Talavera	118
Ilustración 21. Cruce Puente Elevado Anillo Periférico sobre el área de proyecto	118
Ilustración 22. Cruce Puente elevado Arco Vial	118

1. ESCENARIO DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

1.1. Descripción del Sistema de Transporte

El Proyecto se ha denominado “Instalación de gasoducto de 12" Ø en los municipios de Apodaca y Guadalupe, N.L., para distribución de gas natural”, el cual cruzará tanto zonas urbanas, rurales, industriales y áreas de uso agropecuario de los municipios de Apodaca, Pesquería y Guadalupe Nuevo León, con la finalidad de abastecer la estación de regulación y medición ubicada en un terreno del parque industrial NEXXUS Guadalupe localizado a un costado del entronque entre la autopista Reynosa-Monterrey y la Vía Rápida al Aeropuerto de Monterrey con uso de suelo industrial en el Municipio de Guadalupe, Estado de Nuevo León; a su vez suministrando gas natural a la empresa Papeles y Empaques Gondi Monterey S. DE R.L. DE C.V. y con prospectiva de poder sumar al sistema de CMG de otros usuarios en la zona.

El gasoducto que se pretende construir contará con una longitud aproximada de 7.30 Km, y se desarrollaría con una tubería de acero API 5L X42, en cruces especiales (adosados) con tubería de acero API 5L X52, ambos de espesor 0.406 pulgadas y con un diámetro de 12 pulgadas.

El punto de inicio de la franja de desarrollo del sistema del proyecto es en la caja de interconexión del ducto de 18 pulgadas de diámetro a la altura del entronque Autopista al Aeropuerto y la carretera 181 Camino a Huinalá-Dulces Nombres en el punto (coordenada geográfica) [REDACTED] al ducto de 12 pulgadas de diámetro, continuando por el acotamiento hacia el Sur siguiendo la carretera 40D cruzando el Arroyo la Talavera y la trayectoria continua sobre el camellón 200 metros después del entronque con el Periférico 1610 regresando la trayectoria al acotamiento, siguiendo por la carretera 40D Autopista al Aeropuerto cruzando la Carretera 28 Apodaca Juárez, realiza el cruce de la Carretera A Dulces Nombres (Nuevo León 52) siguiendo la Autopista al Aeropuerto poco más de un kilómetro a la altura de la construcción de Grupo GONDI cambiando su dirección al Oeste hasta llegar al punto de servicio de Grupo GONDI donde se ubicará la estación de filtración regulación y medición (ERM) en el punto [REDACTED] y [REDACTED]

A continuación, se presentan los vértices (puntos de inflexión) más importantes del recorrido del gasoducto:

N°	Instalación/descripción	Latitud Norte	Longitud Oeste	Municipio
1	Inicio (Caja de interconexión) ducto de 12 pulgadas, de ahí el trazo cruza el camino con una distancia aproximada de 50 mts. la salida	[REDACTED]	[REDACTED]	Apodaca

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

	de la calle 181 de la REA			
2	Al lado Oeste de la Autopista al Aeropuerto 40D continúa por el margen derecho con dirección al Sur alrededor de 500 mts. Llegando a Arroyo los Piojos realizando el cruce y continuando al Sur por derecho de vía.			Pesquería
3	Sobre Autopista al Aeropuerto 40D alrededor de 900 mts. sobre el margen derecho cruce de camino sin pavimentar.			Pesquería
4	Continuando Autopista al Aeropuerto 40D alrededor de 200 mts. sobre el margen se realiza cambio de dirección 45° al sureste, incluido el arroyo la Talaverna, siendo alrededor de 230 mts. para continuar por el centro del camellón			Pesquería
5	Cruce de anillo periférico y paso de agua y drenaje por el centro del camellón.			Apodaca
6	Cambio de dirección del camellón de la Autopista al Aeropuerto 40D, 45° al suroeste regresando al margen derecho en Derecho de Vía			Apodaca
7	Se continúa sobre Autopista al Aeropuerto 40D, 380 mts. cruce de camino de terracería, a 100 mts. al Oeste se localiza un centro de recolección de madera.			Apodaca
8	Se continúa sobre Autopista al Aeropuerto 40D, a 380 mts. zona de materiales y bodega/almacén por construcción.			Apodaca
9	Cruce de vialidad con Carretera 28 Apodaca-Juárez			Apodaca
10	Siguiendo por Autopista al Aeropuerto 40D aproximado a 1 Km en cruce de Antiguo Camino a Dulces Nombres inicia la colonia Bosques de San Miguel.			Apodaca-Guadalupe
11	Enseguida, puente peatonal colonia Bosques de San Miguel			Guadalupe
12	Continúa aproximado a 680 mts. cruce de Camino 52 Carretera a Dulces Nombres en su incorporación a Autopista al Aeropuerto 40D.			Guadalupe
13	Sigue Autopista al Aeropuerto 40D a 650 mts. entrada a zona de locales comerciales, gasolinera y acceso a empresa Semex			Guadalupe

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

	continuando 400 mts. hasta Construcción Grupo GONDI			
14	Quiebre al Oeste 600 mts. hasta punto final de usuario Construcción Grupo GONDI			Guadalupe

Tabla 1. Ubicación de los vértices más importantes de la instalación

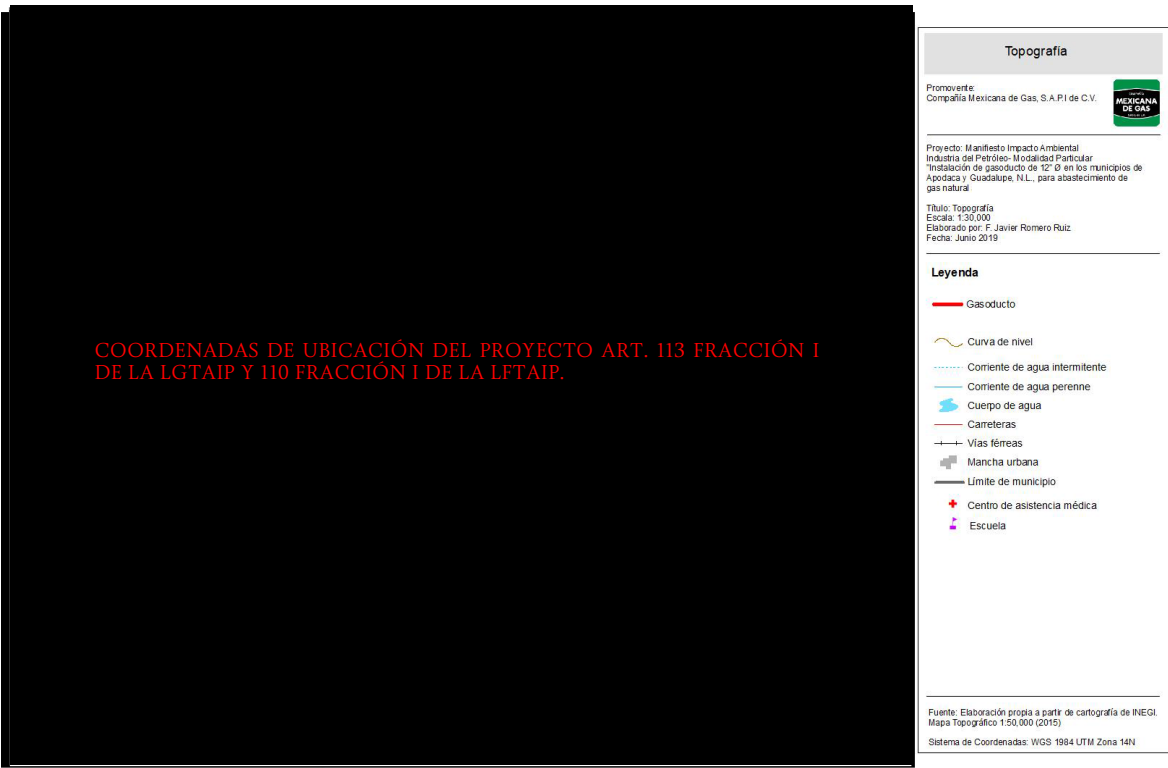


Ilustración 1. Trazo del Gasoducto o Área del Proyecto

A lo largo del trayecto del gasoducto mostrado en la ilustración, existen varios cruces de vías (para vehículos y peatones) y arroyos, para lo cual es importante que sean identificados, y se señale la manera mediante la cual la tubería va a atravesar estas secciones; por lo tanto, en la tabla que se presenta se indican las coordenadas de ubicación.

Punto	Cruces con vías de comunicación y arroyos	Latitud Norte (Y)	Longitud Oeste (X)	Municipio
1	Cruce de carretera Nuevo León 181 a incorporación Autopista 40D			Apodaca
2	Cruce arroyo Los Piojos sobre la vía Autopista 40D			Pesquería
4	Cruce con arroyo la Talavera			Pesquería
5	Cruce de anillo periférico y paso de agua y drenaje por el centro del camellón			Pesquería-Apodaca
9	Cruce de vialidad con Carretera 28 Apodaca-Juárez			Apodaca
10	Cruce de Antiguo Camino a Dulces Nombres			Apodaca
11	Puente peatonal colonia Bosques de San Miguel			Apodaca-Guadalupe
12	Cruce de Camino 52 Carretera a Dulces Nombres en su incorporación a Autopista al Aeropuerto 40D			Guadalupe

Tabla 2. Cruces con vías de comunicación y arroyos

A continuación se representan gráficamente los puntos de cruce sobre el trazo del área del proyecto de gasoducto, los cuales constituyen puntos de análisis para el presente estudio.

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

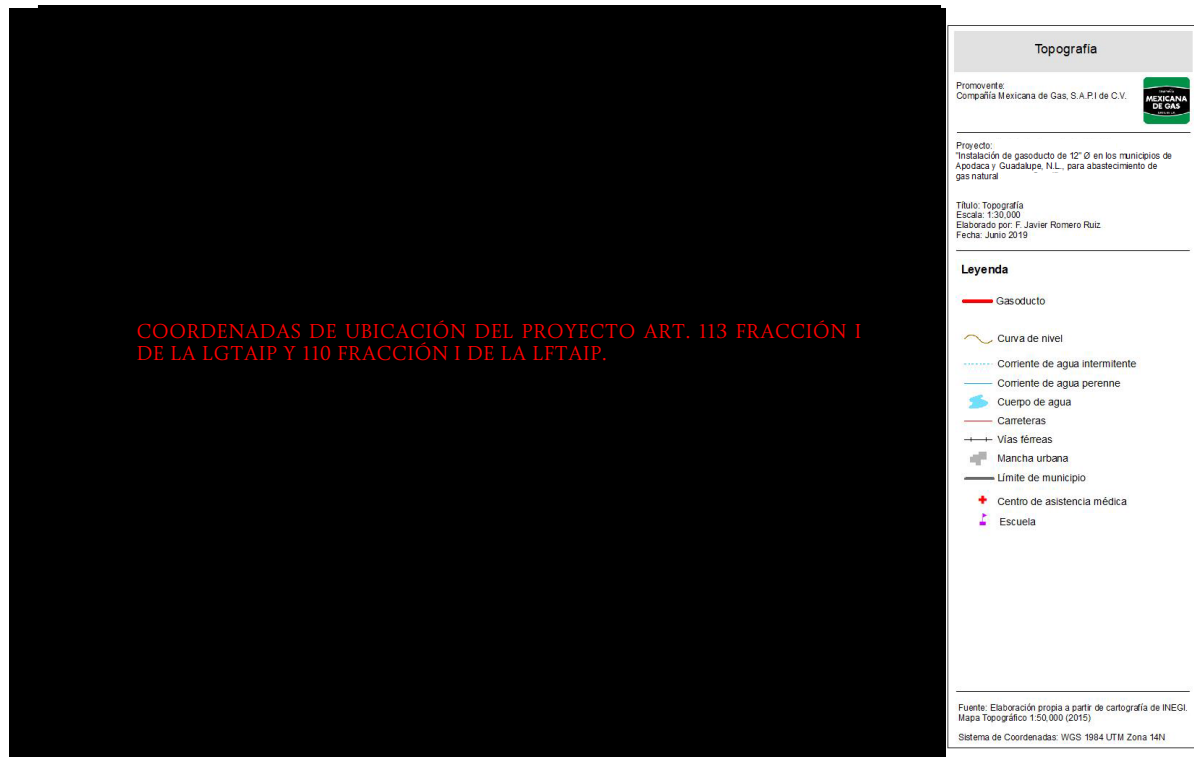


Tabla 3. Ubicación de Cruces con vías Comunicación y arroyos

Por otra parte, es importante mencionar que los cruces con vías de comunicación y arroyos se realizarán mediante una construcción direccional (adosado en cruces de arroyos) y construcción de hincados (conocidos como Pipe ramming). El "pipe ramming" es una técnica de instalación de tuberías sin zanja (*trenchless*); utilizada para hincar horizontalmente tuberías de acero de diferentes diámetros: es un método muy útil en instalaciones bajo estructuras como vías, cuerpos de agua, edificaciones, etc.

El empuje se realiza mediante un martillo neumático o hidráulico, que golpea el tubo de acero, el cual penetra el suelo sin causar alteración a éste. Una vez instalado el tubo se remueve el material de su interior. Posteriormente se desaloja el material que permanece al interior del tubo metálico utilizando para ello aire comprimido o agua a presión, quedando el interior disponible para acondicionar la tubería metálica al servicio o utilizarla como protección o pase y colocar una nueva tubería en su interior.

El método constructivo es el mismo utilizado para la hincada de pilotes con tubos de acero lo que facilita su manejo para quienes ya tienen experiencia en pilotaje. Es importante destacar que se utilizan tubos de acero, ya que por las características de resistencia y ductilidad del acero estos resisten y distribuyen mejor las cargas transmitidas por el martillo sin que se dañe la estructura de la tubería. Ya que es importante la estructura de

la tubería, hay que mencionar que las mismas tienen las siguientes características mecánicas (se anexa catálogo de características ANEXO I):

Calidad	Tension mínima de frecuencia, Fy	Tension mínima de ruptura, Fu	Fy/Fu	Alargamiento
	[Mpa]	[Mpa]	≤0.85	[%]
X 42	289	413	0.70	ver API 5L
X 52	358	455	0.79	ver API 5L

Tabla 4. Características mecánicas de la tubería API 5L

Adicional a lo anterior, el gasoducto contará con 3 Válvulas de 12" Tipo Trunnion alojadas dentro de registros subterráneos y una Estación de Regulación y Medición alojada en su caseta, necesarias para poder manipular y darle mantenimiento a la instalación en general. Ver en las siguientes tablas las características del catálogo del fabricante y consultar en anexo (ANEXO II) los certificados de calidad.

MATERIALES ESTÁNDAR. MATERIALES DE CUERPO y BRIDAS									
Material ASTM	Acero al Carbón Servicio General y Amargo		Acero al Carbón Baja Temperatura		Aleaciones Alta Temperaturas		Acero Inoxidable Resistente a la corrosión		Acero Inoxidable Duplex Resistente a la Corrosión
Fundición	WCB	WCC	LCB	LCC	WC6	C12A	CF8M	CF3M	UNS S31803
Forja	A105N		LF2		F11	F91	F316	F316L	UNS S31254

Nota: otros materiales disponibles

Tabla 5. Materiales estándar de las Válvulas

MATERIALES DE OBTURADOR (BOLA) PARA VÁLVULAS DE INSERTOS SUAVES.				
CLASE	2" a 8"	10" a 16"	18" a 24"	26" a 48"
150	SS 316	SS 316	SS 316	SS 316
300	SS 316	SS 316	SS 316	SS 316
600	SS 316	SS 316	SS 316	F51 / 17-4PH
900	F51 / 17-4PH	F51 / 17-4PH	F51 / 17-4PH	F51 / 17-4PH
1500	F51 / 17-4PH	F51 / 17-4PH	F51 / 17-4PH	F51 / 17-4PH
2500	F51 / 17-4PH	F51 / 17-4PH		

ENP: 0.003" (75 µm) Electroless Nickel Plated (ENP), sobre superficies internas y externas.
Notas: (1).- SS 316+0.003" ENP. VÁSTAGO PARA Clases 150,300 & 600, 17-4PH+0.003" Vástago ENP para Clases 900,1500 & 2500

Tabla 6. Materiales estándar para la esfera de la válvula

MATERIALES DE INTERIORES (TRIM) PARA VÁLVULAS CON INSERTOS SUAVES							
TRIM		BOLA	VÁSTAGO	MUÑO-TRUNNION	ANILLO	ANILLO "Back Seat"	INSERTO
T1	STD	A105+ENP	AISI 4140+ENP / A182 F6	AISI 4140+ENP / A182 F6	A105+ENP / A182 F6	A105+ENP	Ver tabla B
T2	SS 410	A182 F6A+ENP	A182 F6A	A182 F6A	A182 F6A	A182 F6A	Ver tabla B
T3	SS 316	See Table A (1)	A182 F316+ENP (1)	A182 F316+ENP (1)	A182 F316	A182 F316	Ver tabla B
T4	SS 304	See Table A (1)	A182 F316+ENP (1)	A182 F316+ENP (1)	A182 F316	A182 F316	Ver tabla B
ENP: 0.003" (75 µm) Electroless Nickel Plated (ENP), sobre todas las superficies internas y externas.							
Notes: (1).- SS 316+0.003" ENP Vástago para clases 150,300 y 600, 17-4PH+0.003" ENP vástago para clases 900,1500 & 2500							

Tabla 7. Tabla de materiales para insertos interiores de válvulas

La trayectoria está ubicada desde entronque Autopista al Aeropuerto y la carretera 181 Camino a Huinalá-Dulces Nombres en el municipio de Apodaca, hasta la Autopista al Aeropuerto con dirección a Monterrey, en el Municipio de Guadalupe, Nuevo León. Se conectará a través de una caja de interconexión con válvula reguladora de ducto 12" de la empresa Compañía Mexicana de Gas hacia nuestras instalaciones en la estación de filtración regulación y medición (ERM) de Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V. Las condiciones de operación de estas estaciones de regulación son:

Instalación	Presión Entrada (Kg/cm2)	Presión Diferencial Filtros (Kg/cm2)	Temperatura de operación (°C)	Flujo (m3/h)
Caja de interconexión con válvula reguladora	70.3	0.5	25	47,000
Estación de filtración regulación y medición (ERM)	46.2	0.5	25	8,497 / 13,000

Tabla 8. Condiciones de operación de las Estaciones de Regulación (Fuente Compañía Mexicana de Gas)

Finalmente, es importante mencionar que el gasoducto consiste en uno proyecto lineal, con un diámetro de tubería de 12", y cuyo material cumple con la calidad necesaria para poder desarrollar una obra de esta envergadura.

1.2. Bases del Diseño

El diseño y construcción del gasoducto de gas natural se basan en las especificaciones técnicas la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, conforme lo estipulado en el numeral 5.5.1 de dicha norma, que se refiere a la distribución de gas natural y gas licuado por ductos.

1.2.1. Diseño

A continuación, se indican algunos datos y/o parámetros de diseño que se utilizaron en los cálculos de ingeniería, los cuales son los siguientes:

- La presión de entrada en Estación Origen (Caja de Interconexión Apodaca) es 70.3 Kg/cm², la presión de llegada a la Estación de filtración regulación y medición (ERM) es 46.2 Kg/cm², se anexa la memoria de cálculo (Anexo III).
- Se abastecerá a la Estación de filtración regulación y medición (ERM) de gas natural para Grupo Gondi y futuro crecimiento donde se tendrá un consumo total de 23,406 m³/hr y con base en este dato y otras variables, se realizará el cálculo de la red.
- A lo largo del sistema de gasoducto, el diámetro nominal de la instalación de 12" SHC-40.
- No se permitirán en este gasoducto, conexiones o tuberías de polietileno.
- Se instalarán válvulas de seccionamiento conforme lo establece NOM-003-ASEA-2016 Y ASME B 31.8, esto en la vía pública.

1.2.2. Consideraciones especiales del diseño

- Se ha seleccionado este diámetro, presiones de trabajo en función de las necesidades de aumentar los volúmenes de gas a suministrar.
- De existir proyectos futuros asociados a este gasoducto se deberá indicar claramente los siguientes puntos:
 - Las localizaciones de interconexión.
 - La presión en las líneas de suministro.
 - Las características de diseño tanto de válvulas como otros mecanismos de alivio (tipo, diámetro, material, presión de trabajo, etc.)
 - Los materiales, los diámetros y las longitudes de las líneas de tuberías proyectadas.
- El presente gasoducto pasará única y exclusivamente por el derecho de vía, mostrado en la ilustración 1 y en la tabla 1, desde la caja de interconexión con valvula reguladora hasta la Estación de filtración regulación y medición (ERM).
 - Por ningún motivo se permitirá emplear juntas roscadas en el gasoducto.
 - Se deberán instalar válvulas de aislamiento modelo entrada lateral de tres piezas.
 - La soldadura empleada será en dos pases, el primer pase una soldadura de penetración y el segundo pase una soldadura de recubrimiento.
 - El gasoducto debe contar protección anticorrosiva.
 - El gasoducto debe contar con protección catódica.

1.2.3. Ubicación de válvulas de seccionamiento

Para la ubicación de válvulas de seccionamiento se consideraron varios criterios los cuales son:

- Cuando el área de construcción sea en la periferia de la ciudad, poblados agrícolas o industriales.
- Cuando el área cercana al ducto cuente con más de 10 instalaciones industriales, pero menos de 150.
- Cuando alrededor de la construcción existan 50 viviendas.
- Cuando una vivienda o construcción aloje más de 20 personas en una distancia inferior a 100 metros.
- Un área donde se registre tránsito intenso de vehículos.

Partiendo de estos criterios, se han ubicado 3 válvulas de seccionamiento a lo largo del proyecto de gasoducto.

1.2.4. Soldadura de tubería

A través de reportes de Calificación del Soldador se asegura que los soldadores involucrados en el proceso se encuentren debidamente capacitados y calificados al momento de la construcción del sistema de distribución. La tubería va enterrada a lo largo de toda su trayectoria.

El relleno mínimo sobre la tubería en zanja es de 0.60 m. en área de excavación normal, de 1.20 m. en cruzamientos encamisados y 2.00 mts. en cruzamientos con transición. De acuerdo con el capítulo 841.142 del ASME B31.8, para tuberías localizadas bajo un derecho de vía bajo camino urbano. La tubería enterrada como camisa de seguridad lleva protección mecánica anticorrosiva que impida la inducción de cargas y corrosión por terreno lodoso y erosión de la tierra. La excavación en general seguirá lo estipulado en el numeral 6.4.1 de la NOM-003-ASEA-2016. A continuación, se presentan las imágenes de soldado:

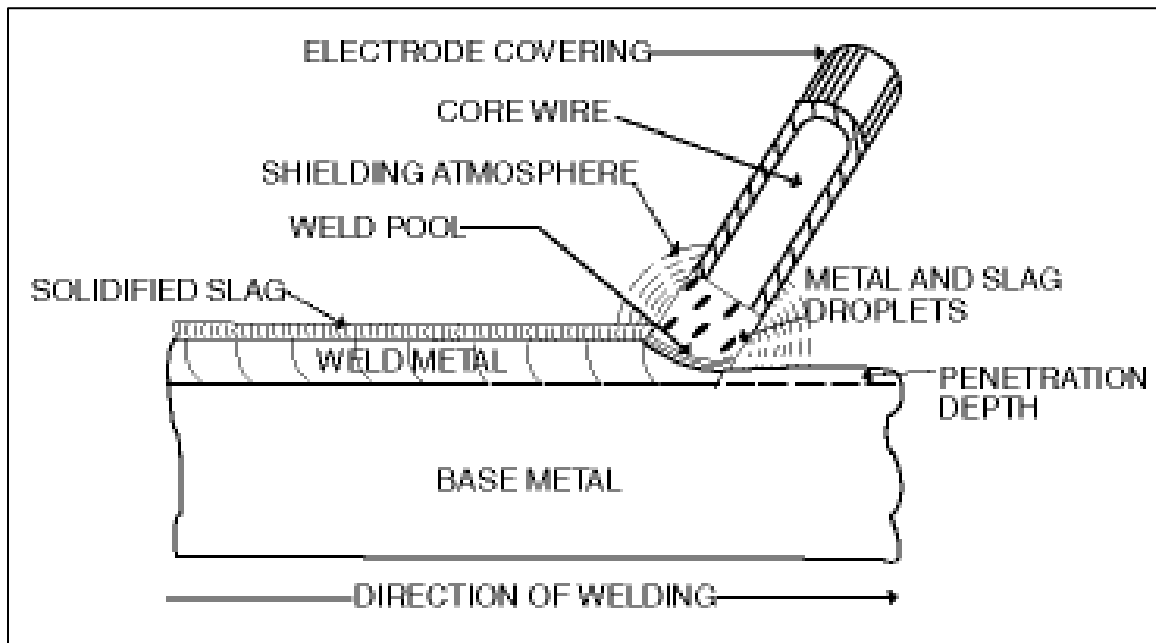


Ilustración 2. Soldadura de arco eléctrico

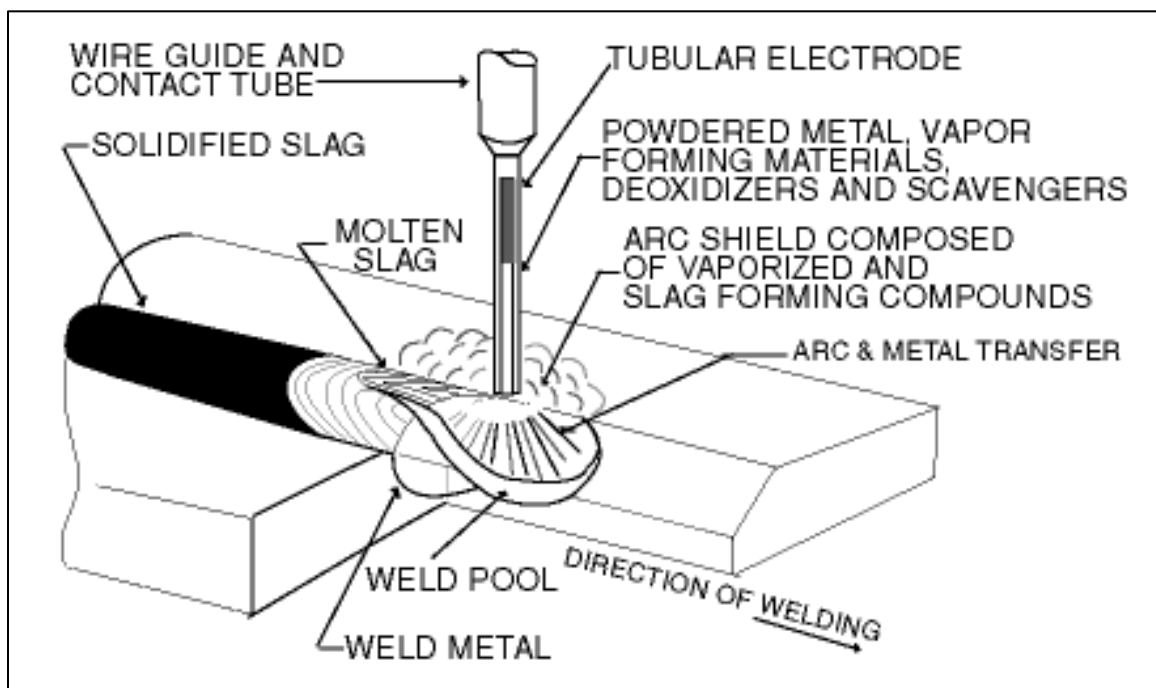


Ilustración 3. Soldadura de penetración en tope con bisel

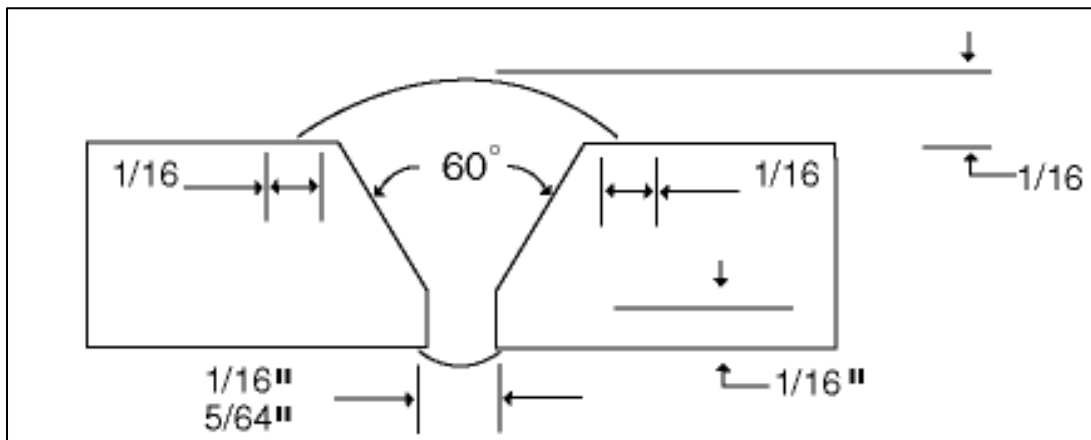


Ilustración 4. Detalle de junta de tubería

La soldadura que se empleará en estas juntas se realizará en dos pases, para evitar microporosidades y defectos de sobre la soldadura, posteriormente se realizarán pruebas no destructivas, como: radiografía de la soldadura y ensayo de líquidos penetrantes.

1.2.5. Odorización

La Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V. emplea equipos Odor Handy TMB para detección de compuestos mercaptanos en distintos puntos de la red, con la finalidad de comprobar el nivel de Odorización de la red. Los resultados son otorgados por lectura directa de los equipos de detección y expresados en ppm. Los análisis son realizados en distintos puntos de la red.



Ilustración 5. Ejemplo de sistema de odorización (fuente Compañía Mexicana de Gas)

El gas es odorizado por PEMEX Gas y Petroquímica Básica. La empresa cuenta con un sistema de Odorización marca YZ Industries en sus instalaciones de Apodaca, dentro de la ERM City Gate Triple Apodaca.

La Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V. cuenta con un procedimiento de monitoreo de la Odorización del gas natural de manera directa auxiliada de aparatos de detección y de manera física, mediante olfato, *denominado “Procedimiento para el Control de Odorizante en el Gas Natural”* de Compañía Mexicana de Gas, S.A. de C.V, el cual cuenta con autorización en materia de impacto y riesgo ambiental mediante el resolutive Oficio No. SGPA/DGIRA/DG/02784 de fecha 25 de marzo de 2014, emitido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.

1.2.6. Cruzamientos

Los estudios típicos de diseño estructural de tuberías de conducción de gas natural han sido considerados con la fórmula de cedencia a la fatiga por cargas en cruces de vías de flujo vehicular y se han incluido factores de la sección 841 del ASME B31.8. Existen cruces de vías vehiculares a lo largo de la trayectoria de la red de ductos de distribución, que son tramos de tubería encamisada. Donde sea aplicable, condiciones de carga producidas por la fuerza que produzca el medio ambiente, han sido consideradas conforme a lo establecido en la sección 833 de ASME B31.8.

1.2.7. Métodos anticorrosivos

Las instalaciones superficiales de los sistemas de ductos que transportan gas natural están expuestas a los efectos de la corrosión atmosférica como consecuencia del proceso de oxidación que ocurre cuando las estructuras metálicas, normalmente de acero al carbono están en contacto con el medio ambiente, principalmente con el agua, oxígeno y ácidos derivados del azufre, por lo que tienden a regresar a su condición original de mineral de hierro. Para reducir estos efectos e incrementar la seguridad de las instalaciones, se suelen aplicar distintos mecanismos anticorrosivos, dentro de los cuales se tienen:

- Recubrimientos o revestidores:

Se considera que estos son las principales herramientas para prevenir la corrosión, con frecuencia son aplicadas en conjunto con la protección catódica con el fin de minimizar los costos de la protección en las tuberías. Estos recubrimientos se utilizan para asilar el metal del medio agresivo. Los procedimientos de aplicación son de suma importancia en cuanto a la eficacia de la protección contra la corrosión, pues tanto el espesor, porosidad, como la naturaleza misma de las capas obtenidas son función del proceso de aplicación. (Se anexa catálogo de productos para protección anticorrosión y certificados de conformidad Anexo IV).

- Sistemas de Protección catódica (SPC):

La corrosión suele ser un fenómeno electroquímico por lo que se le puede hacer frente conectando el metal que se quiere proteger a otro metal menos noble, según la serie galvánica; este método utiliza corriente eléctrica directa para contrarrestar la corrosión externa. La protección catódica es uno de los grandes beneficios que tiene la corrosión galvánica ya que ésta se produce cuando dos metales distintos permanecen en contacto en una solución conductora o medio corrosivo. En este caso, el metal más débil comienza a ceder electrones quedando cargado positivamente (ánodo), mientras que el otro metal empieza a recibir electrones liberados desde el ánodo, convirtiéndose en un material cargado negativamente (cátodo). De la misma manera ocurre con la protección catódica, a diferencia que ahora se elige el material a proteger y el que será utilizado como ánodo de sacrificio. La protección catódica requiere de una corriente continua, la cual puede ser generada por ánodos galvánicos o por cualquier fuente generadora de corriente continua, que actuará entonces como ánodo de sacrificio o bien conectándolo al polo negativo de una fuente exterior de corriente continua; de acuerdo con la forma de generar corriente, esta protección puede ser:

- Por protección galvánica.
- Por corriente impresa.

En este caso, Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V. cuenta con protección galvánica y se muestra el esquema de conexión:

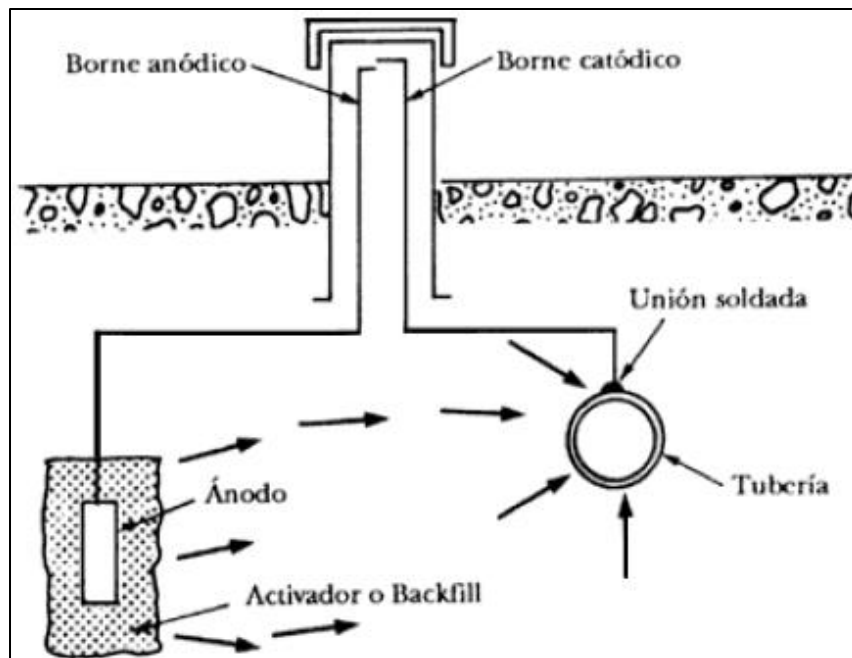


Ilustración 6. Esquema del Montaje de protección catódica de una tubería enterrada con ánodo de sacrificio

1.2.8. Inspección y prueba de Hermeticidad

La Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V. cuenta con gráficas de las pruebas de hermeticidad a las que fueron sometidos cada uno de los tramos de distribución de gas natural. Cuenta también con los certificados de calibración de los equipos utilizados para las pruebas herméticas, los cuales fueron calibrados por la empresa ALTEQ de México, S.A. de C.V.

