



**ESTUDIO DE RIESGO DEL PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL
SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL
(4 PULGADAS DE DIAMETRO Y UNA LONGITUD
APROXIMADA DE 6.427 KM) UBICADO EN EL MUNICIPIO
DE RÍO BLANCO, ORIZABA, HUILOAPAN DE
CUAUHTÉMOC Y RAFAEL DELGADO EN
EL ESTADO DE VERACRUZ
DE LA EMPRESA:**

"DISTCAMP, S.A. DE C.V."



SEPTIEMBRE 2020

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
1. OBJETIVO.....	5
2. ALCANCE.....	6
3. GENERALIDADES.....	7
4. DEFINICIONES.....	7
5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.....	13
5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	13
5.1.1 DISEÑO DEL GASODUCTO.....	15
5.1.2 DISEÑO CIVIL.....	18
5.1.3 DISEÑO MECÁNICO.....	37
5.1.4. DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....	66
5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	70
5.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....	72
5.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	104
5.4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	104
5.4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.....	105
5.4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES.....	105
5.4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO..	108
5.4.1.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	112
5.4.1.5 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	141
5.4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.....	149
5.4.2.1 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS.....	153
5.4.2.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.....	153

5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.....	165
5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.	166
5.6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	166
5.6.2. INTERACCIONES DE RIESGO	168
5.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO	171
5.8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	171
5.8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS.	174
5.8.2.1 NORMAS, ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES.....	182
5.8.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.....	216
5.9. CONCLUSIONES.	220
5.10. RESUMEN EJECUTIVO.	225
ANEXO TÉCNICO DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	226
Anexo Fotográfico.	226
A. Documentos legales.....	237
B. Anexo Técnico B Lay Out del trazo del gasoducto. Cartografía consultada en el área del proyecto.....	237
C. Autorizaciones y permisos.	237
D. Memoria descriptiva de la metodología utilizada.....	237
F. Memoria técnica descriptiva y justificativa del proyecto civil, mecánico, eléctrica y sistema contra incendio.	237
G. Hojas de Seguridad.....	237

INTRODUCCIÓN.

El presente Estudio de Riesgo incluye consideraciones generales del nuevo proyecto desde la construcción, operación y mantenimiento para el sistema de transporte de gas natural por medio de un gasoducto de 4 pulgadas de diámetro y una longitud aproximada de 6.427 km de manera que se presenta información de los aspectos de más relevancia del proyecto. En el Estudio de Riesgo se seleccionaron las metodologías más apropiadas para la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos, que permiten identificar los peligros de manera exhaustiva y se evalúan los riesgos en el transporte de gas natural, documentando la existencia del diseño, sistemas y dispositivos de seguridad, y/o medidas de reducción de riesgos para eliminar, prevenir, controlar, minimizar o mitigar los Escenarios de Riesgo a un nivel de Riesgo Tolerable.

En el Estudio de Riesgo se establece la importancia utilizar e implementar las mejores prácticas nacionales e internacionales para la administración y gestión de Riesgos, y donde se aplicó el principio ALARP (As Low As Reasonably Practicable, por sus siglas en inglés), que permita demostrar que se implementarán todas las medidas de reducción de Riesgos para eliminar, prevenir, controlar, minimizar o mitigar los posibles Escenarios de Riesgo derivados de la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos para llevarlos hasta un nivel de Riesgo tan bajo como sea razonablemente factible.

1. OBJETIVO.

El Estudio de Riesgo Ambiental es un instrumento de carácter preventivo mediante la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de manejo a las tareas de análisis, evaluación y control de riesgos con el fin de proteger a la sociedad y al ambiente anticipando la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias consideradas como peligrosas por sus características en las instalaciones y evalúa su impacto potencial, de manera tal que éste pueda prevenirse o mitigarse requiriendo como mínimo:

- Reconocimiento de posibles riesgos.
- Evaluación de posibles eventos peligrosos y la mitigación de sus consecuencias.
- Determinación de medidas apropiadas para la reducción de estos riesgos.

El Estudio de Riesgo no tan sólo comprende la evaluación de la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también la determinación de las medidas para prevenirlos, así como bases para elaborar y establecer un plan de emergencia interno.

El objetivo inmediato del Estudio de Riesgo es servir de ayuda en la toma de decisiones. Para ello sus resultados se presentan con un orden lógico, de forma objetiva y fácilmente comprensible. Además de identificar, prevenir e interpretar los efectos que un proyecto puede tener en la sociedad y el ambiente.

El objetivo fundamental de la Evaluación del Estudio de Riesgo, define y propone la adopción de un conjunto de medidas preventivas que permitan prevenir o incluso evitar los riesgos a la sociedad y el ambiente.

El estudio de riesgo está compuesto por dos partes; aquella en donde se emplean una serie de metodologías de tipo cualitativo y cuantitativo para identificar y jerarquizar riesgos; y la otra parte conocida como análisis de consecuencias en donde se utilizan modelos matemáticos de simulación para cuantificar y estimar dichas consecuencias. En síntesis, este proceso multidisciplinario constituye la etapa previa (con bases científicas, técnicas, socioculturales, económicas y jurídicas), a la toma de decisiones acerca de la puesta en operación del proyecto. Con lo anterior el Estudio de Riesgo permite establecer propuestas de acciones de protección al ambiente y de prevención de accidentes que pudieran producirse.

El presente Estudio de Riesgo es de competencia de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Agencia).

2. ALCANCE.

El presente Estudio de Riesgo se realizó de acuerdo con la Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (julio 2020) que tiene como referencia para los que pretendan o lleven a cabo las actividades a las que se refiere el artículo 3o. fracción XI, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Este instrumento podrá ser utilizado para la elaboración del Análisis de Riesgo requerido en la regulación emitida por la Agencia, así como también en el Estudio de Riesgo y Estudio de Riesgo Ambiental a los que se refieren respectivamente los artículos 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y los artículos 17 y 18 el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Aplica para las etapas de Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono de Proyectos.

3. GENERALIDADES.

La Organización presenta el Estudio de Riesgo (ER) para dar cumplimiento a los Artículos 30 y 147 de la LGEEPA y a los Artículos 17, primer y último párrafo, y 18 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

De acuerdo a la Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (julio 2020), el presente Estudio de Riesgo (ER) solamente usarán los apartados del capítulo 5, numerales 1, 2, 3, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.2, 5, 6, 8, 9 y 10.

4. DEFINICIONES.

Para efectos de la aplicación e interpretación de la presente Guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos, se utilizaran los conceptos y definiciones, en singular o plural, previstas en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la Ley de Hidrocarburos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, el Reglamento de la Ley de Hidrocarburos, el Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como las Normas Oficiales Mexicanas y Disposiciones administrativas de carácter general emitidas por la Agencia y a los siguientes conceptos y definiciones:

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

II. Caso Alterno: Es el evento creíble de una liberación accidental de una sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable.

III. Caso Más Probable: Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de una Sustancia Peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

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

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

VI. Estudio de Riesgo (ER): Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños

al medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, donde se pretende desarrollar un Proyecto. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales, o aquellas que se van a implementar para prevenir las causas o mitigar las afectaciones al medio ambiente. Se incorpora a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

VII. Exposición: Contacto de las personas o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo.

VIII. IDLH ("Immediately Dangerous to Life or Health", por sus siglas en inglés) Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Es la concentración máxima en el aire de una Sustancia Peligrosa, a la que una persona podría escapar durante un periodo de treinta minutos sin experimentar efectos irreversibles para la salud o síntomas graves que le impidan evacuar.

IX. Peor Caso: Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario de Sustancia Peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, sin necesidad de conocer las causas ni su probabilidad de ocurrencia.

X. Proyecto: Actividad del Sector Hidrocarburos que se desarrolla o se pretende desarrollar en una o varias Instalaciones, y que se encuentra vinculada a un permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía

o bien, a un Plan de Exploración o de Desarrollo para la Extracción, aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos.

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

XII. Riesgo Residual: Es el riesgo remanente después del tratamiento de riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de riesgos para mitigar el riesgo inherente; el riesgo residual puede contener riesgos no identificados, también puede ser conocido como riesgo retenido; riesgo tolerable: Es el riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;

XIII. Salvaguarda: Dispositivo, sistema, procedimientos o programas, entre otros, destinados a proteger la seguridad física integral de las personas, el medio ambiente o la Instalación;

XIV. Sistemas de Seguridad: Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;

XV. Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS): Es un Sistema de Seguridad que tiene implementadas una o más funciones de cualquier combinación de sensores (elementos primarios), controlador lógico y elementos finales;

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

XVII. Sustancia Explosiva: La que genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión de manera espontánea o por acción de alguna energía;

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

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

XX. Sustancia Tóxica: Aquella que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, alteraciones al material genético o muerte;

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

XXII. TLV (8 h. TWA): ("Threshold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;

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

XXIV. Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo: Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de Salvaguardar a la población y al ambiente.

XXV. Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo: Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Proyecto.

5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.

5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Transporte por ducto

El presente Estudio de Riesgo describe el proyecto de construcción, operación y mantenimiento del sistema de transporte de gas natural (4 pulgadas de diámetro y una longitud aproximada de 6.427 km) ubicado en el municipio de Río blanco, Orizaba, Huiloapan de Cuauhtémoc y Rafael Delgado en el estado de Veracruz. En la presenta sección se indica el estado físico de la sustancia peligrosa manejada, el origen, el destino, el nombre del segmento, los diámetros, la longitud, los Municipios y Entidades Federativas que cruza, las derivaciones e interconexiones (indicando kilómetro y coordenadas).

El objetivo del sistema de transporte de gas natural es el siguiente:

- a) Tener un nuevo sistema de transporte de gas natural para llevar el gas natural a la zona industrial
- b) Suministrar gas natural que permita el uso de combustible más limpios.
- c) Establecer condiciones favorables para la inversión y creación de empleos a nivel regional, no solamente durante las etapas constructiva y operativa.

El gasoducto fue diseñado de acuerdo a la norma NOM-007-ASEA-2016, Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón y a la norma industrial norteamericana ASME B31.8 "Sistemas de Ductos para Transporte y Distribución de Gas". Según el código

para gasoducto ASME B31.8, el diseño de espesor de pared del ducto tiene por base la fórmula para esfuerzo tangencial y tres factores de seguridad.

Localización del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de transporte de gas natural que incluye una Estación de Regulación y Medición (City Gate) y un gasoducto de 4 pulgadas cuya distancia aproximada será de 6+427 km. [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

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

La caseta de regulación y medición (destino final) de la empresa Destiladora del Valle, S.A. de C.V. cuenta con Informe Preventivo del proyecto denominado Estación de Medición y Regulación para el sistema de suministro de gas natural a la empresa Destiladora del Valle S.A. de C.V. autorización número 30VE2008G0037 emitida por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental con fecha 7 de noviembre de 2008. La caseta de regulación y medición actualmente se encuentra fuera de operación y la compañía que proporcionaba el gas natural fue Gas Natural del Noroeste S.A. de C.V.

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

El trazo del gasoducto inicia en las coordenadas: [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]. Este ramal va a operar a una presión máxima de 21

kg/cm², una presión promedio de 20.5 kg/cm² y una mínima de 20.0 kg/cm². Tendrá una capacidad para manejar un caudal máximo de 511,380 m³/día @ C.B. a una presión

de salida o llegada en el punto de entrega de 10 a 11 Kg/cm². En el Anexo Técnico B se incluye el plano del trazo del gasoducto (Lay Out).

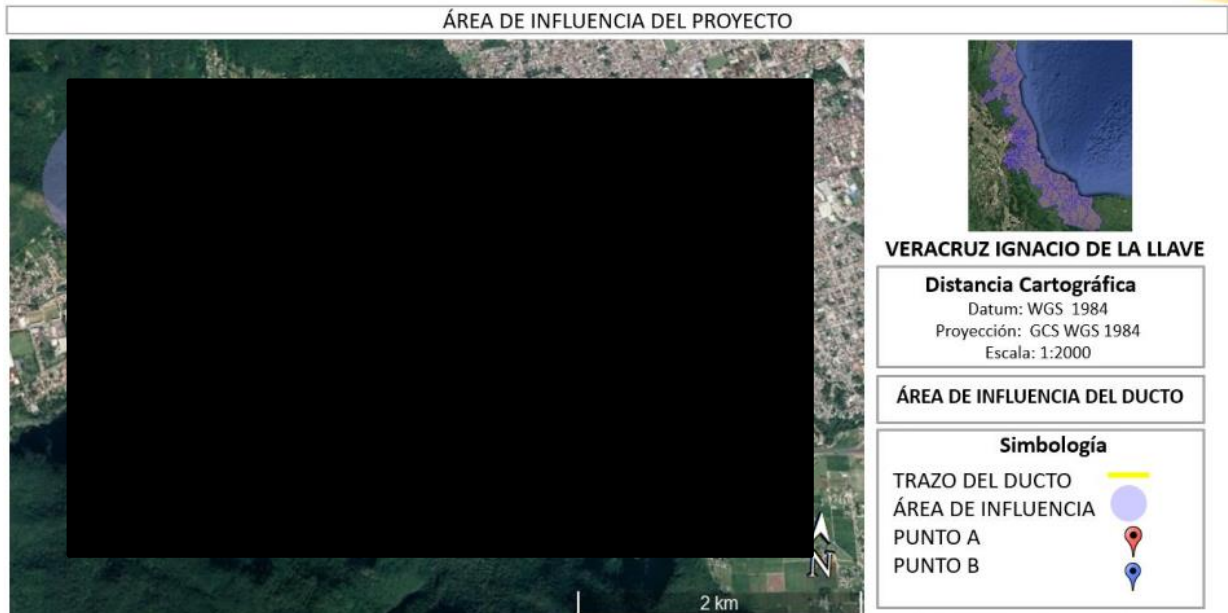


Figura 1 Ubicación del área de influencia del proyecto

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

En el Anexo Técnico A se incluyen los siguientes documentos legales: Registro Federal de Causantes de la empresa DISTCAMP, S.A. de C.V., Poder Notarial del representante legal, Clave Única de Registro de Población (CURP) del representante legal, Registro Federal de Causantes del representante legal, comprobante de domicilio fiscal y Acta Constitutiva de la empresa DISTCAMP, S.A. de C.V.

En el Anexo Técnico C se presenta el Programa de estudios y permisos para la operación del proyecto.

5.1.1 Diseño del gasoducto

En el Anexo Técnico F se presenta la memoria técnica y descriptivas. A continuación, se presenta las especificaciones del ducto y clase de localización:

Tabla 1 Especificaciones del ducto

Nombre o segmento del ducto	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas				Espesor pulg	Diámetro pulg	Presión de prueba hidrostática (kg/cm²)	Código de diseño	Presión de diseño y operación (kg/cm²)		
			Inicio		Fin						Min.	Normal	Máx.
			X	Y	X	Y							
City Gate a ERM	0	6+427					0.237	4	42	ASME B31.8	20	20.49	21

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

Tabla 2 Clase de localización

Nombre o segmento del ducto	Tipo de Clase de localización	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas				Espesor pulgadas
				Inicio		Fin		
				X	Y	X	Y	
City Gate a ERM	4	0	6+427					0.237

El sistema de transporte no contará con rectificadores. A continuación, se presenta la localización del sistema de protección catódica, postes de medición, cruzamientos y señalamientos:

Tabla 3 Ubicación del sistema de protección catódica

Nombre de cama anódica	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Tipo
City Gate a ERM	0	Ánodo de sacrificio
1	0+500	Ánodo de sacrificio
2	1+000	Ánodo de sacrificio
3	1+500	Ánodo de sacrificio
4	2+000	Ánodo de sacrificio
5	2+500	Ánodo de sacrificio
6	3+000	Ánodo de sacrificio
7	3+600	Ánodo de sacrificio

Tabla 4 Instalación de postes de medición de tubo/suelo

Nombre de poste medición tubo/suelo	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM

Poste de medición	0
Poste de medición	3+500
Poste de medición	6+400

Tabla 5 Cruzamientos

Nombre	Tipo de cruzamiento	Profundidad o elevación (m)	Sistema de protección	Inicio del cruce km	Fin del cruce km	Espesor del ducto pulgada	Nombre del plano
Avenida Ferrocarril Nacional	Ferrocarril	1.50	Encamisado	1+500	1+548	0.322	D-0320-RRB-K-02A
Avenida Ferrocarril Nacional	Canal	5.53	Encamisado	3+400	3+425	0.322	D-0320-RRB-K-003
Avenida Ferrocarril Nacional	Canal	1.84	Encamisado	4+665	4+700	0.322	D-0320-RRB-K-005
Avenida 1	Puente vehicular	1.415	Encamisado	4+915	4+997	0.322	D-0320-RRB-K-005A
Autopista México-Veracruz	Puente por abajo de la autopista	1.200	Encamisado	6+191	6-231	0.322	D-0320-RRB-K-006

Tabla 6 Señalamientos

Nombre	Tipo de señalamiento	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM
City Gate a ERM 1	Restictivo	0
Válvula de seccionamiento 2	Restictivo	1+500 km
Válvula de seccionamiento 3	Restictivo	1+548 km
Válvula de seccionamiento 4	Restictivo	3+400 km
Válvula de seccionamiento 5	Restictivo	3+425 km
Válvula de seccionamiento 6	Restictivo	4+665 km
Válvula de seccionamiento 7	Restictivo	4+700 km
Válvula de seccionamiento 8	Restictivo	4+915 km
Válvula de seccionamiento 9	Restictivo	4+997 km
Válvula de seccionamiento 10	Restictivo	6+191 km
Válvula de seccionamiento 11	Restictivo	6+231 km

El gasoducto no contará con estación de Compresión ó Bombeo.

Tabla 7 Instalaciones superficiales

Descripción	Nombre	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Presión de entrada de diseño y operación (kg/cm ²)			Presión de salida de diseño y operación (kg/cm ²)			Flujo de diseño y operación m3/día		
			Min	Normal	Max.	Min	Normal	Max.	Min	Normal Nominal ⁶	Max.

Estación de Regulación y Medición	City Gate	0	46	48	49	20	20.49	21		511,380	
-----------------------------------	-----------	---	----	----	----	----	-------	----	--	---------	--

Tabla 8 Instalaciones superficiales.

Descripción	Nombre	Ubicación (km) y/o coordenadas UTM	Diámetro pulgadas	Presión normal de operación (kg/cm ²)	Tipo de especificación	Sistema de control
Válvula de seccionamiento	1	0	4	20.49	Válvula actuada	Automática (SCADA)
Válvula de seccionamiento	2	1+500 km	4	20.40	Válvula compuerta	Manual
Válvula de seccionamiento	3	1+548 km	4	20.38	Válvula compuerta	Manual
Válvula de seccionamiento	4	3+400 km	4	20.36	Válvula compuerta	Manual
Válvula de seccionamiento	5	3+425 km	4	20.34	Válvula compuerta	Manual
Válvula de seccionamiento	6	4+665 km	4	20.30	Válvula compuerta	Manual
Válvula de seccionamiento	7	4+700 km	4	20.26	Válvula compuerta	Manual
Válvula de seccionamiento	8	4+915 km	4	20.22	Válvula compuerta	Manual
Válvula de seccionamiento	9	4+997 km	4	20.18	Válvula compuerta	Manual
Válvula de seccionamiento	10	6+191 km	4	20.10	Válvula compuerta	Manual
Válvula de seccionamiento	11	6+231 km	4	20.00	Válvula compuerta	Manual

El gasoducto no contará con trampa de diablos.