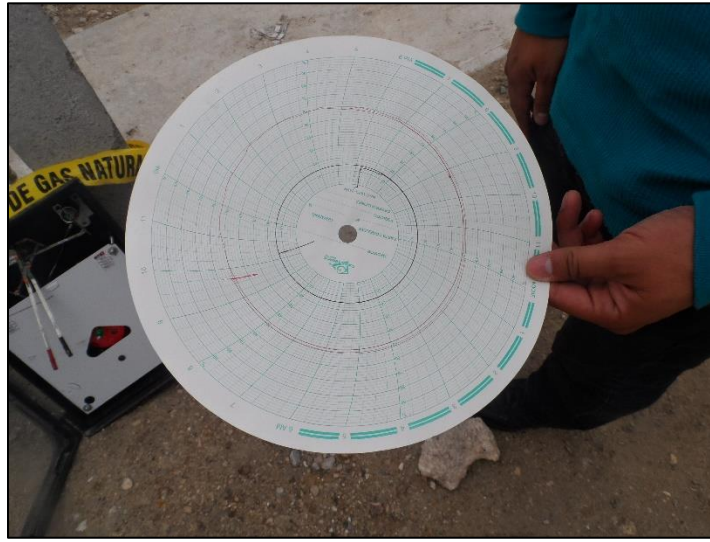


Ilustración 7. Ejemplo de registro de Hermeticidad Operativa



Ilustración 8 Equipo de pruebas de Hermeticidad Operativa

Utilizando instrumentos de detección, alarma y medición de gas tales como el Detecto Pak modelo 11M (HEATH CONSULTANTS) y explosímetro tipo GASCOP modelo 60 (MSA). También cuenta con un equipo ionizador de flama el que posee una cámara de combustión interna, con una bujía para quemar la mezcla. A la hora que encuentra

metano mide cuanto poder calorífico hubo y cuanto metano había en el aire. Cabe señalar que se tiene un programa mensual de monitoreo de fugas y se generan reportes de los recorridos.

El patrullaje de la red de distribución se realiza a través de las distintas cuadrillas de operación y mantenimiento, que tienen la instrucción de observar las condiciones de las rutas de la red y sus áreas aledañas, en busca de indicaciones de fuga, actividad de construcción y otros factores que afecten la seguridad y operación de esta.

El regulado cuenta con 22 cuadrillas de operación y mantenimiento. Estas cuadrillas cuentan con el siguiente equipamiento:

- Soldadoras
- Compresor
- Compactadora
- Martillo neumático
- Hot tapping (para perforar el tubo y poder sacar ramales sin cortar el servicio)
- Dos Plantas de luz móviles
- Equipo de electrofusión para soldar tubos de polietileno
- Prensas para bloqueo de flujo de gas
- Cinta preventiva para delimitar áreas peligrosas
- Equipo de excavación manual (pico y pala)
- Extinguidores de clase c polvo seco
- Equipo de comunicación (radios de frecuencia amplia) enlazados con el centro de respuesta a emergencias
- Cinchos, para encamisar fugas
- Globos neumáticos para tapar flujos de gas y poder soldar
- Coples dresser, para unir tuberías sin soldar
- Vestimenta anti-flama
- Señalamientos

La empresa desarrolló el “Procedimiento para las adecuadas condiciones de seguridad en la operación y mantenimiento de la red de distribución” Código M-OM-01, este procedimiento tiene como objetivo asegurar la prevención de accidentes mediante la aplicación de adecuadas condiciones de seguridad en la operación y mantenimiento de las estaciones de recibo y en general en las instalaciones y red de distribución de Compañía Mexicana de Gas, S. A.P.I. de C. V.

1.2.9. Puesta en marcha

Para poner en marcha la tubería canalizada, no se deberán encontrar defectos en las tuberías, ni inconformidades por parte del equipo de Unidad de Verificación, para la puesta en marcha se ejecutará una prueba de hermeticidad, para verificar que no existan fugas, esta prueba es desde el inicio hasta el final del ducto. En este punto se deben encontrar presentes el Jefe de la Obra, y el Jefe de Calidad y Seguridad e Higiene de Compañía Mexicana de Gas, para la obtención del dictamen.

1.2.10. Señalización de las líneas de distribución

Se señalizará todo el derecho de vía con señales restrictivas tipo "IV", con poste de concreto, colocadas en los límites del derecho de vía, linderos o cercas de las propiedades o cruces de calles, caminos, carreteras, ferrocarriles, canales, lomas, arroyos, etc. La señalización debe ser visible entre sí y en ningún caso las distancias entre ellas serán mayor a 100 m.

En los casos de tuberías enterradas, la empresa coloca señalamientos de advertencia, los cuales tienen un fondo de color contrastante en donde se indica *"Tubería de alta presión bajo tierra"*, *"No Cavar"*, *"Teléfonos para casos de emergencia"*; así como, el nombre y logotipo de Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V. Asimismo, se coloca señalamientos de prevención durante y después de la jornada de trabajo, para mayor seguridad. Dicha señalización se colocará por donde se encuentra el paso del gasoducto.



Ilustración 9. Ejemplo de señalización utilizada en otras instalaciones de la empresa

1.2.11. Manual de operación y mantenimiento del sistema de distribución

La seguridad es de suma importancia en la actividad de la distribución del gas natural, dado que es un proceso de servicio para satisfacer una demanda de mercado. Este servicio se orienta a una amplia gama de satisfactores de necesidades que van dirigidos a satisfacer requisitos energéticos de la industria.

La Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., cuenta con procedimientos de operación y mantenimiento del sistema de distribución (cuenta con un sistema de gestión denominado SASISOPA que incluye estos procedimientos), los cuales están apegados a normas, procedimientos técnicos y formatos, basados en normatividades externas, recomendaciones técnicas y reglamentación nacional. Los procedimientos abarcan prácticas de operación para mantener las condiciones normales de distribución y los programas de mantenimiento a los distintos componentes de la red. A continuación, se hace una descripción de estos:

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DISTRIBUCIÓN	
Número	Concepto
I	Sistema de medición, control y adquisición de datos
II	Sistema de prevención de accidentes
III	Interrupción de flujo de gas
IV	Cancelación, reinstalación y cambio de línea de gas
V	Procedimiento para atención a emergencias
VI	Monitoreo de fugas en el sistema de distribución y EMR's
VII	Sistema de protección catódica
VIII	Programa de capacitación de personal
IX	Emisión, control y actualización de los planos de la red
X	Construcción de líneas de tuberías de acero y otros materiales
XI	Recepción y manejo de materiales plásticos
XII	Ubicación de medidores y reguladores en el lugar de uso
XIII	Evaluación, capacitación y selección de contratistas
XIV	Puesta en operación de un tramo nuevo o renovado
XV	Puesta en operación de nuevas acometidas
XVI	Puesta en operación de instalación de aprovechamiento nueva
XVII	Desconexión y reconexión de instalaciones de aprovechamiento
XVIII	Desecamientos de tramos de la red (distribución o servicio)
XIX	Aumento o disminución de la presión de operación del sistema
XX	Evaluación periódica de la presión máxima de operación

XXI	Evaluación y control del odorizante
XXII	Realización de pruebas hidrostáticas y de hermeticidad
XXIII	Calificación de personal que realice soldadura
XXIV	Realización de cierres de líneas de gas
XXV	Notificación de interrupción y reanudación del servicio
XXVI	Preservación del derecho de vía con otros servicios y usuarios

Tabla 9. Elementos que conforman el Manual de Operación y mantenimiento

Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V. cuenta con los planos generales de la red actualizados bajo el sistema AUTOCAD, que contienen las estaciones de medición y regulación, ductos de alimentación, ramales de distribución y válvulas de seccionamiento del sistema de distribución de gas natural.

La empresa cuenta con un programa de mantenimiento anual el cual incluye:

- Reporte de inspección a medidores de desplazamiento positivo y turbinas
 - Detalle de calibraciones de medidores de turbina y desplazamiento positivo
 - Detalle de calibraciones de medidores de diafragma
 - Parámetros de operación de las estaciones de medición
 - Parámetros de operación de las estaciones de regulación y medición
- Reporte de Operación y Mantenimiento a Gasoductos
 - Listado de ramales y colonias para servicio industrial
 - Mantenimiento recorrido de fugas para servicio industrial
 - Mantenimiento de válvulas seccionadoras
 - Mantenimiento de válvulas troncales
 - Reporte de fugas reparadas, estado actual de la tubería, pruebas efectuadas
- Resumen de actividades principales de seguridad industrial
 - Programa de trabajos de seguridad y protección catódica
 - Lecturas de potencial
 - Odorización
- Cursos de capacitación
 - Asistentes a cursos de capacitación
 - Contenido de cursos de capacitación

Para el caso las Estaciones de Regulación y las Estaciones de Regulación y Medición (City Gates), las actividades que se realizan durante el mantenimiento son:

- Inspección visual de la estación
- Análisis y descripción del regulador

- Revisión de la presión de entrada y salida
- Condiciones del diafragma y observaciones generales
- Localización de fugas existentes en registros y estación
- Comprobación visual del funcionamiento normal de la estación
- Comprobación de ausencia de corrosión de los elementos de la estación
- Comprobación del estado de la protección anticorrosiva

A fin de garantizar la protección contra corrosión en tuberías de acero, se realizan 5 actividades:

- Revisión de señalamientos de seguridad
- Revisión de postes para toma de corriente
- Revisión de aislamientos de estaciones
- Revisión de condiciones de operación
- Lectura para toma de potenciales

El programa manual de operación y mantenimiento se incluye en el Anexo V.

1.2.12. Criterios de diseño para el Sistema de Protección Catódica

- Para diseñar y aplicar correctamente la Protección Catódica, primero se determinó la superficie expuesta a la corrosión, la densidad de corriente de la tubería (según el tipo de recubrimiento) y después, los requerimientos de corriente necesarios para mantener los potenciales de la tubería dentro de norma y de protección, para lo cual, deberá estar aislada eléctricamente toda la tubería subterránea.
- El sistema de protección catódica se ha diseñado para una vida útil de 50 años, y para tener la capacidad adecuada para dar protección al ducto que se encuentra en el derecho de vía.
- Se efectuó el correspondiente estudio eléctrico de la traza de la tubería de acero para la determinación de las características eléctricas y de resistividad del terreno, con el objetivo de determinar los equipos de protección catódica precisos para mantener la intensidad de corriente en la tubería de acero de 2 mA, en cualquier punto de recorrido, con relación al electrodo de referencia.
- Como un complemento del sistema de protección catódica, existen postes de medición de potencial tubo-suelo, esto para llevar un registro de los niveles de protección catódica que se mantengan sobre el derecho de vía.
- La tubería de acero suministrada con un recubrimiento externo de resina epóxica adherida por fusión con un espesor de 14 milésimas mínimas y 17 milésimas máximas (Ver Anexo VI).

1.2.13. Especificación de los materiales.

A continuación, se describen los materiales que formarán parte del gasoducto de la compañía:

Material	Especificación
Tubo de acero	Diámetro: 12", espesor: 0.406", grado X-42 (SHC-40) y X-52
Recubrimiento Epóxico	Recubrimiento 14 – 17 Mils
Válvulas de acero	Material ASTM_A_105N, Diámetro de las bridas 12", Presión clase 600
Uniones soldables de acero	Diámetro: 12", espesor: 0.406", grado X-42 y X-52
Varillas de soldadura	Primer pase: E 6010 (Soldadura de penetración para tubería de presión) Resistencia a la tracción: 414 Mpa. (ANEXO VII) Segundo Pase: E-7010 (Soldadura para recipientes a presión). Resistencia a la tracción: 517 Mpa (ANEXO VIII)
Accesorios	Roscados 1000 libras de presión mínimo, Espárragos ASTM A-193, Tuercas ASTM A-194, Empaque de neopreno ANSI B 16.5

Tabla 10. Especificaciones de los materiales de construcción

1.3. Hojas de Seguridad

La sustancia involucrada en el sistema de distribución es el Gas Natural (también conocido como gas metano). La hoja de seguridad con los datos y características se encuentra en el anexo IX. Asimismo, se anexa la hoja de datos de seguridad del etil-mercaptano, que es la sustancia utilizada para la odorización del Gas Natural y así poder detectar su presencia en cualquier medio.

Gas Natural

El Gas Natural es una mezcla de hidrocarburos simples que se encuentra en estado gaseoso en condiciones ambientales normales de presión y temperatura. Está compuesto aproximadamente de 88% de metano (CH_4), que es la molécula más simple de los hidrocarburos. Asimismo, contiene pequeñas cantidades de etano (C_2H_6), propano (C_3H_8) y otros hidrocarburos más pesados. También se pueden encontrar trazas de nitrógeno (N_2), dióxido de carbono (CO_2), ácido sulfhídrico (H_2S), entre otros.

El Gas Natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61 mientras que la del aire es 1.0). Aun cuando presenta altos niveles de inflamabilidad y explosividad, las fugas se disipan rápidamente, haciendo difícil la formación de mezclas explosivas en el aire. Este es uno de los motivos del por qué cada vez su uso es más generalizado tanto en instalaciones domésticas como industriales. Además, presenta ventajas ecológicas en comparación con otros combustibles fósiles ya que, al quemarse, se producen bajos niveles de contaminación. En la siguiente figura, se muestra el pictograma correspondiente a la identificación de peligros del Gas Natural conforme al Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Químicos. Es importante señalar que el Gas Natural se clasifica con la clave H220 que corresponde a Gases Extremadamente Inflamables de Categoría 1.



Figura 1. Pictograma para el Gas Natural el cual señala que es un gas extremadamente inflamable

En la siguiente tabla se observa la clasificación del riesgo del Gas Natural por parte de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés).

4	Inflamabilidad
1	Salud
0	Reactividad
	Especial

Tabla 11. Clasificación de riesgo de la NFPA

Por último, el Gas Natural no posee un olor en particular, por lo que es necesario la aplicación de un odorizante en los sistemas de distribución para detectar su presencia (NOM-003-ASEA-2016 relativa a la Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por ductos).

Etil-mercaptano

El Etil-mercaptano es un gas que se emplea en la odorización del Gas Natural. Por decreto de la Norma Oficial Mexicana (NOM-003-ASEA-2016), el gas debe ser odorizado a una concentración tal que permita ser detectado por el olfato cuando las concentraciones alcancen una quinta parte del límite inferior de explosividad (LIE), o cuando la proporción de gas en aire sea de 1% (uno por ciento).

De acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Químicos, el Etil-mercaptano se clasifica bajo las siguientes claves.

Código	Indicación de Peligro Físico	Clase de Peligro	Categoría de Peligro
H224	Líquidos y vapores extremadamente inflamables	Líquidos inflamables	1
H302	Nocivo en caso de ingestión	Toxicidad aguda por ingestión	4
H317	Puede provocar una reacción cutánea alérgica	Sensibilización cutánea	1, 1A, 1B
H332	Nocivo si se inhala	Toxicidad aguda por inhalación	4

Tabla 12. Clasificación del Etil-mercaptano de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Químicos

Por parte de la clasificación de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, el Etil-mercaptano se clasifica de la siguiente manera:

0	Inflamabilidad
3	Salud
0	Reactividad
	Especial

Tabla 13. Clasificación de riesgo del Etil-mercaptano según la NFPA

1.4. Condiciones de Operación

El ducto será de Acero de 12" API 5L grado X-42, Cédula 40 en todo el trayecto desde la Interconexión de Apodaca hasta Interconexión a la Estación de filtración, regulación y medición (ERM) dentro del parque industrial Nexxus para la Planta de Papeles y Empaques Gondi Monterrey, cuya longitud aproximada es de 7.30 km; la presión de entrada a la estación será de 46.2 – 70.3 Kg/cm², con un flujo de 47000 m³/hr. La finalidad del proyecto es suministrar gas natural a la ERM propiedad de CMG para suministrar gas natural a la empresa Papeles y Empaques Gondi Monterrey S. DE R.L. DE C.V. con perspectiva de poder sumar al sistema de CMG de otros usuarios en la zona.

1.4.1. Operación

A continuación, se hará una descripción de las condiciones de operación (flujo, temperaturas y presiones de diseño y operación) del ducto y estaciones (de regulación y medición y/o compresión); así como, el estado físico de la(s) sustancia(s) transportada(s). Las condiciones de diseño se visualizan en la siguiente tabla:

Instalación	Presión Entrada (Kg/cm ²)	Presión Diferencial Filtros (Kg/cm ²)	Temperatura de operación (°C)	Flujo (m ³ /h)
Estación Caja de interconexión con válvula reguladora	70.3	0.5	25	47,000
Estación de filtración regulación y medición (ERM)	46.2	0.5	25	8,497 / 13,000

Tabla 14. Condiciones de Operación de las Estaciones (fuente Compañía Mexicana de Gas)

1.4.2. Limpieza de la obra

- La limpieza de la obra se ejecutará de manera continua en la zona de influencia, se mantendrá ordenada y se efectuará cada fin de semana.
- En la fase de construcción todo el material proveniente de la excavación se aprovechará en la compactación, y el material sobrante se retirará del área de la obra.
- Para la limpieza se utilizará la herramienta y el equipo adecuado.
- Es importante que siempre que se estén realizando dichas actividades se señalizará el área de trabajo.
- Es premisa para la compañía no dañar las áreas circunvecinas al proyecto.
- El área de carga de escombros se barrerá para evitar dejar elementos sueltos como polvo o partes que puedan afectar el entorno.

1.4.3. Mantenimiento del proyecto

El objetivo del mantenimiento del proyecto es que la instalación permanezca intacta tanto para su aprovechamiento, así como evitar daños a terceros o al ambiente, para ello es significativo que siempre se encuentre entre los límites exigibles de operatividad, seguridad y rentabilidad.

Debido a ello, los sistemas de distribución deberán cumplir con los requisitos derivados de la NOM-003-ASEA-2016 o alguna actualización que la misma sufra, tanto para la operación, como para el mantenimiento y la reparación del ducto.

Serán objeto de mantenimiento las siguientes instalaciones o equipos:

- El gasoducto
- Estaciones de Regulación y Medición
- Válvulas de seccionamiento del sistema
- La Protección Catódica
- El sistema de odorización de gas natural
- Equipos de medición de la Estación de Regulación y Medición
- Equipos mecánicos, eléctricos y/o electrónicos que formen parte del ducto

1.4.4. Pruebas de verificación

- Prueba de hermeticidad

Toda tubería que conduzca gas debe ser objeto de una prueba de hermeticidad antes de ser puesta en servicio. Las tuberías ocultas o subterráneas deberán probarse herméticamente antes de cubrirlas. Para efectuar las pruebas de hermeticidad, se deberá utilizar exclusivamente aire o gas inerte. Sólo el regulado podrá realizar estas pruebas con gas natural. No se utilizará oxígeno como elemento de prueba. Deberá efectuarse una prueba de hermeticidad a las instalaciones cada cinco años.

El resultado de las pruebas de hermeticidad deberá reportarse a la Comisión Reguladora de Energía.

Las pruebas que deberán llevarse a cabo en las tuberías que conduzcan gas a baja presión son las siguientes:

- a. Antes de conectar los equipos de consumo, las tuberías deben soportar una presión manométrica de 49 kPa (7.11 lb/plg²), registrada por manómetro, durante un periodo no menor de 10 minutos, sin que el manómetro indique caída de presión alguna, y
- b. Se debe efectuar una segunda prueba con los equipos de consumo conectados a las tuberías. En dicha prueba, tanto las tuberías como los accesorios de control de los equipos deben soportar una presión manométrica de 1.765 kPa (0.256 lb/plg²) durante un periodo no menor de 10 minutos, sin registrarse caída de presión alguna.

Una vez que el manómetro registre la presión requerida, la fuente de presión deberá desconectarse del sistema. Cuando se haya utilizado aire o gas inerte en las pruebas de hermeticidad, se deberán purgar adecuadamente las tuberías antes de ponerlas en servicio. Una vez realizado lo anterior, se procederá con el encendido de pilotos y quemadores, asegurándose de que éstos y los equipos de consumo funcionen correctamente. Se deberá verificar que no existan fugas en los equipos en funcionamiento (Fuente procedimientos SASISOPA).

La Unidad de Verificación deberá informar a la Gerencia de Operación y Mantenimiento sobre la prueba de hermeticidad por medio de un dictamen que contenga las especificaciones completas de presión, duración de la prueba y resultados de esta.

Una vez concluidos los trabajos de instalación y limpieza de la línea, se procederá a realizar la prueba de hermeticidad a una presión mínima de dos veces la presión de trabajo de la instalación de aprovechamiento. La prueba se llevará a cabo durante 24 horas continuas utilizando aire o gas inerte. Únicamente bajo la supervisión de la Gerencia de Operación y Mantenimiento, se podrá utilizar gas natural para efectuar esta prueba. No se utilizará oxígeno como elemento de prueba.

La prueba de hermeticidad deberá llevarse a cabo en las tuberías de la instalación de aprovechamiento, por una Unidad de Verificación acreditada, dejando en poder del usuario, debidamente firmado de conformidad, el original y una copia de la prueba y del plano isométrico de la instalación de aprovechamiento.

- Verificación de aislamientos en válvulas seccionadoras

Se verifica con multímetro que no exista continuidad en las válvulas aislantes. En caso de existir se verifica la causa y ésta se ajustará correctamente.

- Verificación de potenciales

Toda la línea del **Sistema de Distribución de Gas Natural localizado en la Zona Geográfica de Monterrey**, cuentan con protección catódica. Es por esto que dentro del Programa de Mantenimiento Preventivo se realiza la operación de verificar que dicha protección se encuentra con los potenciales eléctricos adecuados.

La verificación consiste en realizar monitoreos a lo largo del Sistema de Distribución, utilizando un multímetro que consta de un electrodo de sulfato de cobre el cual permite verificar que el voltaje de tubo-suelo tenga un valor negativo de 0.85 Voltios. De esta manera, se verifica que el voltaje se encuentre en el nivel de protección necesaria.

Las lecturas de monitoreo se tomarán por lo menos a 50 pies de distancia del ánodo de magnesio más cercano.

- Verificación de Presiones de trabajo de línea

La verificación de presiones de trabajo de línea consistirá en recorrer por tramos el Sistema de Distribución, y verificar mediante la utilización de manómetros la presión debida en cada tramo correspondiente.

1.5. Procedimientos y Medidas de Seguridad

Durante la operación de la instalación proyectada se aplicarán una serie de procedimientos con el fin de mantener en excelente estado el ducto de gas natural y con esto minimizar los riesgos al entorno producto de accidentes. (se anexa procedimiento en digital ANEXO X)

1.5.1. Procedimiento de mantenimiento

Este procedimiento tiene por objetivo definir el alcance del mantenimiento preventivo y correctivo de gasoductos y redes que opera la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., con la finalidad de:

- Establecer las acciones de mantenimiento necesarias, para lograr el mejor grado de funcionamiento y seguridad de las instalaciones que se operan.
- Cumplir con lo dispuesto en la Norma NOM-003-ASEA-2016, que se refiere la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.
- Contar con un plan de mantenimiento, el cual establezca la correcta operación de funcionamiento de gasoducto, donde se incluye un plan de recorridos, vigilancia y monitoreo de la red.
- Plan de monitoreo a la red, es el conjunto de tareas realizadas por personal calificado, dotado de la información gráfica pertinente y de los equipos de detección adecuados para investigar y localizar las posibles fugas existentes en las conducciones que componen la red, en acometidas y/o centros de regulación y medición.

1.5.2. Plan de emergencia

El objetivo del plan de emergencias es establecer una sistemática actuación en materia de prevención, auxilio y recuperación que permita afrontar las situaciones de emergencia de la red e instalaciones de distribuciones de gas natural, coordinada adecuadamente por las distintas unidades operativas de Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., para que pueda atender y resolver el mínimo tiempo posible el problema presentado en el siguiente orden:

- Salvaguardar la integridad física de trabajadores, clientes y cualquier tercero y de los bienes materiales.
- Disminuir el impacto originado por cualquier ducto de gas natural que opere.
- Reducir los daños materiales.
- Mantener el servicio y las presiones de operación

1.6. Análisis de Evaluación de Riesgos

1.6.1. Antecedentes de accidentes e incidentes

La siguiente tabla se presenta los antecedentes de accidentes e incidentes donde se contó con la presencia del gas natural.

Año	Ciudad - País	Instalación	Sustancia Involucrada	Evento	Causa	Nivel de Afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
1944	USA	Instalación base de recepción en tierra	Gas Natural	Explosión	Se cambió el tanque contenedor debido a una fisura, el tanque nuevo tenía un defecto estaba hecho de bajo contenido de níquel y aleación de acero, el níquel es conocido que es susceptible a muy bajas temperaturas.	12.15 hectáreas fueron afectadas severamente, invasión de nubes de vapor de gas.	Respuesta emergencias, bomberos y servicios médicos
1964	Argelia	Barco de Almacenaje	Gas Natural	Fugas e incendio	Un rayo cayó sobre el elevador de ventilación delante de la nave, se liberó vapor y hubo una pequeña ignición.	Invasión de nubes de vapor de gas.	Purga de nitrógeno y aire sobre la línea vertical de la conexión.
1965	Inglaterra	Tanque de almacenaje	Gas Natural	Incendio	Vapores generados durante el mantenimiento.	Invasión de nubes de vapor de gas.	Respuesta emergencias, bomberos y servicios médicos.
1968	USA	Tanque de almacenaje	Gas Natural	Explosión	Accidente por un aislamiento inadecuado de presión.	Invasión por nubes de vapor de gas.	Respuesta emergencias, bomberos y servicios médicos.
1971	Italia	Tanque de almacenaje	Gas Natural	Daños a la estructura del tanque	"Roll-over" repentino incremento en la presión del tanque.	Invasión de gas en el ambiente.	Respuesta a Emergencias
1979	USA	Punto de Cobertura de la subestación eléctrica	Gas Natural	Explosión	Inadecuado cerrado de la bomba eléctrica de gas para sellar el flujo.	Vapor de gas y humo en el ambiente.	Respuesta emergencias, bomberos y servicios médicos.
1989	Inglaterra	Bombas de distribución	Gas Natural	Incendio	Una válvula no cerrada	Incendio afectando 40 mts., humo al ambiente.	Respuesta emergencias, bomberos y servicios médicos.
1993	Indonesia	Línea de distribución	Gas Natural	Equipo y estructura dañado	Apertura de una línea durante el proyecto de modificación de un tubo.	Daños menores al suelo.	Respuesta emergencias
2003	México	Ducto de gas natural	Gas Natural	Explosión	Explosión del ducto de gas natural cercano de la ciudad de Mendoza, en investigación.	Daño a los alrededores y humo.	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.
2004	Argelia	Sistema de refrigeración	Gas Natural	Explosión	Se rompe el sistema de refrigeración y provoca incremento de temperatura	Humo al ambiente e incendio alrededor de la	Respuesta emergencias, bomberos y servicios

					vaporizadora.	planta.	médicos
2006	Malasia	Sistema de compresor de gas propano de la turbina del primer tren	Gas Natural y gas propano	Incendio	Se rompió la estructura entre la cabeza y el tubo con las perillas para la recolección de gas natural.	Humo al ambiente	Respuesta emergencias
2007	México	Plataforma de Petróleos Mexicanos (PEMEX)	Gas natural y crudo de petróleo	Incendio y explosión	El choque de la plataforma Usumacinta con la Kab 101, cuando el frente frío número 4 provocó rachas de viento de hasta 130 Km por hora y olas ente 6 y 8 metros de altura. El mal tiempo en las aguas del golfo de México ocasionó que la plataforma auto elevable Usumacinta, que realizaba labores de interconexión para perforar el pozo Kab 103, rompió el árbol de válvulas de la Kab 101, lo que originó un derrame de petróleo crudo y gas natural asociado	Afectación y contaminación de las aguas marinas.	Respuesta emergencias, marina y servicios médicos.
2008	México	Ducto de gas	Gas Natural	Incendio	Golpe accidental al ducto por parte de los trabajadores, producto de una perforación para un puente vehicular.	Humo al ambiente	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.
2011	España	Cisterna	Gas Natural	Explosión	Accidente automovilístico en una curva	Afectación al talud de tierra y roca en la carretera	Respuesta emergencias, bomberos
2012	México	Instalación de extracción	Gas Natural	Explosión	Accidente donde exploto parte de las instalaciones de PEMEX, los encargados fueron los técnicos especializados de PEMEX exploración y producción, no hay detalles	Afectación de los terrenos aledaños a las instalaciones	Respuesta emergencias, protección civil y servicios médicos.
2013	México	Ducto de gas natural	Gas Natural	Explosión	Accidente causado al perforar un ducto de 10 pulgadas de diámetro por trabajadores de la construcción del puente vehicular del circuito exterior mexiquense.	Afectación alrededor, humo y fuego	Respuesta emergencias, bomberos, protección civil y servicios médicos.
2014	México, ZMMTY	Ducto de gas natural	Gas Natural	Incendio	Ocurrió una fuga en la zona hotelera del municipio de San Pedro Garza García, debido a tierra reblandecida por una fuga de agua que origino un colapso de la tubería por el paso constante de vehículos.	Afectación a instalaciones hoteleras, y generación de humos.	Respuesta emergencias y protección civil.

Tabla 15. Antecedentes de accidentes e incidentes

1.6.2. Metodología de identificación y jerarquización

- Selección de la metodología de análisis de riesgo: la instalación denominada “Instalación de gasoducto de 12" Ø en los municipios de Apodaca y Guadalupe, N.L., para distribución de gas natural”, es un ducto diseñado para brindar servicio en volumen de gas natural de las instalaciones de la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., debido al incremento de sus operaciones en zona metropolitana de Monterrey y municipios circunvecinos.
- Desde el inicio de sus operaciones la compañía no ha registrado accidentes e incidentes con respecto a las áreas de operación y mantenimiento de las redes, por lo que no existen registros de riesgos que se puedan presentar en este gasoducto. Por lo que se seleccionará una metodología de análisis de riesgo que a la hora de aplicarse evalúe los escenarios críticos para una instalación de este tipo, esta evaluación será sistemática y formal, donde se analizará lo que pudiera fallar durante las fases de operación y mantenimiento.

Los criterios aplicados para la selección de la metodología a emplearse son:

- Identificar los riesgos derivados que conlleva la operación de un gasoducto con las características expuestas en la sección 1.4 (presión, caudal, volúmenes, etc.).
 - Actuar conforme a los requisitos legales aplicables en materia operativa, ambiental y de seguridad.
 - Contar con la disponibilidad de información relacionada con el proceso, como lo es la memoria descriptiva del Ducto de gas natural en donde se incluyen las memorias de cálculo, de diseño, la ingeniería básica del proyecto, y los procedimientos que tiene la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V.
- Características operativas del proyecto
 - Experiencia de la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., en la operación de los ductos de gas natural en el área metropolitana de Monterrey.
 - Tipos de resultados que se busca obtener:
 - Descripción cualitativa de los riesgos identificados
 - Clasificación de los riesgos identificados
 - Descripción cualitativa de las causas y/o de las consecuencias de los peligros identificados

- Determinación de los escenarios de accidentes y el cálculo de la probabilidad de su ocurrencia, así como la cuantificación de las consecuencias de la ocurrencia
- Alternativas para eliminar o controlar los peligros y los escenarios de accidentes identificados
- Entrada de información para un análisis cuantitativo del riesgo

Además de los criterios anteriores, a efectos de elaborar un análisis integral del riesgo y que sea consistente con el tipo de instalación que se desea desarrollar, se estiman los lineamientos propuestos y recomendaciones realizadas por:

- Guía para la selección y aplicación de técnicas PHA (www.seguridadyprocesos.com/documentos/doc_download/10-.html).
- Análisis de riesgo en instalaciones industriales (Joaquim Casal, 1999).
- Prevención y gestión del riesgo en la industria de los hidrocarburos. (CAREC, 2017)
- Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals -- Compliance Guidelines and Enforcement Procedures. (OSHA 29 CFR1910.119).

Las siguientes metodologías son reconocidas para el desarrollo de los análisis de riesgos en procesos:

- ¿Qué pasa sí? / What if?. (WI).
- Lista de Verificación / Check List (CL).
- ¿Qué pasa sí? y Lista de Verificación / What if?. (WI) and Check List (WI/CL).
- Análisis de riesgo y operabilidad / Hazard and Operability analysis (HazOp).
- Análisis modo de falla y sus defectos/ Failure Modes and Effects Analysis (FMEA).
- Análisis de árbol de fallos / Fault tree analysis (FTA).
- Análisis de árboles de eventos / Event tree analysis (ETA).

Con el objetivo de realizar una correcta selección de la metodología para el análisis de riesgos de proyecto, se emplea la siguiente tabla, la cual nos muestra la interrelación de criterios para la realización del análisis de riesgos, con respecto a las peculiaridades de las metodologías recomendadas para el desarrollo del análisis al gasoducto que la organización desea desarrollar.

Criterios aplicables al proyecto		Metodología de análisis de riesgo						
		WI	CL	WI/CL	HazOp	FMEA	FTA	ETA
Aceptado por requerimientos normativos / Requisitos legales aplicables	Si	X	X	X	X	X	X	X
	No							
Tipo de proyecto	Nuevo	X	X	X	X	X		
	En Operación		X		X	X	X	X
Fase del proyecto	Diseño	X	X	X	X			
	Ingeniería Básica			X	X	X		
	Ingeniería de detalle			X	X	X		
	Construcción		X					
	Operación	X	X	X	X	X	X	X
	Mantenimiento		X	X	X	X	X	X
	Ampliación			X	X	X	X	X
	Investigación de accidentes e incidentes	X			X	X	X	X
	Abandono	X	X	X				
Operación	Continua	X	X	X	X		X	X
	Discontinua							
Información disponible del proyecto	Ingeniería básica			X	X	X		
	Ingeniería de detalle			X	X	X	X	X
	Procedimientos internos	X	X	X	X	X	X	X
Experiencia de la compañía para la operación de instalaciones (ductos de gas natural)		X	X	X	X			
Identifica Riesgos	Sí	X	X	X	X	X	X	X
	No							
Evalúa Riesgos	Sí	X		X	X	X	X	X
	No		X					
Nivel de Riesgos	Alto				X	X	X	X
	Bajo	X	X	X				
Número de escenarios identificados	Alto				X	X		
	Bajo							
Requerimiento de información detallada	Amplio				X	X	X	X
	Bajo	X	X	X				

Tabla 16. Características del proyecto y técnicas de análisis de riesgo recomendadas

Con base en el cuadro anterior, así como las características del proyecto, la disponibilidad de la información y las peculiaridades que existen para la aplicación de metodologías de identificación y evaluación de riesgos contempladas, se determina que las técnicas adecuadas a aplicarse a la instalación de la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., por lo que se ha decidido que la metodología ¿Qué pasa sí? (What if?), y el análisis de riesgo y operabilidad (HazOp).

La jerarquización de los riesgos identificados y evaluados en el ducto de gas natural por medio de las metodologías seleccionadas se realizará mediante la matriz de jerarquización tomando en cuenta la severidad de las consecuencias de los peligros identificados y la frecuencia de ocurrencia.