5.1.2 Diseño Civil.

En el diseño civil se consideraron los aspectos meteorológicos, la presencia y frecuencia de fenómenos naturales en el sitio del proyecto, el tipo de suelo, la orografía, la aplicación de normas, reglamentos y códigos de construcción vigentes, las medidas de seguridad y el estudio de mecánica de suelos realizado, por citar algunos ejemplos. El diseño civil incluye los efectos de los siguientes fenómenos naturales:

- Sismo

- Vientos
- Temperatura ambiente
- Presión barométrica
- Precipitación pluvial
- Tipo de suelo
- Orografía

a) Diseño sísmico.

Los efectos sísmicos afectan la resistencia y la estabilidad del gasoducto y, por lo tanto, deben tomarse en cuenta en el diseño. El sistema del gasoducto será diseñado de acuerdo con las normas de diseño sísmico para cada región y localidad que cruce el gasoducto. La gravedad general de un sismo generalmente se caracteriza por la magnitud y/o por la intensidad. Estos valores deben combinarse con la distancia del epicentro a la instalación y la geología regional y local a fin de brindar los datos de aporte sísmico necesarios para el diseño de resistencia y estabilidad de los ductos y tuberías. Los valores principales que se requieren para el análisis son:

- La aceleración del suelo
- Las velocidades del suelo (la propagación de ondas y partículas)
- Los movimientos de fallas
- La duración del sacudimiento
- Los espectros de respuesta
- El potencial de derrumbe
- El potencial de licuefacción

Mediante cálculos adecuados de atenuación se darán estos valores al nivel del eje del gasoducto. Estos valores serán calculados para cada zona sísmica que cruce el gasoducto. Por su ubicación geográfica, el área de estudio se encuentra ubicada en la región B, según el nivel de peligrosidad sísmica en México, que la clasifica como de peligro moderado, como se muestra en el siguiente mapa:

Figura 2 Regiones Sísmicas de México



Fuente: CENAPRED. 2001. Serie Fascículo SISMOS. Secretaría de Gobernación. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México.

b) Efectos de la carga sísmica en ductos enterrados.

El efecto más serio en los ductos enterrados es el movimiento de fallas. El movimiento diferencial del suelo ejerce severas cargas flexionantes y de esfuerzo cortante sobre la

tubería lo cual puede ocasionar la rotura o el aplastamiento plástico de la pared de la tubería.

Los efectos de propagación de ondas también causan una carga significativa en los ductos. En principio existen dos efectos; el primero consiste en los estiramientos producidos por los cambios en la curvatura de la tubería; el segundo consiste en los esfuerzos inducidos por la interacción de las partículas y la velocidad de la propagación de ondas. Las tensiones debidas a cambios de curvatura son muy pequeñas y podrían despreciarse.

Por lo general no resulta práctico diseñar ductos enterrados para soportar derrumbes catastróficos. Este riesgo se maneja mediante una cuidadosa selección de la ruta y/o medidas especiales de contingencia (tales como las válvulas aisladoras de emergencia). Sin embargo, es posible que una pendiente que sea estable bajo una carga estática pueda desplazarse unos pocos centímetros durante un terremoto. Este movimiento se puede calcular a partir de una evaluación del factor estático de seguridad y de los movimientos locales del suelo. Estos movimientos son tratados como fallas sísmicas menores y serán incorporados al diseño según se describe adelante.

Ciertas combinaciones de tipo de suelos, niveles de agua, magnitud y duración del sacudimiento pueden causar que el suelo alrededor de una línea enterrada se licue. Donde no se puedan evitar zonas de alto potencial de licuefacción, la estabilidad y la integridad de la tubería pueden mantenerse tratando la zona como un cruce de pantano. Estas zonas serían identificadas durante la fase de ingeniería de detalle.

c) Efectos de la carga sísmica en tuberías e instalaciones sobre la superficie.

El efecto principal en instalaciones sobre la superficie resulta ser la carga debida a fuerzas de inercia directas. El diseño de instalaciones y tuberías sobre la superficie es muy similar al diseño estructural normal (ver los requisitos de la norma ASME B31.8). Por lo general suele ser suficiente evaluar la tubería sobre el suelo y los sistemas de soporte mediante metodologías de carga simples cuasiestáticas previstas en los códigos de diseño locales. En caso de encontrarse que la disposición específica de la tubería y de los componentes conexos sea más sensible de lo común a la carga sísmica, se puede determinar entonces el espectro de respuestas y realizar un análisis de la modalidad de la tubería a fin de determinar las tensiones debidas a los terremotos. Estas tensiones se incorporarían entonces al diseño de tubería conforme a la norma ASME B31.8.

d) Métodos de análisis y diseño para tubería subterránea.

El método a utilizar adecuadamente para el diseño de tubería sobre superficies de acuerdo al resultado que nos arroje el estudio sísmico específico realizado en la zona de influencia a lo largo del trayecto será la norma ASME B31.8, la cual trata adecuadamente el diseño de tubería sobre la superficie. Las características principales de tubería enterrada las cuales se diferencian en cuanto a análisis y diseño de la tubería sobre la superficie son las denominadas de índole secundaria de la carga (desplazamiento controlado), y el apoyo esencialmente continuo aportado por el suelo. Estas condiciones permiten el uso del criterio de límites de esfuerzo (a diferencia del límite de esfuerzo más común aplicable a la tubería sobre la superficie).

La tubería enterrada se modela como una viga elástica/plástica sobre un cimiento no lineal. Los movimientos de falla se ingresan directamente como desplazamientos de resortes no lineales usados para modelar el terreno.

Los esfuerzos inducidos por los movimientos del suelo (sacudimiento) se aplican directamente a la tubería y se agregan a las deformaciones debidas a otros efectos (tales como la presión y la temperatura). Si bien los esfuerzos por sacudimiento rara vez rigen el diseño o la selección del espesor de pared de los ductos enterrados, éstos deben tomarse en cuenta durante el diseño de las curvas. Las consideraciones de daños a raíz del sacudimiento típicamente conllevan a un esfuerzo de tensión excesivo (generalmente en el área de las soldaduras circulares), al igual que a pandeo plástico local de la pared de la tubería y a un movimiento excesivo de la tubería (llevando a la subida a superficie de la línea en ciertos casos extremos de curvatura convexa). Como la norma ASME B31.8 no trata lo referente a los límites de esfuerzo, se emplearán las metodologías de las normas utilizadas en la industria para su cálculo. El diseño para los esfuerzos antes señalados ocasionalmente requiere un aumento del espesor de pared. Generalmente, los efectos pueden tratarse mediante una combinación de ajustes de perfil, la selección de una profundidad de cobertura adecuada y técnicas de relleno especiales, las que se contemplarán en la ingeniería de detalle.

e) Mecánica de suelos.

La Organización realizó un estudio de mecánica de suelos donde se obtendrán las propiedades, comportamiento y utilización del suelo como material estructural, de tal modo que las deformaciones y resistencia de este elemento ofrezcan seguridad, durabilidad y estabilidad a las estructuras. La estructura del suelo puede ser natural como un talud, canal en tierra o artificial como un terraplén o un relleno. Además, el estudio de mecánica de suelos verifica la capacidad de carga para el soporte de las estructuras y edificaciones contempladas en el proyecto. Desde el punto de vista de mecánica de suelos el terreno se encuentra consolidado y visualmente no se tiene

evidencias de fallas de cimentación. Pero hasta el momento no se tienen más datos relativos a la distribución ni magnitud de las cargas máximas.

f) Topografía.

El levantamiento topográfico determino las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie del área de estudio, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio-distancia, elevación y dirección (ver Anexo Técnico F).

El levantamiento topográfico determinará el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie del terreno, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (planimetría y altimetría). El estudio topográfico emplea procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala.

La Organización cuenta con el levantamiento topográfico del trayecto donde se construirá el gasoducto, donde se incluye el levantamiento de todas las instalaciones existente con GPS en modo RTK (Tiempo Real) como son banquetas, guarniciones, alcantarillas, bocas de tormenta, registros sanitarios, paramentos caminos, cotas de piso, puentes, vías ferrocarril, postes de Telmex y Comisión Federal de Electricidad, así como terreno natural, además se realizaron radiaciones con la Estación Total a los puntos donde era difícil el levantamiento con el GPS y toda infraestructura existente dentro de la trayectoria del gasoducto.

El estudio topográfico considera todas las actividades de campo y gabinete especificadas a continuación para obtener la altimetría y planimetría requerida (ver Anexo Técnico F):

- Reconocimiento del sitio de los trabajos.
- Colocación de vértices de apoyo para trazo de poligonal con equipo GPS de doble frecuencia
- Trazo de poligonales de apoyo para realización del levantamiento topográfico
- Nivelación diferencial de poligonales de apoyo con nivel fijo y con precisiones según especificación dejando Bancos de Nivel a cada 500 m.
- Levantamiento topográfico de instalaciones existentes: incluye cruzamientos de calles, cruzamiento de instalaciones, trayectorias, identificación de registros, localización, orientación, y dimensiones de registros, canales y estructuras.
- Elaboración de planos
- Elaboración de informe final.

g) Geología.

El objetivo de este trabajo es realizar un mapeo a detalle del trazo del gasoducto, para definir las zonas en donde la excavación pudiera presentar dificultades. Se va a generar un plano a lo largo del gasoducto, 100 m a cada lado, presentando la geología, estructuras e hidrografía. Se hará una vez que se inicie la etapa de la ingeniería de detalle. Se hizo un recorrido preliminar a lo largo del trazo y a partir de la información documental sobre la geología de la zona en estudio.

Fisiografía.

Según la clasificación de Edwin Raisz (1964), El área en estudio se encuentra en la provincia Sierra Madre del Sur, dentro de la Sub-Provincia de Sierras Orientales. El municipio fisiográficamente se divide en un 49.75% de topografía de valle (XI_8_V4L) y un 50.25% de topografía de alta montaña (XI_8_S7). El área de estudio se caracteriza por tener topografía de alta montaña, con drenaje dendrítico con arroyos en "V" y alta pendiente y drena hacia los ríos Blanco y su afluente arroyo La Carbonera, que a su vez drena hacia el Golfo de México, el cambio de pendiente al pie de las elevaciones circundantes al valle ocasiona conos de depósito de brechas de Pie de Monte, susceptibles de erosión.

Aunque también existe presencia de drenaje subterráneo en la zona de aluvión que se encuentra bajo la ciudad, además de las zonas kársticas en el área de Calizas. El área en estudio presenta un relieve fisiográfico mixto, la zona norte fisiográficamente se encuentra en estado de juventud, y la zona del valle fisiográficamente se encuentra en estado de madurez avanzada. El área en estudio se presenta con evidencia de relleno artificial, que obstruye los paleocauces, y actualmente se observan nivelaciones del terreno en proceso.

Las formas positivas de relieve consisten en rocas calizas, que se observan en estratos gruesos y masivos corresponde a calizas de la formación de la zona de Orizaba que se presenta como calizas de color gris claro, en capas delgadas a medianas, en las cercanías con las fallas, estas rocas presentan fracturas abundantes que afectan la estabilidad de los taludes. Además, esta formación cuando tiene echados en contra, es decir hacia el talud, solo se encuentra en equilibrio cuando no existan cortes que provoquen el deslizamiento rocoso.

Geomorfología

La geomorfológicamente se consideran dos perfiles fisiográficos, las zonas altas que son motivo de desgaste de masas por erosión y por nivelación debido a la gravedad en forma de deslizamiento y fracturamiento de las rocas, pertenece a un área con relieve juvenil con arroyos de alta pendiente en "V", donde destacan la barranca el Túnel y en las laderas se observan pendientes de 60° o mayores con drenaje sub-paralelo drenando hacia el Valle de Rio Blanco. La zona baja que presenta relleno hidráulico en la transición y desgaste sobre el cauce de los ríos que lo atraviesan, pertenecen al Valle de Rio Blanco propiamente dicho, en este valle se localiza en su mayor parte la mancha urbana de la cabecera municipal, hacia su sector norte se localizan Karst que sirven de drenajes subterráneos a las aguas del valle como es el caso de los llamados "Sótanos", y los que se localizan en la calle Úrsulo Galván en los límites de las colonias Álvaro Obregón y Venustiano Carranza, existe otro resumidero en la propia colonia Venustiano Carranza, sin embargo, no existe parámetros de riesgo asociados a estas dolinas, adicionalmente existen manantiales de aguas de percolación y cavernas de disolución sobre las calizas.

h) Fallas o fracturas

Desde el punto de vista regional se observan deformaciones en formas de pliegues con un rumbo NO- SE que generaron esfuerzos tangenciales que dieron origen a grandes fallas normales e inversas y que afectan a este Municipio. Existen dos grandes fallas observables al Norte del Municipio en dirección Noroeste y fracturas visibles también con rumbo NE-SO. Esto implica fracturamiento que en forma de cantiles se pueden observar en la zona montañosa, aunque las calizas de la formación Orizaba son estables existe un riesgo bajo de caídos en sus cercanías, sobre todo en un área de hasta 30 metros del pie del cantil.

i) Deslizamiento de laderas.

Son movimientos de una masa de materiales térreos pendiente abajo, sobre una o varias superficies de falla delimitadas por la masa estable o remanente de una ladera. Es importante destacar que en el área de estudio no se presentan deslizamiento de laderas. El diseño del ducto se realizó protegiéndolo contra deslaves, inundaciones, suelos inestables, deslizamientos de tierra u otros riesgos que puede provocar que la tubería se mueva o que esté sometida a cargas anormales.

j) Excavación de zanja y profundidad de cobertura.

Por lo general, el tendido del gasoducto se conformará al contorno del terreno. En todos los casos la profundidad de la cobertura cumplirá con la norma NOM-007-ASEA-2016 y ASME B31.8 de la edición más reciente. De conformidad con el numeral 7.7 Profundidad mínima, en su Tabla 1. Profundidad mínima de la NOM-007-ASEA-2016, para el diseño del ducto se determinó que la profundidad de la tubería en toda la trayectoria será de 1.20 m al lomo del tubo.

Separación de Ductos con otras Instalaciones subterráneas

Dando cumplimiento con lo establecido en el numeral 7.6 Separación de ductos con otras instalaciones subterráneas de la NOM-007-ASEA-2016, se consideró una separación mínima de 30 cm con todas las instalaciones existentes a lo largo del recorrido del ducto.

1. Así mismo Cuando no sea posible lograr las distancias mínimas indicadas entre Ductos, se realizará un estudio específico considerando, cargas, identificación de la

localización del Ducto, estabilidad del terreno, canalizaciones de líneas eléctricas y que no se afecten los sistemas de protección catódica de los ductos entre otros.

2. En el caso de que, durante el proceso de construcción del ducto, no sea posible mantener la separación, debido a una infraestructura existente (energética, hidráulica, telecomunicaciones, Ductos de servicios, entre otros), se tomarán medidas para proteger a los Ductos de agentes externos y asegurar el acceso a los mismos para fines de mantenimiento.

3. Se tendrá fácil acceso a todos sus componentes.

4. Se observarán las distancias mínimas respecto de otras Instalaciones, áreas de almacenamiento de sustancias inflamables o peligrosas, derechos de vía de otros servicios, edificaciones y zonas urbanas.

5. No se invadirán derechos de vía de otros servicios o se solicitarán las autorizaciones correspondientes a las dependencias competentes y concesionarias, según sea el caso

6. Se guardará una distancia mínima de 10 metros de cualquier edificación, 15 metros de cualquier instalación donde se almacenen sustancias peligrosas o inflamables, y 50 metros de centros de reunión como hospitales, escuelas, guarderías infantiles, salas de concierto, iglesias, centros de convención y parques recreativos, entre otros lugares de concentración de personas.

7. No se instalarán los ductos en la proximidad de líneas de conducción eléctrica.

8. La separación entre el ducto y sistema de tierras de la estructura de una línea de transmisión, serán como mínimo de 15 metros para líneas de transmisión de 400 kV y 10 metros para líneas de transmisión de 230 kV o menores y si no se puede lograr las distancias mínimas indicadas se realizará un estudio específico de manera previa como posterior a la instalación del ducto para reforzar el recubrimiento dieléctrico en el sistema de transporte de gas natural donde sea necesario y por ningún motivo la distancia será menor de 3 metros.

Distancias mínimas del Ducto a otras construcciones

El tendido de los ductos del sistema de transporte se realizará de forma que:

a) Se tenga fácil acceso a todos sus componentes, por ejemplo, válvulas, estaciones de regulación y medición, trampas de envío de diablos y registros, entre otros, con el objeto de dar una adecuada operación y mantenimiento, y

b) Se observen distancias mínimas respecto de otras instalaciones, áreas de almacenamiento de sustancias inflamables o peligrosas, derechos de vía de otros servicios, edificaciones y zonas urbanas, con objeto de minimizar el riesgo de incidentes y accidentes e impacto a la población, al medio ambiente y a las instalaciones. Por lo anterior, con relación a la franja de seguridad del Ducto, se deben tomar las medidas siguientes:

I. No se debe invadir derechos de vía de otros servicios como por ejemplo una carretera o ferrocarril, salvo cuando la franja de seguridad del ducto lo comparta con otros ductos, o dado el caso en el que por la ubicación del usuario final del sistema de transporte se ubique en zona urbana y/o parques industriales en cuyo caso se deben solicitar las autorizaciones correspondientes a las dependencias competentes y concesionarias, según sea el caso;

II. Debe guardar una distancia mínima de 10 metros de cualquier edificación, con objeto de proporcionar una zona de amortiguamiento y de maniobras de emergencia en caso de presentarse un incidente o accidente;

III. Debe situarse a no menos de 15 metros de cualquier Instalación donde se almacenen sustancias peligrosas o inflamables, y

IV. Debe situarse a más de 50 metros de centros de reunión como hospitales, escuelas, guarderías infantiles, salas de concierto, iglesias, centros de convención y parques recreativos, entre otros lugares de concentración de personas.

La separación entre un ducto de transporte y la pata o sistema de tierras de la estructura de una línea de transmisión, debe ser como mínimo de 15 metros para líneas de transmisión de 400 kV y 10 metros para líneas de transmisión de 230 kV o menores. Cuando no sea posible lograr las distancias mínimas indicadas se debe realizar un estudio específico de manera previa como posterior a la instalación del ducto para reforzar el recubrimiento dieléctrico del ducto donde sea necesario y mantener la seguridad del personal operativo del Sistema de Transporte por ducto, así como la integridad mecánica del propio sistema. Por ningún motivo la distancia debe ser menor de 3 metros.

Profundidad de tubería

Para ductos enterrados, la profundidad mínima medida del lomo del Ducto hasta la superficie debe cumplir con lo que indica la siguiente tabla:

Tabla 9 Profundidad mínima del lomo de la tubería al nivel de piso terminado (NPT)

Localización	Suelo normal	Roca consolidada
	Centímetros (al lomo del Ducto)	
Clase de localización 1, 2 y 3	60	45
Clase de localización 4 y 5	75	60
Cruzamiento con carreteras y zanjas de drenaje en caminos públicos	90	60
Cruces de ferrocarril	120	120

Cuando los requerimientos de profundidad mínima no puedan ser cumplidos o donde las cargas externas sean excesivas, el Ducto debe ser encamisado o diseñado para soportar la carga externa.

En las áreas donde se puedan llevar a cabo actividades agrícolas que requieran de arado profundo, en áreas sujetas a erosión, o en áreas donde se planea la construcción de carreteras, vías de ferrocarril, entre otras, se deberá considerar protección adicional o enterrar el ducto a una mayor profundidad.

Los ductos que se instalen en un río navegable, cuerpo de agua o en puerto marítimo deben tener una profundidad cubierta mínima de 180 cm en suelo normal o 60 cm en roca consolidada.

k) Cimentación.