- Análisis ¿Qué pasa sí?

Consiste en una técnica inductiva de identificación de peligros mediante el planteamiento de preguntas, bajo la estructura ¿Qué pasa si ...?, de eventos indeseados relacionados con la operación de un proceso o situaciones externas.

Este tipo de análisis no se encuentra totalmente estructurado como el análisis HAZOP, por lo que su valor radica en la implementación de la técnica mediante un grupo de especialistas con amplia experiencia y conocimiento del sistema en análisis.

Con el fin de sistematizar el análisis ¿Qué pasa si...? Se recomienda el establecimiento de nodos de evaluación, es decir, agrupar los elementos que conforman la instalación, en pequeñas unidades lógicas o de proceso y analizar cada uno de los nodos.

Finalmente, los resultados obtenidos de la aplicación del análisis ¿Qué pasa si ...? al proyecto, se reportarán por medio de la modalidad por Desviación (DBD), consistente en reportar solo aquellas desviaciones que presentan consecuencias de interés, omitiendo en el registro las demás desviaciones cuyas afectaciones no son relevantes en función del peligro que representan. (Ver Anexo XI)

- Análisis de riesgo y operabilidad (HazOp)

Una de las metodologías más aceptadas y apropiadas para determinar y evaluar los peligros de un proceso es el **Estudio de Riesgo y Operabilidad de los procesos –HAZOP (HAZard and OPerability)**, que integra la metodología para sistemáticamente revisar el diseño y operación de una planta y/o proceso industrial para identificar la ocurrencia potencial de impactos en la gente, propiedades o el ambiente, este método fue

desarrollado por ingenieros del ICI Chemicals de Inglaterra en los años setenta.

HAZOP es el método más amplio y reconocido para realizar un análisis de riesgo en procesos industriales. Este análisis es un estudio que identifica cada desviación concebible de un diseño, de una operación o de una afectación cualquiera y todas las posibles causas y consecuencias que pueden ocurrir en las condiciones más adversas para el proceso, de manera que sirve para identificar problemas de seguridad y mejorar la operabilidad de una instalación industrial.

El carácter sistemático del análisis, se realiza con un examen basado en la aplicación sucesiva de una serie de palabras guía o claves, "nodos", para examinar desviaciones de las condiciones normales de un proceso en varios puntos clave y que tienen por objeto proporcionar una estructura de razonamiento, capaz de facilitar la identificación de desviaciones ocasionadas por múltiples causas, para determinar la flexibilidad de las respuestas a afectaciones por errores humanos, fallas de materiales, causas externas a la red, etc. De la misma forma, se efectúa el análisis operativo del proceso comprendiendo el control, el mantenimiento, la supervisión. Cada vez que una desviación razonable es identificada, se analizan sus causas, consecuencias y posibles acciones correctoras, plasmándose en un registro ordenado de los datos y resultados.

La mecánica propia del HAZOP es el determinar una variable del proceso, por ejemplo "flujo" y analizar el nodo bajo consideración. Entonces una serie de palabras guías son combinadas con la variable "flujo" para crear desviaciones. Por ejemplo, la palabra guía "Desviación" es combinada con la variable "Flujo" para dar la desviación "No flujo", iniciando con la búsqueda de la causa que puede resultar en la peor consecuencia posible. Cada causa es registrada con su listado de consecuencias, derivándose de esto protecciones, controles o recomendaciones apropiadas a cada escenario. El proceso es repetido para la siguiente desviación hasta completar el nodo bajo estudio.

El procedimiento involucra tener una descripción y documentación completa de la planta y sistemáticamente cuestionar cada parte, para identificar como se pueden producir desviaciones del intento de diseño. Una vez identificados se hace una evaluación, para determinar si tales desviaciones y sus consecuencias pueden tener un efecto negativo en la seguridad y operación eficiente de la planta y de ser necesario se establecen acciones para remediar la situación.

En resumen, la metodología a seguir en el análisis HAZOP, es:

- División del proceso en áreas.
- Descripción de la intención de diseño (operación normal, límites y condiciones de seguridad según diseño) de las diferentes secciones definidas.
- Postulación, a través de palabras guía, de desviaciones de la intención de diseño de cada tramo y sus componentes.
- Determinación de las causas y consecuencias posibles de las desviaciones postuladas.
- Determinación de las desviaciones significativas (aquellas cuyas consecuencias implican riesgos importantes y cuyas causas son creíbles, haciéndolas posibles).
- Evaluación de las defensas existentes contra tales desviaciones (prevención de las causas de las desviaciones, mitigación de sus consecuencias).
- Proposición de mejoras de diseño, procedimientos, programas y capacitación del personal, para la prevención de las desviaciones y la mitigación de sus consecuencias.

Para el desarrollo del análisis HAZOP del presente estudio se utilizó el paquete computacional SCRI-Hazop versión 2.4, desarrollado por Dinámica Heurística. Las palabras guía utilizadas para el presente estudio son:

1. No, Más, Menos, Reserva, Otro que.

Las variables consideradas en el desarrollo del HAZOP varían dependiendo del tipo de operación, ellas son:

2. Flujo, Presión, Temperatura, Instrumentación, Alivio, Mantenimiento, Corrosión, Seguridad, Agentes externos, Factor humano.

- Jerarquización del riesgo

Una vez realizado el análisis HAZOP, se realizó la matriz de riesgos para cada uno de los nodos y parámetros analizados, utilizando los siguientes parámetros (**Jerarquización del riesgo**):

SEVERIDAD			
	Severidad	Criterio 1	Criterio 2
1	Insignificante	No es suficientemente serio para causar heridas o enfermedad ocupacional	Mínimo daño propiedad o al sistema, puede resultar en mantenimiento o reparaciones fuera de lo programado
2	Marginal	Puede causar heridas menores, enfermedad ocupacional menor	Daño menor a la propiedad o al sistema

3	Crítico	Puede causar heridas severas, enfermedad ocupacional severa	Daño mayor a la propiedad o al sistema
4	Catastrófico	Puede causar muertes	Pérdida del sistema o proceso

Tabla 17. Parámetros de Severidad

FRECUENCIA			
	Frecuencia	Criterio 1	Criterio 2
1	<i>Prácticamente imposible</i>	Improbable que ocurra, pero posible	Tan improbable que se asume imposible
2	<i>Remoto</i>	Improbable, pero es razonable esperar que ocurra	Improbable, pero es posible que ocurra en la vida del equipo o proceso
3	<i>Ocasional</i>	Ocorre varias veces	Probable que ocurra en la vida del equipo o proceso
4	<i>Probable</i>	Ocurrirá frecuentemente	Ocurrirá varias veces en la vida del equipo o proceso
5	<i>Frecuente</i>	Se experimenta continuamente	Probablemente ocurra frecuentemente

Tabla 18. Parámetros del nivel de frecuencia

SEVERIDAD					
FRECUENCIA		1	2	3	4
	5	B	C	D	D
	4	B	C	D	D
	3	A	B	C	D
	2	A	B	B	C
	1	A	B	B	B

Tabla 19 Combinación de frecuencia y severidad

NIVELES DE RIESGO		
N	Etiqueta	Descripción
1	A	Aceptable sin revisión
2	B	Aceptable con revisión
3	C	Indeseable
4	D	Inaceptable

Tabla 20. Niveles de riesgo

La jerarquización del riesgo está en función de la combinación de los factores establecidos, considerando que, a mayor calificación, mayor riesgo y a menor calificación del evento, menor riesgo.

La mayor concentración de material peligroso, corresponden a los puntos de alto riesgo que se enlistan a continuación.

1. Interconexión ducto 12" Apodaca.
2. Interconexión estación de regulación y medición (ERM) Desarrollo Grupo Gondi.
3. El Trayecto con gas entrampado en estado estacionario.

Los nodos resultantes, previo análisis son:

- Nodo 1. Interconexión ducto 12" Apodaca
- Nodo 2. Interconexión (ERM) Desarrollo Grupo Gondi.
- Nodo 3. Puntos de cruzamiento de río y carreteras.

El Nodo 3, a pesar de estar ubicado en varios puntos (Tabla 2), es considerado el mismo nodo, debido a que las condiciones de presión, temperatura, flujo, masa de gas, humedad, dirección y velocidad del viento se mantienen similares para efectos de las simulaciones de riesgo, adicional a esto el diámetro de la sección de tubería permanece constante.

En el anexo XII se adjunta el análisis HAZOP de dichos nodos. Con base en el análisis HAZOP se resumen las variables que intervienen en cada nodo, incluso se pueden observar a detalle en el mismo anexo mencionado.

Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3
Flujo	Flujo	Flujo
Presión	Presión	Presión
Temperatura	Temperatura	Temperatura
Instrumentación	Instrumentación	Instrumentación
Alivio	Alivio	Alivio
Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento
Corrosión	Corrosión	Corrosión
Seguridad	Seguridad	Seguridad
Agentes Externos	Agentes Externos	Pruebas
Factor Humano	Factor Humano	Factor Humano

Tabla 21. Variables para el análisis HazOp de cada nodo

Para el fin de este estudio, se contemplaron los riesgos que pudieran causar afectaciones al entorno de las instalaciones y aquellos riesgos que solamente representen problemas operacionales, que afecten la continuidad o eficiencia de los procesos, como es el paro de equipos o alguna actividad similar.

Como puede observarse, los riesgos que pudieran presentarse van desde fugas por rotura en tuberías, fugas por aumento de presión y temperatura, hasta incendio y explosión y, en todos los casos, ocasionados posiblemente por: 1) falta de procedimientos 2) no seguir los procedimientos de manejo del gas natural 3) falta de capacitación 4) programa de mantenimiento incompleto 5) fallas en la ejecución del programa de mantenimiento 6) negligencia.

La falta de programas de mantenimiento, el incumplimiento de estos o la deficiencia en su aplicación por falta de capacitación de los trabajadores se refleja en un posible riesgo que puede llegar a ser grave si su insuficiencia es recurrente. Es importante disponer de un programa que contemple actividades preventivas y acciones que preserven la correcta operación y mantenimiento de tanques, tuberías, accesorios y equipos auxiliares. Estos riesgos son fácilmente evitables con procedimientos de seguridad y prevención, programas de monitoreo y detección, pruebas periódicas, procedimientos operativos, capacitación, inspección y mantenimiento adecuados.

- Riesgos generados por la naturaleza

En la trayectoria del ducto no se identifican zonas susceptibles a corrimientos de tierra, derrumbamientos o hundimientos, inundaciones, pérdidas de suelo por erosión o riesgos radiológicos. En los siguientes puntos se dan antecedentes de otros eventos.

➤ Sismos

La República Mexicana está situada en una de las regiones con mayor actividad sísmica del mundo, ya que se encuentra dentro del área conocida como el *Cinturón Circumpacífico* donde se concentra la mayor cantidad de sismos del planeta (SGM, 2014). Por este hecho, el estudio de la actividad sísmica de México comenzó a principios del siglo XX. En 1910 se inauguró la red sismológica mexicana y desde esa fecha se ha mantenido una observación continua de los temblores.

De acuerdo con dichos estudios y con fines de diseño antisísmico, el país se dividió en cuatro zonas sísmicas. De dichas zonas, la zona A es dentro de la que cae el área del

presente proyecto de expansión. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años de magnitudes mayores a los 4.0 según la marca de Mercalli y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores (SSN). Se puede observar en la siguiente figura la división de las zonas sísmicas en el país.

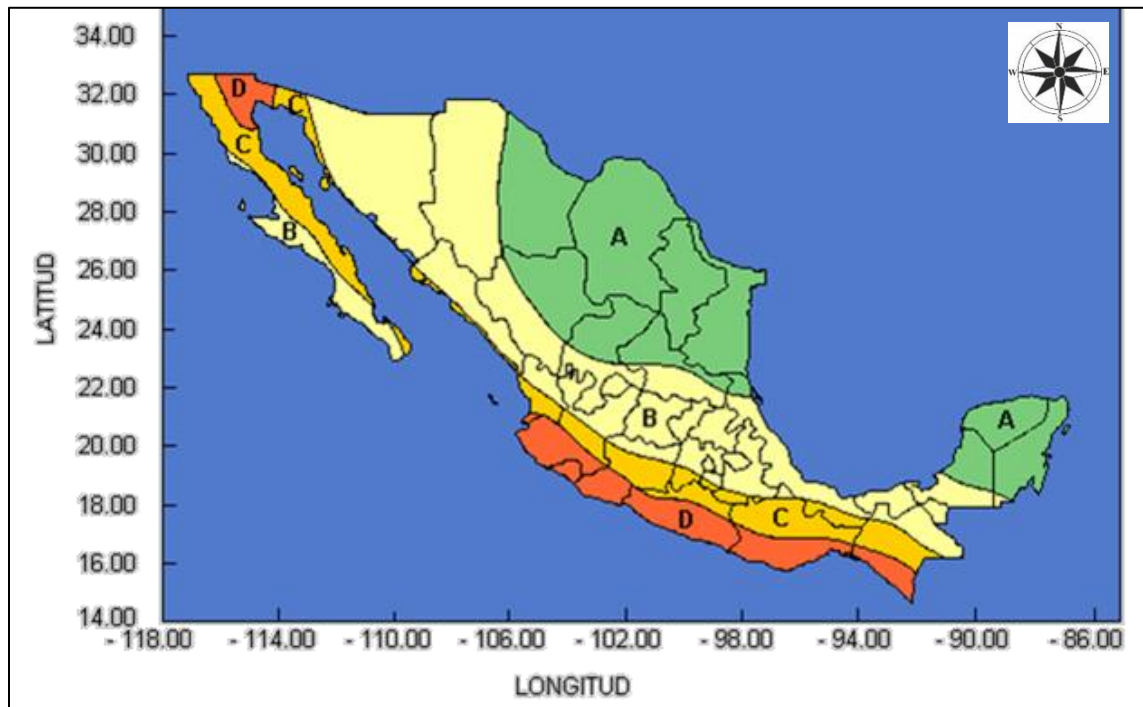


Ilustración 10. Regiones sísmicas de México Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles. (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad

Sin embargo, la presencia de sismos en la zona no es nula. En el transcurso de los últimos 10 años han ocurrido algunos sismos superficiales de baja magnitud, los cuales se enlistan en la siguiente tabla:

MAGNITUD	FECHA Y HORA	EPICENTRO LONGITUD	LOCALIZACIÓN:	LATITUD,	PROFUNDIDAD
3.8	2016-10-04 05:00:02	8 km al NORTE de GARCÍA, NL : 25.89°, -100.61°			5 km
3.8	2016-07-21 12:37:45	30 km al NORESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.03°, -99.88°			4 km
3.7	2016-04-23 07:27:05	11 km al ESTE de GARCÍA, NL : 25.81°, -100.49°			5 km
3.6	2016-04-09 14:48:37	17 km al NOROESTE de GARCÍA, NL : 25.91°, -100.73°			15 km
3.5	2015-12-	42 km al NORESTE de CIÉNEGA DE FLORES,			10 km

	14 16:18:29	NL : 26.11°, -99.79°	
3.6	2015-11-07 23:50:34	31 km al NORESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.2°, -100.01°	2 km
3.4	2015-11-07 18:22:13	30 km al NORTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.21°, -100.1°	2 km
3.4	2015-11-07 13:46:11	31 km al NORESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.19°, -100.01°	2 km
3.6	2015-11-05 07:51:06	46 km al NORESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.21°, -99.8°	20 km
3.7	2015-10-28 19:53:03	12 km al ESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 25.93°, -100.05°	10 km
3.8	2015-07-25 03:02:42	9 km al NOROESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 25.99°, -100.25°	3 km
3.7	2015-06-04 16:26:43	60 km al NORESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.19°, -99.62°	3 km
3.4	2015-05-19 14:03:57	39 km al NORESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.21°, -99.9°	3 km
3.4	2015-04-23 19:37:53	39 km al ESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 25.93°, -99.78°	17 km
3.4	2015-02-06 13:56:15	19 km al NORESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.04°, -100.0°	3 km
3.6	2015-02-05 12:20:10	12 km al NOROESTE de CD GRAL. ESCOBEDO, NL : 25.86°, -100.43°	3 km
3.7	2015-01-30 14:30:00	7 km al SUR de CD BENITO JUAREZ, NL : 25.58°, -100.08°	20 km
3.2	2015-01-26 13:23:14	49 km al ESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.05°, -99.69°	3 km
3.4	2015-01-18 12:41:56	21 km al OESTE de GARCÍA, NL: 25.78°, -100.8°.	3 km
3.4	2014-12-22 12:37:12	4 km al NOROESTE de CD GRAL. ESCOBEDO, NL : 25.82°, -100.37°	5 km
3.5	2014-09-09 14:01:18	31 km al NORESTE de CIÉNEGA DE FLORES, NL : 26.05°, -99.88°	5 km
3.7	2013-07-24 14:59:31	17 km al NOROESTE de MONTERREY, NL : 25.74°, -100.46°	5 km
3.5	2013-03-15 17:41:50	4 km al OESTE de GARCÍA, NL : 25.82°, -100.64°	2 km
3.4	2013-02-15 17:53:27	23 km al OESTE de GARCÍA, NL : 25.81°, -100.83°	20 km

Tabla 22. Reporte de sismos registrados en los últimos 10 años en la Zona Metropolitana Municipio Monterrey

➤ Huracanes

El huracán *Alex* fue el primer ciclón tropical de la temporada de huracanes en el Atlántico de 2010. Formado a partir de una intensa onda tropical, se desarrolló lentamente en el mar Caribe y se desplazó hacia el Oeste mientras se organizaba e intensificaba hasta tocar

tierra al Norte de la Ciudad de Belice. Su tránsito sobre tierra en la península de Yucatán lo debilitó, pero volvió a ganar intensidad de tormenta tropical al reingresar al mar en el golfo de México. *Alex* fue el primer huracán que se formó en el Océano Atlántico en el mes de junio desde el Huracán *Allison* de la temporada de 1995. *Alex* representa sin duda alguna uno de los más potentes ciclones tropicales que ha impactado a México de los últimos 40 años. Además de amplias inundaciones, *Alex* provocó daños considerables y la pérdida de vidas humanas en los estados del Noreste de México, tuvo vientos sostenidos de 155 km/hr y rachas de 195 km/hr, llegó a ser de categoría II. A continuación, se muestra su trayectoria final.



Tabla 23. Trayectoria del Huracán Alex

Como único evento de riesgo no controlable se presenta el caso de accidente por agentes externos. Si bien el proyecto se encontrará ubicado en un área segura, recientemente se han tenido eventos notorios. Esto, considerando que históricamente se han tenido en la región terremotos denominados intraplaca, los cuales son terremotos relativamente de baja intensidad que se presentan en el interior de las placas, o lejanas a las zonas.

Además, no puede descartarse la posibilidad de un accidente ocurrido por agentes externos, como es el caso de un incendio externo o una lluvia extraordinaria ocasionada por un huracán.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES

2.1. Radios Potenciales de afectación

Partiendo del análisis de las consecuencias generadas por las desviaciones principales identificadas del análisis HazOp (Análisis de riesgo y operación), al gasoducto de la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., para cuantificar las desviaciones identificadas, se considera la utilización de modelaciones matemáticas de simulación, partiendo de la no existencias de medidas preventivas hasta errores en la operación y mantenimiento del gasoducto que propicien la generación riesgosa de eventos a la instalación del gasoducto.

Adicional a ello, se considera la identificación de las interacciones de riesgo que pudieran presentarse en el área de influencia del proyecto de acuerdo con el conjunto de desviaciones obtenidas por medio del análisis ¿What if? y análisis HazOp, la cuantificación de eventos generados y la existencia de puntos de interés a lo largo del ducto de gas natural; así como, las zonas cercanas a las estaciones de regulación, como también las áreas de cruzamiento de carreteras, vías férreas y cuerpos de agua.

Las principales desviaciones que pudieran afectar a la instalación vienen propiamente de rupturas parciales y transversales en la tubería que conforma el ducto a la entrada y a la salida del ducto de gas como en los puntos de cruces. Para poder entender mejor lo anteriormente descrito, se consideran fisuras del 20 % del diámetro nominal a la sección equivalente a este valor ya sea longitudinal o transversalmente, que de presentarse liberará gas natural. Se puede hacer una interpretación similar en el caso de que sucediera al 100%.

Para la estimación de los radios de afectación se utiliza el software de Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias "SCRI", en sus dos paquetes SCRI-Modelos y SCRI-Fuego. El SCRI-Modelos se enfoca en el análisis de accidentes por fuego, explosión, fuga o derrame de una sustancia peligrosa, adicionalmente permite la identificación de áreas expuestas a contaminación por actividades productivas. SCRI-Fuego, ha sido utilizado para la elaboración de análisis de consecuencias por emisiones tóxicas y/o contaminantes, incluyendo modelos de radiación térmica o aspectos relevantes para consecuencias por fuego y/o explosiones. Este modelo, se basa en metodologías de la Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA), del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) y de la Agencia de Administración Federal de Emergencias de EUA (FEMA).

En general, estos métodos son un conjunto de herramientas, para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y daños por nubes explosivas, de manera que se puedan 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, apoyar en la capacitación y/o entrenamiento de personal, y en el manejo de situaciones de emergencia.

Los radios de afectación se obtuvieron mediante la modelación de los peores escenarios considerados para el análisis de consecuencias. El software SCRI, específicamente el relacionado a modelos de simulación ha sido utilizado extensivamente en México para la realización de estudios de riesgo e impacto ambiental por más de 15 años y el Instituto de Ecología de México lo menciona como uno de los modelos que actualmente se utilizan para evaluación de riesgos.

Los riesgos potenciales que tienen posibilidad de afectar al entorno ambiental (atmósfera, suelo, agua), están asociados al manejo y uso del Gas Natural. Es por ello que los puntos de alto riesgo para la empresa mencionados anteriormente se representan a continuación en las siguientes imágenes, de acuerdo con su ubicación proyectada.

La Empresa cuenta con un ducto de gas natural de 18 pulgadas de diámetro proveniente de Apodaca en City Gate Apodaca, en el cual por caja de interconexión se contará en sus extremos con un ducto de 12 pulgadas de diámetro, serán la tubería de abasto al Desarrollo Grupo Gondi en interconexión, que con base en los planos proyectados tienen las siguientes localizaciones.

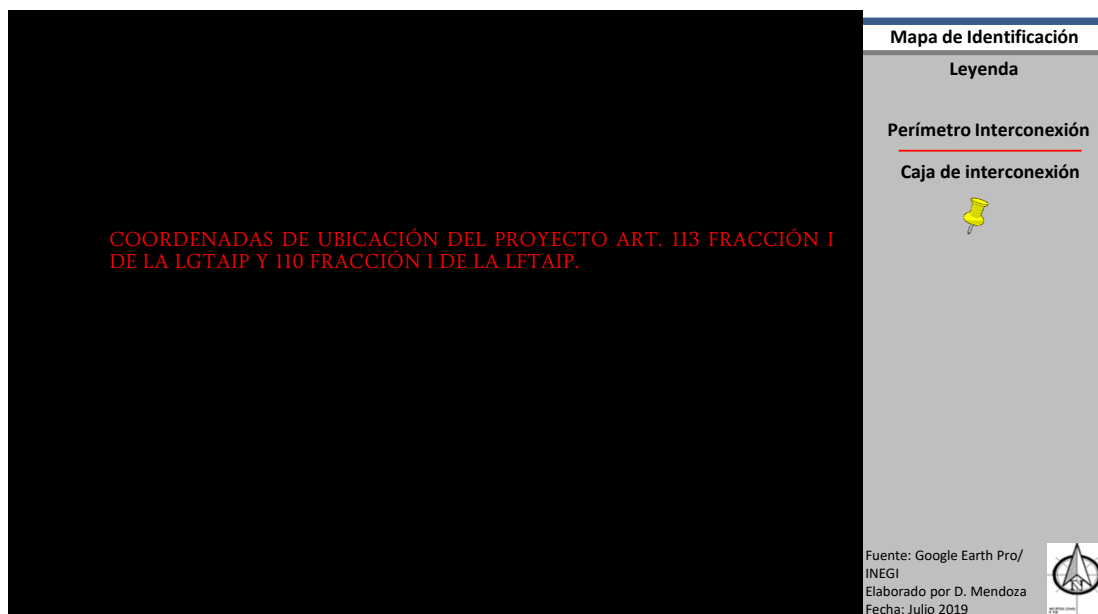


Ilustración 11. Localización de la interconexión ducto 12" Apodaca

Diámetro de la Tubería	Presión de entrada	Ubicación (Coordenadas Geográficas)	Ubicación (Coordenadas UTM)
12 pulgadas	70.3 Kg/cm ²	[REDACTED] [REDACTED]	14R [REDACTED] [REDACTED]

Tabla 24. Coordenadas de ubicación geográfica interconexión ducto 12" Apodaca

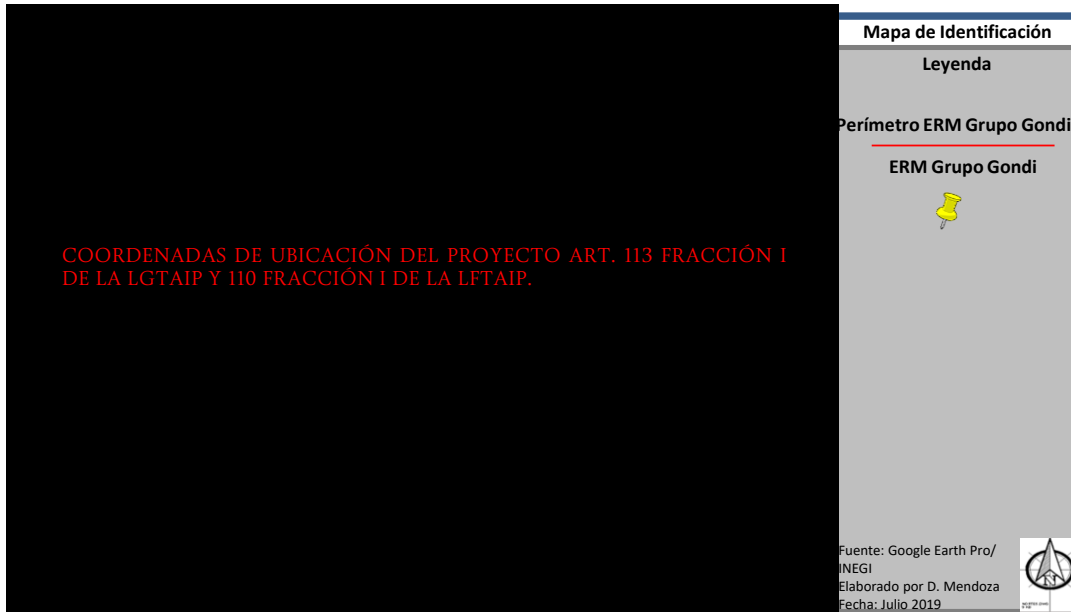


Ilustración 12. Localización de la Estación de filtración regulación y medición (ERM) dentro de la instalación Desarrollo Grupo Gondi

La empresa contará con una estación de regulación y medición (ERM) de gas natural que con base en los planos proyectados se ubicarán al interior del parque industrial Nexxus en la parte trasera de las instalaciones de Grupo Gondi, a aproximadamente 600 metros de la entrada principal sobre la autopista al aeropuerto.

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

Diámetro de la Tubería	Presión de entrada	Ubicación (Coordenadas Geográficas)	Ubicación (Coordenadas UTM)
12 pulgadas	46.2 Kg/cm ²	[REDACTED] [REDACTED]	14R [REDACTED] [REDACTED]

Tabla 25. Coordenadas geográficas Interconexión Estación de filtración regulación y medición (ERM) dentro de la instalación Desarrollo Grupo Gondi

- Modelaciones de Sobrepresión:

Para realizar las simulaciones de los efectos por sobrepresiones en los tres escenarios definidos para el presente estudio se utilizó el software SCRI Fuego en la versión 2.0, 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 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).

Los parámetros utilizados para definir las zonas de protección del entorno para nuevos proyectos son los siguientes.

Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Amortiguamiento	0.5 lb/in ² (psi)
Zona de Alto Riesgo	1.0 lb/in ² (psi)

Tabla 26. Condiciones de Explosividad (Sobrepresión) para determinar los radios de afectación

- Modelación de flama de fuego (Jet-fire)

Los ductos que contienen gases bajo presión pueden descargar gases a alta velocidad, si se perfora o rompe en alguna forma durante un accidente. La descarga o ventilación del gas a través del agujero forma un chorro de gas que sale hacia la atmósfera en la dirección en la que se encuentre el agujero, mientras entra y se mezcla con el aire. Si el gas es inflamable y se encuentra una fuente de ignición, puede formarse una flama de chorro de longitud considerable (algunas veces de decenas de metro de largo). Estos chorros presentan un peligro de radiación térmica para las personas y propiedades cercanas y son particularmente peligrosos si chocan con el exterior de un tanque intacto cercano que contenga material peligroso inflamable y/o volátil.

Al igual que en la modelación de explosiones, se consideran los siguientes parámetros para nuevos proyectos.

Chorro de Fuego (Jetfire)	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²
Zona de Riesgo Medio	3.0 kW/m ²
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m ²

Tabla 27. Condiciones de inflamabilidad (radiación térmica) para el cálculo de los radios de afectación

- Consideraciones para la modelación:

En la siguiente tabla se pueden observar los parámetros que se utilizaron para la realización de las modelaciones en las Interconexiones (interconexión ducto 12" Apodaca, el ducto y la Estación de filtración regulación y medición Grupo Gondi) que se determinaron como puntos de riesgo. Los datos meteorológicos fueron obtenidos del observatorio sinóptico Monterrey de la Comisión Nacional del Agua. Es importante mencionar que para las modelaciones se han empleado la información con las condiciones meteorológicas más críticas de dicho observatorio sinóptico.

ESCENARIO 1. INTERCONEXIÓN APODACA ROTURA DE 10%, 20% Y 100% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE INTERCONEXIÓN APODACA.				
Ubicación	Ducto de 12" de diámetro de salida de Interconexión Apodaca.			
Etapas de Operación	Entrada de Gas Natural a Ducto de 12".			
Causas Probables	Sobrepresión y rotura en la tubería en caja de Interconexión de Apodaca.			
Consideraciones	• Diámetro del Orificio	0.3048 metros (100%)	0.06096 metros (20%)	0.03048 metros (10%)
	• Coeficiente de Descarga	0.630		
	• Temperatura Interna	298.15 °K (25 °C)		
	• Presión Interna	6894.075 KPa		
	• Tasa de Emisión	537.9 kg/seg (100%)	21.5 kg/seg (20%)	3.61 kg/seg (10%)
	• Peso del Material en la Nube	106830.83 kg (100%)		21366.18 kg (20%)
	• Altura de la Fuente de Emisión	0.0 metros		
	• Tiempo de Duración de Exposición	180 segundos		
	• Tiempo de duración del fuego	60 segundos		
	• Tiempo para el Valor del Peso	30 segundos		

	del Material en la Nube	
Escenario Pasquill	• Temperatura Ambiente	31° C
	• Velocidad del Viento	3.60 m/s
	• Dirección del Viento	ESE – WNW (225°)
	• Humedad	75%
	• Altitud	532 m.s.n.m.
Coordenadas Geográficas	• Latitud Norte:	
	• Longitud Oeste:	

Tabla 28. Condiciones Utilizadas para la modelación escenario 1

En las siguientes tablas se pueden apreciar las distancias calculadas a nivel del piso para las dosis de radiación específica y de sobrepresión por formación de nube explosiva del escenario 1 y en el anexo XIII, se presenta la simulación de los escenarios.

CHORRO DE FUEGO (JETFIRE)				
Escenario	Intensidad de Radiación (kW/m ²)	Distancia de los radios de afectación. Rotura 10% (metros)	Distancia de los radios de afectación. Rotura 20% (metros)	Distancia de los radios de afectación. Rotura 100% (metros)
1	1.4 kW/m ²	45.8	88.9	414.62
	3.0 kW/m ²	31.72	61.56	286.97
	5.0 kW/m ²	24.76	48.04	223.84

Tabla 29. Distancias obtenidas para la modelación del escenario 1 (Jet-fire)

EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)			
Escenario	Sobrepresión (kW/m ²)	Distancia de los radios de afectación. 20% (metros)	Distancia de los radios de afectación. 100% (metros)
1	0.5 lb/in ² (psi)	582.98	996.88
	1.0 lb/in ² (psi)	342.96	586.46

Tabla 30. Distancias obtenidas para la modelación escenario 1 (Sobrepresión)

ESCENARIO 2. INTERCONEXIÓN ERM DESARROLLO GRUPO GONDI ROTURA DE 10%, 20% Y 100% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE ESTACIÓN DE FILTRACIÓN REGULACIÓN Y MEDICIÓN (ERM) DENTRO DE LA INSTALACIÓN DESARROLLO GRUPO GONDI				
Ubicación	Ducto de 12" de diámetro de la tubería de salida estación de filtración regulación y medición (ERM) dentro de la instalación Desarrollo Grupo Gondi.			
Etapas de Operación	Entrada a la Interconexión estación de filtración regulación y medición (ERM) dentro de la instalación Desarrollo Grupo Gondi.			
Causas Probables	• Sobrepresión y rotura en la tubería en entrada ERM Grupo Gondi.			
Consideraciones	• Diámetro del Orificio	0.3048 metros (100%)	0.06096 metros (20%)	0.03048 metros (10%)
	• Coeficiente de Descarga	0.630		
	• Temperatura Interna	298.15 °K (25 °C)		
	• Presión Interna	4530.672 KPa		
	• Tasa de Emisión	353.5 kg/seg (100%)	14.1 kg/seg (20%)	3.61 kg/seg (10%)
	• Peso del Material en la Nube	67546.72 kg (100%)		13509.34 kg (20%)
	• Altura de la Fuente de Emisión	0.0 metros		
	• Tiempo de Duración de Exposición	180 segundos		
	• Tiempo de duración del fuego	60 segundos		
	• Tiempo para el Valor del Peso del Material en la Nube	30 segundos		
Escenario Pasquill	• Temperatura Ambiente	31° C		
	• Velocidad del Viento	3.60 m/s		
	• Dirección del Viento	ESE – WNW (225°)		
	• Humedad	75%		
	• Altitud	532 m.s.n.m.		
Coordenadas Geográficas	• Latitud Norte:	[REDACTED]		
	• Longitud Oeste:	[REDACTED]		

Tabla 31. Consideraciones Utilizadas para la modelación de Escenario 2

En las siguientes tablas se pueden apreciar las distancias calculadas a nivel del piso para las dosis de radiación específica y de sobrepresión por formación de nube explosiva del escenario 2 y en el anexo XIII, se presenta la simulación de los escenarios.