Toda tubería y estructura estará soportada para evitar el asentamiento diferencial y las resultantes fuerzas y tensiones indeseables. El diseño de la cimentación contemplará las cargas estáticas y dinámicas debidas a las pruebas hidrostáticas, la vibración inducida por el flujo o la pulsación por la transmisión de gas.

La Organización realizó mediante un ensaye de laboratorio para el proyecto Geotecnia Proyecto "Gas natural RB", el cual se ejecutó el llamado ensaye endometrio y/o de consolidación. Se ejecutó mediante un equipo, en él se cargó la pastilla de suelo mediante los siguientes pesos: 0.125, 0.25, 0.50, 1.0, 2.0 y 4.0 kg/cm² el ensaye duró aproximadamente de 9 a 10 días debido al ciclo de carga y descarga más a parte el secado de la pastilla del suelo. Se obtuvo el gráfico de la curva de compresibilidad y donde se pudo calcular que el esfuerzo de preconsolidación es de aproximadamente 1.10 kg/cm²; es decir, que el suelo comenzará a comprimirse y/o asentarse cuando se presente una carga mayor a la anteriormente dicha.

Para los esfuerzos litostáticos, se calculó hasta la profundidad en donde se encuentra la capa de material arcilloso; es decir hasta los 4.0 m; ya que a mayor profundidad se cambia la estratigrafía y por consecuencia los asentamientos no serían los calculados.

Para el cálculo de esfuerzos inducidos se consideró un área de cimentación aproximadamente de 1.00 m² y, el esfuerzo inducido corresponde al esfuerzo admisible del suelo que es aproximadamente de 2.0 kg/cm².

De todo lo anterior tenemos que el asentamiento aproximado es de 0.5 cm, por lo que en caso de que se presenten esfuerzos mayores, así como también el área de contacto de las futuras cimentaciones, traerán como consecuencia un asentamiento mayor. Es por ello que se recomienda el remplazo de dicho material mediante un mejoramiento explicado en el dictamen anteriormente realizado (ver Anexo Técnico F).

l) Cruce de carreteras, caminos, vías de ferrocarril y de las líneas eléctricas.

Los cruces serán diseñados como cruces sin camisa protectora con una cobertura que cumplirá con la norma ASME B31.8. Durante la ingeniería de detalle se contemplarán requisitos adicionales de organismos y autoridades reguladoras competentes. En el Anexo Técnico F se incluyen los planos de los cruzamientos.

m) Cruce de ríos, canales y arroyos.

El gasoducto será diseñado para proporcionar una cobertura mínima de 1.5 mts, debajo del lecho de cualquier río, canal o arroyo. Los requisitos adicionales regulatorios y de ingeniería serán examinados durante la ingeniería de detalle.

n) Cruces de servicios públicos subterráneos y de otras infraestructuras de "terceros".

Los cruces de servicios públicos subterráneos existentes (que no sean cables eléctricos de alto voltaje) serán diseñados con un mínimo de 0.3 mts, de espacio libre, o con el mínimo de espacio libre especificado en el acuerdo de cruce celebrado entre las partes. De no especificarse lo contrario, el gasoducto cruzará por debajo del servicio existente. Durante la ingeniería de detalle se contemplarán los requisitos regulatorios adicionales aplicables.

Detalles de infraestructuras de terceros, ya sean subterráneas o en superficie, en cruces o cercanas a la ruta del gasoducto, se obtendrán de las autoridades gubernamentales correspondientes o de terceros, y serán confirmados durante la ingeniería de detalle (ver planos en Anexo F).

o) Nivelación.

Despalme: La capa superficial del suelo y el material orgánico superficial serán retirados y almacenados fuera de las zonas de zanjeo, de las áreas de depósito de material de desperdicio y de todo sitio que deba ser nivelado. Este material será almacenado, de tal manera que no se mezcle con los desechos de la nivelación o de la zanja.

El derecho de vía será nivelado, construyendo los cortes y los terraplenes necesarios, a fin de proveer una superficie de trabajo adecuada con un ancho suficiente para el tránsito de las cuadrillas de tendido de la tubería. Esta nivelación se hará en las siguientes áreas:

- Zona de almacenaje de la capa orgánica superficial del suelo;
- Zona de almacenaje de los materiales de desperdicio de la zanja;
- Zona de la zanja;
- Zona de la tubería;
- Zona para los equipos del tendido de tubería;
- Zona de paso de los vehículos y los equipos.

La franja de paso de los vehículos puede eliminarse en caso de pendientes que requieren fuerte nivelación y en áreas con roca. En las laderas, el lugar de trabajo o de tránsito de la tubería y del equipo, se construirá con relleno. La zanja se excavará previamente en suelo inalterado para que la tubería repose sobre ese suelo. El derecho de vía será nivelado para que los vehículos convencionales puedan transitar por esa ruta. En terrenos de mucha pendiente o montañosos donde no sea posible la nivelación, ésta se limitará a la cantidad que sea necesaria para instalar la tubería mediante uso de equipos de remolque o malacates. Los vehículos serán encaminados a la vecindad de estas zonas de trabajo usando los caminos existentes o construyendo caminos temporales en la proximidad de la obra.

El tamaño de las cuadrillas y equipos para la nivelación dependerá del progreso diario promedio requerido y de las condiciones del terreno. Las cuadrillas podrán ser divididas, o bien una cuadrilla adicional podrá ser movilizada para trabajar en las zonas difíciles adelante de la cuadrilla principal. Proponer cuadrillas y equipos para cumplir con el Programa de Obras. El personal de inspección de la supervisión de la obra controlará las siguientes actividades:

- La capa superficial del suelo (orgánica) o material de despilme y el material de desperdicio de la nivelación, no se depositen sobre el suelo desmontado;

- Los cortes y el material de desperdicio tengan la pendiente necesaria para su estabilidad y que no representen ningún peligro para el público ni para los animales de cría ni la fauna silvestre y que el sitio de depósito esté dentro de los límites del derecho de vía o del espacio temporal de trabajo;
- El material de despalme o capa superficial del suelo, sea colocado de tal manera que no se mezcle con los desperdicios de obra;
- Los desperdicios no se depositen dentro de los cauces;
- Se construyan los puentes, alcantarillas u obras de drenaje menor, cuando sea necesario para mantener el escurrimiento;
- Se obtengan los convenios de uso de terrenos y que éstos sean aprobados previo a la nivelación de los caminos temporales de acceso;
- El perfil del derecho de vía final permita a la tubería ser doblada y tendida sobre suelo inalterado, donde sea posible;
- Las estaciones de válvulas, de medición y de compresión sean niveladas en la cota especificada en los planos de construcción. Donde se requieran cortes y terraplenes, los linderos del sitio deberán ser marcados y estacados de manera adecuada, a fin de asegurar que la cota final sea según lo especificado por los topógrafos del contratista;

p) Planos civiles.

El proyecto contará con los siguientes planos civiles de construcción (ver Anexo Técnico F):

- Plano de punto de entrega 6.427 km (D-0320.RRB-K-06A)
- Plano de cruce de ferrocarril (D-000.000-K-02A)
- Puente de cruce de puente vehicular (D-0320.RRB-K-05A)

- Punto de descenso de tubería (D-000.000-K-05B)
- Plano de acometida (D-000.000-K-06A)

5.1.3 Diseño Mecánico.

City Gate Río Blanco

A continuación, se presenta las características del City Gate (Estación de Regulación y Medición):

- Modelo: City Gate Río Blanco
- Caudal nominal 21,307.5 Nm³/hr (511,380 Nm³/día)
- Presión de entrada 41.8/43.9/63.2 kg/cm² (595/625/900 PSI)
- Presión de salida 21 kg/cm²
- Zona de entrada y salida de equipos y accesorios ANSI 600 y ANSI 300
- Conexión de entrada bridada RF 4" ANSI 600
- Conexiones de salida bridada RF 6" ANSI 600

En las líneas de regulación del City Gate Río Blanco, entregará una presión de salida de 21 kg/cm², se instalarán válvulas de corte por alta o baja presión, procediendo a los reguladores monitor, se instalarán válvulas slam shut, marca tormene americana, modelo TA956SSV de 2" ANSI 600, presión máxima de operación de 100 bar, con dispositivo de corte tipo CX615. Cuentan con resorte con rango de ajuste de 13.0 a 40.0 Bar, para el corte por alta presión y de 6.0 a 19.0 Bar para el corte por baja. Los trenes de regulación estarán configurados para trabajar de manera automática y con los puntos de corte ajustados a manera de que nunca exista una presión mayor a la permitida en el ducto, que es de 21 kg/cm².

Gasoducto

Toda la tubería y todo equipo de las estaciones de recepción y de entrega será diseñados con un factor de diseño determinado conforme con lo establecido en la NOM-007-ASEA-2016 (ver Anexo Técnico F Diseño de la Tubería).

La red de distribución de gas natural, tendrá una capacidad para manejar 511,380 m³/día, consta de 6.427 km de tubería de 4" de acero al carbón, ASME a-106 gr. B/ API-5L X-42. 5,787 m de tubería enterrada con recubrimiento fbe (fusion bonded epoxy) de fábrica y 100 m de tubería aérea. El ducto tiene una distancia lineal total de 6.3km. El ramal contará con 11 válvulas de seccionamiento, tipo trunnion, de paso completo, con conexiones bridadas RF de 4" ANSI 300, cuerpo de acero al carbón, marca warren, cumplen con la norma API 6d, operadas mediante palanca e incluyen portacandado.

a) Ubicación de la tubería.

En lo posible, el tendido de la tubería se realizará sobre la superficie. El análisis de esfuerzo de tubería, pulsación y vibración se realizará para determinar el movimiento permitido de la tubería y el requerimiento de soporte. La tubería será agrupada lo más posible en soportes de tubería en común o en zanjas para tubería en común.

b) Válvulas de seccionamiento.

Dando cumplimiento con la NOM-007-ASEA-2016, en los Sistemas de transporte se deben instalar válvulas de seccionamiento, las cuales deben estar espaciadas de tal manera que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia. Las válvulas se localizarán en lugares de fácil acceso que permitan su mantenimiento y operación. Se instalarán válvulas de seccionamiento antes y después de los siguientes casos:

- a) Cruces de canales.
- b) Cruces de vías férreas, carreteras y autopistas.

Adicionalmente de las pruebas realizadas por el fabricante, las válvulas de seccionamiento se probarán antes de su instalación en banco conforme con lo siguiente: todas las válvulas deberán satisfacer los requerimientos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas y a falta de éstas con las normas, códigos o estándares internacionales vigentes.

Pruebas en válvulas de seccionamiento

Adicionalmente de las pruebas realizadas por el fabricante, las válvulas de seccionamiento se deben probar antes de su instalación en banco conforme con lo siguiente:

- a) Cuerpo de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente abierta", se debe probar a una presión mínima de 1.5 veces la Presión de operación del sistema. Durante la prueba la válvula debe cumplir con las especificaciones del fabricante;
- b) Asiento de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente cerrada" se debe probar a una presión mínima de 1.5 veces la presión de operación del sistema. Durante la prueba la válvula debe cumplir con las especificaciones del fabricante, y c) Operación de la válvula. Después de completar la última prueba de Presión, la válvula se debe operar para comprobar su buen funcionamiento.

La red de distribución de gas natural, inicia con una válvula bola actuada, equipada con un actuador eléctrico o neumático. Enseguida se encuentra una junta aislante, tipo arandela de 4" ANSI 300, marca pikotek o aps integra II, pasando luego por un manómetro con carátula de 4½", conexión inferior de 1/2" nivel piso terminado, totalmente de acero inoxidable, con rango de 0 - 28 kg/cm², con glicerina, marca dewit, modelo 2000 ss. Continuando con el primer descenso de tubería hasta llegar a una profundidad de 1.20 m al lomo del tubo, continúa 453 metros hasta llegar a una boca de tormenta, donde se realizará una excavación a cielo abierto para continuar con el tendido de tubería. Continúa con un tramo de tubería enterrada de 1.047 km hasta llegar a la segunda válvula de seccionamiento, ubicada en el km 1.5 en un registro de 1.5 x 1.5 x 2.0 m, antes del cruce de vías férreas, donde se realizará una perforación o

excavación direccional, para instalar un encamisado con tubería de 8" nivel piso cédula estándar, con una longitud de 26.5 metros, equipado con 15 espaciadores para tubería de 4" y 2" desfuegos en los extremos del encamisado, con tubería sin costura de 2" nivel piso, cédula estándar. Después, continúa el tendido de tubería hasta el km 1.548 donde se ubicará la tercera válvula de seccionamiento, instalada en un registro de 1.5 x 1.5 x 2.0 m, continuando con el tendido de tubería, con un tramo de 1,847 m. (km 3.390) donde se ubicará un ascenso de tubería hasta los 0.60 m sobre el nivel del suelo, donde se colocará la cuarta válvula de seccionamiento instalada en un recinto de 3.00 x 1.50 m. protegida con malla ciclónica, aquí se ubica un manómetro con carátula de 4½", conexión inferior de 1/2" nivel piso terminado, totalmente de acero inoxidable, con rango de 0 - 28 kg/cm², con glicerina, marca dewit, modelo 2000 ss continuando con una segunda excavación direccional o a cielo abierto para realizar el primer cruce de canal con 13 m de longitud a 5.37 m de profundidad, del otro lado del canal se realizará un ascenso de tubería hasta los 0.60 m sobre el nivel del suelo, donde se colocará la quinta válvula de seccionamiento ubicada en el km 3.403 en un recinto de 3.00 x 1.50 m. protegida con malla ciclónica, enseguida se ubica un manómetro con carátula de 4½", conexión inferior de 1/2" nivel piso terminado, totalmente de acero inoxidable, con rango de 0 - 28 kg/cm², con glicerina, marca dewit, modelo 2000ss, continua con un descenso de tubería hasta la profundidad de 1.20 m. al lomo del tubo para continuar con un tramo de 925 m, hasta llegar al tope de la avenida (km 4.4) donde se hará un arreglo con 2 codos de 90° radio largo y 1 codo de 45°, para redireccionar la tubería y continuar hasta el km 4.665 donde se instalará la sexta válvula de seccionamiento ubicada en un registro de 1.5 m x 1.5 m x 2.0 m, enseguida se encuentra el segundo cruce de canal donde se instalará una estructura para fijar la tubería del cruzamiento, al final del cruce se instalará la séptima válvula de seccionamiento ubicada en un registro de 1.5 m x 1.5 m x 2.0 m, continuando con el tendido de tubería con un tramo de 186.5 m (km 4.859), donde se realizará un cambio

de dirección con un codo de 90° radio largo, seguido de un tramo de 63 m, hasta llegar al inicio del puente vehicular, donde se instalará la octava válvula de seccionamiento en un recinto de 3.00 x 1.50 m, protegida con malla ciclónica, seguida de un manómetro con carátula de 4½", conexión inferior de 1/2" nivel piso terminado, totalmente de acero inoxidable, con rango de 0 - 28 kg/cm², con glicerina, marca dewit, modelo 2000 ss. Continuando con un descenso de tubería con codos de 45° para el cruzamiento del puente, se usará soportería anclada a la estructura del puente, para la sujeción 77 m de tubería, después de cruzar el puente se realizará un ascenso de tubería con codos de 45° para la colocación de la novena válvula de seccionamiento instalada en un recinto de 3.00 x 1.50 m, protegida con malla ciclónica, luego se ubica un manómetro con carátula de 4½", conexión inferior de 1/2" nivel piso terminado, totalmente de acero inoxidable, con rango de 0 - 28 kg/cm², con glicerina, marca dewit, modelo 2000ss, continuando con un tramo de tubería de 380 m hasta el km 5.380, donde se realizará un descenso de nivel con 18 m tubería a 1.20 m debajo del nivel del suelo, continúa un cruce de calle para incorporarse la parte lateral de la carretera donde seguirá un tramo de 770 m hasta el km 6.170, donde se instalará la décima válvula de seccionamiento ubicada en un registro de 1.5 m x 1.5 m x 2.0 m, aquí se ubicará el último manómetro con carátula de 4½", conexión inferior de 1/2" npt, totalmente de acero inoxidable, con rango de 0-28 kg/cm², con glicerina, marca dewit, modelo 2000 ss, procediendo con el descenso de tubería con codos de 45° para para la instalación de 40 m de tubería debajo de un puente existente, cruzando el puente se realizará un cambio de dirección con un codo de 90° radio largo hacia el recinto de recepción donde finaliza el ducto de la red de distribución de gas natural río blanco, con una junta aislante tipo arandela marca pikotek o aps integra II de 4" ANSI 300, al final se encuentra la onceava y última válvula de seccionamiento después de esta última válvula se ubicará la entrada a la Estación de Medición y Regulación, para la medición y control de presión de gas natural para dar abasto a la planta Destiladora del Valle, S.A. de C.V.

c) Protección anticorrosiva de la tubería enterrada.

La protección anticorrosiva externa de la tubería enterrada en el City Gate se realizará mediante una combinación de recubrimiento externo y de corriente impresa. Todo soporte o base metálica será aislado eléctricamente del tramo que conduce la corriente para la protección catódica. Los extremos corriente arriba y corriente abajo de las estaciones de recepción y de entrega serán aislados del ducto mediante uniones aisladoras. Estas uniones aisladoras brindarán protección dentro de los límites de la estación, contra los efectos de corrientes inducidas causadas por el paralelismo de las líneas de alta tensión relativas al ducto.

d) Diseño de las instalaciones.

El diseño de las instalaciones, el material y los equipos para el ducto, será consistente con los requerimientos establecidos por los códigos, las Normas Oficiales Mexicanas y las normas reconocidas internacionalmente. Los componentes principales del Sistema incluyen:

- El gasoducto.
- City Gate.
- El derecho de vía, las servidumbres de paso y la ocupación temporal durante la construcción del ducto
- Los sistemas y equipos de protección contra la corrosión;

f) Accesorios del gasoducto y City Gate.

En general, los accesorios del gasoducto, incluyendo los codos, las conexiones en "T", las válvulas de bloqueo, las válvulas de ducto y otros equipos, están diseñados para cumplir con los mismos requisitos que los que se aplican al ducto.

El propósito de las válvulas de bloqueo es permitir el aislamiento de diversos tramos del ducto a fin de minimizar el impacto al medio ambiente y brindar seguridad en caso de rupturas o de purgas programadas.

El proyecto contempla estaciones de válvulas de bloqueo (seccionamiento) de gas natural, de acuerdo con la norma ASME B31.8 Sección 846.11. Las válvulas de bloqueo serán soldadas en el sitio y ubicadas en zonas apropiadas con acceso adecuado. Se podrá requerir el uso de terrenos adicionales para las estaciones de válvulas de bloqueo cuando el ducto esté dentro de la zona del camino de acceso. Los sitios para válvulas de bloqueo se eligieron utilizando un conjunto de criterios que abarcan temas como el acceso, los niveles de inundación, la topografía, las líneas de energía eléctrica y la seguridad.

Los montajes de tuberías de las estaciones de válvula de bloqueo deberán estar equipados con conexiones para instrumentos que permitan la instalación de manómetros y otros instrumentos. Las conexiones deberán de contar con válvulas de manera que los equipos puedan conectarse o desconectarse sin despresurizar el gasoducto.