CHORRO DE FUEGO (JETFIRE)				
Escenario	Intensidad de Radiación (kW/m ²)	Distancia de los radios de afectación. Rotura 10% (metros)	Distancia de los radios de afectación. Rotura 20% (metros)	Distancia de los radios de afectación. Rotura 100% (metros)
2	1.4 kW/m ²	37.81	72.62	338.66
	3.0 kW/m ²	26.16	50.22	234.01
	5.0 kW/m ²	20.38	39.12	182.16

Tabla 32 Distancias para la modelación del Escenario 2 (Jet-fire)

EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)			
Escenario	Sobrepresión (kW/m ²)	Distancia de los radios de afectación. 20% (metros)	Distancia de los radios de afectación. 100% (metros)
2	0.5 lb/in ² (psi)	500.37	855.61
	1.0 lb/in ² (psi)	294.36	503.35

Tabla 33. Distancias para la modelación del Escenario 2 (Sobrepresión)

Cabe señalar que, debido a las condiciones de presión, flujo, temperatura, velocidad del gas natural, la humedad relativa, la velocidad y dirección del viento, el escenario 3 sería similar para chorro de fuego (jet-fire) y explosividad (sobrepresión), a lo largo del ducto. Por lo que se obtienen los mismos resultados en la simulación de escenarios de riesgo, adicional a esto vale la pena decir que con los valores del escenario 2 se realizará una representación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, en los cruzamientos de carreteras y de cuerpos de agua, que el ducto de gas natural encontrará a lo largo de su trazado.

- Representación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento

En las siguientes imágenes se podrán apreciar los radios de afectación calculados y se colocó de fondo la imagen de satélite, con la finalidad de ilustrar y describir los usos de suelo en los puntos de interés, como los son el inicio y fin de trayecto, los cruzamientos con el arroyo, y cruzamientos con vialidades.

Nodo inicial: CAJA INTERCONEXIÓN DUCTO 12 PULGADAS APODACA.

Jetfire 20 %

En este escenario las zonas afectadas corresponderían a las instalaciones de la propia estación de Caja de interconexión DUCTO 12 PULGADAS APODACA para el radio de alto riesgo y en menor medida el de medio riesgo, así como afectar la vialidad en el cruce de la Carretera 181 Nuevo León y el resto de la zona corresponde a pastizal en los derechos de vía y matorral disperso. No se afectan centros de población, viviendas o establecimiento comerciales o industriales.

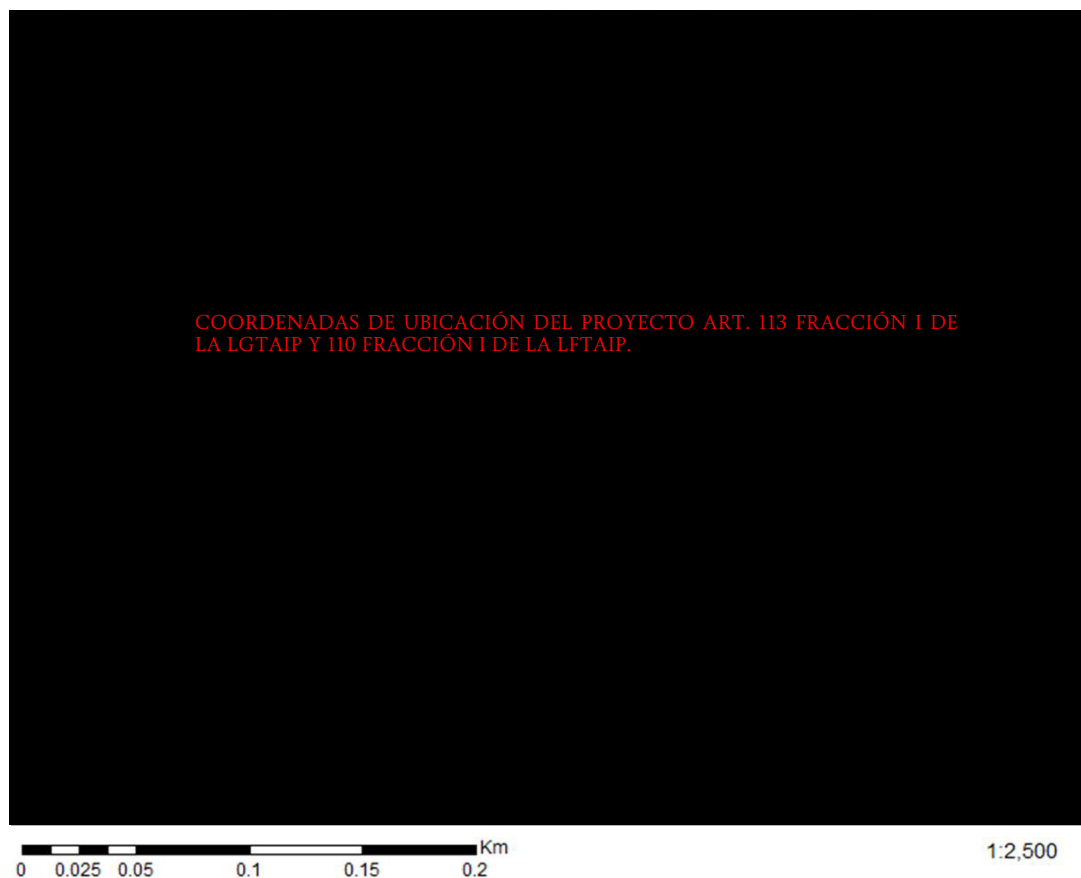


Ilustración 13. Lugar para posible interacción de riesgo

Jetfire 100 %

Con este escenario el radio de afectación en la zona de alto riesgo, alcanza las instalaciones de la caja de interconexión DUCTO 12 PULGADAS APODACA; la vialidad en el cruce con la Carretera 181 Nuevo León; las instalaciones del Rancho 4 de abril hacia el Este con zona de uso agropecuario; al Sur instalaciones de centro comercial 7 Eleven y la Gasolinera Pemex causando Interacciones, matorral disperso hacia el Oeste. El escenario de riesgo de zona de amortiguamiento alcanza a afectar el Rancho Los Jacales ubicado al Este sobre la Carretera 181.

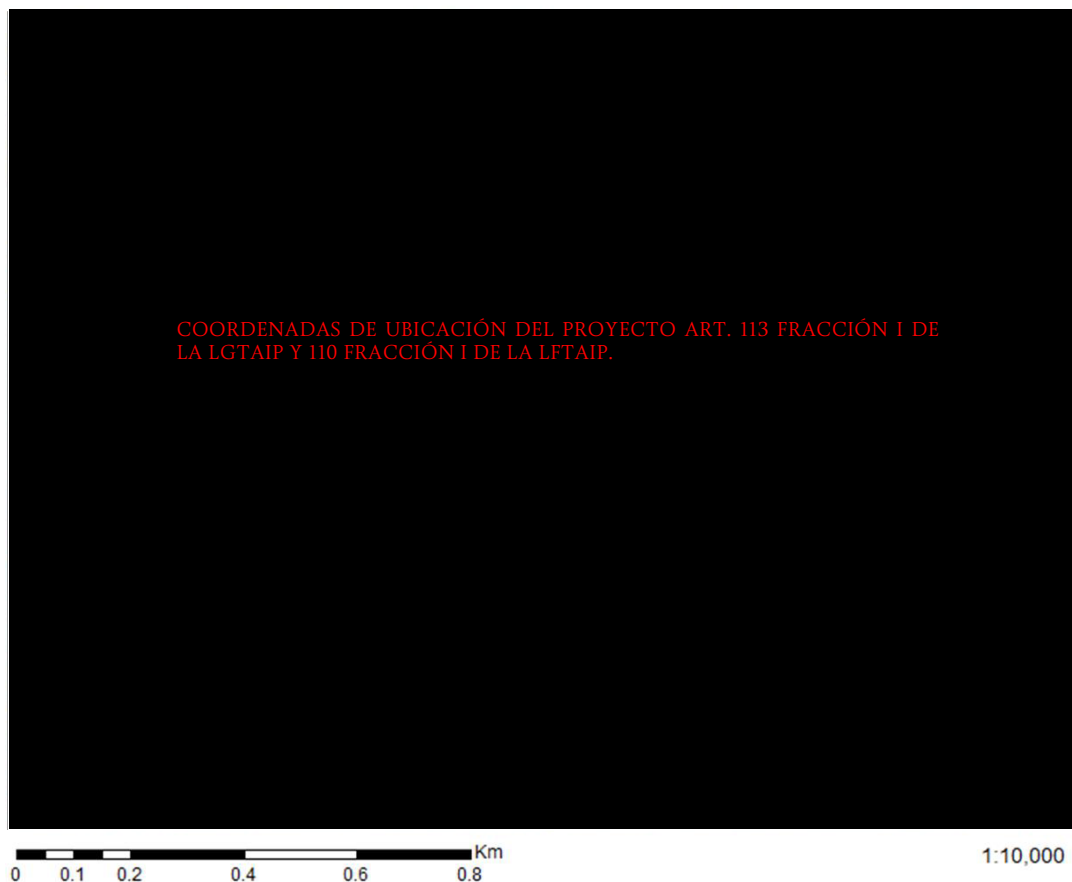


Ilustración 14. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 20 %

Con este escenario el radio de afectación de alto riesgo abarca los siguientes puntos: las instalaciones de la caja de interconexión DUCTO 12 PULGADAS APODACA; la vialidad en el cruce con la Carretera 181 Nuevo León las instalaciones del Rancho 4 de abril y Rancho Los Jacales hacia el Este con zona de uso agropecuario; hacia el Sur instalaciones de centro comercial 7 Eleven y Gasolinera Pemex causando Interacciones, matorral disperso hacia el Oeste. En este escenario, la zona de amortiguamiento alcanza a generar efectos en la Colonia Paseo de las Flores en Apodaca.

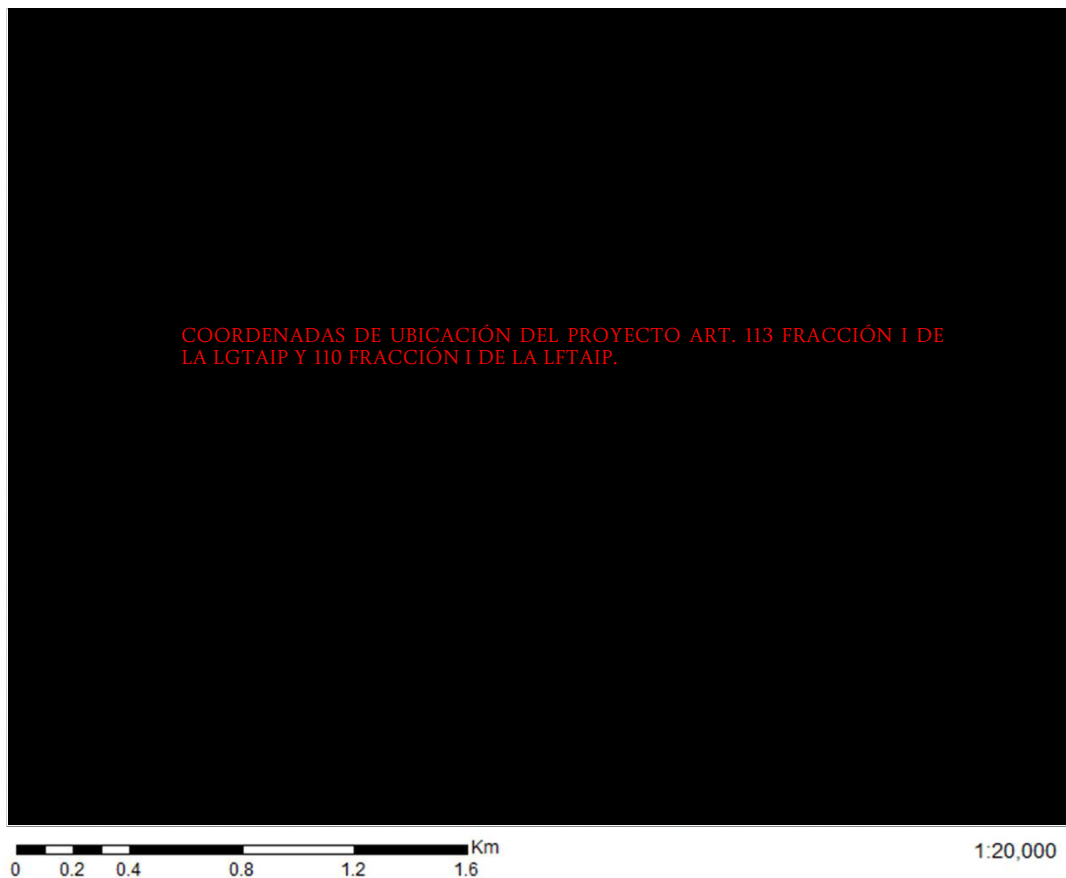


Ilustración 15. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 100 %

Con este escenario el radio de afectación de alto riesgo abarca los siguientes puntos: las instalaciones de la caja de interconexión DUCTO 12 PULGADAS APODACA; la vialidad en el cruce con la Carretera 181 Nuevo León; las instalaciones del Rancho 4 de abril y Rancho Los Jacales hacia el Este con zona de uso agropecuario; hacia el Sur instalaciones de centro comercial 7 Eleven y Gasolinera Pemex causando Interacciones, matorral disperso hacia el Oeste, afecta la Colonia Paseo de las Flores en Apodaca al Noroeste. El escenario de riesgo de zona de amortiguamiento, además afectaría las instalaciones en el Parque Industrial la Silla la Colonia Paseo de las Flores en Apodaca, Colonia Lomas de San Martín y Parque Industrial Milenium Innova Business Park.

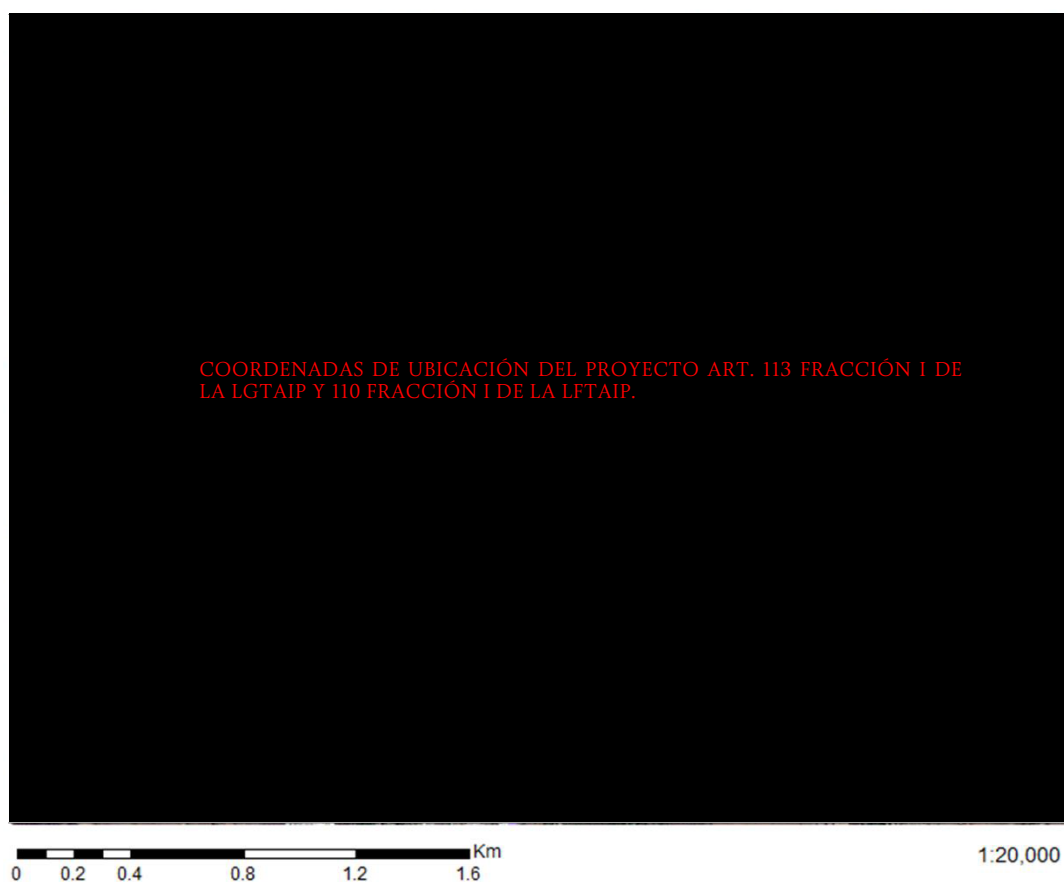


Ilustración 16. Lugar para posible interacción de riesgo

Nodo: Cruce con Arroyo Los Piojos en la sección de Apodaca

Jetfire 20%

Con este escenario la zona de alto riesgo abarca principalmente la zona riparia del Arroyo *Los Piojos*, en menor medida zonas de matorral disperso hacia el Noreste y Sureste.

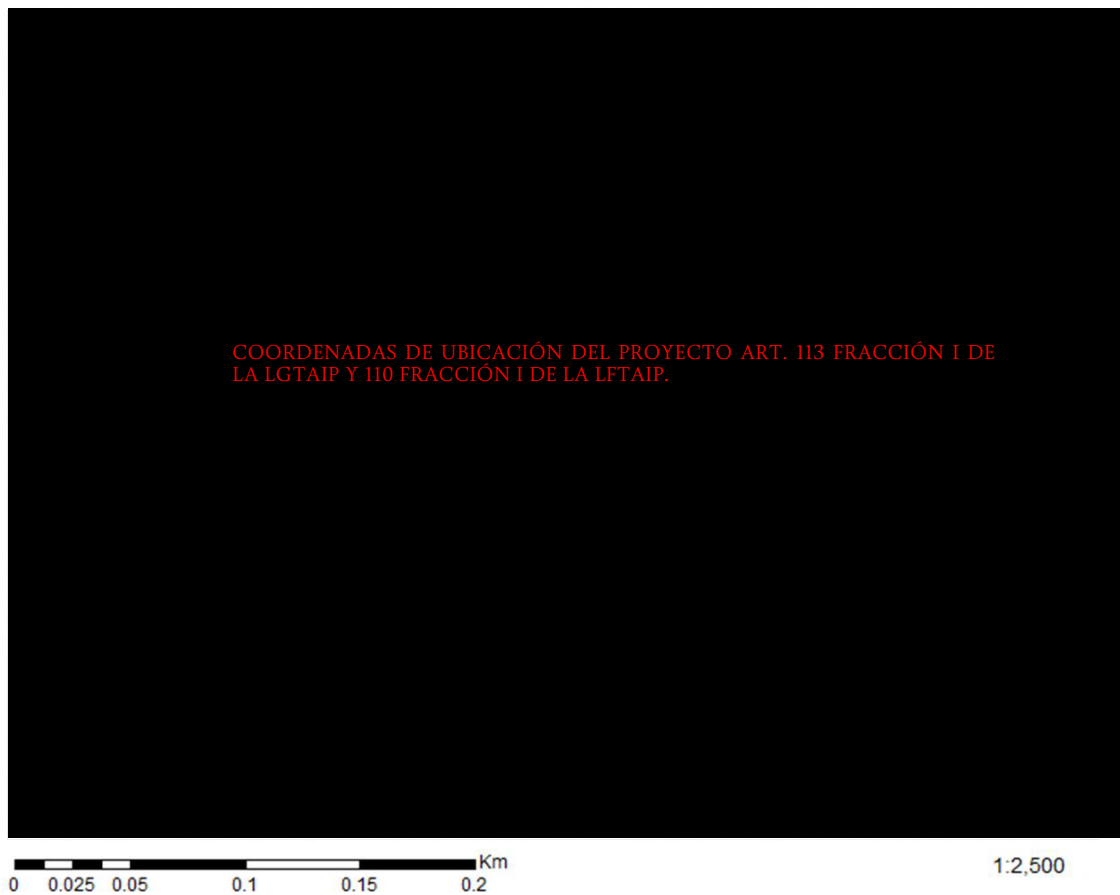


Ilustración 17. Lugar para posible interacción de riesgo

Jetfire 100 %

El radio de afectación para la zona de alto riesgo aumenta, y abarca zona de vegetación riparia, y vialidad en la Autopista al Aeropuerto en ambos sentidos, incluyendo señalamientos y panorámicos.

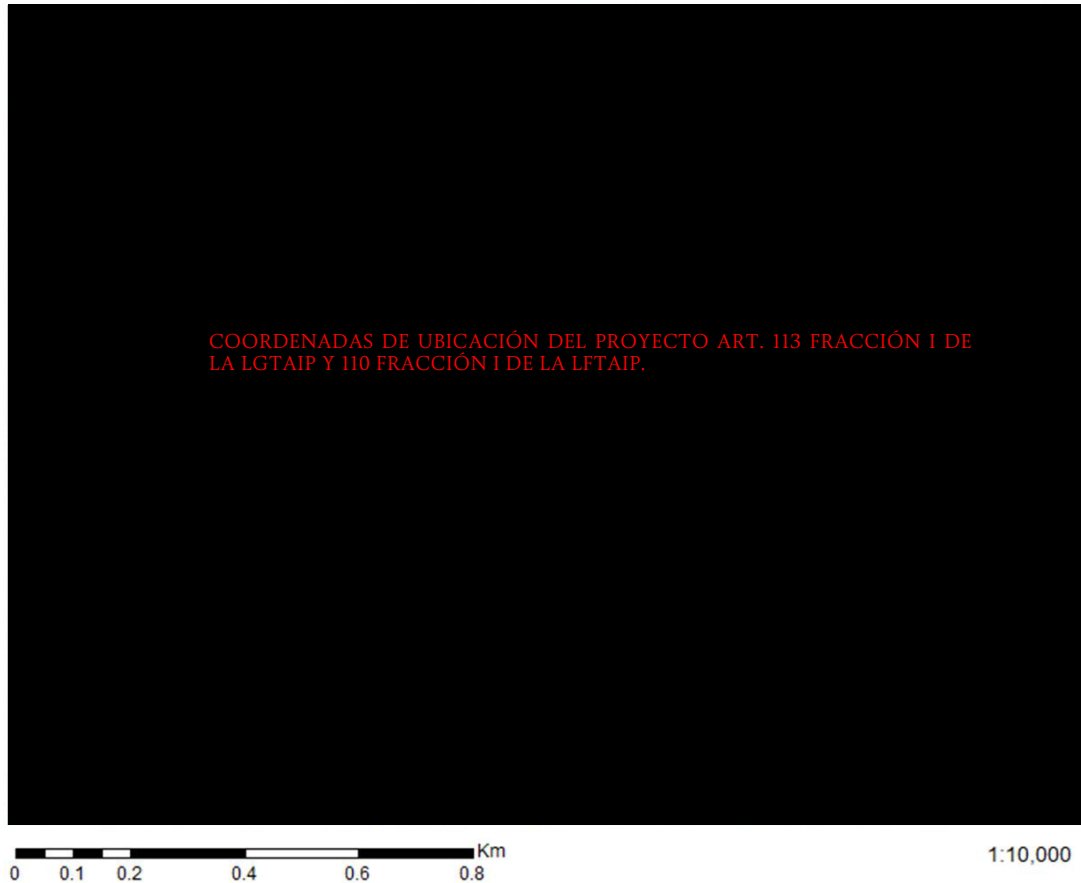


Ilustración 18. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 20 %

Con este escenario la zona identificada como de alto riesgo considera las siguientes zonas: gran parte de la zona Sur del Ejido Jesús María, vialidades, vegetación riparia, una instalación de expendio de gas LP ubicada al Sur, zona de uso agropecuario, parte de instalación industrial (estacionamiento) de empresa dedicada a la inyección de plásticos en el Sur. Cabe mencionar que, a lo largo de la vialidad 45 y en su quiebre hacia el camino San Martín se encuentra un gran variedad de usos de tipo comercial encontrando vulcanizadoras, tiendas de abarrotes, bodegas y puesto de venta de comida.

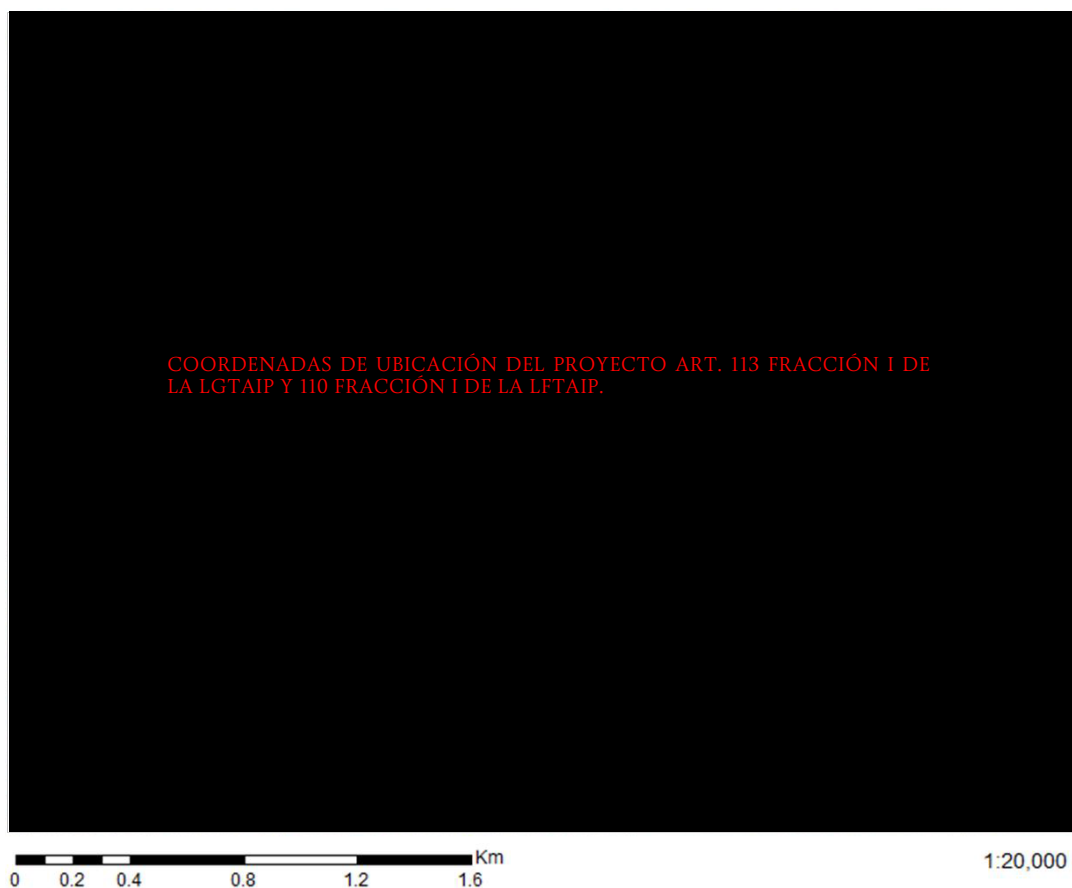


Ilustración 19. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 100%

Con este escenario la zona de alto riesgo abarca los puntos señalados en el caso de sobrepresión al 20%, y se extiende a una mayor superficie alcanzando de esta manera vegetación de riparia del Arroyo *los Piojos* y un tributario de este ubicado al Sur, zonas de uso agropecuario, instalación completa de empresa dedicada a la inyección de plásticos e instalación tipo bodega de contenedores importados.



Ilustración 20. Lugar para posible interacción de riesgo

Nodo: Cruce con Arroyo La Talavera

Jetfire 20%

La zona de alto riesgo de este escenario abarca principalmente vialidades (carpeta asfáltica) de la Autopista al Aeropuerto, zona riparia del Arroyo La Talavera, en menor medida zonas de matorral disperso.

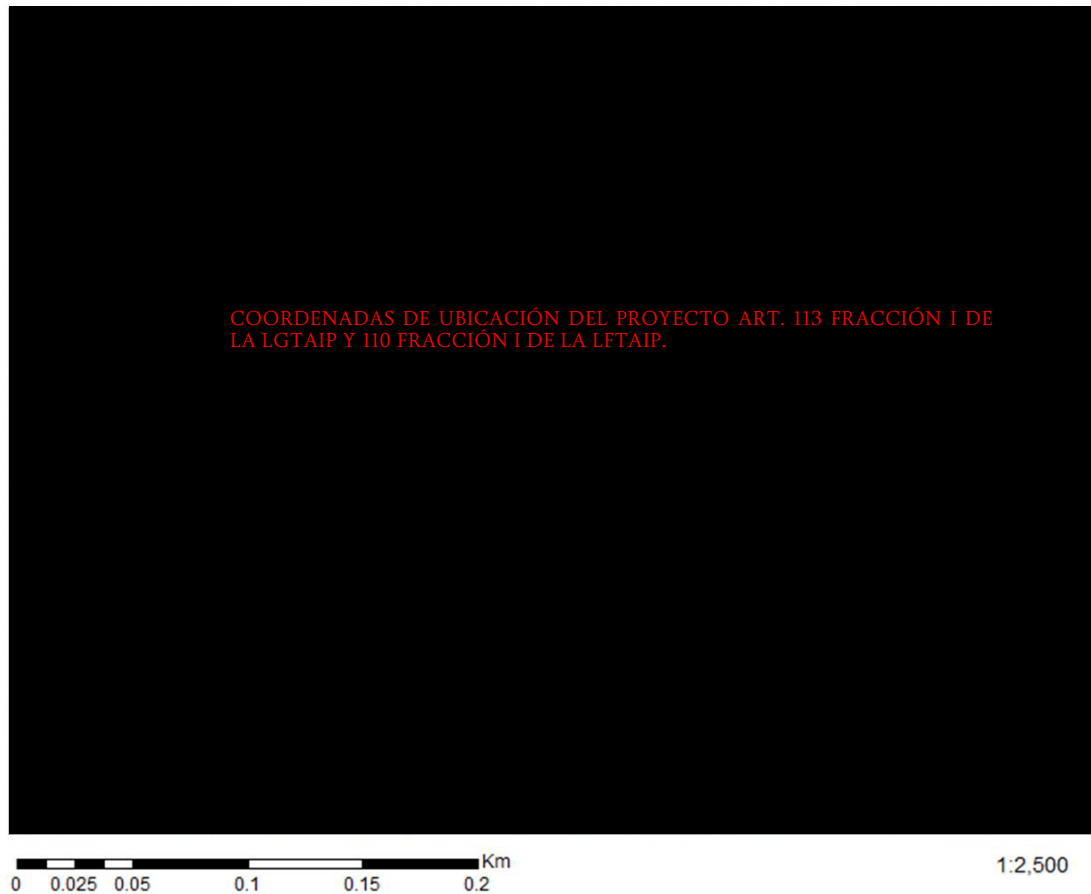


Ilustración 21. Lugar para posible interacción de riesgo

Jetfire 100%

La zona de alto riesgo de este escenario abarca vialidades de la Autopista al Aeropuerto y efecto en Carretera de Anillo Periférico; así como zona riparia del Arroyo La Talaverna, en menor medida zonas de matorral disperso, el radio de riesgo medio y amortiguamiento afecta el puente de cruce del Anillo Periférico y terrenos con instalaciones particulares con antena de comunicación.

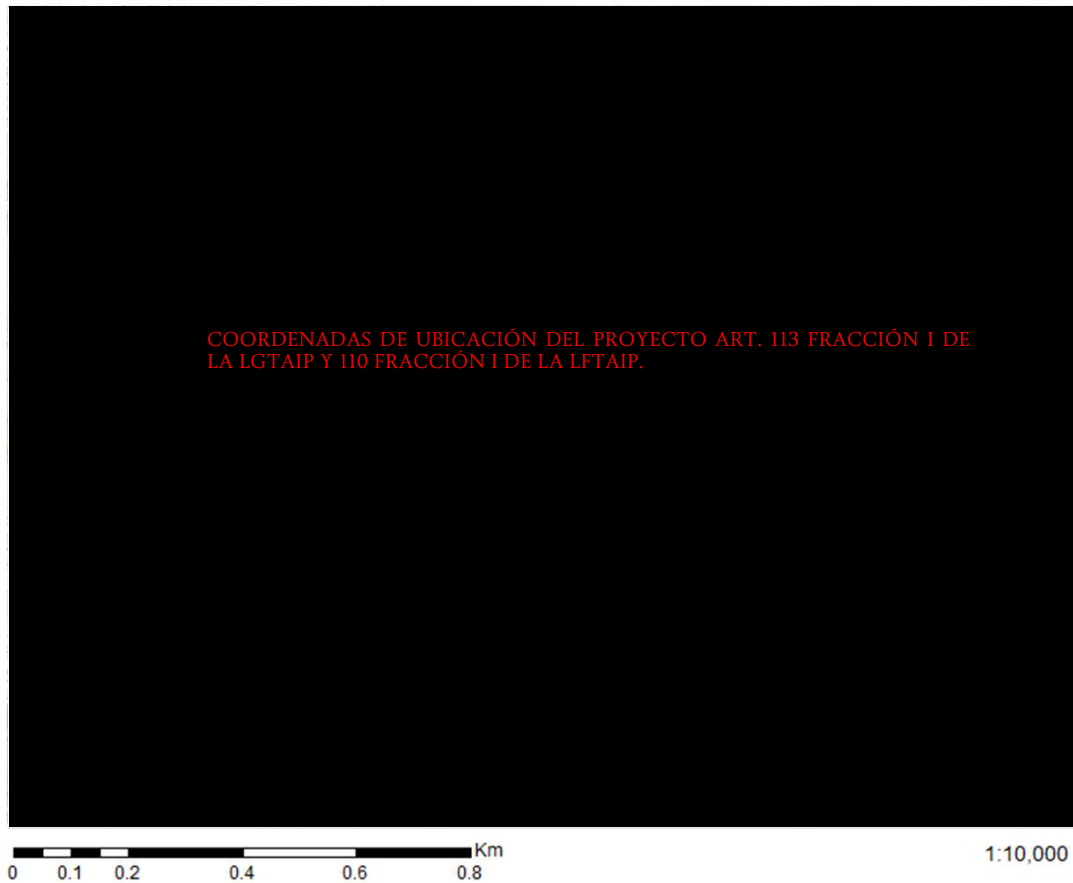


Ilustración 22. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 20%

La zona de alto riesgo de este escenario abarca vialidades de la Autopista al Aeropuerto y efecto en Carretera de Anillo Periférico; así como zona riparia del Arroyo La Talaverna, en menor medida zonas de matorral disperso, el radio de amortiguamiento afecta el puente de cruce del Anillo Periférico y terrenos con instalaciones particulares con antena de comunicación.