Las válvulas de bloqueo, las válvulas de purga y los accesorios conexos están especificados según la clasificación ANSI 600, clase especial. La distribución del sitio asegura una separación adecuada entre la tubería subterránea y las estructuras sobre el suelo. A continuación, se presenta la lista de materiales:

Tabla 10 lista de materiales

Cantidad	Descripción	Material
Gasoducto		
5,787 m	Tubería S.C. de 4" NPS Cédula Estándar (0.237")	SA-106-B+FBE
81.30 m	Tubería S.C. de 4" NPS Cédula Estándar (0.237")	SA-106-B
11.00 m	Tubería S.C. de 2" NPS Cédula Estándar (0.154")	SA-106-B
26.50 m	Tubería S.C. de 8" NPS Cédula Estándar (0.322") Encamisado	SA-106-B
22	Codo de 45° de 4" NPS, Cédula Estándar (0.237")	SA-234-WPB
14	Codo de 90° de 4" NPS, Cédula Estándar (0.237")	SA-234-WPB
6	Codo de 90° de 2" NPS, Cédula Estándar (0.154")	SA-234-WPB
1	TEE recta de 4" NPS, Cédula Estándar (0.237")	SA-234-WPB
22	Brida tipo cuello soldable de 4" NPS CL300	SA-105N
4	Brida tipo cuello soldable de 2" NPS CL300	SA-105N
1	Weldolet de 1" NPS CL3000	SA-105N
1	Threadolet de 1/2" NPT CL3000	SA-105N
1	Válvula bola Trunnion actuada de 4" NPS CL300	A-105-WCB
10	Válvula bola Trunnion de 4" NPS CL300	A-105-WCB
1	Válvula bola Trunnion de 2" NPS CL300	A-105-WCB
1	regulador axial de 2" NPS CL300 con piloto serie 60	
2	Junta aislante tipo arandela de 4" NPS CL300	A316
1	Conector de 1/2" NPT x 3/8" OD	A316
1	Conector de 1/4" NPT x 3/8" OD	A316
1	Tubing de 3/8"	SA-213
15	Espaciador para tubería de 4" NPS	
2	Sello final	
	Cinta delimitadora	
City Gate		
10	Válvula de bola 4"	A 105 WCB
2	Filtros de gas coalescente 4"	A 105 WCB
2	Medir de turbina 4"	A 105 WCB
2	Regulador con sistema de corte 2"	A 105 WCB
2	Regulador 2"	A 105 WCB
2	Válvula de bola 1"	A 105 WCB
10	Válvula de bola 6"	A 105 WCB
17	Brida	SA-105N
4	Brida	SA-105N

13 m	Tubería	SA-106B
5	Tee	SA-234-WPB
8	Codo de 90°	SA-234-WPB
1	Codo de 90°	SA-234-WPB
6	Reducción	SA-234-WPB
4	Reducción	SA-234-WPB
8	Brida	SA-234-WPB
2	Reducción	SA-234-WPB
2.3 m	Tubería	SA-106-B
1.2 m	Tubería	SA-106-B
5	Brida	SA-105N
4	Tapón soldable	SA-234-WPB
1	Codo de 90°	SA-234-WPB
1	Tee	SA-234-WPB
2	Brida	SA-105N
1	Brida	SA-105N
2	Brida	SA-105N
35	Threadolet	SA-105N
2	Threadolet	SA-105N
4	Weldolet	SA-105N
7	Indicador de presión	A316
2	Indicador de presión	A316
2	Indicador de presión diferencial	A316
2	Mirilla de nivel	A316
2	Indicador de temperatura	A316
16	Válvula de bola	A316
14	Válvula de bola	SA-105/350LF2
8	Válvula de bola	SA-105/350LF2
24	Niple	A304
2	Niple	A304
2	Niple	A304
9	Tee	SA-182
4	Codo de 90°	SA-182
4	Transmisor de presión	A316
4	Transmisor de temperatura	A316
4	Manifold	A316
7	Termopozo	A304
1	Termopozo	A304
4	Sonda de temperatura	

2	Válvula de alivio	A105WCB
4	Conector de glándula	
4	Conector	A316
4	Conector	A316
10	Conector	A316
10	Conector	A316
8	Conector	A316
1 m	Tubing	SA-213
18 m	Tubing	SA-213
3 m	Tubing	SA-213
14	Tapón macho	
14	Tapón macho	
1	Junta aislante	A316L
1	Junta aislante	A316L
1	Bastidor	
1	Bastidor	
1	Gabinete eléctrico	SS-316
200	Espárragos (4" CL600)	SA-194 2H
48	Espárragos (6" CL600)	SA-194 2H
64	Espárragos (2" CL600)	SA-194 2H
60	Espárragos (6" CL600)	SA-194 2H
16	Espárragos (1" CL600)	SA-194 2H
96	Tuerca	SA-194 2H
400	Tuerca	SA-194 2H
160	Tuerca	SA-194 2H
120	Tuerca	SA-194 2H
13	Abrazadera para tubo de 6" nivel piso terminado	A-105
5	Abrazadera para tubo de 6" nivel piso terminado	A-105

g) Características de los componentes del sistema

Los componentes del sistema deberán cumplir con lo siguiente:

1. Estar libres de defectos que puedan afectar o dañar la resistencia, hermeticidad o propiedades del componente.
2. Contarán con un certificado de calidad.

3. Serán compatibles químicamente con el gas a conducir y con cualquier otro material del sistema con el que tengan contacto.

h) Pruebas No Destructivas y Soldadura

La soldadura en el ducto debe ser realizada por un soldador o soldadores calificados, utilizando procedimientos calificados. Los soldadores y los procedimientos, deben cumplir además con los requerimientos de la sección 8.10 de la NOM-007-ASEA-2016. Para calificar el procedimiento de soldadura, la calidad de la soldadura deberá determinarse por pruebas destructivas.

Procedimiento de soldadura.

Antes de que se realicen las soldaduras en una tubería de acero se debe contar con un procedimiento de soldadura calificado de acuerdo con las Normas Aplicables para el tipo o proceso de soldadura a emplear.

Calificación de soldadores.

Los soldadores serán calificados de acuerdo con las Normas Aplicables para el tipo o proceso de soldadura a emplear.

Recalificación de soldadores.

Las personas que realicen trabajos de soldadura deben observar lo siguiente después de la calificación inicial, un soldador debe ser recalificado:

a) Cuando exista una razón específica para cuestionar su habilidad;

- b) Si no ha empleado el proceso específico en un periodo de 6 meses o mayor;
- c) Anualmente, y
- d) La calificación de los soldadores, serán válidas únicamente dentro de los límites especificados del procedimiento de soldadura. Si se efectúan cambios en las variables esenciales se requerirá de una recalificación.

Protección de las soldaduras.

- a) Durante el proceso de soldadura en tuberías, se debe proteger de condiciones ambientales adversas que pudieran perjudicar la calidad de la soldadura, y
- b) Las soldaduras terminadas en tuberías enterradas y/o sumergidas deben ser protegidas contra la corrosión, de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana.

Las pruebas no destructivas de las uniones soldadas, se deben ejecutar aleatoriamente en un porcentaje de las soldaduras realizadas por cada soldador, de acuerdo a lo siguiente:

- a) En Clase de localización 1 por lo menos el 10%;
- b) En Clase de localización 2 por lo menos el 15%;
- c) En Clases de localización 3 por lo menos el 40%;
- d) En Clases de localización 4 el 75%, y
- e) En cruces con ferrocarriles, carreteras, autopistas, ríos, arroyos y canales e instalaciones superficiales el 100%.

Prueba de hermeticidad

a) El gasoducto se someterá a una prueba de hermeticidad antes de ser puesto en servicio, incluyendo ampliaciones, reemplazos, reparaciones y modificaciones. La prueba de hermeticidad para la unión de conexiones a las ampliaciones del sistema con las tuberías existentes o por reparaciones a las mismas, se puede probar con gas natural, a la presión de operación con la unión descubierta, mediante la aplicación de soluciones tensoactivas y/o detectores de gas.

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

c) Los equipos utilizados para determinar la variación de la presión y temperatura deben tener un certificado de calibración vigente.

d) Se considera que la instalación es hermética, cuando al término de la prueba no exista cambio en la presión. La variación de presión admisible es la atribuible a una variación en temperatura o presión atmosférica la cual debe demostrarse mediante el cálculo termodinámico correspondiente. En caso contrario, el sistema se debe revisar hasta eliminar las fugas repitiendo la prueba hasta lograr la hermeticidad del mismo.

e) Antes del inicio de operación y una vez conectadas al sistema de distribución se debe realizar una prueba de hermeticidad a las estaciones de regulación y/o medición a la

presión de operación, de acuerdo a los requisitos del numeral 6.9.5.9 para la detección de fugas, por medio de sustancia tensoactiva y/o equipo detector de gas.

f) Cuando el sistema de distribución se desarrolle por etapas, se debe realizar una prueba de hermeticidad a la etapa correspondiente antes de que ésta entre en operación.

g) La prueba de hermeticidad se debe realizar con agua, aire, gas inerte, gas natural.

i) Especificaciones de material y equipo.

El material para esta obra cumple con las siguientes especificaciones: secciones de ducto: API 5L, con los siguientes requerimientos:

- El fabricante deberá de tener la acreditación según el ISO 9002.
- El proceso de manufactura de ducto deberá ser ERW y/o SAW soldado bien sea longitudinalmente o en espiral.
- El acero es de grado X42

El material para este proyecto cumplirá con las siguientes especificaciones:

- Secciones de ducto: API 5L, con los siguientes requerimientos:
- El fabricante deberá tener acreditación según ISO 9002.
- El proceso de manufactura de ducto deberá ser ERW y/o SAW soldado bien sea longitudinalmente o en espiral.
- El acero deberá ser de grado X-70.
- Composición:

- Carbono 0.18% máx.
- Vanadio 0.10% máx.
- Azufre 0.015% máx.
- Suma de Nb, V, Ti, Cu, Mo y Cr 0.5% máx.
- $C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Cu + ni)/15$ 0.39% máx.
- La resistencia elástica medida arriba del mínimo especificado no deberá sobrepasar 150 MPa.
- Propiedades de impacto especificadas: Las especificadas, probadas por la prueba DWTT a temperaturas apropiadas.
- Los valores de prueba de dureza (HAZ) no deberán pasar de 260 HV10.
- Se examinará la lámina para ducto en cuanto a laminaciones, de acuerdo con SEL 072.
- Las soldaduras longitudinales de ducto serán probadas ultrasónica mente a todo lo largo del gasoducto.
- Ductería de City Gate API 5L o ASTM A53
 - Válvulas de Línea Principal API 6D
 - Bridas y Herrajes ASME B16.5 y B16.9
 - El ducto será laminado bajo control y podrá ser enfriado aceleradamente.

Composición:

- Carbono 0.18% máx.
- Vanadio 0.10% máx.
- Azufre 0.015% máx.
- Suma de Nb, V, Ti, Cu, Mo y Cr 0.5% máx.
- $C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Cu + ni)/15$ 0.39% máx.
- La resistencia elástica medida arriba del mínimo especificado no deberá sobrepasar 150 MPa.

- Propiedades de impacto especificadas: Las especificadas, probadas por la prueba DWTT a temperaturas apropiadas.
- Los valores de prueba de dureza (HAZ) no deberán pasar de 260 HV10.
- Se examinará la lámina para ducto en cuanto a laminaciones, de acuerdo con SEL 072.
- Las soldaduras longitudinales de ducto serán probadas ultrasónica mente a todo lo largo del gasoducto.
- Ductería de Estación API 5L o ASTM A53
- Válvulas de Línea Principal API 6D
- Bridas y Herrajes ASME B16.5 y B16.9

j) Protección Anticorrosiva.

Dando cumplimiento con lo establecido en la NOM-007-ASEA-2016, la tubería de acero al carbón enterrada, contará con recubrimiento Fusion Bonded Epoxy "FBE" de fábrica, además se aplicará en sitio el mismo recubrimiento en las uniones soldadas. Por otro lado, la tubería aérea del sistema de transporte será recubierta utilizando el siguiente sistema anticorrosivo: limpieza abrasiva SP-5 limpieza a metal blanco, primario P19 epóxico poliamida fosfato de zinc y un acabo A29 poliuretano modificado de altos sólidos, en color amarillo "Golden Yellow" (RAL 1004), además contará con flechas indicadoras para la dirección del flujo y la frase "GAS NATURAL" colocadas de manera que siempre sean visibles para toda persona que circule por la trayectoria del ducto.

k) Protección Catódica.

El ducto contará con un sistema de protección catódica por medio de corriente impresa, el cual se dimensionará previo a la construcción. Se deberá de contar con la memoria de cálculo correspondiente que compruebe el correcto diseño y parámetros de instalación del sistema.

El ducto contará con un sistema de protección catódica por medio de corriente impresa, el cual se dimensionará previo a la construcción. Se deberá de contar con la memoria de cálculo correspondiente que compruebe el correcto diseño y parámetros de instalación del sistema.

Perfil de potenciales de polarización

Una vez instalado el sistema de protección catódica se debe verificar el nivel de protección a lo largo de la trayectoria del ducto. Los valores de potencial obtenidos deben cumplir, como mínimo, con alguno de los criterios indicados en el numeral 3.5 de este Apéndice (Normativo). Con la información anterior se debe elaborar el perfil inicial de potenciales de polarización y, mediante su análisis e interpretación, se deben realizar los ajustes operacionales a que haya lugar en el sistema seleccionado. Se deben establecer pruebas de rutina para verificar el comportamiento del sistema de protección catódica, tales como medición y registro de la demanda de corriente eléctrica de protección, resistencia del circuito, condiciones operativas de la fuente de corriente eléctrica directa y perfiles de potenciales de polarización. Lo anterior, con la finalidad de identificar fácilmente los valores de sub-protección o sobreprotección en el ducto, así como contar con elementos de juicio técnicos para llevar a cabo pruebas y/o estudios adicionales.

El análisis e interpretación de los resultados de las pruebas antes mencionadas se deben efectuar de manera integral para efectos comparativos, con el objeto de determinar la

tendencia de los parámetros monitoreados. Esta información se debe integrar en un expediente sobre la funcionalidad del sistema.

Potencial ducto/suelo máximo permisible:

Este valor se fijará de acuerdo a las características particulares del recubrimiento anticorrosivo existente en el ducto. No debe exceder al potencial de desprendimiento catódico o a valores de potencial más negativos que originen problemas colaterales. Como recomendación general, el valor máximo de potencial no deberá exceder de -2,5 volts en condición de encendido con respecto de un electrodo de referencia o, -1,1 volts en la condición de apagado instantáneo; ambos potenciales referidos a un electrodo de referencia de cobre/sulfato de cobre saturado (Cu/CuSO_4), con el electrolito circundante al ducto a proteger o protegido catódicamente.

Lo anterior, para reducir los efectos adversos tanto en el recubrimiento dieléctrico como en el ducto debido a una sobreprotección originada por el sistema de protección catódica.

Mediciones de corriente eléctrica:

Durante las etapas de implementación, pruebas de campo, construcción, puesta en operación y seguimiento de la efectividad de los sistemas de protección catódica de ductos enterrados y/o sumergidos, se deben realizar estudios que involucren la medición de variables eléctricas tales como: potencial Ducto/suelo (natural y de polarización), resistividad, resistencia y corriente.

Medición de potenciales ducto/suelo

Para la protección catódica de ductos metálicos enterrados y/o sumergidos en un electrolito, es necesario conocer la diferencia de potencial adquirido en la interface Ducto/suelo, con corriente de protección catódica aplicada (potenciales de polarización), para el criterio de -100 milivolts de polarización, descrito en el numeral 3.5 inciso C del Apéndice (Normativo) de la presente norma, tanto en ausencia de corriente eléctrica de protección (potenciales naturales o de corrosión), como en la impresión de corriente eléctrica (potenciales de polarización). Para efectuar la medición de esta diferencia de potencial se requiere utilizar una celda o electrodo de referencia. En el caso de ductos de acero enterrados o sumergidos enterrados, se debe utilizar la celda de cobre/sulfato de cobre saturado (Cu/CuSO₄).

En los casos donde se utilicen electrodos de referencia diferentes al de cobre/sulfato de cobre saturado (Cu/CuSO₄) se debe tomar en cuenta el potencial equivalente. Entre los electrodos de referencia más usados encontramos los potenciales equivalentes siguientes:

- a) KCl saturado (calomel) con un valor mínimo de potencial equivalente de: -0,78 volts,
- b) Plata/cloruro de plata (Ag/AgCl) con un valor mínimo de potencial equivalente de: -0,80 volts.

El gasoducto se verificará cuando menos una vez al año el adecuado funcionamiento de los electrodos de referencia.

Los voltímetros utilizados en la medición de la diferencia de potencial ducto/suelo deben tener una alta impedancia de entrada. Se recomiendan impedancias de entrada no menores a 10 mega ohms.

Cuando se requiera conocer de manera continua la diferencia de potencial ducto/suelo, se debe utilizar un registrador de potencial mecánico o electrónico con rango y resistencia de entrada adecuados.

Medición de resistividad

Se deben realizar mediciones de la resistividad del suelo, para ser usadas como apoyo en la implementación del sistema de protección catódica. La siguiente tabla indica la relación entre la resistividad y corrosividad del terreno, proporciona datos indicativos de los efectos de corrosividad del suelo referidos a la resistividad del mismo:

Tabla 11 relación entre la resistividad y corrosividad del terreno

Resistividad del suelo (ohms/cm)	Corrosividad del suelo
0-1.000	Altamente corrosivo
1.000-5.000	Corrosivo
5.000-10.000	Poco corrosivo
10.000-en adelante	Muy poco corrosivo

I) Odorización

Para la seguridad de la población el gas se debe odorizar en los ductos de transporte ubicados en clase de localización 4 o 5 cuando discorra más de 2 km de su longitud, se encuentren el 50% o más de la longitud del ducto en esas clases de localización. La odorización no es requerida para:

- a) gas en campos subterráneos;
- b) gas utilizado para procesamiento o usado donde el odorante no sirva como un agente de prevención o pueda perjudicar al proceso, y

c) gas utilizado en cualquier operación relacionada a la exploración o producción de gas natural antes de ser entregado a proceso o Transporte.

La odorización y el monitoreo debe realizarse de conformidad con lo establecido en el D (Normativo) de la Norma numeral 10.27 de la NOM-007-ASEA-2016. Debido a la clase de localización de este gas estará odorizado desde la salida del City Gate "Río Blanco", que será el punto de transferencia de custodia.

m) Diseño de la Tubería (memoria de cálculo)

Factor F de Diseño

Para cumplir con ASME B31.8 cada sección del ramal será categorizada por ubicación, clase y tipo de construcción de gasoducto.

La base para evaluar la clasificación de ubicación está relacionada con el número de edificios dentro de un corredor de 400 m de ancho, medido desde la línea central del derecho de vía del gasoducto. Se seleccionó la ruta para evitar cercanía a aldeas o poblaciones. Las clasificaciones locales también están sujetas a modificación en función del tipo de construcción de ducto o instalación, por ejemplo, estaciones o los cruces (de camino o carreteras). El factor de diseño se determinó a partir de las tabulaciones que se encuentran en la 841.114 de ASME B31.8. (Ver la Cláusula 842.2 para los factores de diseño para cruces con ríos y cuerpos de agua en general). De igual forma, conforme a la norma oficial mexicana la NOM-007-ASEA-2016.