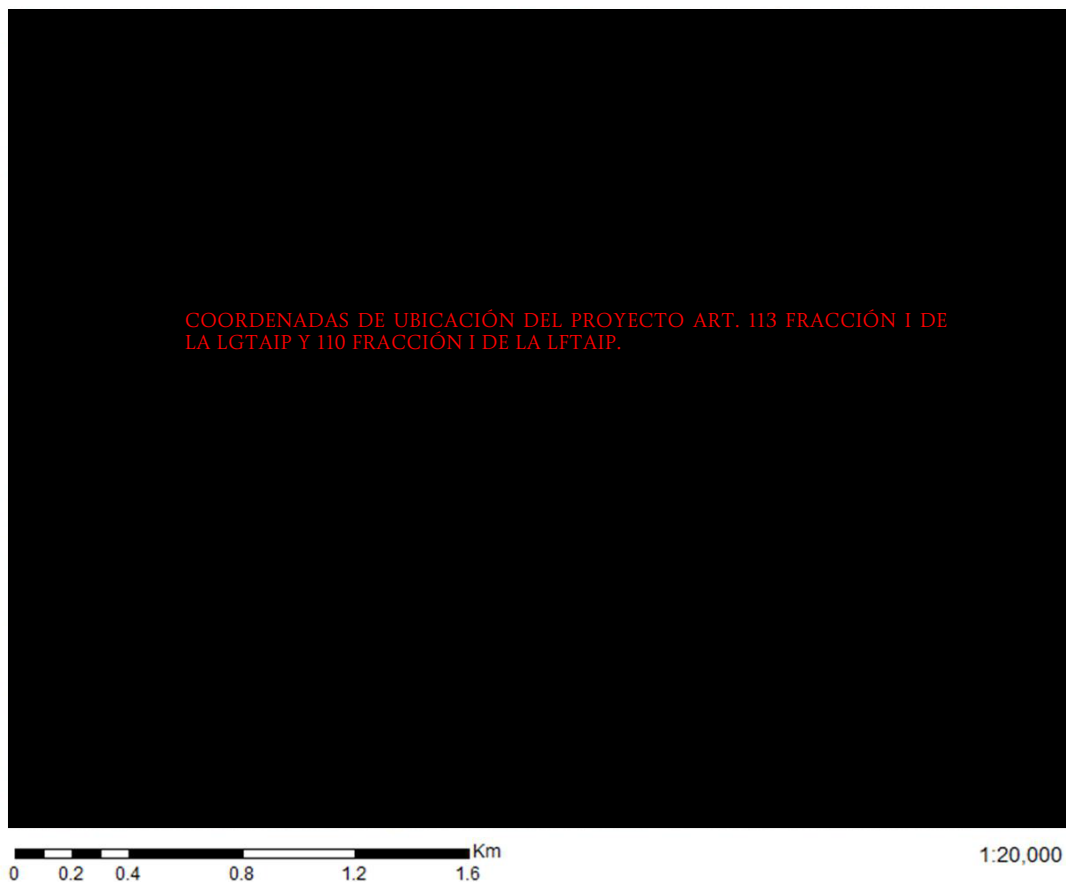


Ilustración 23. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 100%

La zona de alto riesgo de este escenario abarca vialidades de la Autopista al Aeropuerto y efecto en Carretera de Anillo Periférico; así como zona riparia del Arroyo La Talaverna, en menor medida zonas de matorral disperso, el radio de la zona de amortiguamiento afecta el puente de cruce del Anillo Periférico y terrenos con instalaciones particulares y asentamientos humanos como el Fraccionamiento Santa Anita, Fraccionamiento Paseo San Javier y Fraccionamiento portal del Valle

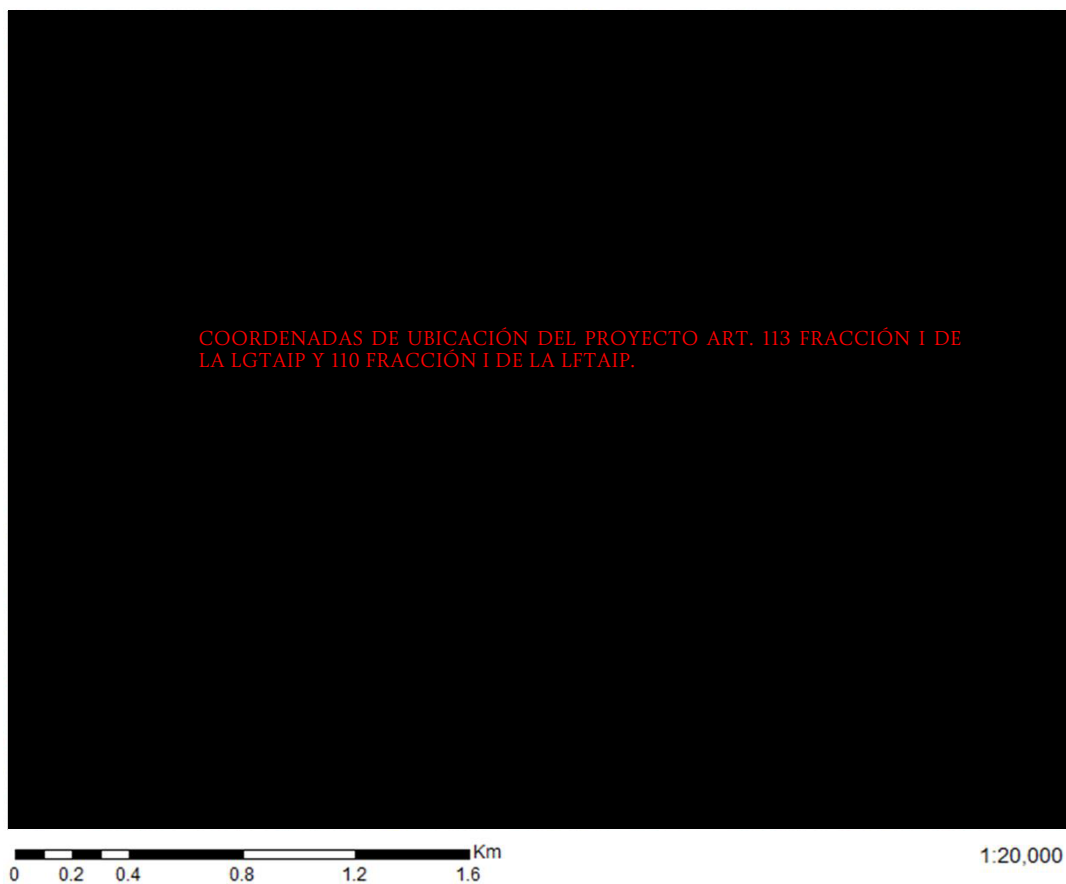


Ilustración 24. Lugar para posible interacción de riesgo

Nodo: Cruce Anillo Periférico

Jetfire 20%

La zona de alto riesgo de este escenario abarca principalmente vialidades (carpeta asfáltica) de la Autopista al Aeropuerto afectando la vialidad del puente del Anillo Periférico y matorral disperso, del mismo modo los escenarios de riesgo medio y zona de amortiguamiento.

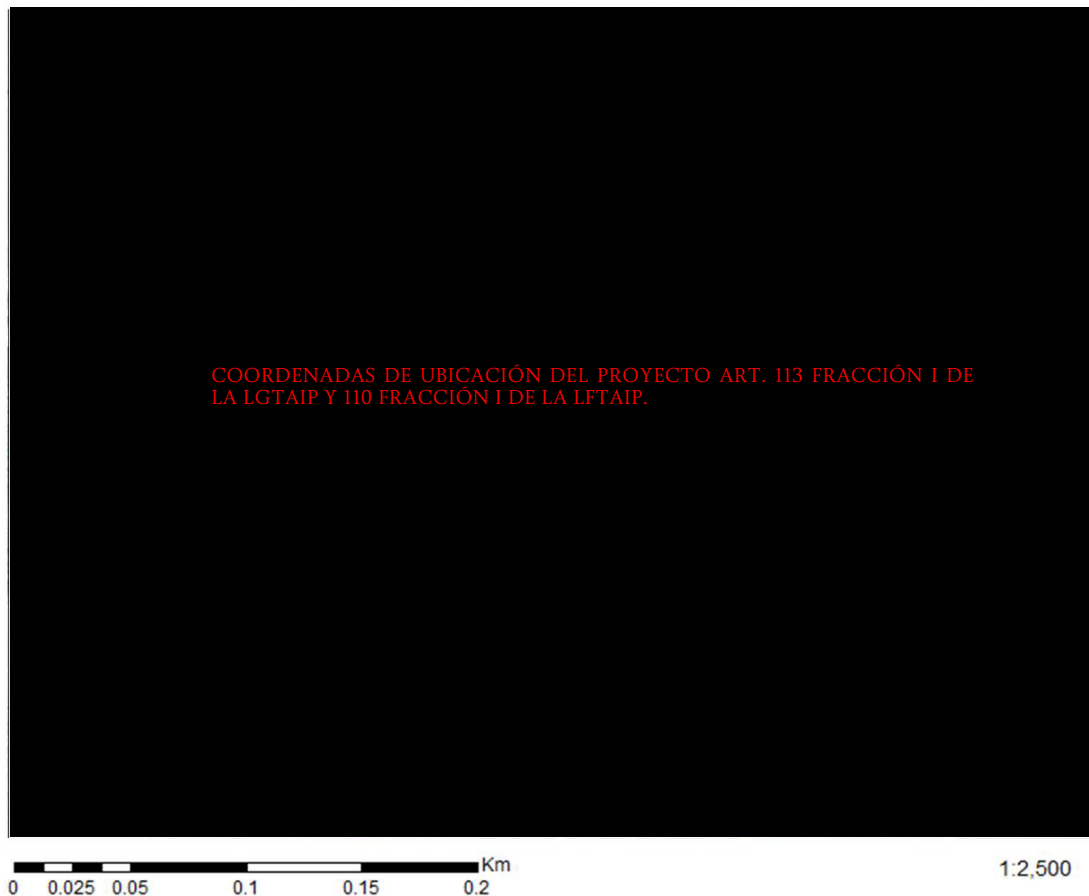


Ilustración 25. Lugar para posible interacción de riesgo

Jetfire 100 %

Con este escenario el radio de afectación considerado de alto riesgo abarca principalmente vialidades (carpeta asfáltica) de la Autopista al Aeropuerto, puente del Anillo Periférico y matorral disperso en zonas de vegetación riparia. Los escenarios de riesgo medio y zona de amortiguamiento teniendo alcance al Arroyo la Talavera.

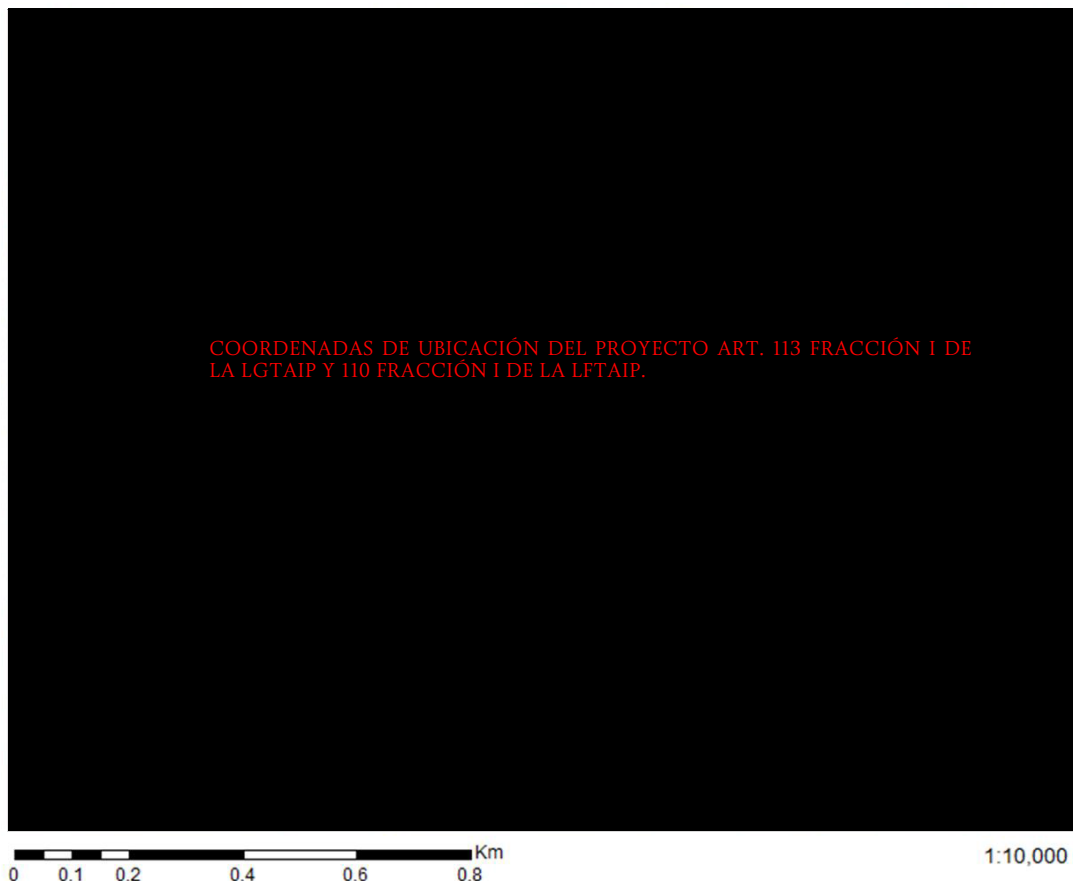


Ilustración 26. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 20%

La región afectada y representada como de alto riesgo con este escenario afectaría instalaciones de la empresa dedicada a la inyección de plástico, vegetación riparia del arroyo los *Piojos* y su tributario del Sur, así como varias manzanas del ejido Jesús María.

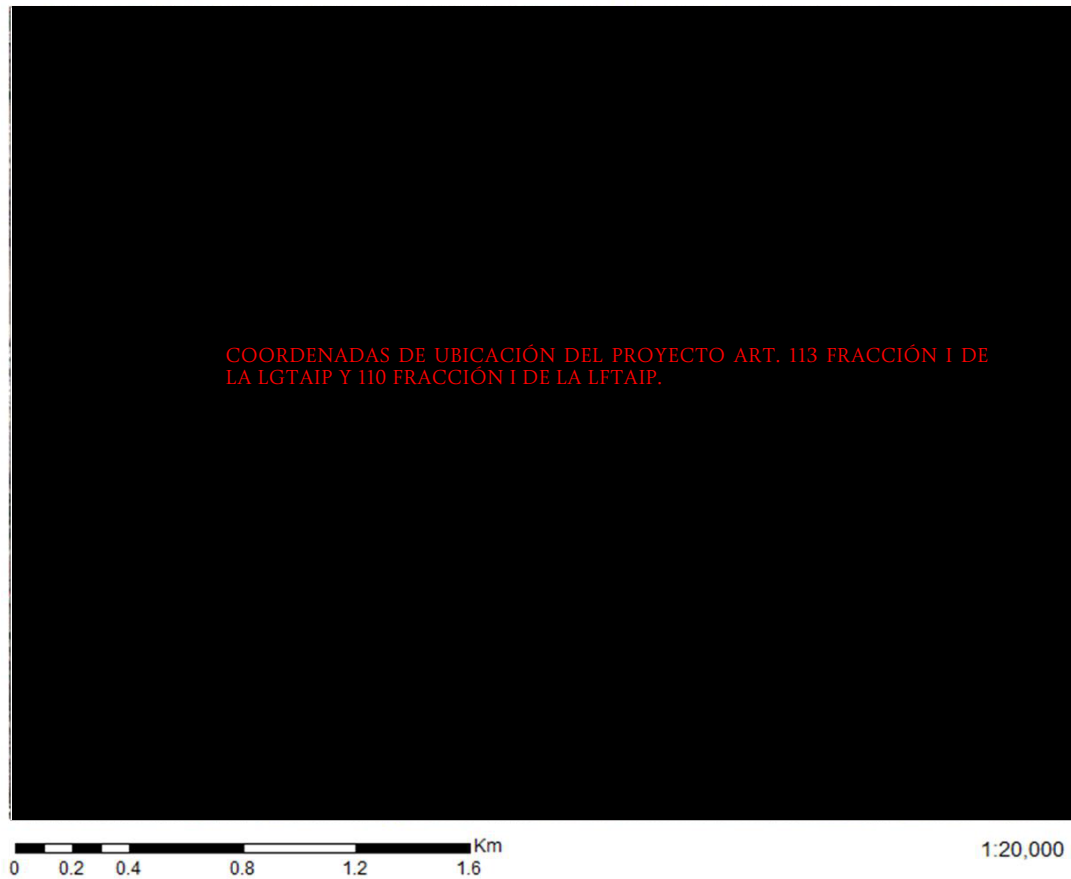


Ilustración 27. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 100 %

Este escenario abarca los puntos de sobrepresión al 20 % descrito en el punto anterior, y se extiende afectando mayor superficie de vegetación riparia y zonas de matorral y de uso agropecuario.

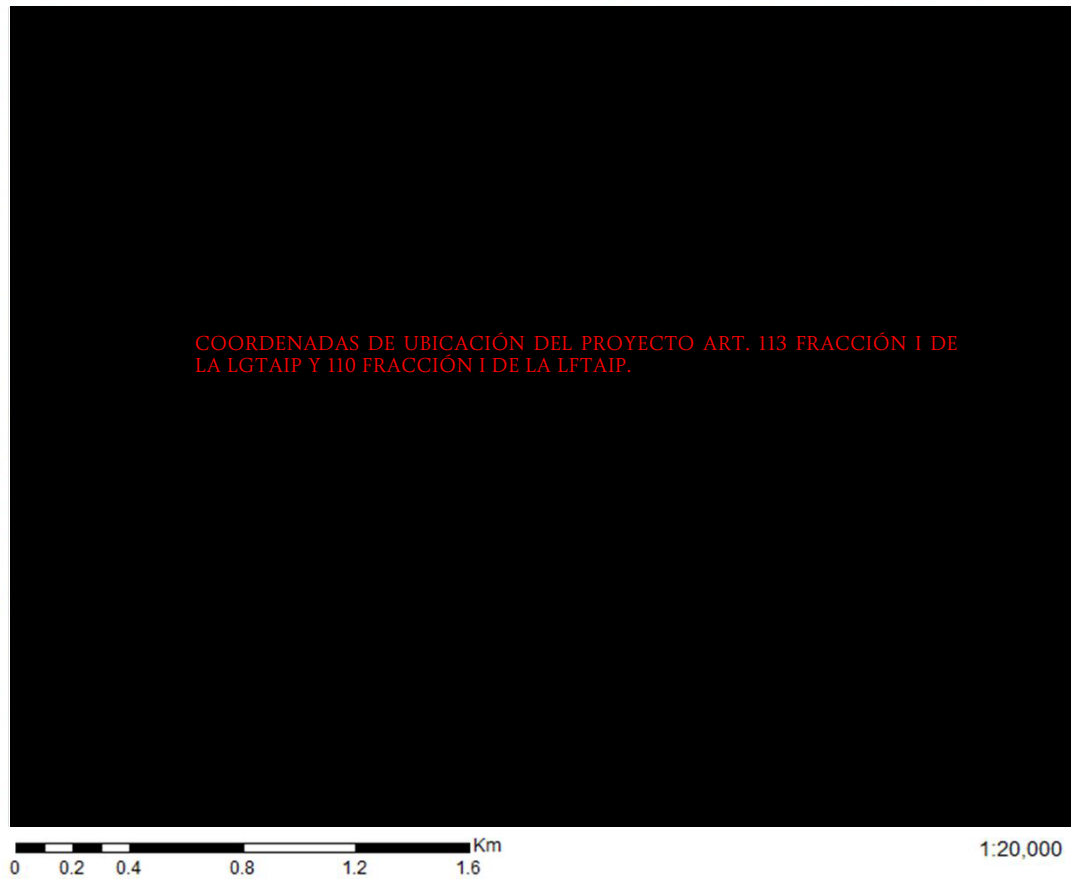


Ilustración 28. Lugar para posible interacción de riesgo

Nodo: Cruce de vialidad con Carretera 28 Apodaca-Juárez

Jetfire 20%

Este escenario en la zona de alto riesgo, medio y amortiguamiento únicamente afectaría las secciones de vialidad de la Autopista al Aeropuerto 40D y el puente elevado del cruce de la vialidad Carretera 28 Apodaca-Juárez

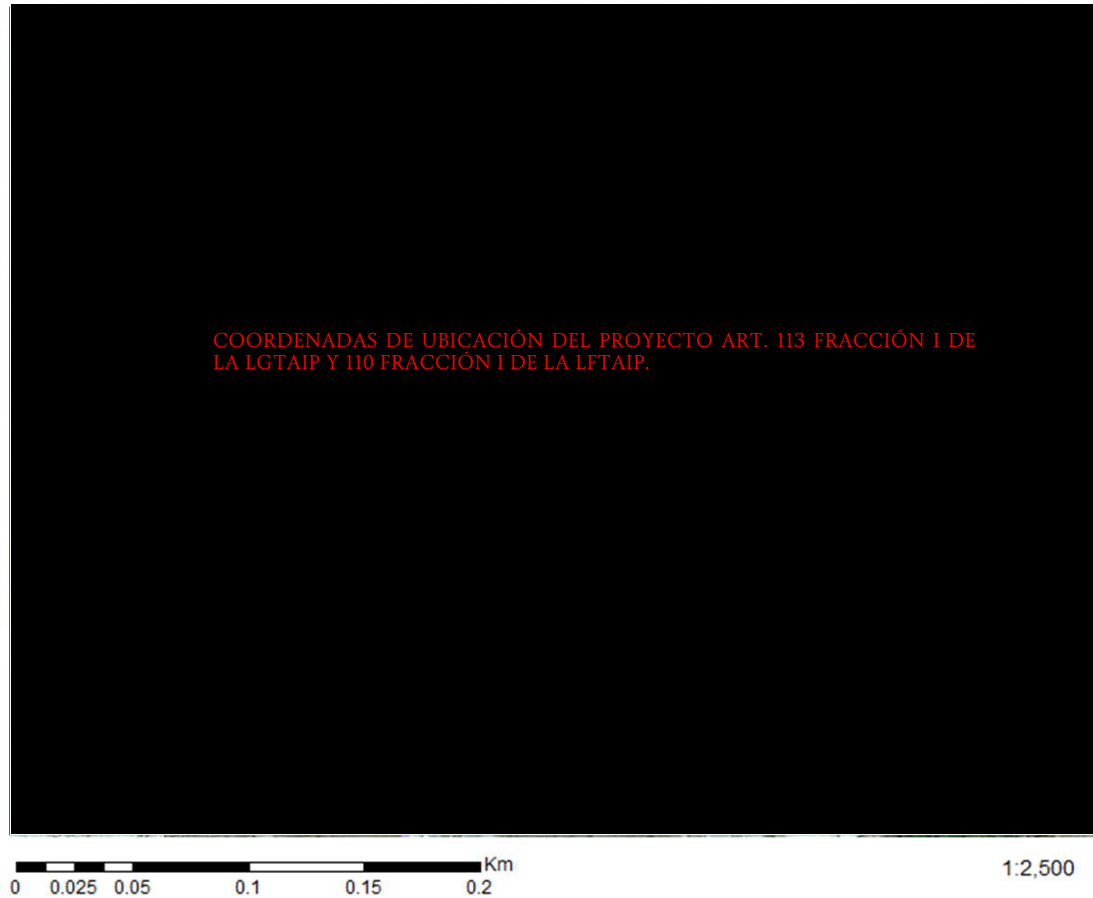


Ilustración 29. Lugar para posible interacción de riesgo

Jetfire 100 %

Este escenario en su zona de alto riesgo está abarca o abarcaría, además de las vialidades mencionadas en el punto anterior, asentamientos humanos al Noroeste (Fraccionamiento Mirasol Residencial), al Sureste entiendo que te falta información por incluir. En la zona de riesgo medio y amortiguamiento al Noroeste Rancho San Francisco, y estación de abastecimiento de Gas LP (Gas Ideal) en tanque con capacidad aproximada a 5,000lts sobre la Carretera Apodaca-Juárez al Sur

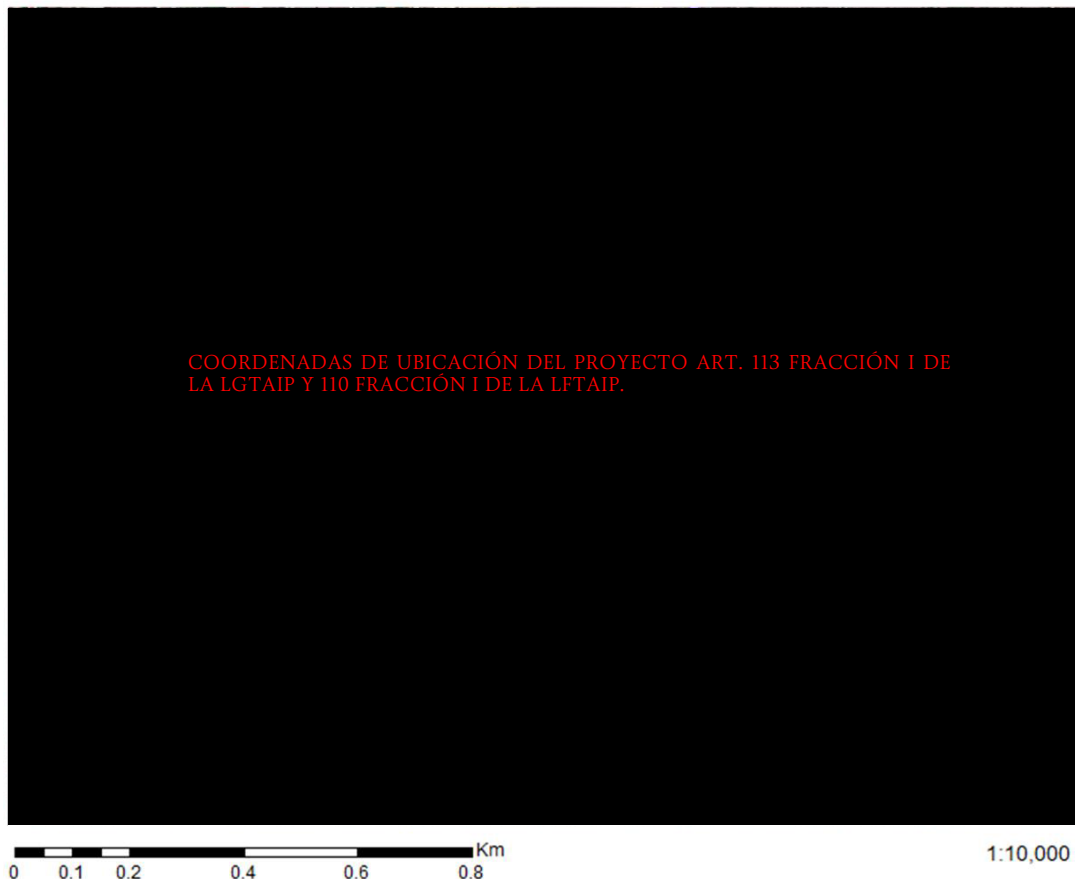


Ilustración 30. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 20 %

Este escenario abarca los mismos sitios descritos en el punto anterior en la zona de alto riesgo, y la zona de amortiguamiento se extiende a mayor superficie de naves industriales y Fraccionamiento Mirasol Residencial, así como zonas de uso agropecuario y zonas de matorral.

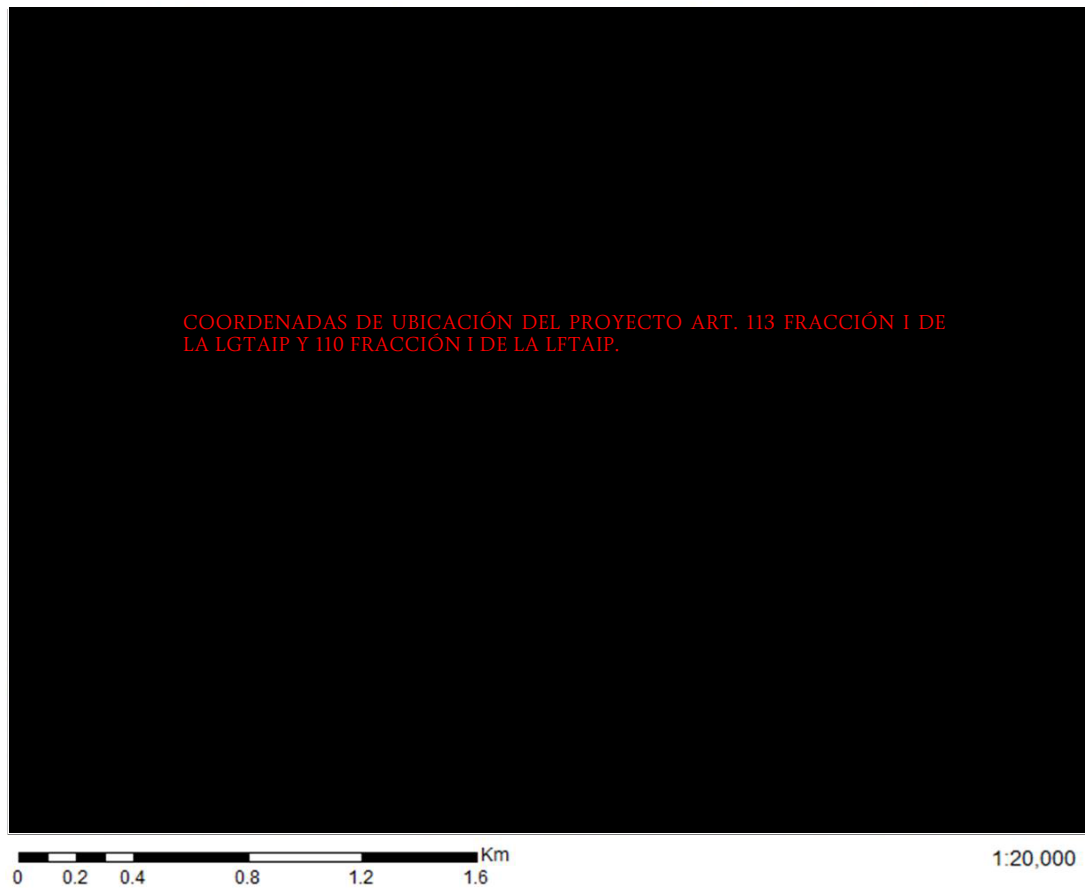


Ilustración 31. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 100%

El radio de afectación en la zona de alto riesgo abarca prácticamente todo el Parque Industrial La Silla Apodaca en la sección Noreste, zonas de uso habitacional como la colonia Privalia Huinalá, Fraccionamiento Mirasol Residencial y el colector de agua pluviales de esta colonia. La franja de desarrollo del sistema continúa hacia el Norte por el derecho de vía del Periférico.

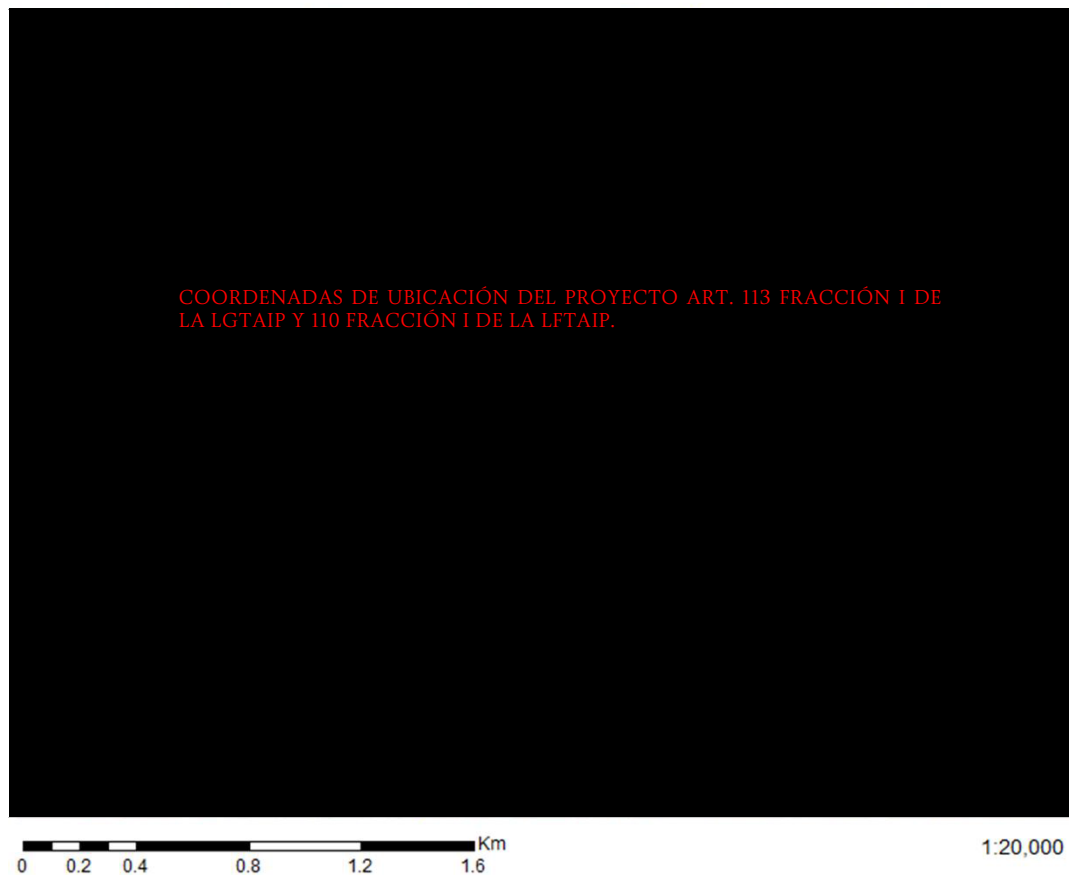


Ilustración 32. Lugar para posible interacción de riesgo

Nodo: Cruce Antiguo camino a Dulces Nombres

Jetfire 20%

En esta sección se encuentra la salida del antiguo camino a dulces nombres afectada por la zona de alto riesgo, así como un puente peatonal que cruza la autopista del asentamiento humano más cercano; siendo afectadas en la zona de riesgo medio y amortiguamiento una cuadra de la Colonia Bosques de San Miguel.

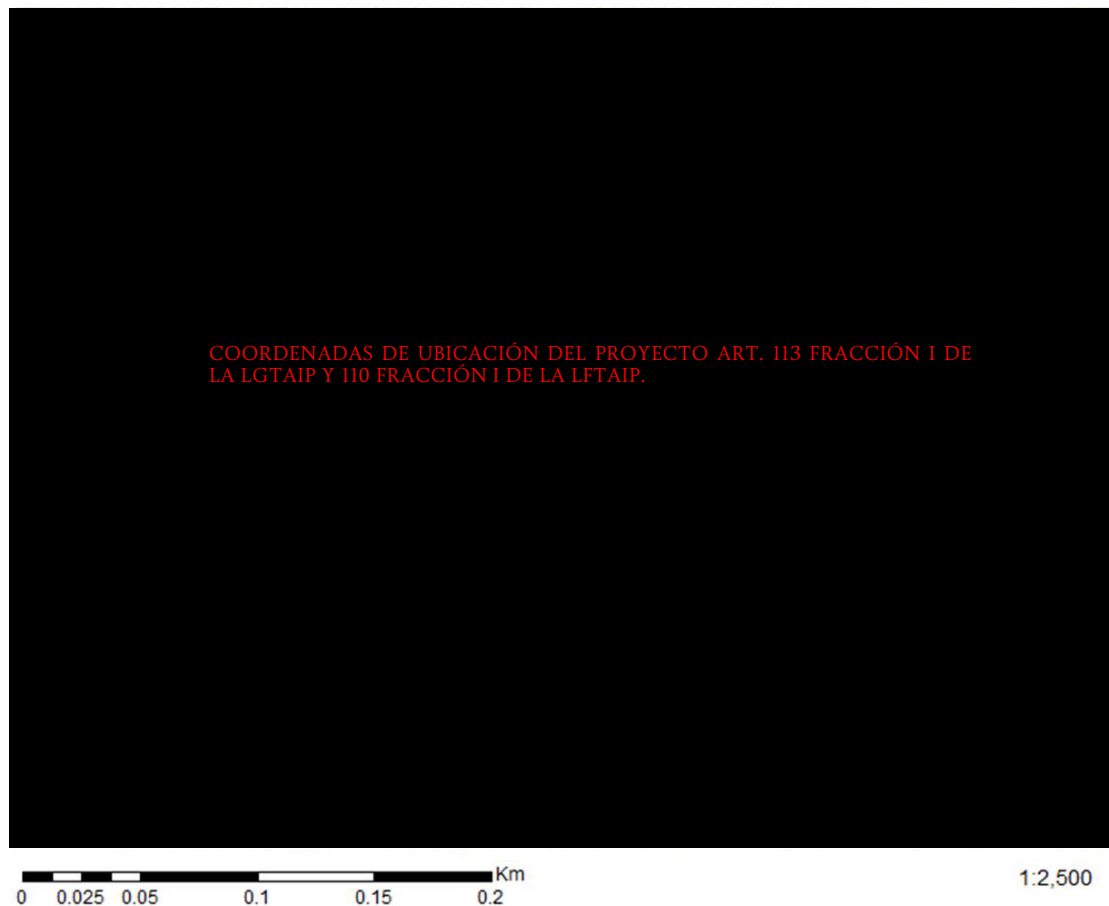


Ilustración 33. Lugar para posible interacción de riesgo

Jetfire 100%

Este escenario en la zona de alto riesgo abarca un radio mayor, con afectación a zonas habitacionales en alrededor de dos cuerdas de la Colonia Bosques de San Miguel. Se afecta en la zona de riesgo medio y de amortiguamiento la Escuela Primaria *Profesor Santiago Obregón* al Oeste ubicada a 200 mts. de la Autopista; al Sur afectando el centro de venta Industrial Agrícola HSUN.

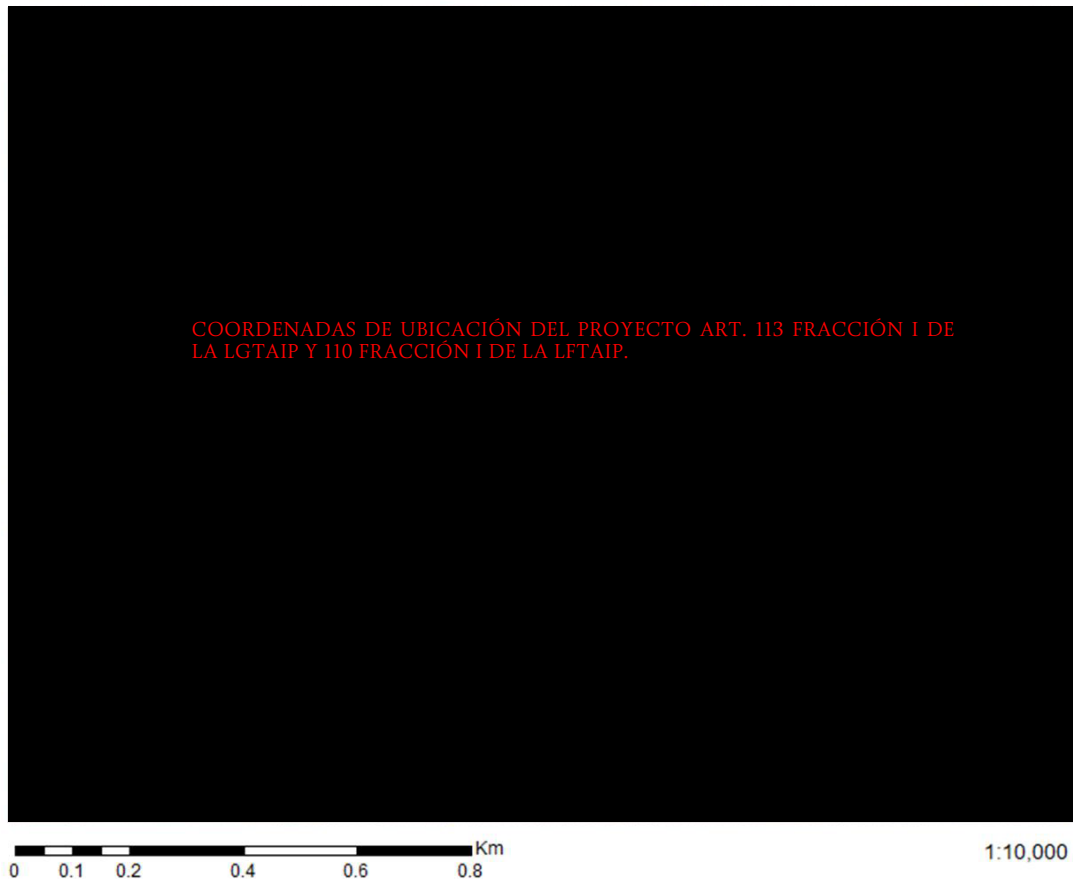


Ilustración 34. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 20%

En este escenario se afectan los mismos puntos señalados en el escenario anterior y se abarca la zona Norte del Parque Industrial La Silla Apodaca.

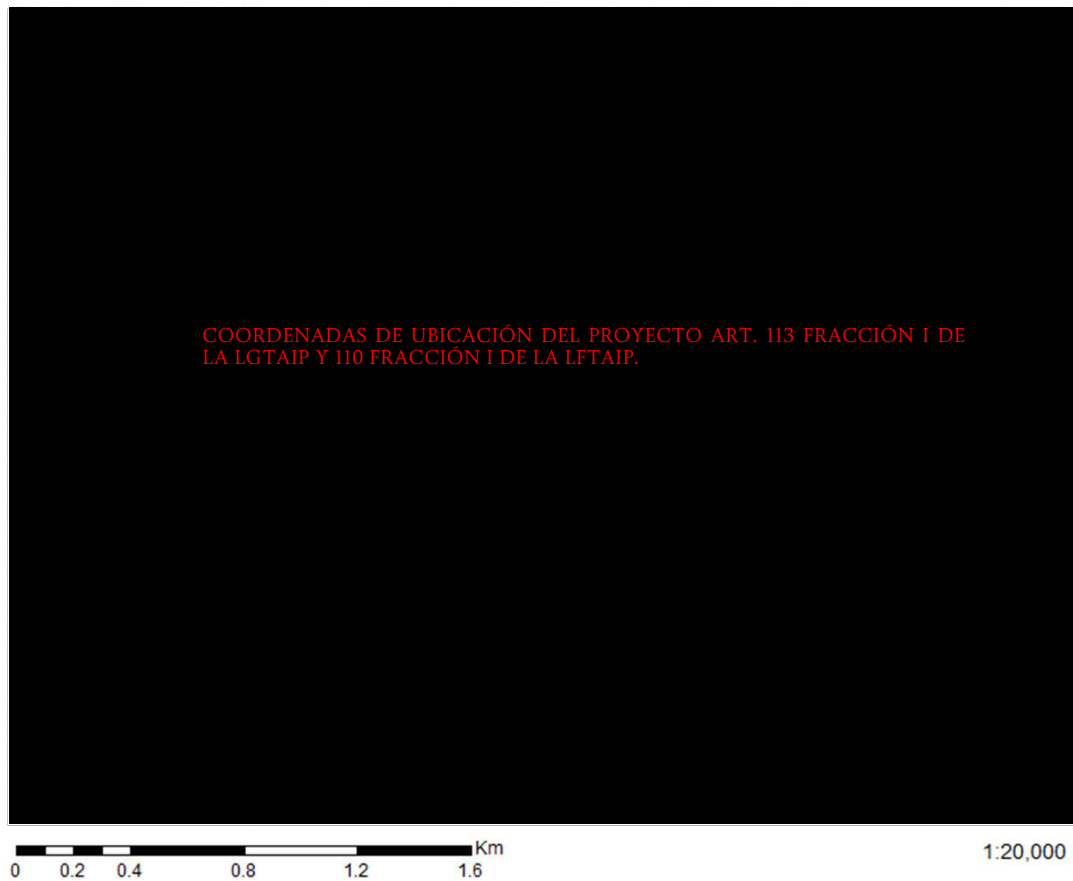


Ilustración 35. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 100%

La Afectación sería o será a las mismas zonas del punto anterior, abarcando alrededor de la mitad Norte del Parque Industrial La Silla Apodaca, otras zona industriales ubicadas el Norte y zona con vegetación tipo matorral disperso al Sur.

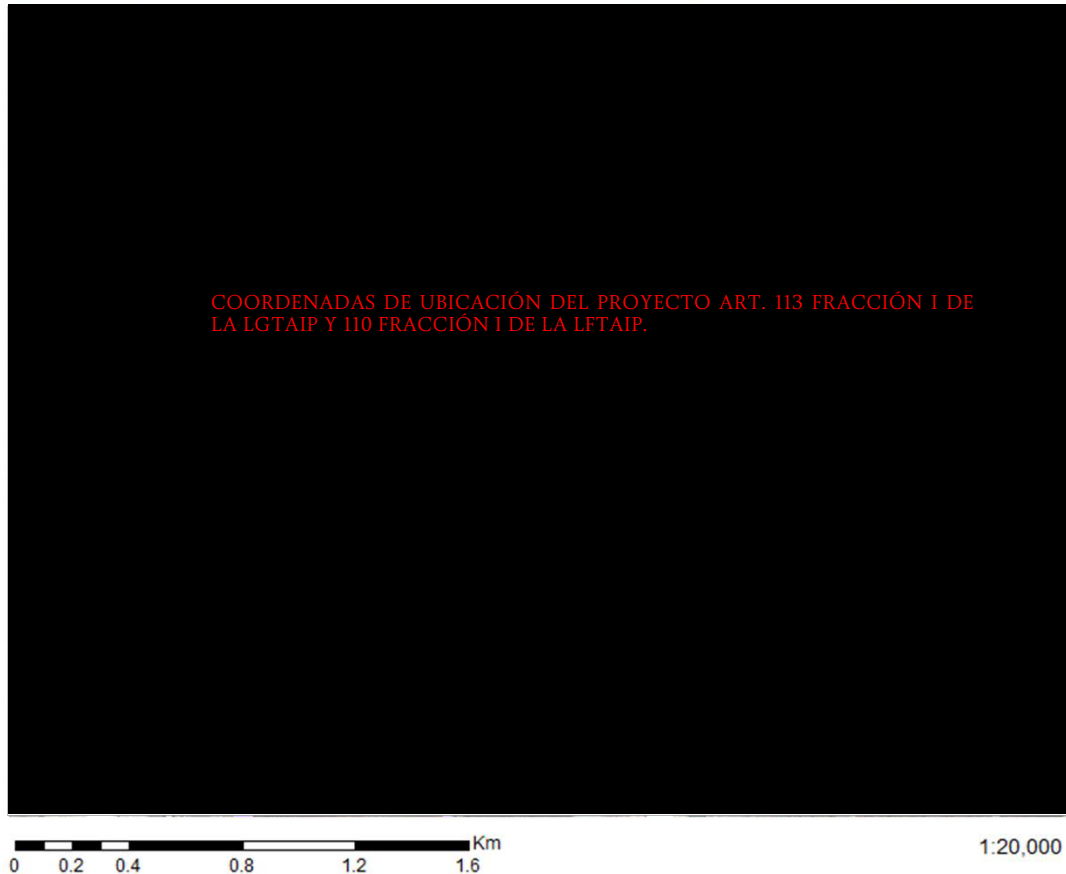


Ilustración 36. Lugar para posible interacción de riesgo

Nodo: Cruce 52 Ruiz Cortines

Jetfire 20%

En este punto es el cruce de la Avenida 52 Ruiz Cortines a Dulces Nombres en paso elevado sobre la Autopista al Aeropuerto 40D. En este escenario se afectaría la parte inferior del puente y escasa vegetación de matorral disperso.

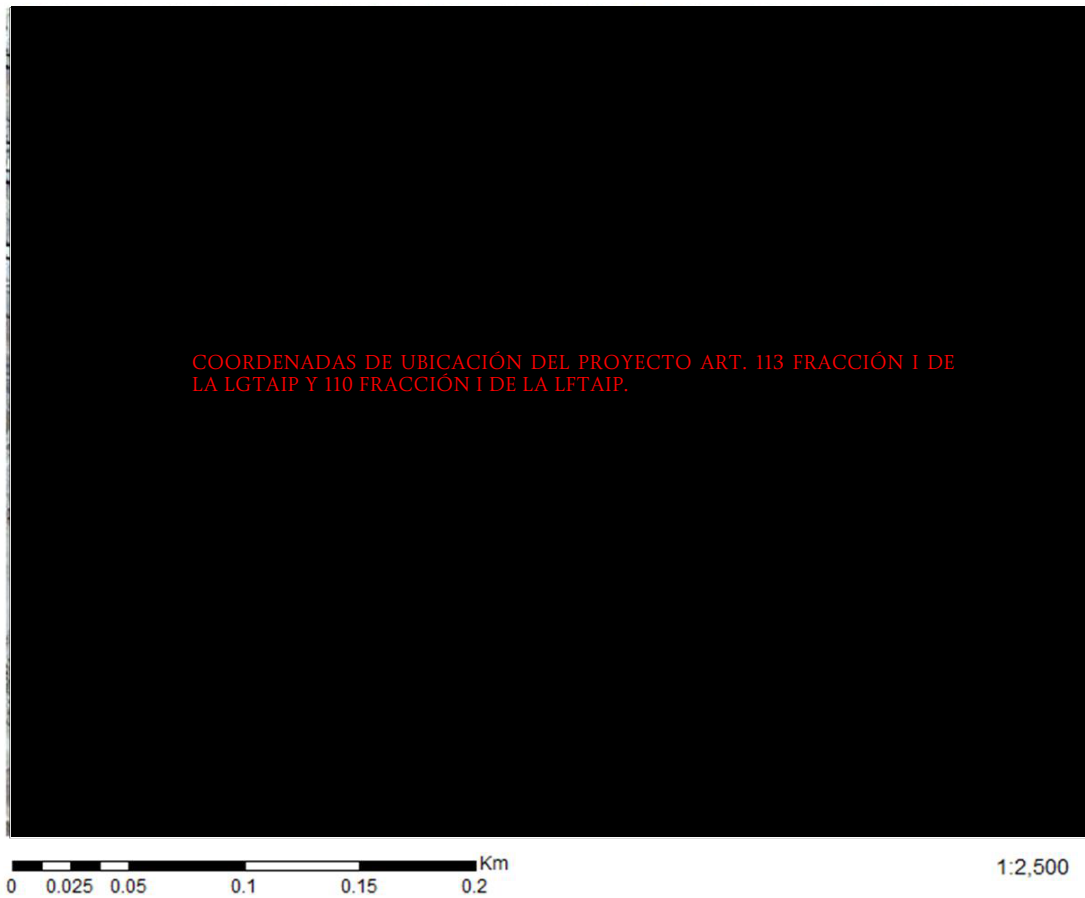


Ilustración 37. Lugar para posible interacción de riesgo

Jetfire 100%

El radio de afectación de este escenario en la zona de alto riesgo podría afectar, además de lo mencionado, llegaría a afectar asentamientos humanos cercanos dentro de la Colonia Bosques de San Miguel. En la zona de riesgo medio y amortiguamiento se afectarían zonas industriales sobre la Autopista al Aeropuerto e instalaciones de la compañía Golden Eagle; al Este sobre la Carretera a Dulces Nombres empresas dentro de Regio Parque, al Oeste terreno con escasa vegetación matorral disperso.

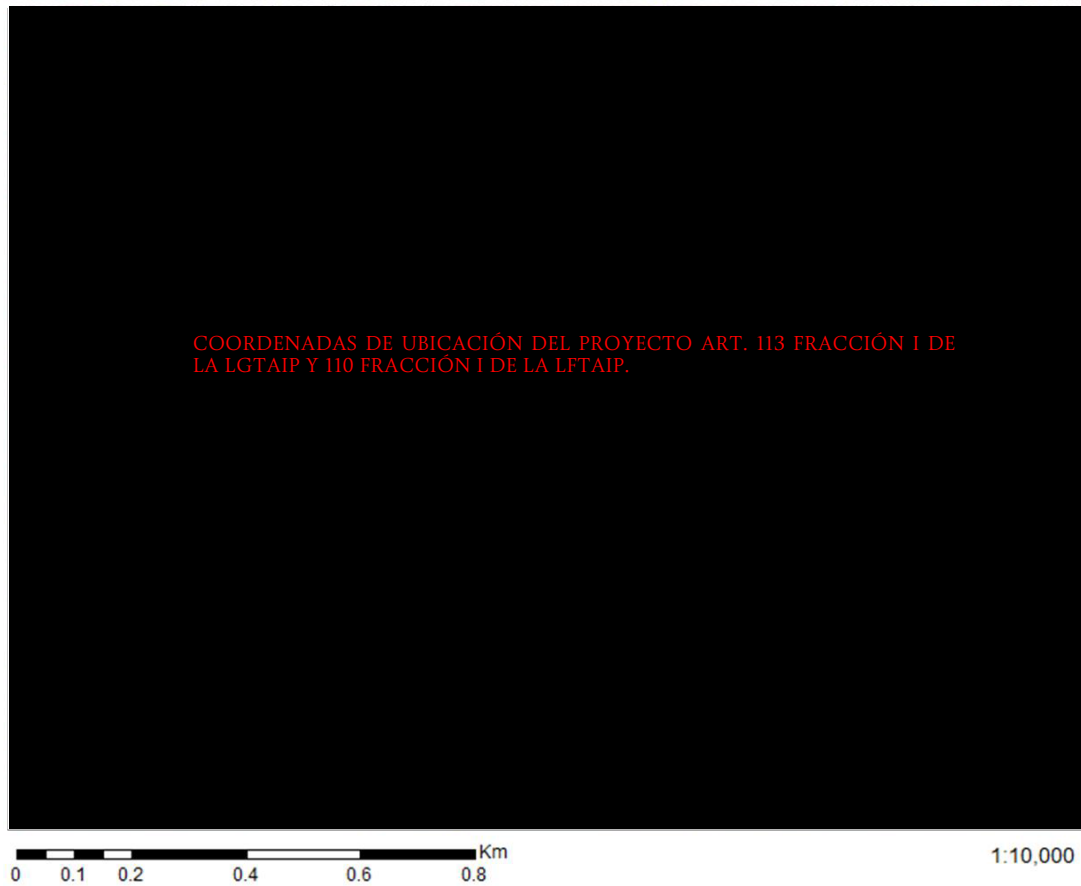


Ilustración 38. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 20%

El radio de afectación de este escenario en la zona de alto riesgo podría afectar la parte inferior del puente, extenderse hacia el norte a zona de matorral y hacia el Oeste, Sur y Este zona industrial, asimismo la zona de uso habitacional (sección Norte de la Colonia Tréboles).

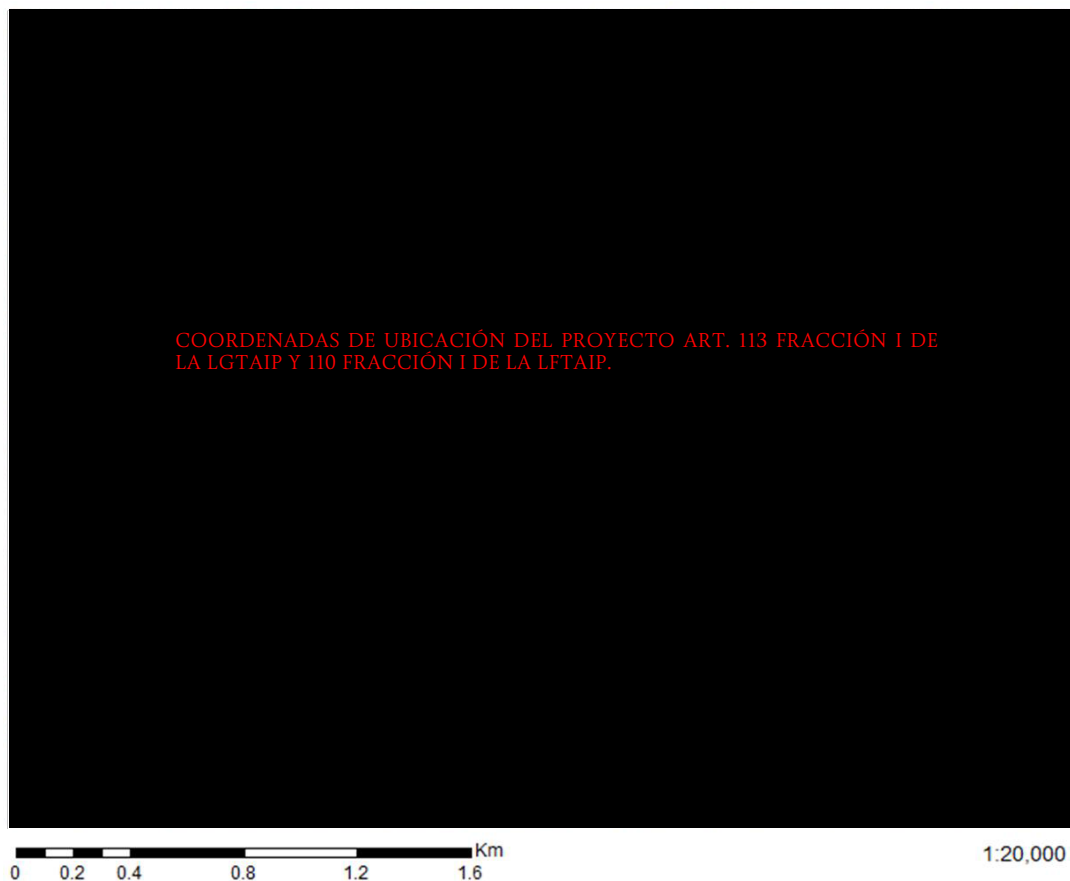


Ilustración 39. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 100%

Al igual que el punto anterior y con un mayor radio de afectación para la zona de alto riesgo, se afectaría la parte inferior del paso elevado; la vialidad Vía Monterrey-Matamoros, matorrales en la sección Norte, naves industriales de diversos giros en prácticamente todos los alrededores y zonas de uso habitacional en la parte Sur.

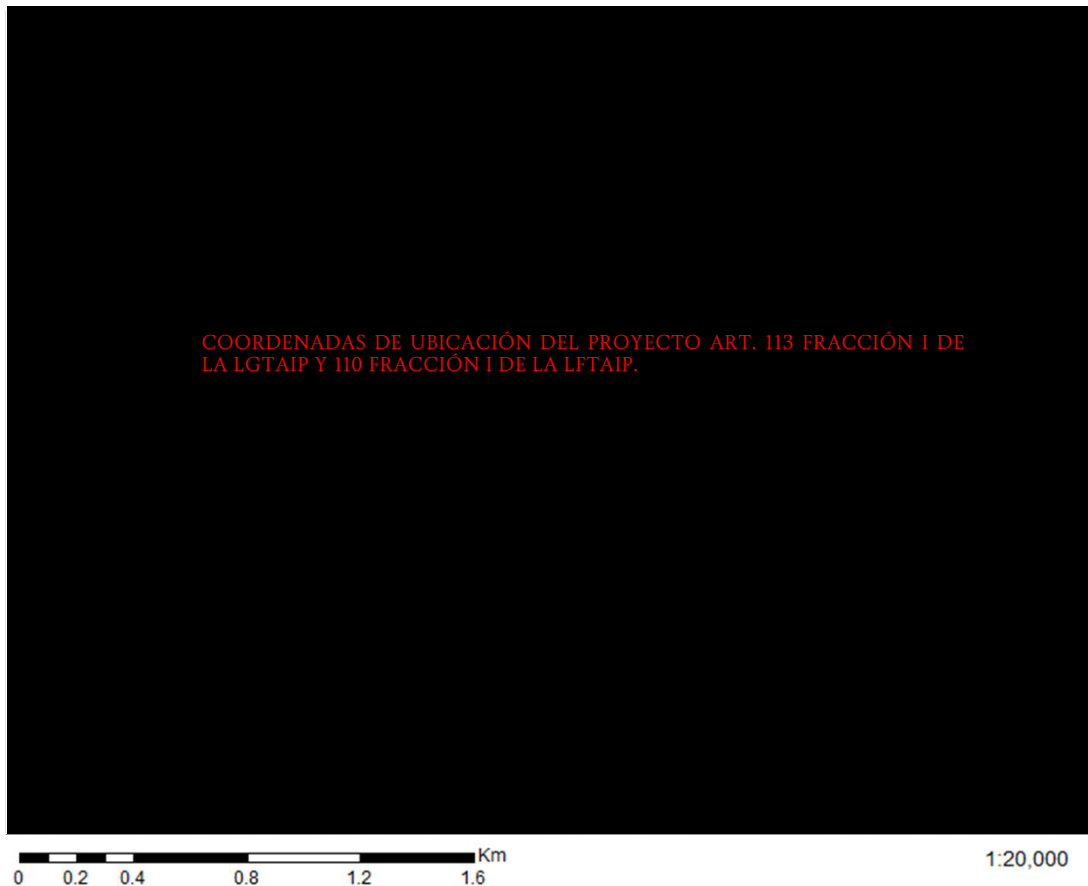


Ilustración 40. Lugar para posible interacción de riesgo

Nodo: Zona comercial Gasolinera

Jetfire 20%

En esta zona, el riesgo alto genera interacción con el abastecimiento de la estación de gasolina. En la zona media y de amortiguamiento dañaría instalaciones de locales comerciales y entrada a la empresa Semáforos Mexicanos (SEMEX).

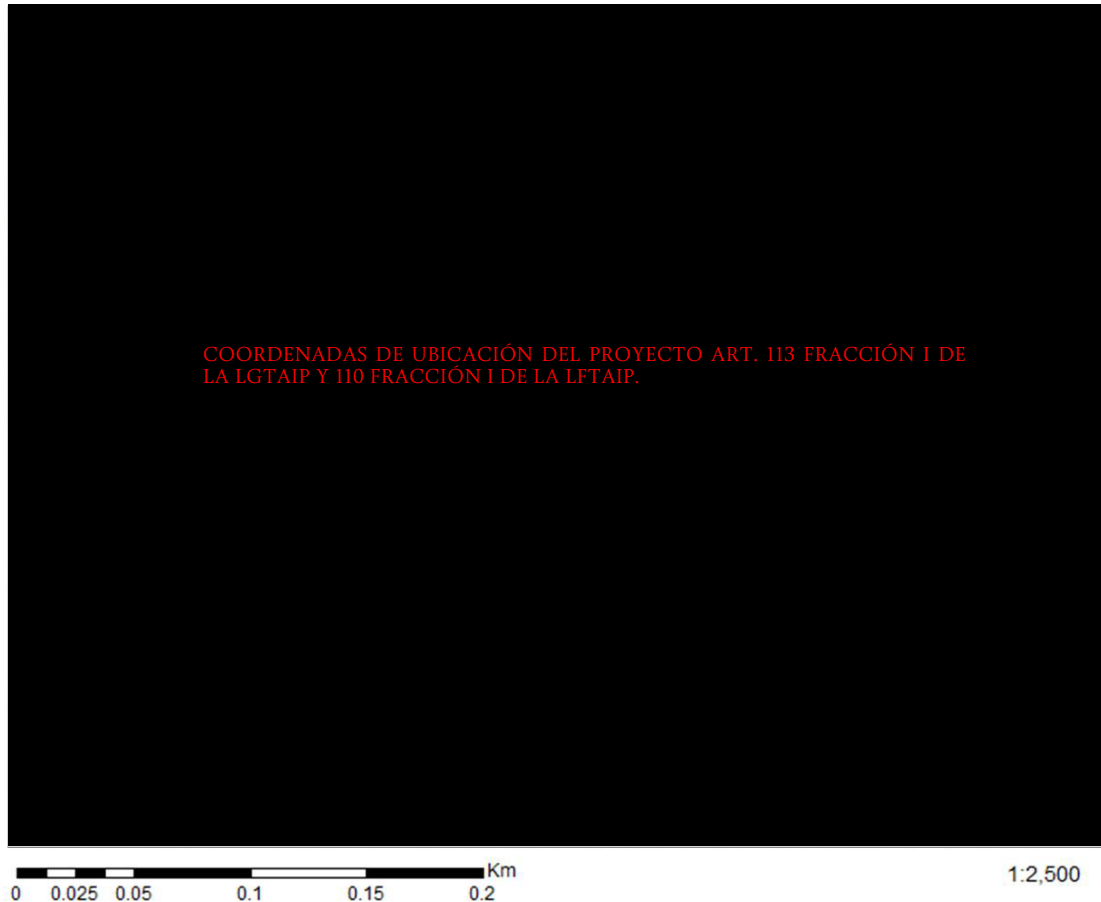


Ilustración 41. Lugar para posible interacción de riesgo

Jetfire 100%

En este escenario la zona de alto riesgo generaría mayor daño a las instalaciones de Semex y los locales comerciales. En la zona media y amortiguamiento pudiera generarse interacción con un tanque de Gas LP de 5000lts al interior de la empresa Semex.

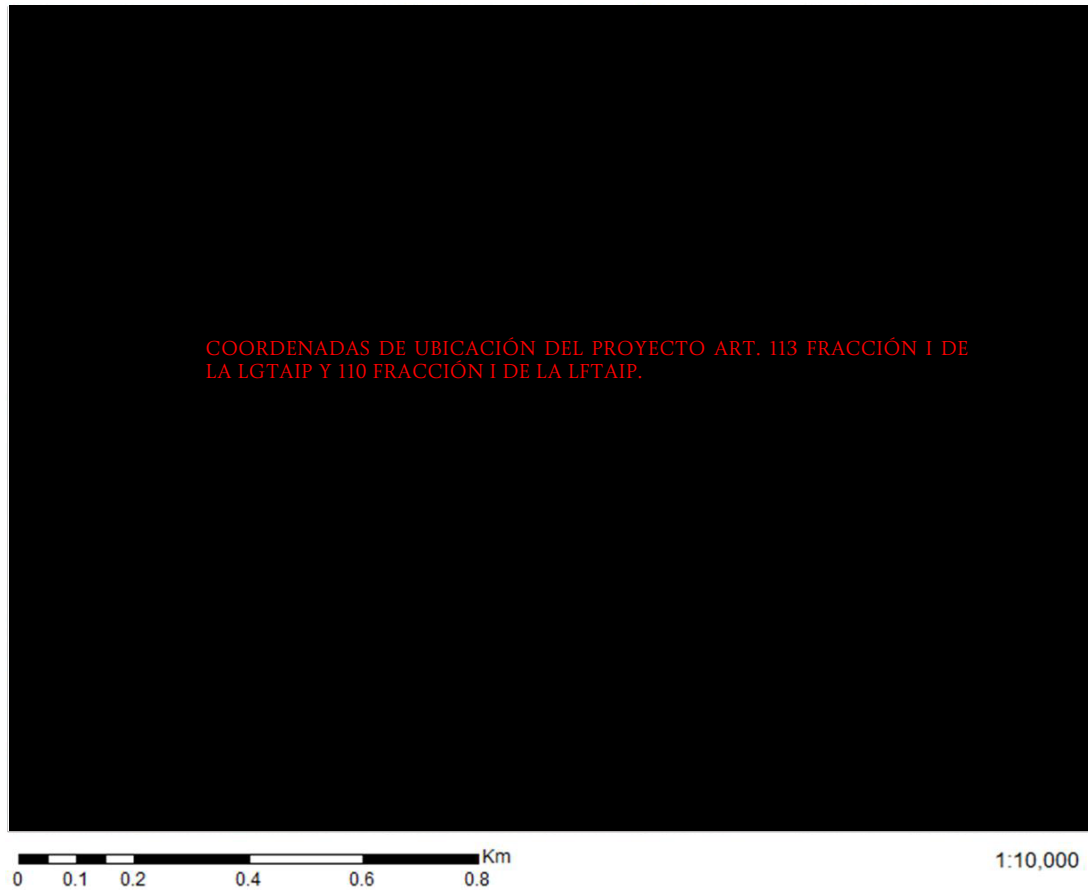


Ilustración 42. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 20%

En este escenario tanto la zona de alto riesgo como amortiguamiento generaría mayor daño a las instalaciones de Semex y los locales comerciales.

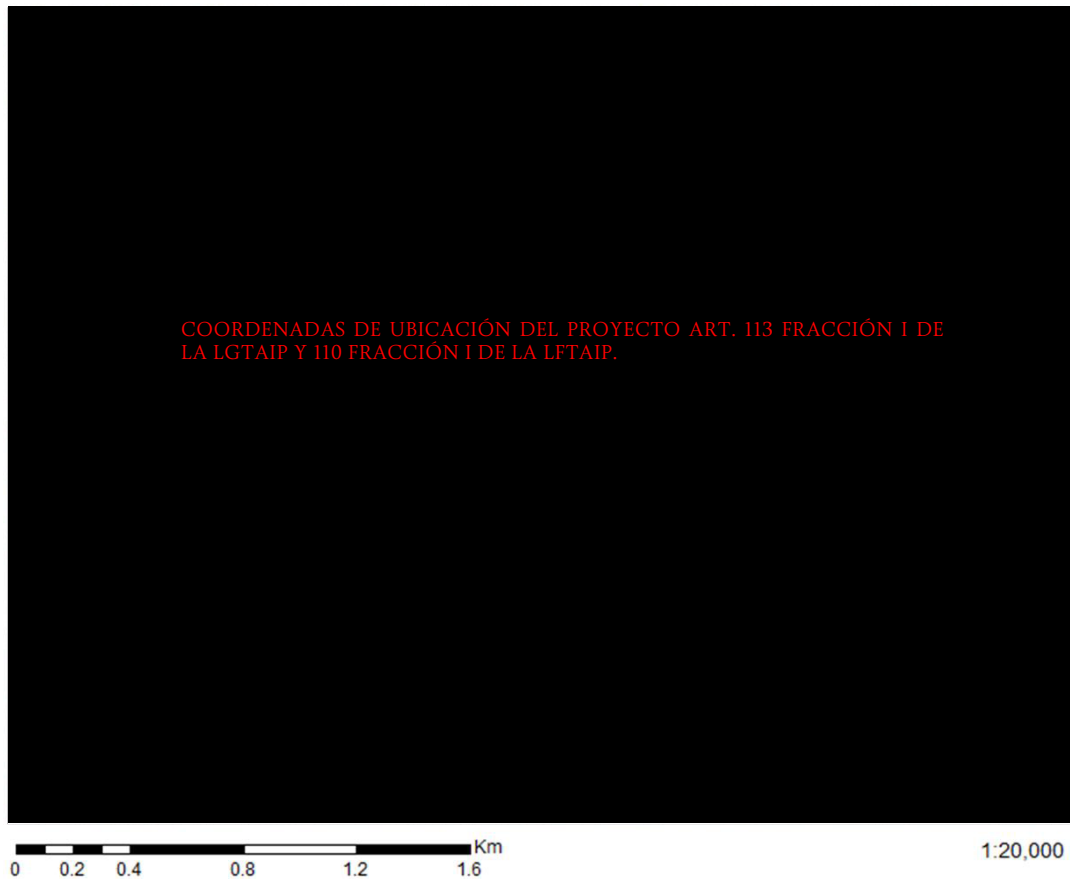


Ilustración 43. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobre presión 100%

En este escenario la zona de alto riesgo generaría mayor daño a las instalaciones de Semex y los locales comerciales pudiendo generar interacciones con las bombas de gasolina, así como con tanques de gas lp de 5000 y 3000lts al interior de Semex SA de CV. En la zona de amortiguamiento alcanzando asentamientos humanos al norte Bosques de San Miguel y al Este Fraccionamiento Mirasol Residencial.