Considerando lo establecido en la NOM-007-ASEA-2016 en su numeral 7.5, Clases de localización deben ser en conformidad con lo siguiente:

- a) Clase de localización 1. Lugares expuestos a la actividad humana poco frecuente sin presencia humana permanente. Esta Clase de Localización refleja áreas de difícil acceso, como los desiertos y regiones de la tundra;
- b) Clase de localización 2. El Área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones ocupadas por personas y/o lugares con una densidad de población inferior a 50 habitantes por kilómetro cuadrado. Esta Clase de Localización refleja áreas como tierras baldías, tierras de pastoreo, tierras agrícolas y otras zonas escasamente pobladas;
- c) Clase de Localización 3. El Área unitaria con más de diez y hasta cuarenta y cinco construcciones ocupadas por personas y/o lugares con una densidad de población de 50 personas o más, pero menos de 250 personas por kilómetro cuadrado, con múltiples viviendas, con hoteles o edificios de oficinas donde no más de 50 personas pueden reunirse regularmente y con industrias dispersas. Esta Clase de Localización refleja áreas donde la densidad de población es intermedia entre la Clase de Localización 2 y la Clase de Localización 4, tales como las zonas marginales ubicadas alrededor de las ciudades y pueblos, ranchos y fincas;
- d) Clase de Localización 4. El Área unitaria que cuenta con cuarenta y seis construcciones o más ocupadas por personas y/o lugares con una densidad poblacional de 250 personas o más por kilómetro cuadrado, excepto donde prevalezca una Clase de Localización 5. Esta Clase de Localización refleja zonas donde existan desarrollos urbanos, zonas residenciales, zonas industriales y otras áreas pobladas que no estén incluidas en la Clase de Localización 5;

e) Clase de localización 5. Cuando además de las condiciones presentadas en una Clase de Localización 4, prevalece alguna de las características siguientes:

- I. Construcciones de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja;
- II. Vías de comunicación con tránsito intenso o masivo, e
- III. Instalaciones subterráneas de servicios prioritarios o estratégicas para la zona urbana.

Tabla 12 Selección de factor de Diseño

Clase de Localización	1	2	3	4	5
Ruta general	0.77	0.77	0.67	0.55	0.45
Cruces e invasiones paralelas. Caminos secundarios	0.77	0.77	0.67	0.55	0.45
Cruces e invasiones paralelas. Caminos principales, vías de ferrocarril, canales, ríos y lagos	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45
Trampas de diablos	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45
Ducto principal en estaciones y terminales	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45
Construcciones especiales, como ensambles fabricados y Ducto en puentes	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45

Conforme a lo anterior, se estableció de manera general una clase a localización 4. Considerando que con el factor de diseño (F) de 0.4. La tubería contará con el espesor de pared requerido para soportar la presión de diseño del sistema de transporte y resistir las cargas externas bajo las cuales se sujetará la tubería después de su instalación en todos sus puntos, al igual que todos los accesorios y conexiones soldables que compondrán el sistema de transporte.

La metodología del cálculo de espesores para el ducto fue de acuerdo con los lineamientos marcados en el Código ASME B31.8 "Gas Transmission and Distribution Piping Systems". Para la determinación del factor de diseño se consideró al ducto en su recorrido total dentro de una localización Clase 4. Siendo los factores de diseño como se menciona a continuación:

Ducto en Clase de Localización tipo 4	F.D. = 0.40
Cruces con Caminos	F.D. = 0.40
Cruces con ferrocarril	F.D. = 0.40
Ensamblados Fabricados (Válvulas de Seccionamiento)	F.D. = 0.40

Se estableció de manera general una clase a localización 4. Considerando que con el factor de diseño (F) de 0.4. La tubería contará con el espesor de pared requerido para soportar la presión de diseño del sistema de distribución y resistir las cargas externas bajo las cuales se sujetará la tubería después de su instalación en todos sus puntos, al igual que todos los accesorios y conexiones soldables que compondrán el sistema de distribución.

La especificación del material del tubo corresponde a API 5L Gr. X42/ASTM A106-B.

Diámetro del ducto

El dimensionamiento del ducto se determinó por un análisis hidráulico del sistema. Los parámetros principales tomados en consideración fueron: presión de operación máxima del sistema (presión de entrega), composición del gas, temperaturas de líquido y ambiente, demandas hidráulicas máximas (considerando una posible expansión en un futuro), gas de empaque, longitud del gasoducto, rugosidad de la pared interna del ducto, diferencias de elevaciones, presiones de entrega mínimas sobre el sistema y espesor de pared de ducto.

Espesor de Pared de Ducto

Conforme a lo establecido en el numeral 7.8 Documentación, de la NOM-007-ASEA-2016, para la determinación del espesor mínimo requerido para las diferentes secciones del ducto de acero se utilizó la fórmula siguiente:

$$t = \frac{P \times D}{2 \times S \times F \times E \times T}$$

En donde:

- t Espesor de pared Nominal de la Tubería para línea regular clase 4
- P Presión de diseño
- D Diámetro exterior de la tubería
- F Factor de diseño basado en la densidad de población [0.40 para Clase 4 Table 841.114A]
- S Resistencia mínima a la cedencia
- T Factor de corrección por temperatura
- E Factor de junta longitudinal

El espesor de tubería de 4" será de 0.237".

Diseño Estructural

El diseño estructural inicial del gasoducto está basado ASME B31.8 y la fórmula de esfuerzo tangencial, incluyendo los factores de diseño que representan la ubicación y tipo de instalación o construcción de ducto. Sin embargo, el diseño estructural final tanto del gasoducto como de las instalaciones relacionadas incluirá una verificación de los niveles de esfuerzo bajo escenarios y/o condiciones de carga especiales a lo largo de la ruta del gasoducto, por ejemplo, expansión térmica y flexibilidad, cruces del ducto (camino, ferrocarriles, ríos, canales y pantanos), estaciones y los efectos de cargas funcionales y ambientales especiales que se prevean durante la vida operativa del sistema de gasoducto. Las condiciones ambientales especiales que se deberán tomar en cuenta para este proyecto incluirán eventos sísmicos.

Simulaciones Hidráulicas del Sistema

Las simulaciones hidráulicas son una representación de la distribución de la tubería, diámetros y longitudes del sistema y sin escala, para determinar la velocidad del gas en las secciones o tramos del proyecto. Para la obtención de los cálculos hidráulicos se empleó el software GasCalc 5.0.

Capacidad el sistema

La capacidad del sistema se determina evaluando la capacidad de conducción de flujo de su infraestructura o secciones de este. Por lo anterior, la capacidad operativa del sistema que será suministrado por 220,000 m³/día.

Cálculo de cruces especiales.

Los cálculos de cruces especiales se llevarán a cabo previo a la etapa de construcción del proyecto y deberán cumplir con la NOM-007-ASEA-2016.

Separación de tuberías

Dando cumplimiento con lo establecido en el numeral 7.6 Separación de ductos con otras instalaciones subterráneas de la NOM-007-ASEA-2016, se consideró una separación mínima de 30 cm con todas las instalaciones existentes a lo largo del recorrido del ducto.

1. Así mismo cuando no sea posible lograr las distancias mínimas indicadas entre ductos, se realizará un estudio específico considerando, cargas, identificación de la localización del ducto, estabilidad del terreno, canalizaciones de líneas eléctricas y que no se afecten los sistemas de protección catódica de los ductos entre otros.
2. En el caso de que, durante el proceso de construcción del ducto, no sea posible mantener la separación, debido a una infraestructura existente (energética, hidráulica, telecomunicaciones, ductos de servicios, entre otros), se tomaran medidas para proteger a los ductos de agentes externos y asegurar el acceso a los mismos para fines de mantenimiento.
3. Se tendrá fácil acceso a todos sus componentes.
4. Se observarán las distancias mínimas respecto de otras Instalaciones, áreas de Almacenamiento de sustancias inflamables o peligrosas, derechos de vía de otros servicios, edificaciones y zonas urbanas.
5. No se invadirán derechos de vía de otros servicios o se solicitarán las autorizaciones correspondientes a las dependencias competentes y concesionarias, según sea el caso.

6. Se guardará una distancia mínima de 10 metros de cualquier edificación, 15 metros de cualquier instalación donde se almacenen sustancias peligrosas o inflamables, y 50 metros de centros de reunión como hospitales, escuelas, guarderías infantiles, salas de concierto, iglesias, centros de convención y parques recreativos, entre otros lugares de concentración de personas.
7. No se instalarán los ductos en la proximidad de líneas de conducción eléctrica.
8. La separación entre el ducto y la pata o sistema de tierras de la estructura de una línea de transmisión, serán como mínimo de 15 metros para líneas de transmisión de 400 kV y 10 metros para líneas de transmisión de 230 kV o menores y si no se puede lograr las distancias mínimas indicadas se realizará un estudio específico de manera previa como posterior a la instalación del Ducto para reforzar el recubrimiento dieléctrico de las del Sistema de Transporte de gas natural donde sea necesario y por ningún motivo la distancia será menor de 3 metros.

Flexibilidad y soportes en tubería superficial

La tubería especificada, así como los componentes del sistema de transporte de gas natural fueron diseñados y especificados con flexibilidad para evitar que la expansión o contracción causen esfuerzos sobre el ducto, así como evitar dobleces muy pronunciados, cargas anormales, puntos de palanca, etc., para cumplir con el punto 7.30 de la NOM-007-ASEA-2016.

Dando cumplimiento al numeral 7.31 Soportes y anclaje de la NOM-007-ASEA-2016, el ducto y su equipo asociado contará anclajes y soportes que evitarán esfuerzos excesivos al conectarla con equipos en operación; resistirán las fuerzas longitudinales causadas por una flexión o desviación del ducto; evitarán la vibración excesiva y resistirán el

impacto de transitorios en la operación del sistema de transporte, tales como cambios súbitos de presión.

Los soportes o anclajes del Ducto superficial se construirán con material no combustible resistente a las condiciones físicas, químicas, biológicas y geomorfológicas del entorno y ser diseñados e instalados considerando lo siguiente:

- a) Una libre expansión y contracción del ducto entre soportes o anclajes;
- b) Las condiciones de servicio involucradas, y
- c) Movimiento del ducto que pudiera provocar desacoplamiento del equipo y del soporte.

Instalaciones Eléctricas

Las instalaciones del City Gate deberán cumplir con los requerimientos mínimos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (utilización), o la que la modifique o sustituya.

5.1.4. Diseño de instrumentación y control.

A continuación, se presentan los conceptos de diseño generales que se utilizarán para todo instrumento primario:

- Se especificarán los instrumentos para un rango de temperaturas ambiente desde -20°C hasta +50°C.
- Los instrumentos de proceso por lo general se especificarán para la Clase I, División 1, Grupo D para la clasificación de zonas, tanto de la División 1 como de la División 2.

- El diseño minimizará el uso de circuitos que son intrínsecamente seguros y de equipos accionados a 110 Voltios AC.
- Todo transmisor y otro dispositivo sujeto a vibraciones será montado sobre soportes para instrumentos o caballetes de 2 pulgadas manteniéndose aislados de la fuente de vibración.
- Los contactos de interruptores por lo general serán especificados SPDT y serán asignados de acuerdo a la aplicación.
- Los recintos para instrumentos montados en el campo serán de acuerdo a la norma NEMA 4 y/o 7.
- Los instrumentos montados exteriormente serán protegidos de la luz directa del sol y de la lluvia.
- La medición de temperatura se realizará con un accesorio remoto de resistencia (RTD's) de PT-100.
- Reguladores de primera y segunda etapa:
 - Presión máxima de operación 100 Bar.
 - Presión de trabajo de los reguladores de presión 41.8-63.2 kg/cm².
 - Conexión de entrada y salida 2" brida RF ANSI 600.

Los filtros son marca Inova, modelo VFS-6-1440, modelo de cartucho JPMG-336-CE-R, marca Jonell, presión de trabajo 41.8-63.2 kg/cm², cuerpo del recipiente 14" ANSI 600 RF, contarán con tapas de cierre rápido, marca Sypris, modelo threaded Closure (ver Anexo Técnico F plano de los filtros).

Tabla 13 Cédula de Conduit del City Gate y cableado-Instrumentación

No de circuito	TAG de cable	Tamaño de conduit	Desde	Hacia	Equipo/servicio
C01	PIT-01	1"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de presión PIT-01	PIT-01
C02	TIT-01	1"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de temperatura TIT-01	TIT-01
C03	FT-01	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Emisor de pulsos PIT-01	FT-01
C04	PIT-02	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de presión PIT-02	PIT-02
C05	TIT-02	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de temperatura TIT-02	TIT-02
C06	FT-02	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Emisor de pulsos PIT-02	FT-02
C07	PIT-03	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de presión PIT-03	PIT-03
C08	TIT-03	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de temperatura TIT-03	TIT-03
C09	PIT-04	2"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de presión PIT-04	PIT-04
C10	TIT-04	2"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de temperatura TIT-04	TIT-04

Manómetros

Marca: Dewit

Presión máxima de operación: 0-28 kg/cm²

Material del cuerpo: acero inoxidable

Servicio: gas natural

Temperatura de operación: 20 °C

Conexión: 1/2" Nivel piso terminado

Diámetro de carátula: 4½"

Válvula interceptora de seguridad

En las líneas de regulación del City Gate "Rio Blanco", que entregará una presión de salida de 21 kg/cm², se instalarán válvulas de corte por alta o baja presión, precediendo a los reguladores monitor, se instalarán válvulas slam shut, marca Tormene americana, modelo TA956SSV de 2" ANSI 600, presión máxima de operación de 100 bar, con dispositivo de corte tipo cx615. cuentan con resorte con rango de ajuste de 13.0 a 40.0

bar para el corte por alta presión y de 6.0 a 19.0 bar para el corte por baja. los trenes de regulación estarán configurados para trabajar de manera automática y con los puntos de corte ajustados a manera de que nunca exista una presión mayor a la permitida en el ducto, que es de 21 kg/cm².

Válvula principal

La válvula bola de 4" ANSI 300, tipo trunnion, de paso completo, equipada con un actuador eléctrico o neumático, cuerpo de acero al carbón, marca Warren, cumplen con la norma API 6d, operadas mediante palanca, incluyen portacandado.

Válvulas de seccionamiento

Serán diez válvulas son tipo bola de 4" ANSI 300, tipo trunnion, de paso completo, cuerpo de acero al carbón, marca Warren, cumplen con la norma API 6d, operadas mediante palanca, incluyen portacandado.

Válvulas en manómetros

Serán 6 piezas. válvula de aguja de acero inoxidable 316 de ½" nivel piso terminado, marca Dline, presión máxima de operación 6,000 psig.

Válvulas de purgado

Serán 6 piezas. válvula de aguja de acero inoxidable 316 de ½" nivel piso terminado, marca valve-tek, presión máxima de operación 2,000 psig.

Medición del flujo de gas.

La medición del flujo en las estaciones de recepción y de entrega se realizará mediante los estándares internacionales apropiados.

Pruebas e inspección.

La inspección y calibración de los cromatógrafos de gas se realizará de conformidad con el "*Código de práctica de calibración de analizadores de gas de proceso*". Se inspeccionará y probará el sistema de medición necesario para el cumplimiento de todos los códigos, las normas y las especificaciones.

El City Gate contará con dispositivos que permitan conectar al sistema de medición un simulador portátil certificado a fin de verificar totalmente todas las entradas y salidas de datos al sistema de medición, y verificar la precisión y funcionamiento del equipo que realiza los cálculos.

5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

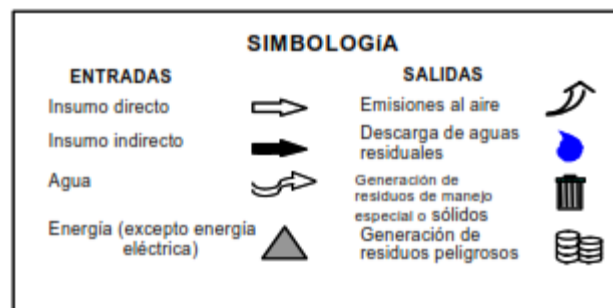
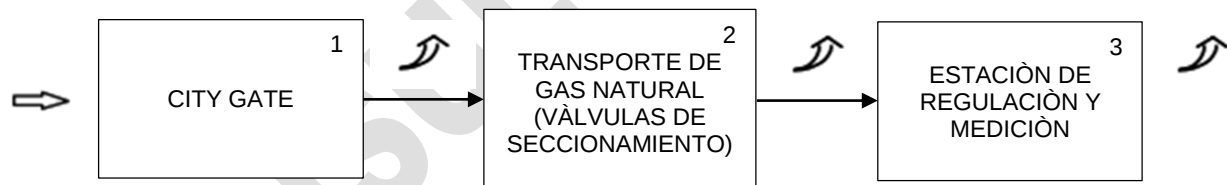
En la presente sección se describen las sustancias manejadas en el sistema de transporte por medio gasoducto.

La evaluación de las actividades consideradas como riesgosas se realiza con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Capítulo V, del Título IV, Artículo 147. Asimismo, tomando como fundamento los listados 1 y 2 de las Secretaría de Gobernación, quien determina las cantidades de reporte para clasificar a las empresas que realizan actividades altamente riesgosas.

El proyecto está considerado como de alto riesgo debido a que la cantidad de gas natural que manejará será de 769 kg como metano, masa que se encuentra en el interior (empacada) la cual excede la cantidad de reporte que es de 500 kg como metano.

El gas natural no forma nubes toxicas en caso de una fuga. En cuanto a la posibilidad de un evento por explosión, el sistema no contará con sistema de almacenamiento, además de que su manejo se realizará con medidas de seguridad asociadas a su operación dentro de la planta.

Diagrama de bloques de emisiones



El Estudio de Riesgo incluye todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando las características de peligrosidad y aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando el nombre de la sustancia, el Número de registro CAS, el flujo en m³/día, la concentración, la capacidad máxima de transporte y la cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas. A continuación, se presenta el resumen de las sustancias peligrosas manejadas:

Tabla 14 Resumen de sustancias peligrosas

Nombre químico de la sustancia IUPAC	No. CAS	Riesgo químico					Flujo en m ³ /día	Concen- tracción %	Capacidad			Tipo de almacenamie nto	Cantidad de reporte en el listado de actividades altamente riesgosas
		C	R	E	T	I			Máxima de proceso (ton/día)	Máxima de transporte m ³ /día	Máximo de almacenamien to		
Gas Natural	8006-14-2					X	150,000	metano	No aplica	511,380	No aplica	No aplica	500 kg

5.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

El trazo del sistema integral de suministro de gas natural se desarrollará en los municipios de Río Blanco, Orizaba, Huiloapan de Cuauhtémoc y Rafael Delgado en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, de acuerdo a la georreferencia del proyecto y a la sobre posición de la capa de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, se establece que la infraestructura se desarrollará en la primera sección dentro del Parque Nacional Cañón de Río Blanco. Durante los recorridos en campo por la zona donde se ubicará el proyecto se constató la existencia del canal Cidosa (canal particular que va a la Comisión Federal de Electricidad) el cual se encuentra a un lado de las vías de ferrocarril, dicha área se encuentra ya impactada por el paso de las vías del tren (ver Anexo B).

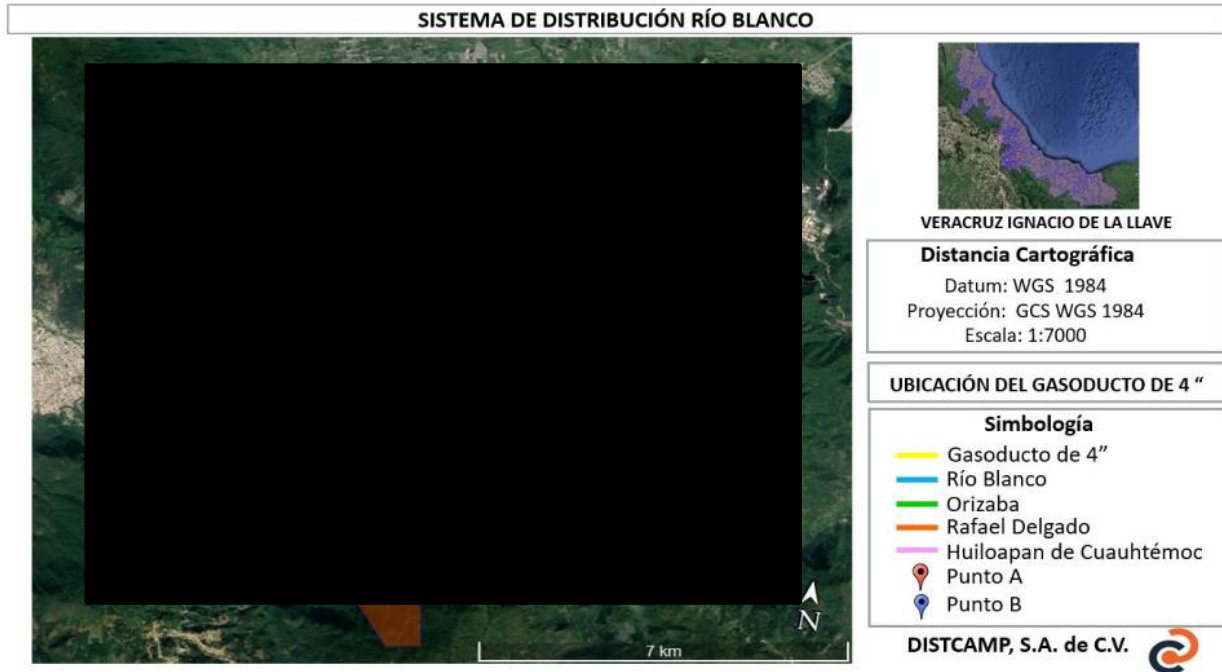


Figura 3 Ubicación del gasoducto

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

Los problemas ambientales que se presentan dentro del área del proyecto e influencia, así como en el Sistema Ambiental; derivan del aumento del crecimiento urbano, que se traduce en el deterioro de las condiciones ambientales, debido al cambio del uso del suelo, y la concentración del uso de recursos naturales como el agua. Aunque esta zona, comparte beneficios en el avance del desarrollo urbano, también padece y comparte de la problemática que se presenta en el área conurbada: principalmente en problemas de calidad del aire, generada principalmente por el tránsito de vehículos, las vías de comunicación saturadas, el control de avenidas. Para determinar la calidad ambiental que se presenta el Sistema Ambiental, a continuación, se realiza la descripción de los elementos bióticos y abióticos presentes.

a) Clima

Río Blanco

El municipio de Río Blanco presenta dos tipos de clima a lo largo del año, el templado húmedo (33%) y semicálido húmedo (67%). De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, donde se pretende establecer la Estación es del tipo Cw, semicálido húmedo, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C como se aprecia en la siguiente figura.

Orizaba

El clima en el municipio es templado y húmedo con una temperatura máxima anual de 35°C y una mínima de 10°C en invierno. La temperatura media es de 21°. La época de lluvias se registra en los meses de junio a septiembre con una precipitación pluvial media anual de 1,800 mm.

Huiloapan de Cuauhtémoc

En el municipio se desarrollan dos tipos de climas el semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano que representa el 57% del territorio municipal y el resto (43%) posee un clima tipo templado húmedo con abundantes lluvias en verano. El rango de temperaturas medias oscila entre los 14 a 20°C y su precipitación en el rango de 1,100 a 1,600 mm.

Rafael Delgado

El clima que se desarrolla en el municipio de Rafael Delgada se presenta como Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano representando un 61% del municipio y un clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano para el 39% del municipio. La temperatura máxima promedio que se registra es de 29° C y la mínima promedio es de 16° C. Presenta una precipitación media pluvial de 2,530 mm.

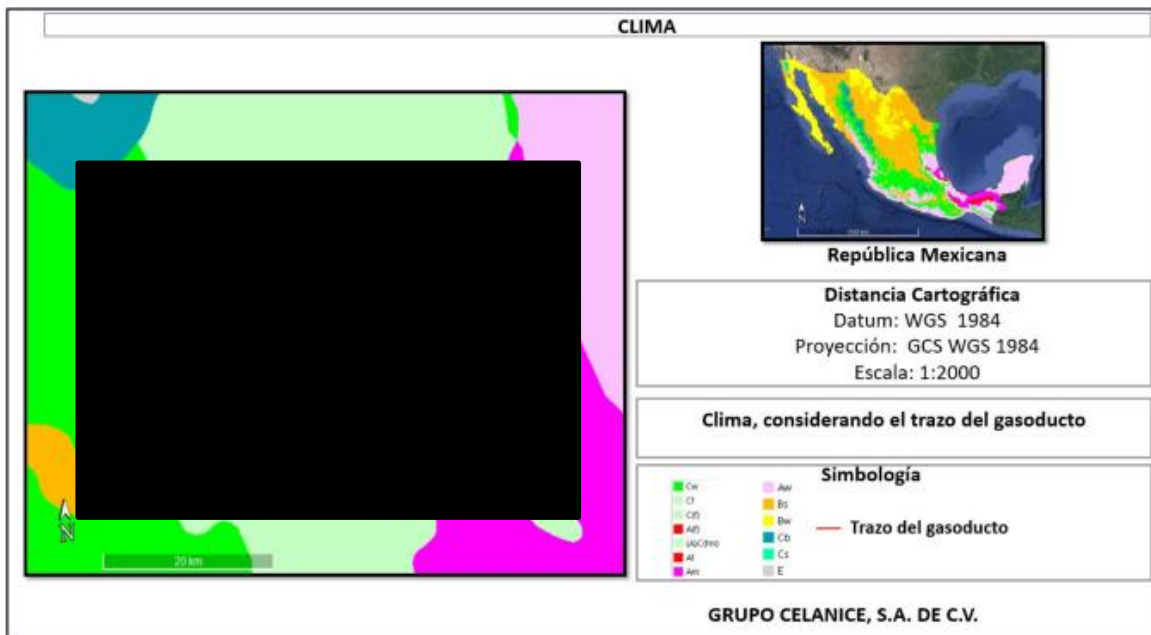


Figura 4 Clima del trazo del gasoducto

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

b) Geología y Geomorfología

El área en donde se asientan los municipios por donde pasara el proyecto se encuentran sobre la provincia fisiográfica de la sierra madre del sur. Esta provincia comprende la zona limítrofe con el estado de Puebla en el área de Orizaba. Está formada por montañas plegadas con orientación noreste-sureste. Afloran rocas sedimentarias del cretácico depositadas en fases de cuenca y de plataforma.

Del cretácico inferior aflora una secuencia de calizas negras que contienen lentes y bandas de pedernal, en ocasiones las calizas son clásticas, su estratificación varía de delgada a muy gruesa y pertenecen a las formaciones Tuxpanguillo o Xonamanca y Capolucan. Otras calizas son de color más claro, gris oscuro, forman estratos de 20 a 30 centímetros y presentan fases arrecifales con bancos hasta de 4 metros de espesor, las cuales son integrantes de la formación de Orizaba. La unidad del cretácico superior está constituida por calizas biógenas depositadas en facies de plataforma. Las calizas son de color crema, forman estratos que varían de medianos a gruesos y contienen calcarenitas. Esta unidad corresponde a las formaciones Gusmatla y Atoyac, aflora en Atoyac, al norte de Córdoba, en Tezonapa y al sur de Orizaba.

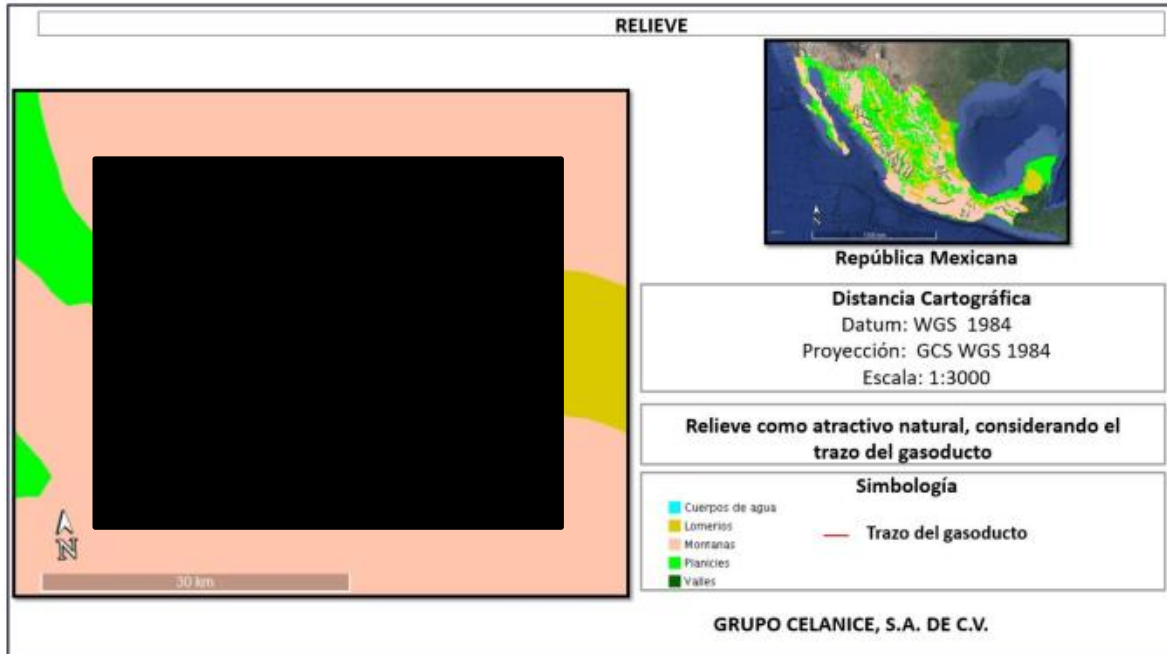


Figura 5 Relieve de atractivo natural del trazo del gasoducto

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

Suelos

Río Blanco

Los suelos del municipio comprenden tres unidades características de suelo, en las zonas altas se localiza el suelo con características de leptosoles, sobre yaciendo a las unidades de caliza que dan origen a la montaña, se trata de un suelo con horizonte "A" mólico con espesores menores a 50 cm con alto contenido de carbonato de calcio y que sobreyacen a las calizas que en forma de litosol se encuentran inmediatamente debajo o aflorando directamente. Esta unidad de suelo se encuentra asociada íntimamente a las unidades calcáreas, son suelos delgados, pedregosos de topografía accidentada y susceptibles a la erosión, la fase física de los suelos en esta zona corresponde a la fase lítica.

La unidad de suelo asociada a las calizas arcillosas presentes también en la zona montañosa, en su área de pie de monte consiste en vertisoles con una coloración café oscura con alto contenido de arcilla y que se agrietan al secarse, estos suelos se encuentran en la zona con pendiente pronunciada, viene asociada esta unidad de suelo con caídos rocosos a veces de gran tamaño. La primera etapa del trazo se pretende ubicar en un suelo de tipo leptosol de acuerdo a lo siguiente figura. **UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.**

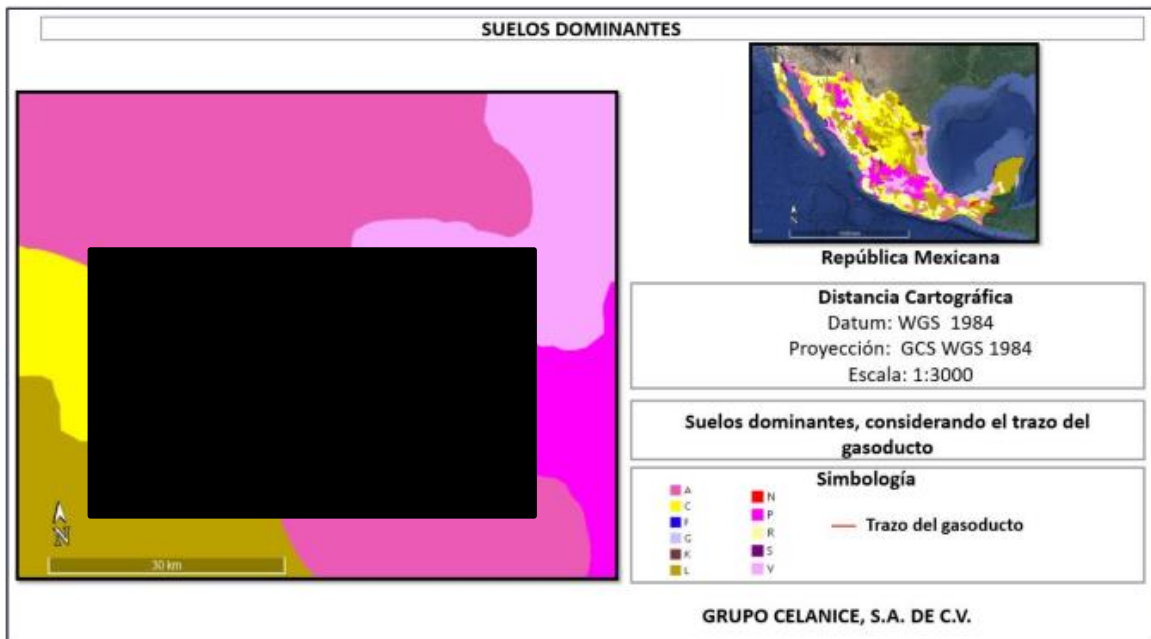


Figura 6 Suelos dominantes del trazo del gasoducto

Orizaba

El suelo se compone con predominio de los tipos, rendzina, Vertisol Húmico, vertisol pélico, andosol. Húmico y Litosol se caracterizan por la acumulación de arcilla en el subsuelo, suelen ser ácidos y demasiado pobres en nutrientes en zonas templadas como el valle, además de susceptibles a la erosión en caso de escasear la cubierta vegetal como ocurre actualmente. Sobre los tipos de suelo, por sus características dentro del territorio municipal tenemos, el rendzina, el uso urbano de este tipo de suelo está limitado por su bajo potencial de excavación, sin embargo, tiene una alta aptitud para

uso forestal y ecoturístico. Tiene una alta capacidad de recarga. El uso agrícola está condicionado por que están compuestos de material calcáreo que solo permite cultivos de raíces someras, se ubica en el cerro de Escamela; el Vertisol Crómico, tiene efectos de expansión y contracción, por lo que el uso urbano está restringido por los altos costos de urbanización que genera, es apto para el uso agrícola, sin embargo presenta dificultades para labranza, se localiza al centro y sur del valle; Vertisol pélico, Este suelo se caracteriza por tener efectos de expansión y contracción, por lo que el uso urbano está restringido por los altos costos de urbanización que genera. Es apto para el uso agrícola, sin embargo, presenta dificultades para labranza, se localiza en las laderas del cerro del Borrego; el andosol Húmico, No es apto para el desarrollo urbano, ya que es un suelo considerado colapsable, y tampoco es un suelo apto para la agricultura por que retiene el agua y nutrientes, se localiza en poca proporción en el norte del valle; el litosol, Este tipo de suelo, condiciona el uso urbano ya que su potencial de excavación es sumamente bajo, por lo que su uso dependerá de la pendiente y del tipo de roca del subsuelo. Para el uso agrícola no es apto, pues prácticamente no presenta capa vegetal que permita el crecimiento de vegetación o cultivos, se localiza en el cerro del Borrego.

Huiloapan de Cuauhtémoc

El trazo del sistema de suministro pasara principalmente por la zona urbana del municipio y zonas, ya impactadas por la construcción de la autopista, con respecto a la zona urbana del municipio se desarrolló sobre rocas de tipo sedimentarias del Cretácico, así como el suelo aluvial del tipo cuaternario, esto significa que el valle se compone de laderas tendidas y sierra de cumbres tendidas.

Rafael Delgado

El tipo de suelo presente en el municipio de Rafael Delgado es del tipo acrisol, que se desarrolla principalmente sobre productos de alteración de rocas ácidas, con niveles elevados de arcillas que con el paso del tiempo se pueden degradar.

La pobreza de nutrientes, principalmente minerales, el nivel de toxicidad por los niveles de aluminio y la adsorción de fosfatos lo vuelven susceptibles a erosión lo que restringe altamente el uso del suelo. Se utiliza más o menos el 50% en el sector agrícola ganadero.

Hidrología superficial y subterránea

Río Blanco

El municipio de Río Blanco pertenece a la región hidrológica del Papaloapan (100%) de la cuenca del río Papaloapan (100%), en la subcuenca del mismo nombre. Durante los recorridos en campo por la zona donde se ubicará el proyecto se constató la existencia del canal Cidosa el cual se encuentra a un lado de las vías de ferrocarril, dicha área se encuentra ya impactada por el paso de las vías del tren.

Orizaba

El municipio se encuentra dentro de la región hidrológica del Papaloapan (100%) de la cuenca río Papaloapan (100%), en la subcuenca del Río Blanco. En el valle de Orizaba se encuentra regado por parte del Río Blanco que corre al sur y sirve de lindero político administrativo, el municipio a su vez es cruzado por diversos escurrimientos algunos de los cuales nacen dentro del mismo territorio y otros como el río Orizaba provienen del municipio vecino de Ixhuatlancillo. El río Orizaba ha venido siendo saneado desde los

años 80s con colectores de drenajes sanitarios que descargaban al afluente. Los demás escurrimientos que se encuentran dentro del municipio como los arroyos Totolitos, Aguacates y Caliente nacidos dentro del territorio municipal, requieren de ser saneados ya que reciben descargas clandestinas de drenaje sanitario de la zona urbana municipal.

Huiloapan de Cuauhtémoc

El municipio se encuentra dentro de la región hidrológica del Papaloapan (100%) de la cuenca río Papaloapan (100%), en la subcuenca del Río Blanco.

El municipio cuenta dentro de su territorio con recursos hídricos, específicamente el paso del “Río Nogales”, el cual se encuentra en la periferia desde el oeste, norte y este del municipio. De igual manera cuenta con canales de riesgo en la parte este del municipio, y con pequeños escurrimientos de agua, provenientes de los cerros El San Cristóbal, El Zotoltecatl, El Mirador, La Barranca de Manzanaxtla y el Zotoltepetl los cuáles desembocan en el río Nogales.

Rafael Delgado

El área de estudio se encuentra ubicada en la cuenca del río Papaloapan que, a su vez, forma parte de la Región Hidrológica No. 28 Río Papaloapan, cuenta con cuerpos de agua de suma importancia para la región, tales son: El muerto, Hueyepan, San Juan y el Río Papaloapan. Regionalmente son cuatro los ríos principales, uno es el Río Blanco que nace en la sierra de Acultinazgo y que, siguiendo una trayectoria de poniente a oriente, desemboca en la laguna de Alvarado al norte de la trayectoria del Río Papaloapan; efluentes del Río Blanco, con una trayectoria de Noreste a suroeste, el Río

de Orizaba nace al suroeste del Pico de Orizaba y cruza la ciudad de Orizaba para unirse al Río Blanco en el puente de San Antonio.