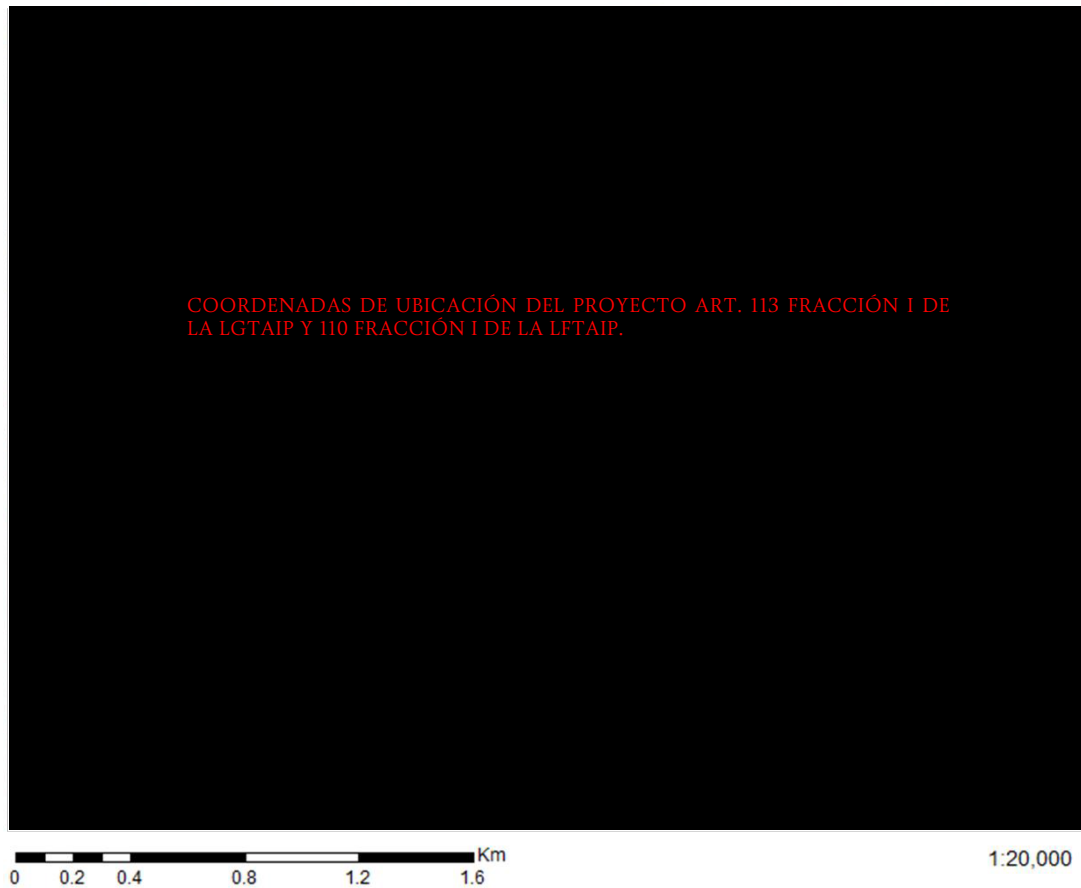


Ilustración 44. Lugar para posible interacción de riesgo

Nodo final: Interconexión ERM Grupo Gondi

Jetfire 20%

Las zonas que se pudieran afectar por chorro de fuego en este escenario, además del ERM, sería la vialidad dentro del parque industrial Nexxus afectando la vegetación matorral dispersa.

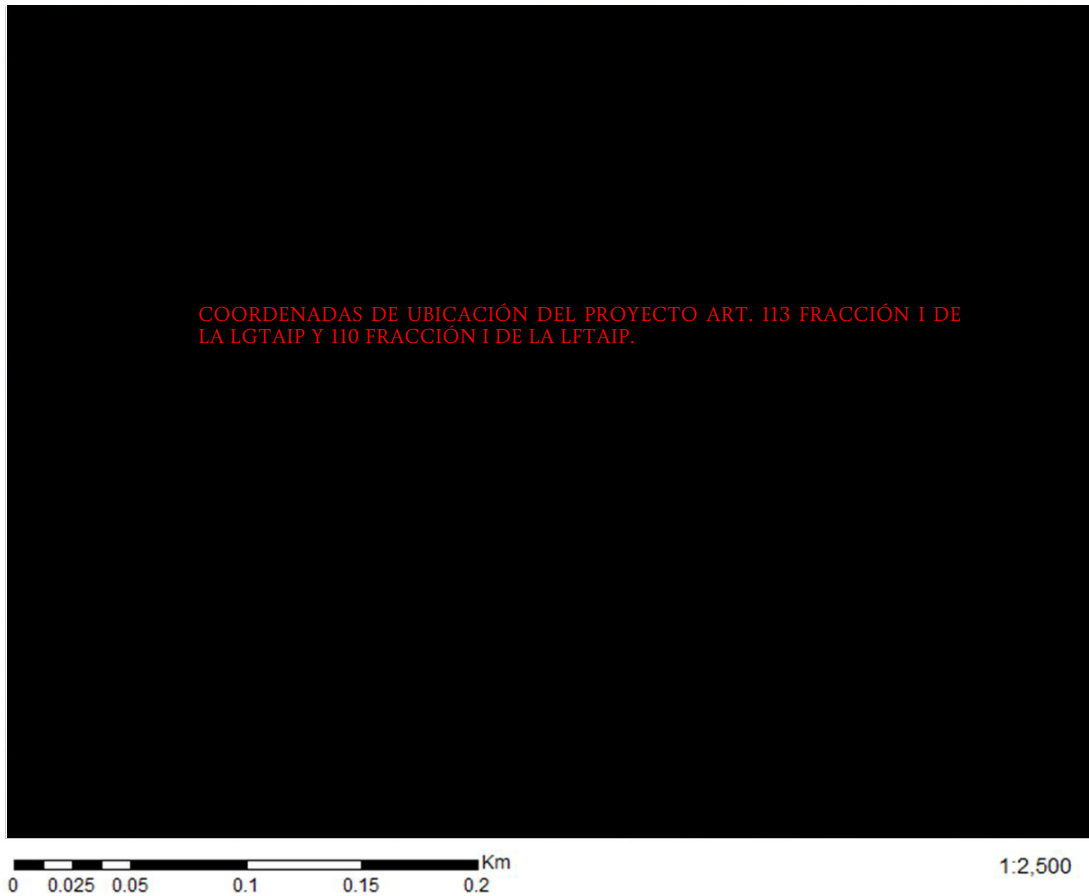


Ilustración 45. Lugar para posible interacción de riesgo

Jetfire 100%

Con este escenario la zona de afectación de alto riesgo afectaría la Estación de Regulación y Medición, la vialidad al interior del parque Nexus, zonas de matorrales dispersos y pastizales, e instalaciones industriales de la empresa Gondi al Sur y al Oeste AutoZone. La zona de riesgo medio y amortiguamiento afectaría al Sur las vías de ferrocarril y al Norte instalaciones de la empresa Fluidmaster.

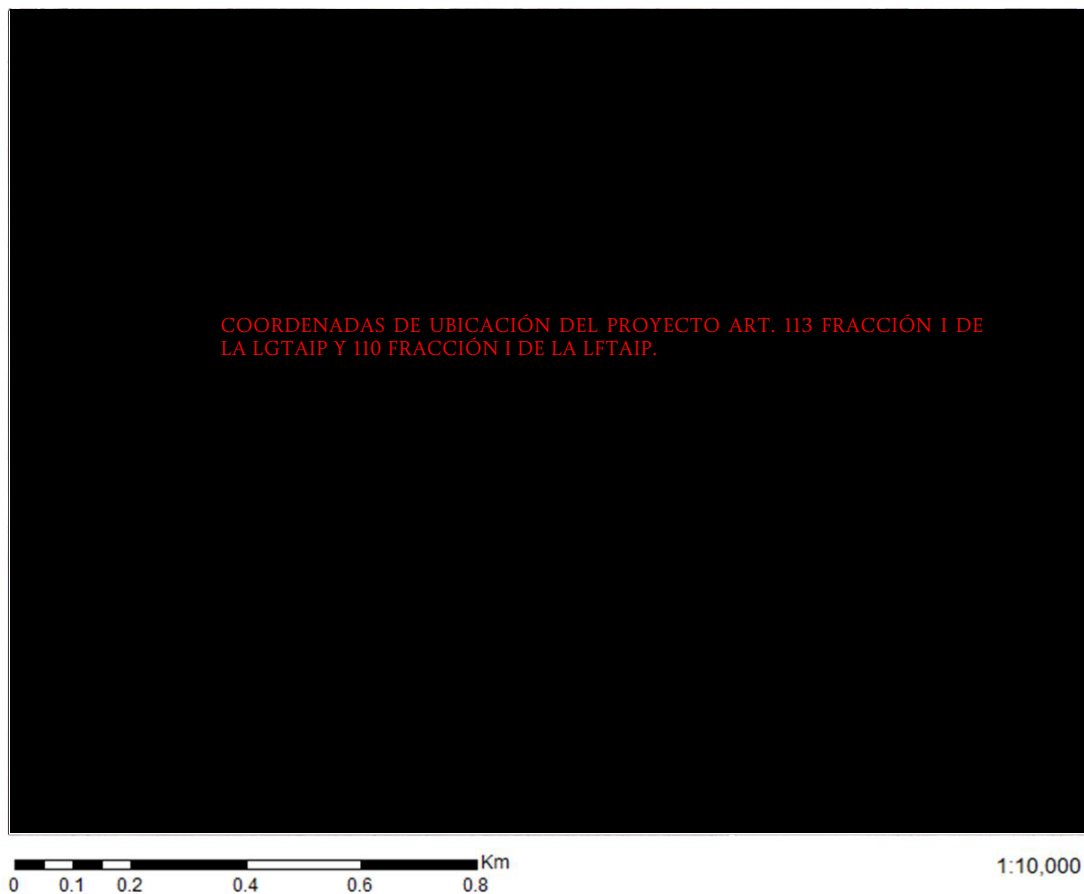


Ilustración 46. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 20%

La zona de afectación de alto riesgo, afectaría la Estación de Regulación y Medición, la vialidad al interior del parque Nexxus, zonas de matorrales dispersos y pastizales, e instalaciones industriales de la empresa Gondi al Sur y al Oeste AutoZone, el radio de amortiguamiento incrementa el alcance a la zona con matorral; así como las partes industriales, pudiendo generar interacción con tanque 10,000 lts. de Gas LP al Noreste dentro de las instalaciones de Semex; al Sur afectando las vías de ferrocarril y generando interacción con silos de Ragasa.

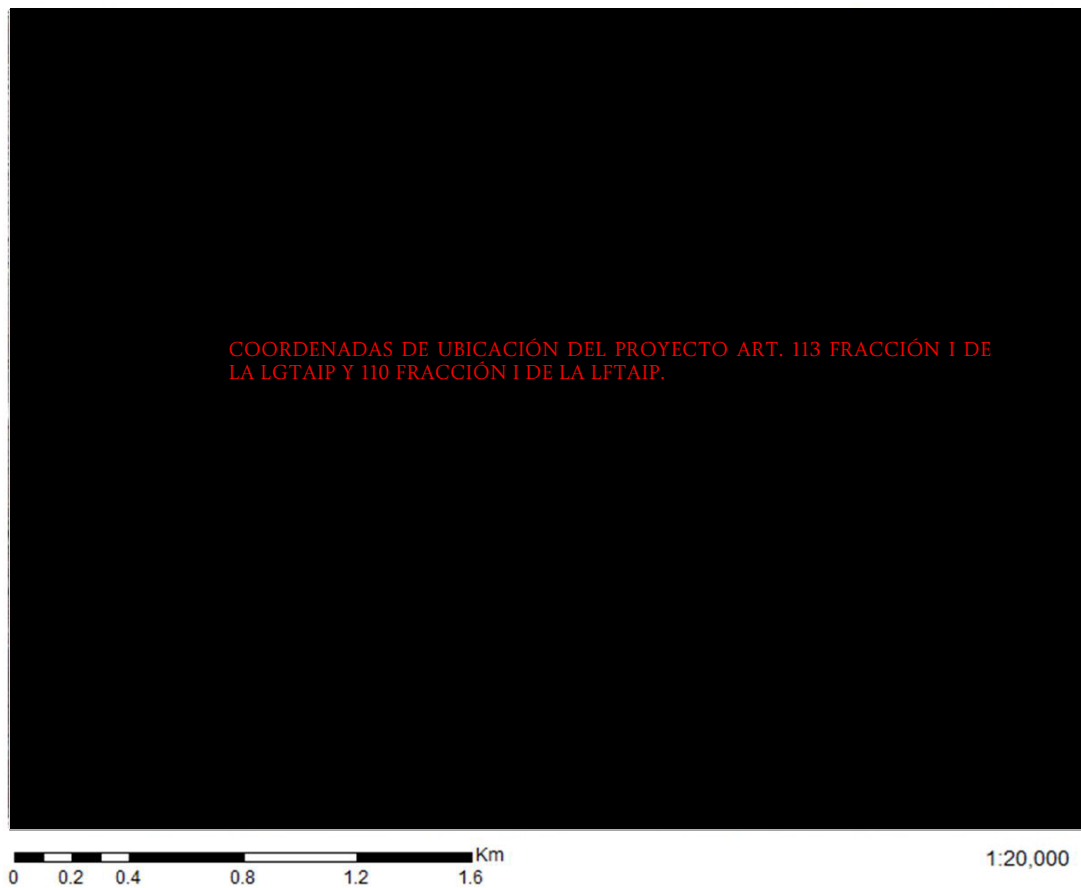


Ilustración 47. Lugar para posible interacción de riesgo

Sobrepresión 100%

En este escenario la zona de afectación se extiende en la zona industrial del parque Nexxus y sus vialidades, tanto a vías de ferrocarril como a la Autopista Reynosa-Monterrey, zonas de matorral disperso y de asentamientos humanos, en la zona de amortiguamiento la afectación se extiende en la zona industrial del Parque Autopista Reynosa-Monterrey, Autopista al Aeropuerto y a las instalaciones de las empresas: Semex, Gondi y Ragasa.

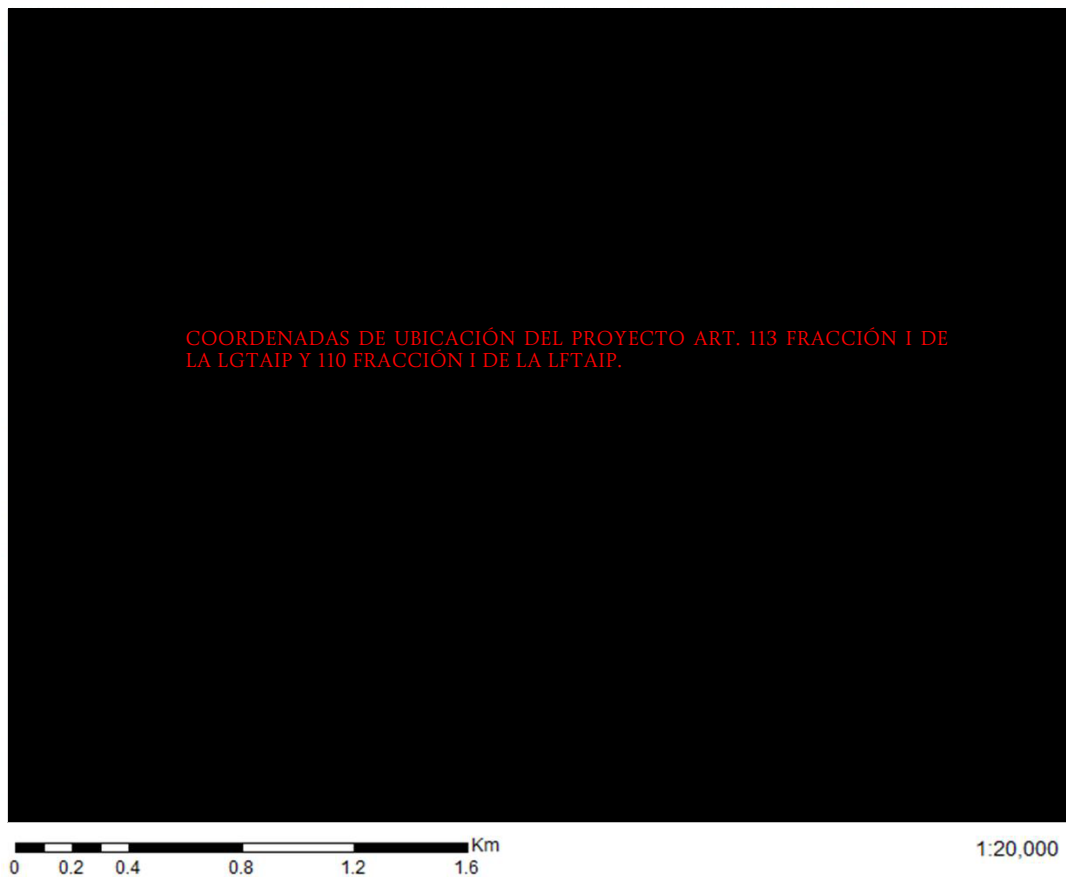


Ilustración 48. Lugar para posible interacción de riesgo

2.2. Interacciones de Riesgo

El ducto de gas natural, debido a la ubicación de su trayectoria en el área de influencia, podría generar la posibilidad de interacciones de riesgo con instalaciones próximas a la localización de la trayectoria que describe el ducto de gas y que pudieran estar puntualmente dentro de las zonas de alto riesgo y afectación definidas anteriormente en los radios potenciales de afectación.

En el caso puntual que algunas de las desviaciones detectadas llegará a ocurrir en los puntos de cruces de vías de comunicación o cuerpos de agua, en las interconexiones anteriormente descritas, NO se observa la potencialidad de interacciones de riesgo importantes, debido a la distancia que existen de áreas naturales protegidas o zonas vulnerables y la poca posibilidad que se produzca un efecto dominó debido a que no se observa a lo largo del trazado, ni se observó en el recorrido de campo, lugares donde se almacén sustancias que pudieran reaccionar con los escenarios anteriormente descritos.

Sin embargo, existen dos áreas que ofrece riesgo, y es con las estaciones de abasto de combustible Gasolineras, que se encuentra cerca de una de las zonas de cruzamiento y que se muestra continuación:

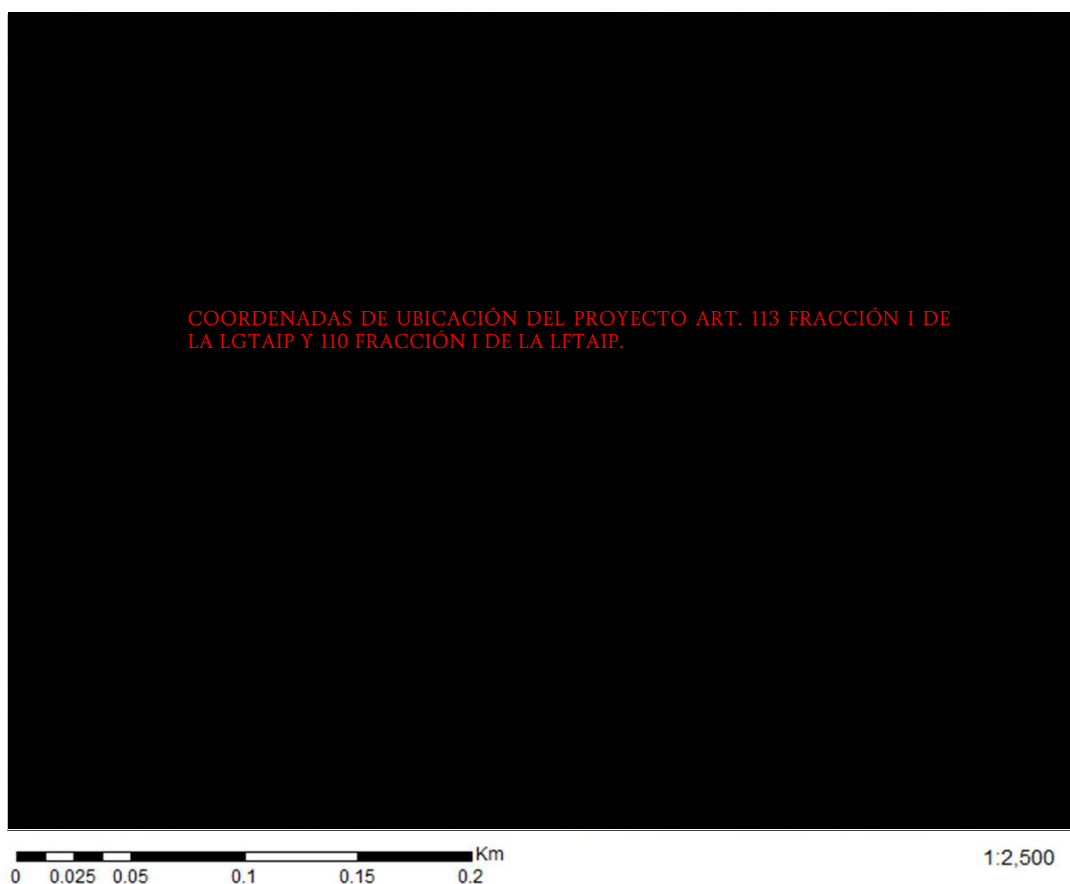


Ilustración 49. Lugar para posible interacción de riesgo

De este posible escenario se derivan los siguientes comentarios:

Lugar	Control Operacional
150 mts de caja de interconexión Apodaca y 50 mts de la línea del ducto sobre la Autopista al Aeropuerto	La tubería del ducto se encuentra a más de 1 metro de profundidad, prueba de hermeticidad, ensayos no destructivos líquidos penetrantes y ultrasonido, protección contra la corrosión.
	El paso de la tubería es mediante un hincado que minimiza los riesgos mediante un encamisado
	Válvula de seccionamiento en el cruce
Estación de combustible Pemex Gasolinería	Paredes de concreto para el confinamiento de la cisterna del combustible y dispositivos de seguridad para corte de suministro a bombas de despacho

Tabla 34. Controles operacionales riesgo de interacción



Ilustración 50. Imagen del área Estación de combustible Pemex Gasolinería

De este posible escenario se derivan los siguientes comentarios:

Lugar	Control Operacional
50 mts de la línea del ducto sobre la Autopista al Aeropuerto en zona comercial	La tubería del ducto se encuentra a más de 1 metro de profundidad, prueba de hermeticidad, ensayos no destructivos líquidos penetrantes y ultrasonido, protección contra la corrosión.
	El paso de la tubería es mediante un hincado que minimiza los riesgos mediante un encamisado
	Válvula de seccionamiento en el cruce
Estación de combustible Oxxo Gas Gasolinería	Paredes de concreto para el confinamiento del tanque de gas LP

Tabla 35. Controles operacionales riesgo de interacción

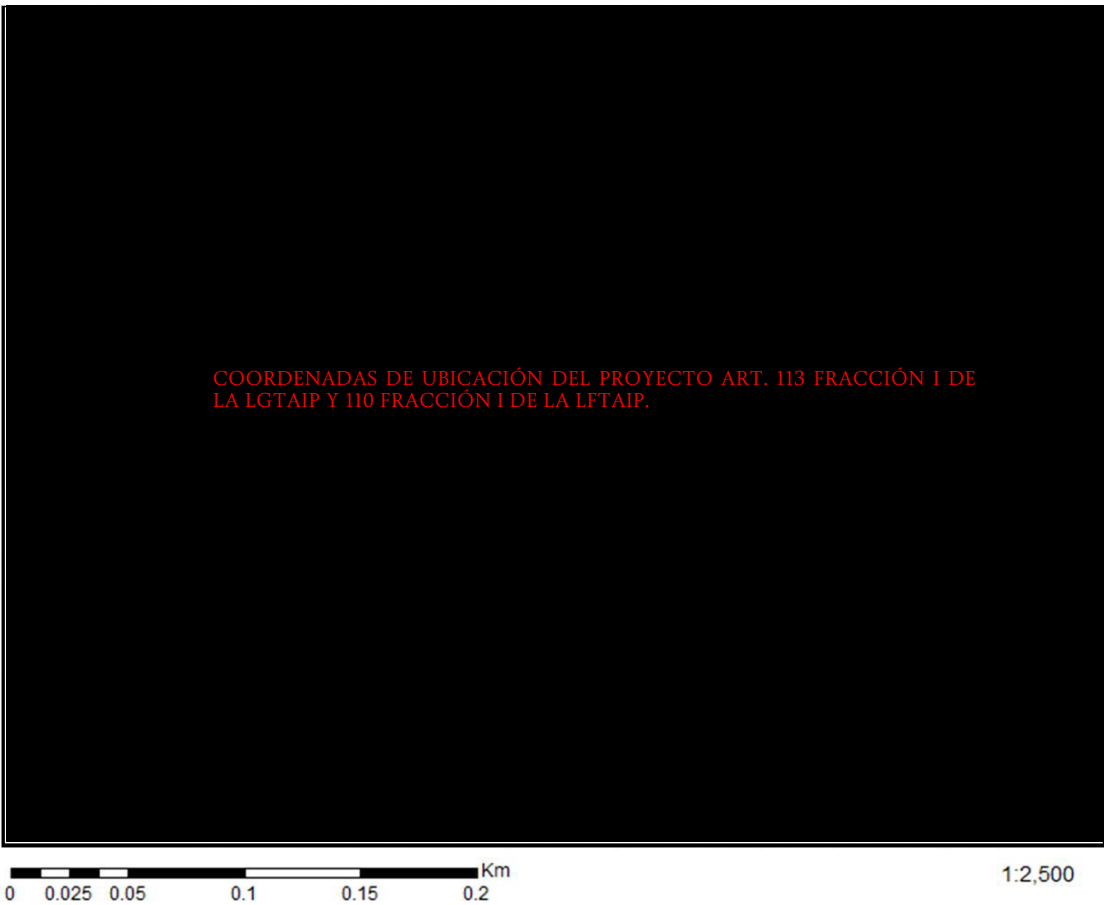


Ilustración 51. Imágenes de las áreas de abasto de combustible (gasolineras)



Ilustración 52. Imágenes de las áreas de abasto de combustible (gasolineras)

2.3. Efectos sobre el Sistema Ambiental

La flora dominante en los primeros 2.5 kilómetros del trayecto del gasoducto corresponde a pastizales inducidos (dominados por zacate buffel). En los siguientes 5 km existen asociaciones de vegetación secundaria y terciaria y matorral espinoso tamaulipeco (esta trayectoria dentro del municipio de Pesquería), mientras que en los próximos 7 km el terreno lineal abarca el derecho de vía de Mexicana de Gas dominando por pastizal inducido pasando por zona industrial comercial. Los impactos esperados a la biodiversidad en general implican desplazamiento de fauna y retiro de vegetación, debido al movimiento de tierra y ruido.

A continuación, se identifican las áreas de interés que se pudieran afectar producto de la construcción, operación y mantenimiento del ducto de gas.

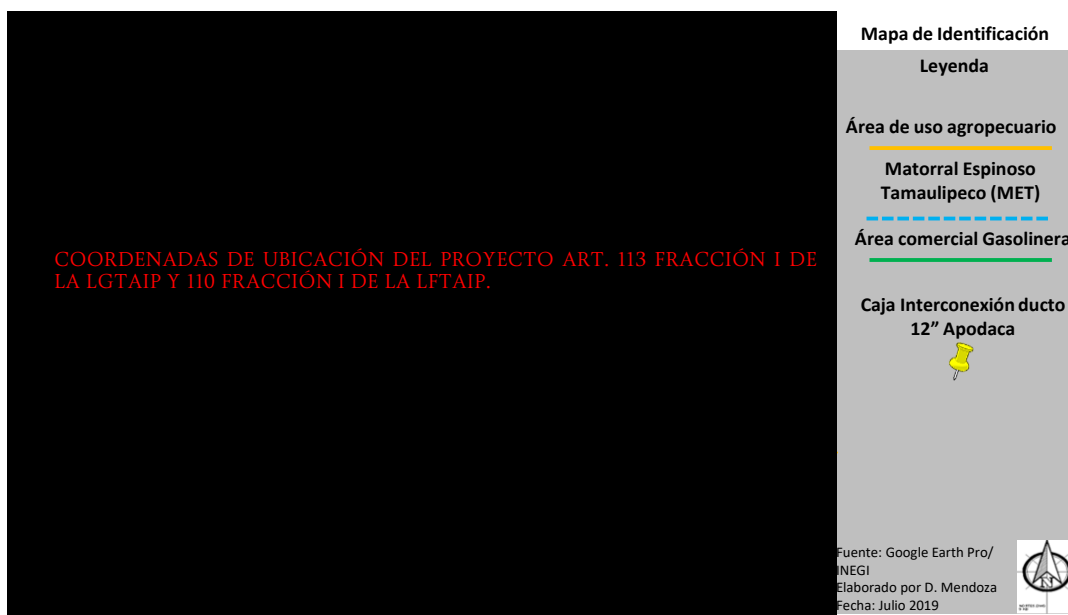


Ilustración 15 Áreas de interés

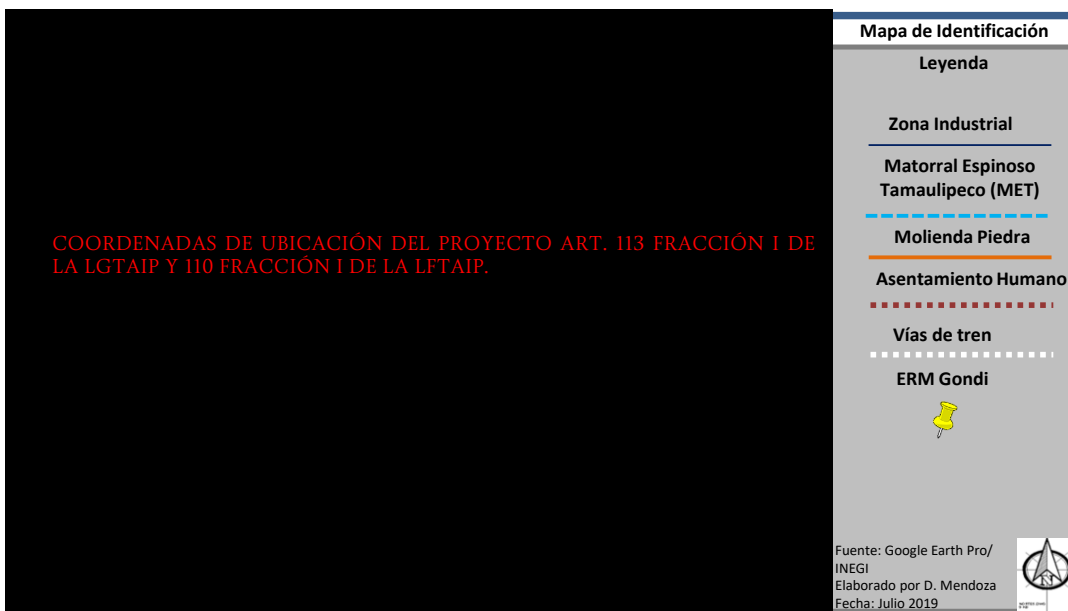


Ilustración 53. Áreas de Interés

La valoración referente a los efectos que se derivan de la integración del proyecto es casi nula, debido a que no se encuentra cercano de Áreas Naturales Protegidas (ANP), ni tampoco, se afectarán especies en estatus de protección. En primera instancia, gran parte del proyecto pasa por el Derecho de Vía; adicional a ello, la sustancia no es un contaminante que pueda de manera perenne afectar la salud. El único caso de afectación sería presentarse un incendio o explosión, y como se ha descrito se cuentan con los

controles de ingeniería y administrativos suficientes como para desarrollar una operación segura.

3. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

3.1. Recomendaciones técnico-operativas

Las recomendaciones técnico-operativas derivadas de la realización del Estudio de Riesgo modalidad Ductos Terrestres son las siguientes:

- La operación y mantenimiento del ducto de gas natural de la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., deberá ser inspeccionada por empresas acreditadas, esto con el fin de vigilar el desarrollo y la aplicación de Normas Oficiales Mexicanas aplicables, así como la normativa derivada de su sistema de gestión interno (SASISOPA).
- Es necesario que la empresa supervise el cumplimiento de los procedimientos internos que dan lineamientos de funcionamiento, inspección y mantenimiento de la red de distribución, gasoductos y de sus instalaciones auxiliares.
- Actualización periódica del Estudio de Riesgo, de acuerdo con la legislación ambiental vigente aplicable, y en caso de que se realicen modificaciones o ampliaciones de que sufran sus instalaciones.
- Verificar cualquier construcción o excavación que se encuentre cerca de la red de distribución de gas natural, para evitar que por desconocimiento o por falta de información se vea comprometida la integridad de la red de distribución.
- Supervisar el cumplimiento del programa de mantenimiento a la red de distribución de gas natural al 100%, en el cual el mantenimiento a las señalizaciones a todo lo largo del gasoducto de acuerdo con el Programa de operación y mantenimiento.
- Realizar simulacros entorno de acuerdo con los requisitos legales aplicables y de acuerdo con lo establecido en procedimientos internos.
- Verificar que las unidades empleadas para la atención de emergencias cuenten con el equipo especializado para la respuesta en caso de fuga de gas y combate contra incendios correspondientes.
- Que los planes de emergencias con los que cuenta la compañía para los gasoductos sean actualizado y difundido periódicamente con el personal, así como con los Cuerpos de Respuesta a Emergencias disponibles en sitio a efectos de agilizar las acciones a adoptarse en caso de presentarse una incidencia relacionada con gas natural en el Sistema de Distribución o en alguno de sus elementos componentes.
- Aplicación oportuna de los procedimientos de emergencia en caso de que se presenten sucesos con gas en el gasoducto y coordinarse con entidades federales, estatales, municipales, públicas y privadas.

- Verificar que las soldaduras de tubería la tubería de acero para que cuenten con la debida calidad, así como radiografías del 100 por ciento de las soldaduras.
- Verificar que el programa de mantenimiento del gasoducto cumpla al 100 %, en el cual se incluya también la protección catódica.
- En las estaciones de regulación y a lo largo del ducto se debe comunicar los peligros por medio de señalización preventiva, restrictiva y de seguridad, según aplique.
- Prohibido fumar y realizar actividades que provoquen ignición en las instalaciones de las estaciones, o en otras áreas donde pueda existir fugas de gas.
- El personal operativo y de supervisión, debe vestirse con ropa de algodón con retardante de llama, se debe evitar el uso de ropa sintética que pueda generar electricidad estática, se debe usar botas dieléctricas.
- El personal operativo y de supervisión, deberá usar el Equipo de Protección Personal designado para las actividades que se realizan.
- Al realizarse reparaciones y posteriores puestas en marcha, se deberá verificar el cierre de válvulas y venteo del tramo de tubería, con el objetivo de eliminar la mezcla aire-gas natural en el interior de esta.

A continuación, se establecen las siguientes recomendaciones para la operación segura del proyecto:

- Contar con procedimientos escritos para manejar documentos de ingeniería, entre los que se incluyen: planos, croquis, diagramas y especificaciones con su respectivo código de identificación, lista de revisión, aprobación y debidamente fechados, así como debidamente actualizados.
- Construir ampliaciones sólo mediante planos y especificaciones que hayan sido aprobados y controlados a través de procedimientos escritos.
- Asegurar que la construcción de sus futuras ampliaciones, queden registradas en planos o diagramas “as built”, que consideren todos los cambios o diferencias que se dieran en el proceso de construcción.
- Cerciorar que las tuberías que integren los accesorios y equipos de la Estación de Regulación y Medición sean aptas para soportar las presiones de operación y llevar grabados por el fabricante, las características que permitan identificarla; deben tener certificado de fabricación.
- Tener una pendiente en todas las tuberías para facilitar la evacuación de condensados o agua de la prueba de resistencia, con válvulas de purga adecuadamente colocadas.
- Todos los materiales utilizados en la construcción de la instalación deberán estar certificados por los fabricantes sobre el cumplimiento de las especificaciones solicitadas.