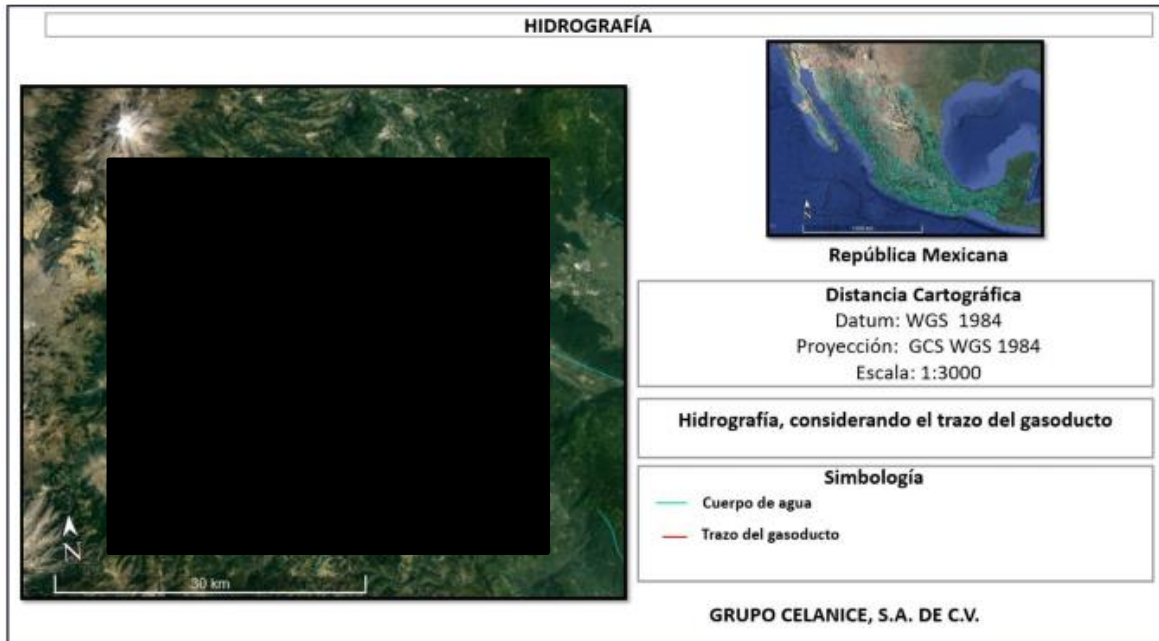


Figura 7 Hidrología del trazo del gasoducto

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

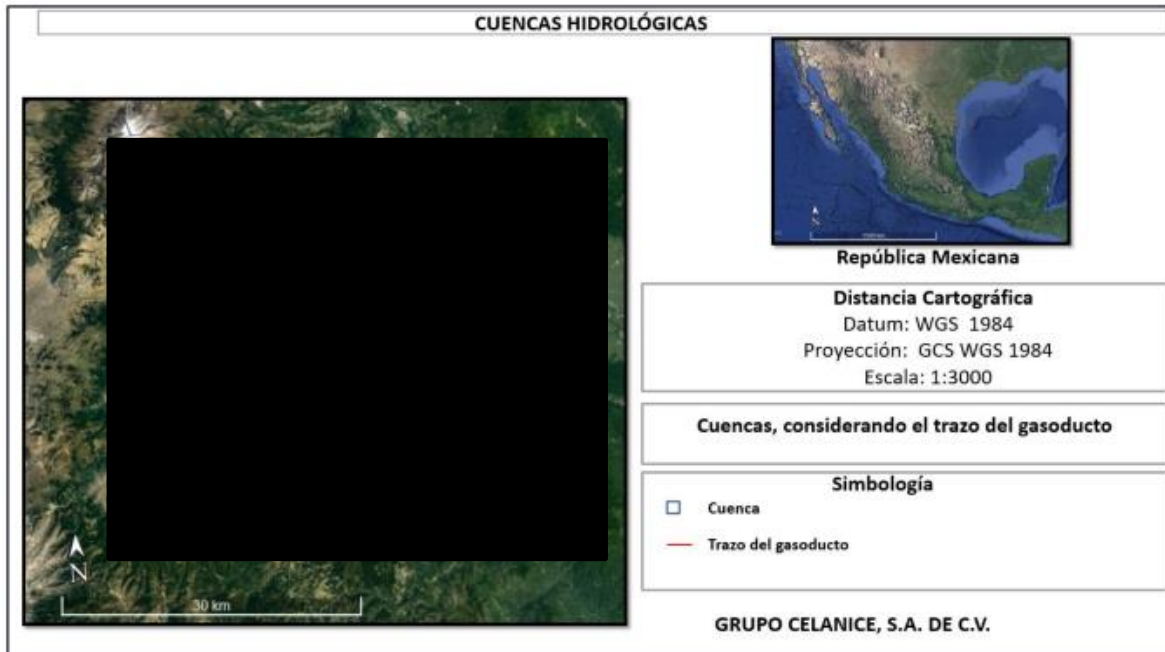


Figura 8 Cuencas del trazo del gasoducto

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

Aspectos bióticos. Vegetación terrestre

Río Blanco

La vegetación está predominada por los pinos (*Pinus pseudostrobus*), helechos y plantas silvestres, además de encinos, frecuentes en las partes más húmedas cercanas al parque Nacional Cañón del Río Blanco.

Orizaba

El tramo del Sistema Integral de suministro de gas natural para el grupo Báltico pasara por la parte urbana del municipio de Orizaba, por lo que en los recorridos realizados en el tramo del sistema integral de suministro de gas natural para grupo Báltico solo se

observó vegetación secundaria e introducida, ya que la parte por donde correrá el proyecto corresponde a una zona urbana.

Huiloapan de Cuauhtémoc

En los recorridos realizados se observó que la vegetación que se encuentra cercana a la zona en donde se realizará el presente proyecto corresponde al tipo de vegetación secundaria, además de que se observaron áreas agrícolas principalmente de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

Rafael Delgado

Durante el recorrido realizado en la región del municipio, no se encontró vegetación significativa en la zona donde atravesará el gasoducto, sin embargo, el municipio de Rafael Delgado cuenta con diversos ecosistemas tales como bosque frío de pináceas donde las principales especies arbóreas son los pinos colorados (*Pinus aristata*), los Oyocalnite, y encinos (*Quercus ilex*).

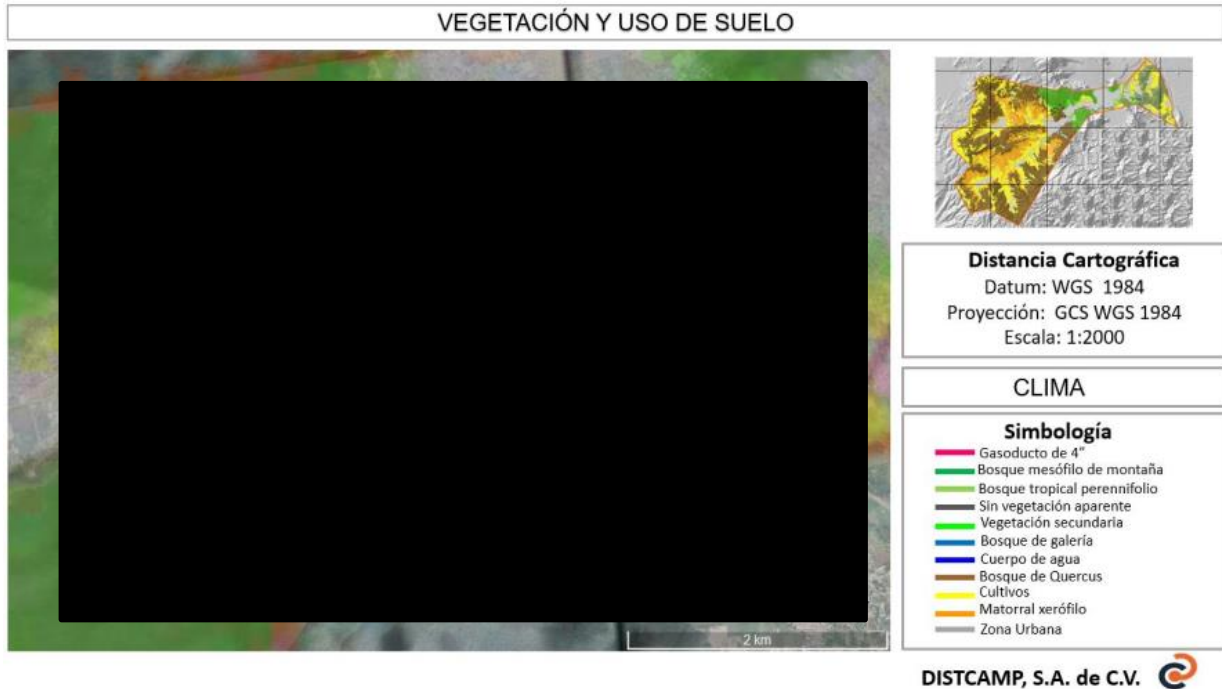


Figura 9 Vegetación y uso de suelo

Fauna

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

El sistema integral de suministro de gas natural para el grupo báltico pasara por un área urbana y por áreas ya impactadas por la construcción de caminos para las zonas habitacionales continuas, durante los recorridos sólo se observaron especies domesticas como perros (*Cannis lupus familiaris*), gatos (*felix silvestris catus*), y reces (*Bos primigenius Taurus*). Las especies silvestres observadas fueron zopilotes negros o comunes (*Coragyps atratus*), Zanates (*Quiscalus*) e insectos como mariposas (*Lepidoptera*). Cabe destacar que el proyecto se encuentra cercano al parque nacional Cañón de Río Blanco en donde se reporta especies como venado cola blanca, también conocido como ciervo de Virginia (*Odocoileus virginianus*), conejo (*Sylvilagus brasiliensis* y *Sylvilagus floridanus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), coyote (*Canis latrans*), ocelote (*Leopardus pardalis*), mofeta (*Mephitis macroura*), mapache (*Procyon lotor*),

cacomixtle o cacomisel (*Bassariscus astutus*). Ninguna de las especies antes mencionadas se encuentra en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo; Por lo que se afirma que no hay especies que estén citadas en este instrumento normativo, aunado a esto se manifiesta que en la superficie prevista a ocupar por el proyecto, no hay más especies que ganado, como consecuencia de la actividad pecuaria y algunos perros considerados como parte de la fauna local debido a la urbanización.

Paisaje

De acuerdo al Programa de ordenamiento de la zona conurbada de los municipios de Orizaba, son consideradas zonas de paisaje aquellas áreas en las que los componentes naturales las hacen atractivas para las actividades de recreación, para la zona de los municipios que forman parte del área conurbada de Orizaba el paisaje se encuentra representado principalmente por El Cañón del río Blanco el cual fue declarado con una superficie de 55,690 hectáreas. La vegetación es una combinación de selva baja caducifolia con bosques de coníferas, dentro del parque se localizan cuerpos de agua de singular belleza, el uso permitido es de recreación, sin embargo, no está acondicionado para este fin existiendo dentro de su territorio algunas zonas dedicadas a la agricultura (Programa de ordenamiento de la zona conurbada de los municipios de Orizaba-1998), para la fecha de realización del presente estudio no existe un plan de manejo para dicho parque nacional. El parque Nacional El Cañón de Río Blanco, presenta la siguiente problemática:

- Insuficiencia de recursos humanos, materiales y financieros para la operación de la totalidad del área natural protegida.

- No se han establecido los decretos expropiatorios correspondientes, o no se ha cubierto el monto de indemnización en su oportunidad. Debido a esto, los propietarios y poseedores de los predios continúan haciendo uso de los recursos a través de actividades no planificadas o autorizadas.
- En las zonas de carácter urbano se presentan invasiones a su superficie por asentamientos urbanos irregulares, con la aparición de problemas de contaminación de suelo y agua.
- La tala clandestina ha ocasionado problemas de erosión y pérdida del hábitat para la fauna silvestre.
- No se cuenta con programas de investigación que proporcionen el conocimiento de los recursos del área y las técnicas adecuadas, tanto para el manejo racional y sostenido de los recursos, como para la solución de problemas socioeconómicos ligados a éstos.

De acuerdo a lo estipulado en dicho programa tanto en el municipio de Río Blanco como en la mayor parte de los municipios que forman parte de la zona conurbada de Orizaba uno de los mayores problemas son las descargas de aguas municipales e industriales que se vierten en el Río Blanco. Además de la problemática ambiental causada por la explotación de material pétreo de los cerros Escámela y el borrego, la incompatibilidad de usos de suelo y la ausencia de zonas recreativas son los problemas que afectan principalmente al paisaje de la zona.

De igual manera se debe de tomar en cuenta que el crecimiento de los asentamientos urbanos y el establecimiento de la zona industrial de la zona provocan impactos negativos al ambiente. En cuanto a la imagen urbana se pronostican congestionamientos a las áreas centrales si no se establece la utilización recreativa de los espacios abiertos. Se puede concluir que el paisaje natural de la región en donde se

desarrollará el presente ha sido afectado por un mal manejo de las áreas naturales esencialmente para el caso del Parque Nacional Cañón de Río Blanco.

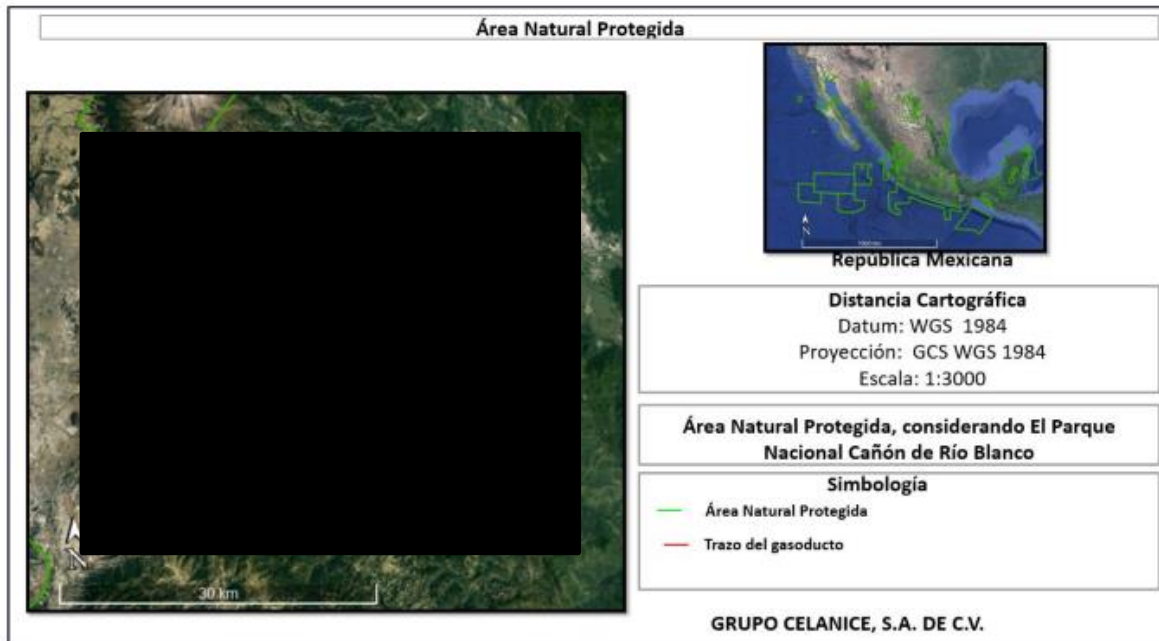


Figura 10 Área natural protegida del trazo del gasoducto

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

Medio socioeconómico

Río Blanco

De acuerdo a la encuesta Intercensal del INEGI del año 2015, para el caso del municipio de Río Blanco se contaba con 16,497 habitantes económicamente activos de los cuales 15,525 de ellos forman parte de la población económicamente activa ocupada. El 1% de la población forma parte del sector primario, un 21.3% de la población se emplea dentro del sector secundario, y el 76.7% se encuentra laborando dentro del sector terciario. Lo que nos indica que en el municipio de Río Blanco la mayor parte de la

población se dedica al comercio, la prestación de servicios y otras actividades que forman parte del sector terciario.

Huiloapan de Cuauhtémoc

Debido al accidentado relieve en el municipio la población se distribuye principalmente en las zonas bajas del municipio, por lo que está compuesta por 4 localidades de tipo urbanas, mismas que integran la parte este y oeste del municipio. Dichas localidades son: Cuauhtémoc (zona habitacional y comercial), Paredón Viejo, San Cristóbal y Donato Guerra (zona industrial).

Orizaba

La población económicamente activa en el municipio de acuerdo a la encuesta Intercensal del INEGI es de 49,674 (39.4% de la población) personas, la Población económicamente activa es de 46,471 habitantes y se reparte por sectores de la siguiente forma: sector primario: 2,788 habitantes (0.6%) la cual comprende la agricultura, explotación forestal, ganadería, minería, pesca, el sector secundario: 9,816 (21.0%) que comprende el área de la construcción, electricidad, gas y agua y la industria manufacturera; y el sector terciario: 35,991 (77.0%) que comprende el sector del comercio, servicios y transportes.

Rafael Delgado

El porcentaje de población económicamente activa que cuenta con las de 12 años de edad equivale al 53.21%, de los cuales, el 75.62% corresponden al sexo masculino y el 31.43% al sexo femenino se encuentran trabajando o en busca de trabajo.

La población que ya se encuentra activa equivale al 95.88%, de los cuales el 94.95% pertenecen al sexo masculino y 98.04% corresponden al sexo femenino ya cuentan con un empleo fijo.

Demografía

Río Blanco

El municipio cuenta con un total de 40,611 habitantes de los cuales un total de 21,201 son mujeres (52%) y 19,035 hombres (48%). De acuerdo a los datos del censo realizado por el INEGI en el año 2010.

Huiloapan de Cuauhtémoc

De acuerdo a lo registrado en la encuesta Intercensal para el año 2015 se registraba un total de 7,221 habitantes en el municipio de Huiloapan de Cuauhtémoc con 3,463 hombres (48%) y 3,758 mujeres (52%), contando con un 2.89% de población indígena es decir 88 hombres y 94 mujeres.

Orizaba

De acuerdo a la encuesta Intercensal del 2015 del INEGI se registraba un total de 126,005 habitantes con un total de 57,660 hombres y 68,345 mujeres del área de estudio es el municipio más poblado, con una tasa de crecimiento actual de 0.86%.

Rafael Delgado

De acuerdo a la encuesta Intercensal del 2015 del INEGI se registraba un total de 23,112 habitantes, de los cuales 11,165 corresponden al sexo masculino y 11,947 al sexo femenino, equivalente al 0.28% de la población total del estado. La tasa de crecimiento equivale al 2.82%. El municipio cuenta con 4,428 hogares de los cuales 1,030 son liderados por "jefas de familia", cada hogar cuenta con un aproximado de 4.6 integrantes. En este sentido puede decirse que el Sistema Ambiental presenta características de área urbana, en donde se cuenta con servicios básicos como agua, drenaje, luz, caminos pavimentados, así como zonas habitacionales, comerciales e industriales, en donde los elementos naturales originales han sido modificados, sustituyéndolos por equipamiento e infraestructura urbana. El problema de los contaminantes atmosféricos emitidos a la atmósfera del Área Urbana, como en la mayor parte de las grandes Ciudades del País, se encuentra estrechamente relacionado a su esquema de desarrollo urbano, tecnológico e industrial.

Las emisiones a la atmósfera generadas por el proyecto durante la etapa de construcción, serán puntuales y temporales, caracterizadas por gases de combustión provenientes de la maquinaria pesada y camiones y por partículas debido al movimiento de materiales. Las actividades que generan las emisiones son: trazo y apertura de la zanja, excavación, acarreo, tendido de la tubería, compactación y relleno, transporte de materiales y transporte de material. Es importante mencionar que la maquinaria que se utilizará, es reducida en número y no se encontrará en funcionamiento toda la jornada de trabajo.

Las emisiones generadas no serán significativas, ni generarán un efecto acumulativo en la calidad del aire presente, ya que solamente se presentarán en el sitio en donde se

lleva a cabo el proyecto, durante la etapa de construcción y serán controladas a través de la aplicación de medidas de mitigación, como el mantenimiento preventivo a los vehículos y maquinaria; la colocación de lonas en los camiones para evitar dispersión de polvos, riego en los frentes de trabajo y de material excedente de la excavación (en caso de que se requiera que permanezca en la zona de la obra).