- Garantizar que las tuberías, equipos y accesorios de la Estación de Regulación y Medición sean probadas y dictaminadas conforme a la norma NOM-003-ASEA-2016.
- Considerar la instrumentación de la Estación de Regulación y Medición, con equipos de medición que permita al personal operativo la toma de decisiones convenientes ante cambios de las variables.
- Asegurar una respuesta conveniente y oportuna, ante el descontrol de alguna variable del proceso (presión, flujo, etc.) fuera de su rango normal.
- Incorporar estas instalaciones en la realización de los dos simulacros anuales de emergencia de incendio según los escenarios planteados, esto con base en lo señalado en el capítulo 10 de la NOM-002-STPS-2010. En los simulacros se deberán involucrar al personal que operarán en el área de influencia, con la finalidad de que conozcan 1) cómo actuar si se llegara a presentar una situación real a la descrita en los escenarios 2) los posibles riesgos a los que están expuestos, y 3) las medidas preventivas con las que se cuenta, de manera que se genere una retroalimentación de las acciones actuales y se evalúe si es necesario reforzar alguna medida preventiva o capacitación.
- Contar con procedimientos escritos y evidencias de cumplimiento de la instalación y mantenimiento preventivo y correctivo de los dispositivos de protección de sus equipos, tales como válvulas de seguridad o alivio.
- Tener en sus programas de mantenimiento preventivo, la inspección y calibración de los accesorios de protección, con al menos los siguientes controles y pruebas:
 - a. Pruebas de habilitación de las instalaciones: Finalizado el montaje de la instalación, debe ser probada para verificar su hermeticidad y resistencia.
 - b. Inertización: Al habilitar las instalaciones, antes de la primera circulación de producto, debe procederse a su inertización. Dicha operación se lleva a cabo eliminando el aire utilizando para ello una corriente de gas inerte.
 - c. Pruebas periódicas. El plan de pruebas debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

Mensual:

- Los extintores, recargándolo cuando la carga haya disminuido.
- Las válvulas de bloqueo no tengan pérdidas y sean totalmente operables.

Semestral:

- Correcto funcionamiento y calibración de las válvulas de seguridad grabándose en una plaqueta de material inalterable, correctamente sujeta al cuerpo de cada una de ellas, la fecha de verificación.

- Estado general de tuberías, válvulas y accesorios a fin de detectar pérdidas o alteraciones.
- Los recipientes, utilizando emisión acústica.
- Los espesores de pared de los recipientes con ultrasonido, cuyo resultado no debe ser inferior al mínimo calculado.

Pruebas y ensayos no periódicos:

- Cuando la seguridad del equipo a criterio haya quedado comprometida como consecuencia de reparación, modificación, accidente, o cuando las características iniciales hayan sido alteradas.
- Implementar programas de capacitación al personal sobre las técnicas y procedimientos de operación, mantenimiento y actuación ante emergencias.
- Asegurar la atención a reportes de fugas y emergencias, en un lapso mínimo de tiempo.

3.1.1. Sistemas de seguridad

- Sistema de Adquisición de Datos y Control Supervisado (SCADA) por Pemex, Gas y Petroquímica Básica (PGPB): La realización del monitoreo remoto de las condiciones de operación de la red de distribución de gas natural, se realiza a través de un Sistema de Adquisición de Datos y Control Supervisado (SCADA), mismo que la compañía tiene implementado para otras Zonas Geográficas de Distribución de gas natural (ZGDGN) y la instalación a construirse a razón de este proyecto, se integrarán a este sistema SCADA.

Este sistema SCADA, a efectos de tener una supervisión permanente (monitoreo) de las funciones del Sistema y tener la confirmación del correcto funcionamiento de las estaciones, así como coadyuva con el diagnóstico oportuno de contingencias potenciales. Para realizar este monitoreo se realiza una adquisición de datos por medio de equipos electrónicos instalados en las Estaciones de Regulación y Medición (ERM), Válvulas de seccionamiento, entre otros.

El sistema SCADA permite:

- Adquisición de datos mediante equipos remotos
- Tratamiento de alarmas y eventos
- Almacenamientos masivos de datos históricos de todas las variables manejadas

- Contar con informes periódicos de datos históricos y representativos, para mejorar los controles de explotación del gasoducto
- Control permanente de presiones y caudales
- Optimización de los caudales de gas natural
- Registro del consumo anual
- Incrementar el nivel de seguridad en el ducto
- Mejora los tiempos de respuestas ante eventuales contingencias

CENTRO DE CONTROL PRINCIPAL SCADA		
ZONA NORTE	ZONA CENTRO	ZONA SUR
01 800 83 48000	01 800 01 22900	01 800 02 10570
0155 52 32 60 90	0155 52 32 60 91	0155 52 32 60 92

Tabla 365. Centro de Control de SCADA

Puesto	Nombre
E.D.D. Superintendente General Sector Ductos	
E.D.D. Jefe Departamento de SIPA	
Jefe Interino Departamento de Operación	
Jefe Departamento de Mantenimiento	

Tabla 376. Personal Habilitado para activar ayuda mutua (por parte de PEMEX, GAS Y PETROQUIMICA BÁSICA)

- Plan de atención a emergencias: En el programa “Evaluación del Plan de Respuesta a Emergencias” se realizan diferentes tipos de simulacros, como fue su desarrollo durante la emergencia y qué medidas se pueden tomar para el caso de una emergencia real. A continuación, se presenta el contenido de dicho programa:

Sección	Contenido
1	Resumen ejecutivo
2	Descripción del escenario
3	Objetivo
4	Resultado del simulacro de gabinete
5	Resultados de la evaluación del simulacro de campo
6	Conclusiones
7	Recomendaciones
8	Índice de anexos

Tabla 387. Índice de contenido reporte EPRE

Como se mencionó previamente, la instalación cuenta con varios procedimientos en caso de emergencias, los cuales se describen a continuación, incluyen la siguiente información:

Título	Contenido
MANUAL PROCEDIMIENTOS OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	5. Procedimientos para atención de emergencias 5.1 Descripción general 5.2 Incendio o explosión 5.3 Fuga importante o ruptura de la línea principal 5.4 Escasez de personal 5.5 Desordenes civiles, desastres naturales o ataque enemigo
PLAN DE CONTINGENCIA	Capítulo I: Generalidades 1. Datos generales 2. Introducción 3. Fundamento Legal 4. Objetivos 5. Ubicación y características del municipio 6. Definiciones 7. Atlas fotográfico del inmueble Capítulo II: Programa de prevención 8. Análisis de riesgo 9. Programa de capacitación y mantenimiento 10. Evaluación de simulacros Capítulo III: Programa de emergencia 11. Programa de emergencia 12. Directorio de las dependencias de auxilio 13. Integración de la Unidad Interna de Respuesta Inmediata 14. Comité local de ayuda mutua Capítulo IV: Programa de recuperación 15. Programa de recuperación 16. Conclusiones y recomendaciones 17. Personal encargado de la elaboración del Plan de Contingencias en materia de Protección Civil 18. Actualización del plan de contingencia en materia de Protección Civil

Tabla38. Índice de programas de atención a emergencias

- Recursos humanos asignados a la atención a emergencias:

Equipo de atención a urgencias: La empresa cuenta con una línea telefónica de emergencias, con servicio las 24 horas, 8125- 8625. Además, la empresa cuenta con un Plan de Ayuda Mutua y Atención a Emergencias, entre PEMEX GAS y PETROQUÍMICA BASICA (Ver Anexo XIV), a continuación, se presentan los números de emergencia:

Puesto	Nombre	Teléfono
Director General	[REDACTED]	[REDACTED]
Gerente de operaciones y mantenimiento	[REDACTED]	[REDACTED]
Jefe de Gasoductos	[REDACTED]	[REDACTED]
Jefe de Medición	[REDACTED]	[REDACTED]
Jefe de Calidad, Seguridad e Higiene	[REDACTED]	[REDACTED]
Supervisor de calibración electrónica y medición	[REDACTED]	[REDACTED]
Supervisor de gasoductos	[REDACTED]	[REDACTED]

Tabla 3939. Personal habilitado por parte de CMG para activar el plan de ayuda mutua

Las empresas que pueden ayudar a ofrecer ayuda en caso de emergencia son aquellas que se dedican al transporte y distribución por ductos de gas y que se encuentran en intima colaboración:

GAS NATURAL MÉXICO S.A. DE C.V.

Responsable	Teléfono
Emergencias	81514000
Conmutador	19251915

Tabla 400. Teléfonos de emergencia de Gas Natural México S.A. de C.V.

GAS INDUSTRIAL DE MONTERREY S.A.

Responsable	Teléfono Directo
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]

NOMBRES DE PERSONAS FÍSICAS Y TELÉFONO, ART. 116 DEL PRIMER PÁRRAFO LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

TELÉFONOS
FÍSICAS, ART.
116 DEL PRIMER
PÁRRAFO LA
LGTAIP Y 113
FRACCIÓN I DE
LA LFTAIP.

Conmutador Terminal	
Oficinas Centrales	

Tabla 411. Teléfonos de emergencia de Gas Industrial de Monterrey S.A

COMPAÑÍA MEXICANA DE GAS S.A.P.I DE C.V.

NOMBRES DE
PERSONAS
FÍSICAS Y
TELÉFONO, ART.
116 DEL PRIMER
PÁRRAFO LA
LGTAIP Y 113
FRACCIÓN I DE
LA LFTAIP.

Responsable	Teléfono

Tabla 422. Teléfonos Emergencia de Compañía Mexicana de Gas, S.A.P.I de C.V.

Dentro de Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I de C.V existen 6 personas identificadas como ingenieros de guardia, que semana tras semana se turnan la posible atención a cualquier emergencia que se pudiera presentar y son responsables, a su vez, de la coordinación del personal necesario para atender y controlar la contingencia.

Nombre	Cargo en la Empresa	Cargo ante contingencia	Número Telefónico	Número de Celular
	Jefe de gasoductos	Responsable		
	Jefe de medición	Responsable		
	Supervisor de gasoductos	Responsable		
	Jefe de Calidad, Seguridad e Higiene	Responsable		
	Gerente de operaciones y mantenimiento	Responsable		
	Supervisor de calibración electrónica y	Responsable		

	medición			
--	----------	--	--	--

Tabla 433. Ingenieros de guardia

Considerando que es una red de distribución, no se puede definir un tiempo estimado de arribo de los cuerpos de ayuda, ya que depende de la distancia donde pudiera suceder el accidente al lugar donde se encuentren los vehículos de atención a emergencias y a la terminal.

- Retén especial de alta presión: El patrullaje de la red de distribución se realiza a través de las distintas cuadrillas de operación y mantenimiento, que tienen la instrucción de observar las condiciones de las rutas de la red y sus áreas aledañas, en busca de indicaciones de fuga, actividad de construcción y otros factores que afecten la seguridad y operación de esta. Cuenta con 5 cuadrillas de operación y mantenimiento. Estas cuadrillas cuentan con el siguiente equipamiento:

Equipos con los que cuentan la cuadrilla
Soldadoras
Compresor
Compactadora
Martillo neumático
Hot tapping (para perforar el tubo y poder sacar ramales sin cortar el servicio)
Plantas de luz (4) móviles
Equipo de electro-fusión para soldar tubos de polietileno
Prensas para bloqueo de flujo de gas
Cinta preventiva para delimitar áreas peligrosas
Equipo de excavación manual (pico y pala)
Extintores de clase C polvo seco
Equipo de comunicación (radios de frecuencia amplia) enlazados con el centro de respuesta a emergencias

Cinchos, para encamisar fugas
Globos neumáticos para tapar flujos de gas y poder soldar
Coples dresser, para unir tuberías sin soldar
Vestimenta anti-flama
Señalamientos

Tabla 444. Equipos con los que cuenta el personal para atender una fuga menor (fuente CMG)

- Vehículos para la atención a emergencias: La instalación cuenta con un total de 40 vehículos para la revisión de las líneas, los mismos se encuentran disponibles para trasladarse a sitio en caso de atender una emergencia, los mismos se enlistan con su respectivo extintor.

Extintores de Compañía Mexicana de Gas, S.A.P.I de C.V. (Automóviles)						
No.	Año	Marca	Modelo	Extintor	Tipo	Peso
U2	2014	CHEVROLET	SPARK	SI	PQS ABC	1.5 Kg
U3	2014	CHEVROLET	AVEO	SI	PQS ABC	1.5 Kg
U4	2013	CHEVROLET	SILVERADO	SI	PQS ABC	4.5 Kg
U5	2013	CHEVROLET	SILVERADO	SI	PQS ABC	4.5 KG
U6	2013	CHEVROLET	SILVERADO	SI	PQS ABC	9 Kg
U7	2013	CHEVROLET	SILVERADO	SI	PQS ABC	9 Kg
U9	2014	NISSAN	NP 300	SI	PQS ABC	9 Kg
U12	2014	NISSAN	NP 300	SI	PQS ABC	1.5 Kg
U13	2013	FORD	RANGER	SI	PQS ABC	1.5 Kg
U15	2013	FORD	RANGER	SI	PQS ABC	1.5 Kg
U17-1	2014	FORD	F 350	SI	PQS ABC	9 Kg
U17-2	2014	FORD	F 350	SI	PQS ABC	9 Kg
U19	2016	CHEVROLET	SILVERADO	SI	PQS ABC	9 Kg
U21	2014	FORD	F 350	SI	PQS ABC	9 Kg
U22	2014	FORD	F 350	SI	PQS ABC	9 Kg
U23	2015	NISSAN	NP 300	SI	PQS ABC	1.5 Kg
U26	2016	NISSAN	NP 300	SI	PQS ABC	1.5 Kg
U27	2016	NISSAN	NP 300	SI	PQS ABC	1.5 Kg
U33	2016	CHEVROLET	SILVERADO	SI	PQS ABC	9 Kg
U32	2007	FORD	F 250	SI	PQS ABC	1.5 KG
U46	2016	NISSAN	NP 300	SI	PQS ABC	1.5 KG
U61-1	2017	NISSAN	NP 300	SI	PQS ABC	1.5 KG
U61	2017	NISSAN	NP 300	SI	PQS ABC	4.5 KG
U64	2009	FORD	F 350XL	SI	PQS ABC	9 Kg
U69	2010	FORD	F 350	SI	PQS ABC	9 Kg

U70	2010	FORD	F 350	SI	PQS ABC	9 Kg
U71	2010	FORD	RANGER	SI	PQS ABC	1.5 Kg
U49	2017	NISSAN	NP 300	SI	PQS ABC	4.5 KG
U88	2013	CHEVROLET	TORNADO	SI	PQS ABC	1.5 KG
U91	2013	CHEVROLET	SPARK	SI	PQS ABC	1.5 KG
U99	2014	CHEVROLET	SPARK	SI	PQS ABC	1.5 KG

Tabla 455. Relación de Vehículos para la atención de emergencias o revisiones de fugas (fuente CMG)

- Sistemas de telecomunicaciones: Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I de C.V. cuenta con un centro de control ubicado en la ciudad de Monterrey, N.L., con domicilio en Ave. San Nicolás de los Garza N° 2901, Col. Cementos, con teléfono para atención de emergencias (81) 8125-8625. Este centro de control está integrado por unidades de atención de urgencias. Cuenta con 3 operadores en el turno diurno y 1 operador en el turno nocturno, con sistemas de comunicación interna integrados por:

Sistema de comunicación interna
Equipos de radiofrecuencia
Red telefónica conmutador
Teléfonos celulares

Tabla 466. Sistema de comunicación interna

El sistema tiene la finalidad de atender los avisos de urgencias y es operado las 24 horas del día, 365 días del año. En el horario de oficina es atendido por personal técnico y operativo y, en el horario nocturno es atendido por el personal de vigilancia, el cual está enlazado con el personal técnico de guardia.

- Herramienta y equipo inventariado: A continuación, se muestran los equipos, herramientas y materiales con el que cuenta la empresa para reparar una fuga menor.

RELACIÓN DE EQUIPO		
EQUIPO	CANTIDAD MÍNIMA	UNIDAD
CALIBRADOR DE PROFUNDIDAD	1	PIEZA

DETECTOR DE TUBERÍAS	1	PIEZA
EQUIPO OXÍ - ACETILENO COMPLETO	1	EQUIPO
LÁMPARA DE MANO (SORDA) DE 3 PILAS	5	PIEZAS
MANÓMETRO (0 - 28 Kg. / cm²)	3	PIEZAS
MANÓMETRO (0 - 42 Kg. / cm²)	3	PIEZAS
MEDIDOR ULTRASÓNICO DE ESPESORES (digital)	1	PIEZA
PLANTA DE LUZ DE 2 KW. EQUIPADA CON 2 EXTENSIONES DE CABLE DE USO RUDO 25 M. C/U.	1	EQUIPO
RELECTOR A PRUEBA DE EXPLOSIÓN (500 W)	2	PIEZAS

Tabla 477. Equipo necesario para la reparación de una fuga menor

RELACIÓN DE HERRAMIENTA		
HERRAMIENTA	CANTIDAD MÍNIMA	UNIDAD
ARCO PARA SEGUETA	4	PIEZAS
CEPILLO DE ALAMBRE CON MANGO	6	PIEZAS
CEPILLO DE ALAMBRE RECTANGULAR	6	PIEZAS
FLEXÓMETRO DE 3M	2	PIEZAS
HACHAS DE ACERO DE 36" X 8 LIBRAS	3	PIEZAS
LIMA BASTARDA PLANA DE 12"	4	PIEZAS
LLAVE STILLSON DE 24"	2	PIEZAS
MACHETE DE ACERO	12	PIEZAS
MARRO DE 31" X 10 LIBRAS	6	PIEZAS
MARTILLO DE BOLA DE 2 LIBRAS	6	PIEZAS
PILUETA DE ACERO	6	PIEZAS
RASQUETA DE ACERO	6	PIEZAS
SEGUETA DE ACERO DE ALTA VELOCIDAD	6	PIEZAS

Tabla 488. Herramienta necesaria para la reparación de una fuga menor

3.1.2. Medidas preventivas

En este apartado se dan a conocer las medidas preventivas y de mitigación a instaurarse por parte de la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., con el claro objetivo de controlar los impactos ambientales identificados y valorados en cada una de las etapas de

realización del proyecto para con ello reducir los efectos adversos que estos puedan tener sobre los elementos ambientales del área de influencia del proyecto.

La instalación cuenta con el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA), el cual es un sistema compuesto de elementos y documentos desarrollados por la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V. y registrados ante la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), para prevenir la contaminación que pudiera generarse de las actividades de distribución y expendio de gas natural, asimismo, este sistema tiene el objetivo controlar los procesos que se lleven a cabo para desarrollar las mencionadas actividades y mejorar el desempeño en las instalaciones que sean utilizadas por la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V.

La implementación de SASISOPA, busca mitigar el riesgo inherente a las actividades e instalaciones reguladas por la ASEA, así como mejorar el desempeño para garantizar la seguridad a las personas y al medio ambiente.

A continuación, se enlistan procedimientos del SASISOPA, que forman parte de las medidas preventivas:

Código de Procedimiento	Nombre del Procedimiento	Observación
F-SI-03	Reporte de actos y condiciones inseguras	El presente documento es un formato mediante el cual los supervisores, inspectores y gerentes de campo, revisan las condiciones de operación que ejecutan los trabajadores y cuáles son las condiciones de operación del ducto de gas durante mantenimientos o trabajos adicionales o especiales que el mismo requiera.
F-SI-04	Informe de accidentes e incidentes	Es un formato mediante el cual, cualquier tipo de incidente o accidente, que se presente en la operación sea reportado a un grupo de expertos que investigarán la eventualidad a su vez derivado de este formato se tomaran acciones correctivas para evitar que se repita este escenario.
F-SI-05	Permiso general de trabajo	Este permiso se realiza para cualquier actividad que se realice en los ductos de gas natural pertenecientes a la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., este formato permite constatar al supervisor de Seguridad que el personal que va a realizar la actividad es competente, conoce la actividad, los riesgos derivados de la misma, así como si se cuenta con las

		herramientas y equipos necesarios para realizar la actividad de manera segura, dentro de sus secciones hay que verificar las atmosferas de trabajo.
F-SI-07	Tabla de compatibilidades	Este formato evidencia el riesgo que puede generarse por mezcla de sustancias que maneja la compañía, y se debe verificar previo a cualquier actividad de trabajo sea rutinario o no.
F-SI-08	Índice de hojas de seguridad	Es un listado con todas las hojas de seguridad de las sustancias que se manejan en la instalación, la misma es actualizada, ante el cambio normativo, cambio de sustancia o de proveedor.
P-SI-03	Procedimiento para el control de actividades	Establecer los procesos y medidas para controlar las actividades desde el diseño hasta el desmantelamiento y abandono de las instalaciones pasando por su fabricación, operación, mantenimiento e inspección; incluyendo los aspectos principales a considerar e integrar como mejores prácticas y estándares, medidas de mitigación y control y actividades de inspección y pruebas para garantizar la integridad mecánica y aseguramiento de calidad de activos e instalaciones.
P-SI-04	Procedimientos para controles y permisos especiales de trabajo	Establecer los lineamientos para el control adecuado de las operaciones, tanto comunes como actividades de Alto Riesgo en proyectos, obras y servicios.
P-SI-06	Procedimiento y control de contratistas	Establecer medidas de control de acceso y requisitos de permisos y medidas pertinentes a las actividades a realizar por contratistas o cualquier persona que acceda a las instalaciones de Compañía Mexicana de Gas para asegurar la mitigación de riesgos potenciales y la seguridad en el desarrollo de las actividades.
M-OM-01	Manual de Operación y Mantenimiento	La finalidad de este procedimiento es proporcionar un método aprobado para llevar a cabo la medición y el control de consumos y la adquisición de datos a lo largo del Sistema de Distribución localizado en la Zona Geográfica de Monterrey . Así como el control de recepción de gas por parte del suministro de PEMEX-GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA (PGPB).
F-SO-01	Inspecciones de campo	Verificaciones oculares, de medición, y comprobación del estado de las instalaciones.
P-PA-01	Identificación y	Identificar y evaluar los aspectos ambientales de las

	evaluación de aspectos ambientales	actividades rutinarias y no rutinarias de los procesos que comprenden la distribución de gas natural que realiza Mexicana de Gas .
--	------------------------------------	---

Tabla 49. Medidas de Control administrativo proveniente del SASISOPA

Entre las medidas preventivas también hay que resaltar que existen controles de ingeniería los cuales se enlistaran a manera de resumen puesto que han sido descritos ya en varias partes del presente documento.

Tipo de Control	Nombre del Control	Observación
Ingeniería	Válvulas de seccionamiento	La instalación cuenta con 4 válvulas de seccionamiento para cerrar la tubería en caso de alguna fuga de gas natural.
	Señalización	A lo largo de toda la tubería y cada 100 metros se colocará una señalización que indica que está prohibido excavar sin previo aviso, con un número disponible las 24 horas.
	Odorización	Se cuenta con un sistema que permite por vía del olfato percibir la presencia de esta sustancia la cual es inodora.
	Soldadura	La soldadura, para este proyecto constará de dos pases, de esta una primera E-6010 soldadura de penetración, posteriormente una soldadura E-7018, para un segundo pase y darle mayor resistencia a la tracción, así como mejor resistencia a la corrosión.
	Materiales	Se han seleccionado materiales que están muy por encima de las exigencias mecánicas que ofrece la presión del gas natural a lo largo de la tubería, la cual operará como máximo a 900 psi que son aproximadamente 6.2 Mpa, pero la tubería, resiste aproximadamente 500 Mpa.
	Recubrimientos anticorrosivos	La tubería cuenta con sus respectivos certificados que incluyen recubrimientos de alrededor de 14 mils, los cuales son una gran protección para la corrosión.
	Protección catódica	Seleccionada por la Compañía Mexicana de Gas, la protección con ánodo de sacrificio la misma tiene un tiempo de vida de 9 años al menos, periódicamente se verifica por si es necesario un cambio de este.
	Hincado	Seleccionado como el método de cruzamiento, es el que mejor aprovecha las propiedades mecánicas de los materiales ya que no los somete al riesgo de presiones externas que pongan en riesgo la estructura del gasoducto.

	Inspecciones	Consta de ensayos (no destructivos) a las soldaduras, equipos, piezas que conforman el ducto.
	Pruebas de hermeticidad	Es una verificación realizada por una Unidad de Verificación para considerar la obra entregada optima y segura.

Tabla 490. Controles de Ingeniería

Adicional a estos controles, la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., cuenta con dos programas de prevención, un programa de recuperación y adicionalmente a esto cuenta con procedimientos para atender contingencias de diferente índole, los cuales se muestran en la tabla a continuación:

Código de Procedimiento	Nombre del Procedimiento	Observación
IIA	Programa de prevención	En este documento se realiza una evaluación de riesgos, que valora los agentes perturbadores y las consecuencias de estos agentes.
IIB	Programa de prevención	En este documento se toma controles operacionales y procedimientos para evitar que los agentes perturbadores pongan en riesgos las instalaciones físicas de los sistemas de ductos que opera la Compañía Mexicana de Gas.
IV	Programa de recuperación	Es un programa que contempla valorar los daños físicos y ambientales originados de algún tipo de accidente, la manera de repararlo y los recursos con lo que se puede realizar la recuperación.
PR-EME-00	Procedimientos para Afectaciones por Fenómenos Meteorológicos	Este procedimiento ofrece una secuencia de pasos a seguir para verificar el estado de las instalaciones después de fenómenos meteorológicos, en caso de existir algún daño como realizar una desconexión segura de la instalación afectada para realizar las labores de reparación en caso de que sea necesario.
PR-EME-01	Procedimientos para Afectaciones por Fenómenos Socio-organizativos	Este procedimiento, indica la actuación que se debe tener ante huelgas, ataques armados, y la coordinación con entes de seguridad para resguardar las instalaciones.
PR-EME-02	Procedimiento para el Control de Fugas y Derrames	Este documento, cuenta con los procedimientos necesarios para controlar las fugas y derrames que pudieran derivarse de errores humanos o fallas existentes en los ductos de gas.
PR-EME-03	Procedimiento para el Control de Incendios	Muestra la coordinación que se debe tener con cuerpos de bomberos, protección civil, brigadas y miembros del plan mutual.
PR-EME-04	Procedimiento de Evacuación del	Procedimiento para brigadas capacitadas y de coordinación con protección civil, que busca

	Inmueble, Búsqueda & Rescate	resguardar o rescatar la vida humana.
PR-EME-05	Procedimiento de Primeros Auxilios	Es un documento, que se encuentra en cada vehículo y botiquín de Compañía Mexicana de Gas, y es una guía rápida para poder estabilizar a algún compañero en caso de accidentes.
PR-EME-06	Procedimiento para el Manejo y Almacenamiento de Sustancias Peligrosas	Es una guía rápida para poder indicar los Equipos de Protección Personal, los instrumentos, los lugares de almacenamiento de las sustancias químicas peligrosas y las condiciones mínimas de seguridad que estas deben contener, las medidas de mitigación en caso de accidentes.

Tabla 501. Listado de procedimientos para contingencias

4. RESUMEN

4.1. Conclusión del Estudio de Riesgo Ambiental

- Conclusión General

Partiendo de que la información revisada e incluida dentro de los controles operacionales con los que cuenta la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., entre los que destaca sus programas de mantenimientos activos con personal calificado y capacitado de manera continua, sus mecanismos de control y reporte de fuga, sus planes de contingencia, así como la planimetría presentada para la ejecución del Estudio de Riesgo Ambiental modalidad ductos terrestres, se concluye que el gasoducto que va desde la caja de interconexión Apodaca hasta la Interconexión en la Estación de Regulación y Medición del Desarrollo Grupo Gondi (descrito en la sección 1.1 del ERA), no representa riesgos mayores. Ello partiendo del hecho que la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., cuenta con las medidas de seguridad necesarias para la operación de ductos de gas natural, que estas se encuentran implantadas y establecidas en todos sus procesos operativos, y que se han originado y basado en el cumplimiento de la NOM-003-ASEA-2016, adicional a esto se realizará una verificación del cumplimiento del plan de mantenimiento y operación por parte de una Unidad de Verificación acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación.

- Conclusiones Particulares

- En la medida en que se le dé seguimiento y cumplimiento a las medidas de seguridad establecidas en la NOM-003-ASEA-2016, así como a los programas, planes y procedimientos internos de la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., se disminuirá considerablemente la ocurrencia de las desviaciones identificadas en el ducto de gas natural y con ello la operación

será más fiable en cuanto a seguridad para la población establecida en las áreas circunvecinas a la ubicación propuesta del ducto de gas.

- Es sumamente importante que, en cumplimiento con el plan de mantenimiento, la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., realice como está establecido el mantenimiento a la protección catódica, para evitar debilitamiento de la estructura del ducto producto de los efectos corrosivos que pudieran suceder en el acero.
- Los causales principales de daños al ducto de gas natural que podrían derivar en efectos riesgosos, provienen de daños de terceros, que pudiesen abrir zanjas por el área del ducto, por eso es importante los criterios de señalización expuestos y adicionalmente a esto los recorridos por las áreas de influencia de manera periódica tal como está en su programa de recorridos.
- La Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., dispone de los recursos para gestionar de la mejor manera las situaciones de emergencias derivadas de su proceso o como resultado de daños de terceros sobre el ducto de gas natural.

4.2. Resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental

El ducto de gas natural, debido a la naturaleza en la que se ha diseñado, de la forma de su instalación en el subsuelo, de las protecciones mecánicas que aplicará Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V. para su estabilidad y resguardo, el área de ubicación disminuye su vulnerabilidad.

En lo referente a las interacciones de riesgo, no se observaron interacciones de importancia a lo largo del ducto de gas, debido a su entorno.

Las bases y criterios contemplados para el diseño, operación, mantenimiento y eventual abandono, del gasoducto se consideran más que suficientes para minimizar los riesgos intrínsecos a este tipo de instalaciones.

Para complementar el control de los riesgos en las fuentes, por medio de la aplicación de bases, criterios y normativas, la Compañía Mexicana de Gas S.A.P.I. de C.V., se ha comprometido en la implementación de las medidas técnico-operativas derivadas de este Estudio de Riesgo Ambiental modalidad ductos terrestres.

4.3. Informe técnico

- Sustancias Transportadas

Nombre de la Sustancia (IUPAC)	N° CAS	Densidad (gr/cm ³)	Flujo (m ³ /h)	Long. de la tubería (Km)	Diámetro de la tubería (pulg)	Presión de operación (Kg/cm ²)	Espesor (pulg)	Descripción de la trayectoria
Metano	74-82-8	0.05788	80000	13.2	18	48	0.375	Descrito en la sección 1.1 del ERA
Etil-mercaptano								
Etano								
Propano								

Tabla 512. Sustancias transportadas

- Antecedentes e Incidentes

Se han presentado en la sección 1.6.1 del estudio de riesgo

- Identificación y jerarquización de riesgos ambientales

N° de falla	N° de evento	Falla	Accidente Hipotético					Metodología para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o Equipo		
1	1	Rotura de tubo 20 % antes caja de interconexión de Apodaca			X			HazOp/WI	Aire, suelo superficial, flora y fauna, estructura vial
	2	Rotura de tubo 100 % antes caja de interconexión de Apodaca			X			HazOp/WI	Aire, suelo superficial, flora y fauna, estructura vial y de viviendas
2	3	Sobrepresión 20% antes caja de interconexión de Apodaca				X		HazOp/WI	Daño acústico auditivo y daño a estructuras
	4	Sobrepresión 100% antes caja de interconexión de Apodaca				X		HazOp/WI	Daño acústico auditivo y daño a estructuras
3	5	Rotura de tubo 20 % trayectoria del ducto			X			HazOp/WI	Aire, suelo superficial, flora y fauna, estructuras de viviendas
	6	Rotura de tubo 100 % trayectoria del ducto			X			HazOp/WI	Aire, suelo superficial, flora y fauna, estructuras de viviendas
4	7	Sobrepresión				X		HazOp/WI	Daño

		20% trayectoria del ducto							acústico auditivo y daño a estructuras
	8	Sobrepresión 100% trayectoria del ducto				X		HazOp/WI	Daño acústico auditivo y daño a estructuras
5	9	Rotura de tubo 20 % ERM Grupo Gondi			X			HazOp/WI	Aire, suelo superficial, flora y fauna
	10	Rotura de tubo 100 % ERM Grupo Gondi			X			HazOp/WI	Aire, suelo superficial, flora y fauna, estructuras industriales
6	11	Sobrepresión 20% ERM Grupo Gondi				X		HazOp/WI	Daño acústico auditivo y daño a estructuras industriales
	12	Sobrepresión 100% ERM Grupo Gondi				X		HazOp/WI	Daño acústico auditivo y daño a estructuras industriales, de vivienda y vialidad

Tabla 523. Identificación y jerarquización

• Estimación de consecuencias

N° de falla	N° de evento	Tipo de liberación		Cantidad Hipotética liberada		Estado Físico	Efectos Potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo Distancia (m)	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		X 10 ⁻⁵	X 10 ⁻⁶
1	1		X	21.5	Kg/s	Gas						SCRI Fuego Versión 2.0	223	414
	2		X	5379	Kg/s	Gas							48	88
2	3	X		21366.1	Kg	Gas							586	996
	4	X		106830.8	Kg	Gas							342	582
3	5		X	21.5	Kg/s	Gas							182	338
	6		X	5379	Kg/s	Gas							39	72
4	7	X		21366.1	Kg	Gas							503	855
	8	X		106830.8	Kg	Gas							294	500
5	9		X	14.1	Kg/s	Gas							182	338
	10		X	353.5	Kg/s	Gas							39	72
6	11	X		13509.34	Kg	Gas							503	855
	12	X		67546.72	Kg	Gas							294	500

Tabla 534. Estimación de consecuencias

- Criterios Utilizados

N° de falla	N° de evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación térmica		Otros Criterios
		IDHL	TLV ₈	Velocidad del viento (m/seg)	Estabilidad Atmosférica	1 psi	0.5 psi	5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	
1	1							48.04	88.9	
	2							223.84	414.62	
2	3					342.96	582.98			
	4					586.46	996.88			
3	5							39.12	72.62	
	6							182.16	338.66	
4	7					294.36	500.37			
	8					503.35	855.61			
5	9							39.12	72.62	
	10							182.16	338.66	
6	11					294.36	500.37			
	12					503.35	855.61			

Tabla 545. Criterios utilizados

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

5.1. Formatos de presentación

5.1.1. Planos de localización

Planos en anexos

5.1.2. Fotografías

A continuación, se muestran fotos del área de interés.



Ilustración 547. Caja de Interconexión ducto 12" Apodaca



Ilustración 558 Derecho de vía del proyecto



Ilustración 19 Cruce Arroyo los Piojos



Ilustración 20 Área de Arroyo La Talavera



Ilustración 21 Cruce Puente Elevado Anillo Periférico sobre el área de proyecto



Ilustración 22. Cruce Puente elevado Arco Vial

5.1.3. Videos

No se cuenta con un video para este proyecto

5.2. Otros anexos

- Planos DTI, recorrido del ducto (Anexo N). Originalmente entregados en tamaño plano 90 * 60.