En la etapa de operación, este proyecto sustituirá el uso de combustóleo en instalaciones industriales por el del gas natural, por lo que coadyuvará a la mejora de la calidad del aire de la zona, ya que el gas natural es el combustible fósil más limpio, y su uso conlleva importantes ventajas ambientales, como disminución del consumo energético; reducción de las emisiones contaminantes a la atmósfera, que pueden superar el 50% en algunos procesos; eliminación de las partículas en suspensión en los gases de combustión. En cuanto al ruido, tampoco se espera que exista un incremento significativo, ya que las obras de construcción se realizarán sobre vías de comunicación, generándose un ruido de fondo por el tránsito de los vehículos. Asimismo, se establecerán medidas de mitigación como el mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos y la circulación de los camiones.

Zonas susceptibles a riesgos

A continuación, se presenta si el sitio del Proyecto está ubicado en una zona susceptible a:

- a. Terremotos (sismicidad) (X)
- b. Corrimientos de tierra (NO)
- c. Derrumbamientos o hundimientos (NO)
- d. Inundaciones (historial de 10 años) (X)

- e. Pérdidas de suelo debido a la erosión (NO)
- f. Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión (NO)
- g. Riesgos radiológicos (NO)
- h. Huracanes (NO)
- i. Otros efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.) (NO)

En el área de estudio no exista un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas.

a. Terremotos (sismicidad)

La zona de estudio se encuentra ubicado en la zona de sismicidad B, de acuerdo al mapa de regionalización sísmica de la República Mexicana (C.F.E), aunque se tienen registrados sismos que por su magnitud, aceleración y frecuencia de vibración resultan especialmente importantes. A continuación, se presentan los sismos que se han presentado cerca del área de estudio:

Tabla 15 Listado de los sismos que se han presentado en el área de estudio

Fecha	Magnitud	Epicentro
3 de enero de 1920	6.5	Quimixtlán, Puebla, conocido como el temblor de Xalapa.
15 de enero de 1931	7.8	Con epicentro en Oaxaca.
26 de Julio de 1937	7.3	Epicentro entre Acultzingo y Maltrata.
26 de agosto de 1959	6.4	Que afecto considerablemente a la comunidad de Jáltipan.
11 de marzo de 1967	5.7	Afecto al puerto de Veracruz.
28 de agosto de 1973	7.0	Afecto a la ciudad de Orizaba.

6 de julio de 2007	6.2	Con epicentro en Cintalapa Chiapas muy cerca del límite con el estado de Veracruz.
25 de febrero del 2011	5.7	Epicentro a 30 kilómetros al suroeste de Sayula de Alemán.
7 de abril del 2011	6.7	Epicentro a 83 km al Sureste de las Choapas, Veracruz.

Nótese que los sismos mayores a 7 grados en escala de Richter se encuentran alineados al valle del Rio Blanco. Estos epicentros se localizan en la ciudad de Orizaba y en la zona entre Acultzingo y Maltrata, esto se puede ver con mayor claridad en los mapas de sismicidad, aceleración y periodos de retorno.

El Terremoto de Veracruz de 1973, también conocido como El Terremoto de Orizaba, ha sido uno de los más intensos terremotos que haya tenido lugar en Veracruz. Sucedió el 28 de agosto con una magnitud de 8.5 grados en la escala de Richter, según algunas versiones, dejando miles de viviendas destruidas y al menos 1,000 personas muertas.

Esta información indica una zona sísmica activa en el área del municipio de Rio Blanco, y este es un fenómeno que reduce la resistencia de los elementos que conforman el relieve y que deberá de tomarse en cuenta para la delimitación de las áreas con puntos de atención.

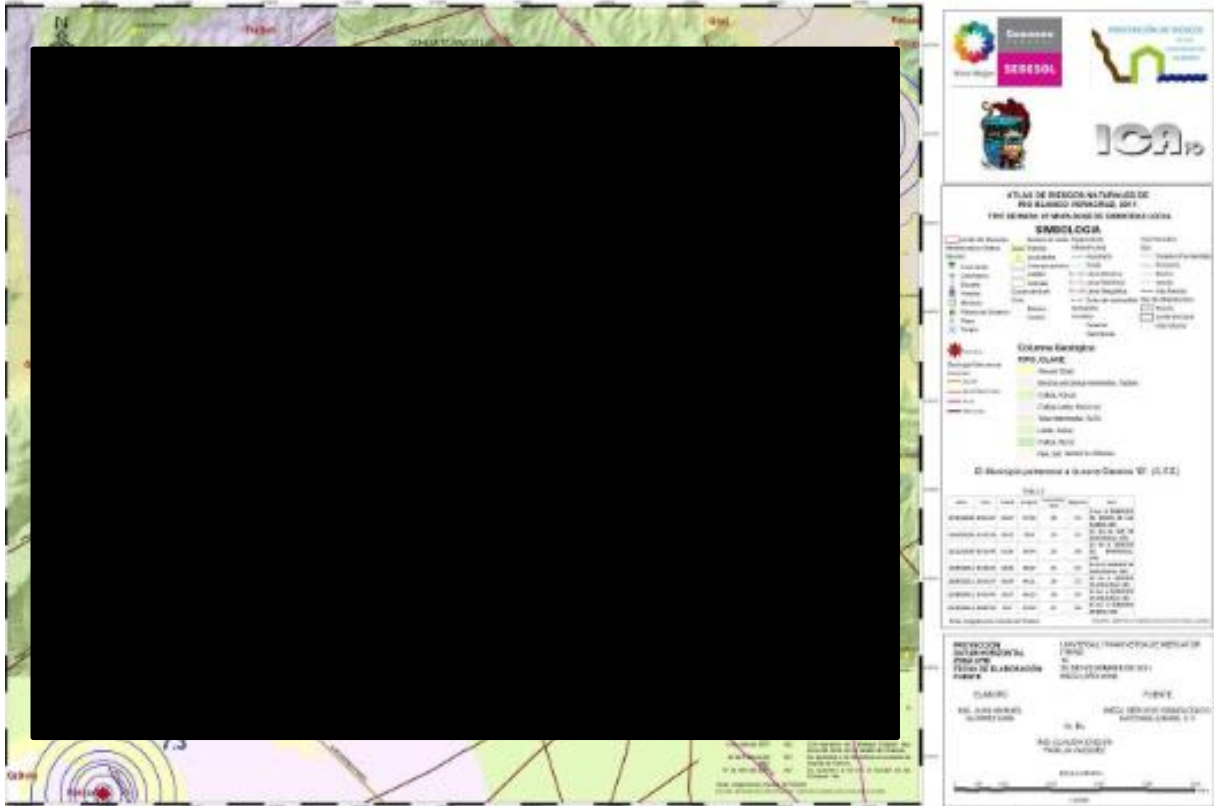


Figura 11 Atlas de Riesgo

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

Inundaciones

Año 2010

De acuerdo a los antecedentes localizados, se emitió Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias severas los días 17 y 18 de septiembre de 2010, en 92 municipio del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, entre ellos, el municipio de Río Blanco, la cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 29 de septiembre de 2010.

En el mismo año 2010, se emitió Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de inundación fluvial los días 26, 27 y 28 de septiembre de 2010, en 26 municipios del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, entre los que se encontró el municipio de Río Blanco, declaratoria publicada en fecha 19 de octubre de 2010.

Colonias que fueron afectadas: Felipe Carrillo Puerto, Francisco I. Madero, Cuauhtémoc, Anáhuac, Centro, Zaragoza, Salvador Gonzalo García, Barrio Nuevo, Xicotepec, Fraccionamiento San Buenaventura.

Corrientes desbordadas: Arroyo de La Carbonera, Río Blanco y Río Chiquito.

Año 2011.

El día 18 de junio del presente año, las fuertes lluvias socavaron varias casas, se derrumbó el puente 5 de mayo y una casa en la calle 5 mayo, de la colonia Modelo, por erosión hídrica.

Asimismo, el día 20 de agosto, el arroyo El Túnel, junto con el arroyo Agua Sabrosa, se desbordaron por la Calle Independencia de la Colonia Felipe Carrillo Puerto, en dicho evento se inundaron quince casas, una a la altura de 80 cm a un metro.

Para muestra, sirve de soporte la declaratoria de desastre Natural por la ocurrencia de movimiento de ladera los días 26, 27 y 28 de agosto de 2011, en los municipios de Camerino Z. Mendoza, La Perla y Río Blanco del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. En el citado evento natural se vieron afectadas las casas-habitación de la Calle Oxtotipepec, en la colonia Xicotepec, resultado afectadas 60 casas, asimismo por dicho

evento meteorológico se derrumbó el talud del puente del Ferrocarril, sufriendo socavamiento en sus bases. El cual está ubicado en la Colonia Cuauhtémoc.

Esta declaratoria de desastre natural, fue realizada después de la valoración que hace el CENAPRED, en la que concluye que “se corrobora la ocurrencia de dichos Fenómenos, en los municipios de Camerino Z. Mendoza, La Perla y Río Blanco del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, mismos que pueden catalogarse como movimiento de laderas y flujos de suelos y rocas superficiales, detonados por las intensas lluvias que han azotado a la región en las últimas semanas”.

En el Diario Oficial de la Federación de fecha 21 de septiembre del presente año, se realizó la publicación de la Declaratoria de Desastre Natural del municipio de Río Blanco, Veracruz, por parte de la Coordinadora General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación, en el cual señala: “Artículo 1o.- Se declara como zona de desastre a los Municipios de Camerino Z. Mendoza, Huiloapan de Cuauhtémoc, La Perla, Magdalena, Maltrata, Mariano Escobedo, Mixtla de Altamirano, Nogales, Rafael Delgado, Río Blanco, San Andrés Tenejapan, Tequila, Tlaquilpa, Tlilapan y Zongolica del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, por la ocurrencia de lluvia severa el 1 de septiembre de 2011, así como a los Municipios de Teocelo e Ixhuacán de los Reyes, de dicha Entidad Federativa, por la ocurrencia de movimiento de laderas el 1, 2 y 3 de septiembre de 2011.

Las Colonias que se vieron afectadas por este fenómeno natural, fueron: fueron afectadas 860 casas, en 16 colonias, entre las que se encontraban: Barrio Nuevo, Felipe Carrillo Puerto, El Modelo, Centro, Agraria, Cuauhtémoc, Villas de Tenango, Benito Juárez, Venustiano Carranza, Xicotepec, Anáhuac, Tenango, Álvaro Obregón, con un

promedio de 15 a 20 centímetros, las principales causas el arrastre de palizada y sólidos, provocando el desbordamiento del arroyo la Carbonera.

De las anteriores citas, evidente que existe constantemente afectaciones a la población municipal de Río Blanco, Veracruz, por la presencia de lluvias, que provocan el desbordamiento del arroyo La Carbonera y el río Blanco.

Cadenamiento por Municipio

Tabla 16 Cadenamiento por Municipio			
Inicio	Final	Total (m)	Municipio
0+000.00	4+440.5	4+440.5	Río Blanco
4+440.5	4+896.15	455.65	Orizaba
4+896.15	6+000.0	1,103.85	Huiloapan de Cuauhtémoc
6+000.00	6.427	427	Rafael Delgado.

**Tabla 17 Proximidades con zonas vulnerables de población
para un radio de 500 m**

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable	Ubicación Km	Distancia a la instalación/proyecto m
Habitacional (muy baja densidad)	Calle José Joaquín Herrera Colonia Venustiano Carranza Municipio Río Blanco	0	175
Habitacional (baja densidad)	Calle Guadalupe Victoria Colonia Villas de Tenango Municipio Río Blanco	0+380	125
Habitacional y comercial (media densidad)	Colonia Unión Obrera Campesina Municipio Río Blanco	0+900	20
Habitacional y comercial (media densidad)	Avenida Camino Nacional Colonia Unión Obrera Campesina Municipio Río Blanco	1+200 a 1+380	20
Habitacional y comercial (media densidad)	Calle Rancho Azul Colonia Reforma Municipio Río Blanco	1+380 a 1+530	15

Habitacional y comercial (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia Reforma Municipio Río Blanco	1+530 a 2+000	30
Habitacional (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia 7 de enero Municipio Río Blanco	2+000 a 2+300	25
Industrial, habitacional y comercial (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Cruce de Canal Colonia La Luz Municipio Río Blanco	3+400	30
Habitacional (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia El Modelo Municipio Río Blanco	3+900	25
Habitacional (media densidad)	Calle de la Agricultura, Calle 7 de Enero y Calle 1 Colonia Cidosa Municipio Orizaba	4+850	15
Puente vehicular Baldío	Calle 1, Avenida 1 Municipio Huiloapan	4+970	2
Habitacional (media densidad)	Glorieta Parque Industrial Valle de Orizaba Municipio Huiloapan	5+100	10
Industrial	Entrada Puente de la Autopista Veracruz- México km 271. Planta Destiladora del Valle 6+191 km Municipio de Rafael Delgado	6+330	15

Tabla 18 Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación y distancia	Encadenamiento del gasoducto Km
Bosque	Parque Xicotepec	Bosque arbolado	Oeste y suroeste a una distancia de 50 m	0 al +0.280
Parque Nacional	Parque Nacional Cañón del Río Blanco	Bosque de coníferas, de encino, mesófilo de montaña y selva perennifolia	Sur a una distancia de 350 a 500 m	1+400 a 6+470
Canal	Canal privado	Canal abierto privado que va hacia Comisión Federal de Electricidad	Paralelo entre el kilometraje 1.530 a 4.700 a una distancia de 2 a 5 metros	1+530 a 4+700

Área Natural Protegida	Ecoparque Cerro del Borrego	Vegetación de selva mediana subperennifolia, bosque de encino y bosque mesófilo de montaña	Norte a 400 m	4+350
Cuerpo de Agua	Río Blanco	El Río Blanco atraviesa por todo el Municipio de Río Blanco	Al sur de 120 m a 900 m	1+200 a 6+427

La zona de estudio no se encuentra ubicado en región Hidrológica Prioritaria, Región Marina prioritaria, Región terrestre prioritaria, área de importancia para la conservación de las aves, ni Sitio Ramsar (humedales).

Tabla 19 Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del derecho de vía

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación	Distancia al ducto	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)	Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)
Habitacional (muy baja densidad)	Calle José Joaquín Herrera Colonia Venustiano Carranza Municipio Río Blanco	SE y SO	50	Proximidad	0	0+0.379
Habitacional (baja densidad)	Calle Guadalupe Victoria Colonia Villas de Tenango Municipio Río Blanco	SE	100	Proximidad	0+0.380	0+900
Habitacional y comercial (media densidad)	Colonia Unión Obrera Campesina Municipio Río Blanco	SE y SO	20	Proximidad	0+0.900	1+200
Habitacional y comercial (media densidad)	Avenida Camino Nacional Colonia Unión Obrera Campesina	SE y SO	20	Avenida Camino Nacional	1+200	1+380

	Municipio Río Blanco					
Habitacional y comercial (media densidad)	Calle Rancho Azul Colonia Reforma Municipio Río Blanco	SO	15	Calle Rancho Azul	1+380	1+400
Habitacional y comercial (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia Reforma Municipio Río Blanco	S	30	Cruce ferrocarril	1+400	1+530
Habitacional (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia 7 de enero Municipio Río Blanco	S	25	Proximidad	1+530	2+000
Habitacional (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia Jardín Municipio Río Blanco	S	25	Proximidad	2+000	2+300
Habitacional (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia Reforma Municipio Río Blanco	S	25	Proximidad	2+300	3+500
Habitacional (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia Reforma Municipio Río Blanco	N	5	Cruce canal privado	1+380	4+670
Habitacional (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia La Luz Municipio Río Blanco	S	10	Proximidad	3+500	3+900
Habitacional (media densidad)	Avenida Ferrocarril Mexicano Colonia El Modelo Municipio Río Blanco	S	10	Proximidad	3+900	4+670
Puente vehicular Baldío	Calle 1, Avenida 1	O	2	Puente vehicular Baldío	4+970	5+070

	Municipio Huiloapan					
Habitacional (media densidad)	Glorieta Parque Industrial Valle de Orizaba Municipio Huiloapan	E	10	Habitacional (media densidad)	5+200	6+100
Industrial	Entrada Puente de la Autopista Veracruz-México km 271. Planta Destiladora del Valle 6+191 km Municipio de Rafael Delgado	S	15	Industrial	6+100	6+470

Tabla 20 Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación promedio al gasoducto	Tipo (proximidad/ cruzamiento)	Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)	Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)
Bosque	Parque Xicotepec	Bosque arbolado	Oeste y suroeste a una distancia de 50 m	Proximidad	0	0.280
Parque Nacional	Parque Nacional Cañón del Río Blanco	Bosque de coníferas, de encino, mesófilo de montaña y selva perennifolia	Sur a una distancia de 350 a 500 m	Proximidad	1+400	6+470
Canal	Canal privado	Canal abierto privado que va hacia Comisión Federal de Electricidad	Paralelo entre el kilometraje 1.530 a 4.700 a una distancia de 2 a 5 metros	Cruzamiento	1+530	4+700
Área Natural Protegida	Ecoparque Cerro del Borrego	Vegetación de selva mediana subperennifolia, bosque de encino y bosque	Norte a 400 m	Proximidad	4+350	4+380

		mesófilo de montaña				
Cuerpo de Agua	Río Blanco	El Río Blanco atraviesa por todo el Municipio de Río Blanco	Al sur de 120 m a 900 m	Proximidad	1+200	6+427

Tabla 21 Proximidades con infraestructura para un radio de 800 m

Tipo de infraestructura	Nombre/descripción	Ubicación	Distancia promedio al ducto (m)	Km inicial de la proximidad (cadenamiento)	Km final de la proximidad (cadenamiento)
Ducto	Gasoducto de 30" Ciudad Mendoza Zapopita Oleoducto 30" Nueva Teapa- Poza Rica Oleoducto 24" Nueva Teapa- Madero	Del City Gate a 20 metros al Suroeste caseta de válvulas de seccionamiento Sector Mendoza PEMEX Logística	20	0	Además, corre paralelo del 0 al 1+200
Instalación industrial de Riesgo	Gasolinera	Al Norte a una distancia de 142 m	142	1+450	1+490
Parque Industrial Valle de Orizaba	Transportes Industriales Unidos, S.A. de C.V.	Avenida 1 Al Norte a una distancia de 5 m	5	5+500 Margen izquierdo	5+650 Margen izquierdo
Parque Industrial Valle de Orizaba	Rovianda Complejo Industrial	Avenida 1 Al Sur a una distancia de 20 m	20	5+505 Margen derecho	5+600 Margen derecho
Parque Industrial Valle de Orizaba	Coca Cola FEMSA	Avenida 1 Al Sur a una distancia de 20 m	20	5+250 Margen derecho	5+430 Margen derecho
Parque Industrial Valle de Orizaba	Empacadora CIAMCA, S.A. de C.V.	Avenida 1 Al Norte a una distancia de 5 m	5	5+650 Margen izquierdo	5+730 Margen izquierdo
Parque Industrial Valle de Orizaba	Fierro y Laminas de Zinc	Avenida 1 Al Sur a una distancia de 20 m	20	5+585 Margen derecho	5+650 Margen derecho
Parque Industrial Valle de Orizaba	Tracsa S.A. de C.V.	Francisco Villa Al Oeste a una distancia de 15 m	15	6+000 Margen derecho	6+070 Margen derecho

Carretera	Autopista Veracruz-México	Kilómetro de la autopista km 271 Corre paralelo al norte 250 m lo atraviesa mediante un puente subterráneo. Además, corre al sur 50 m	50	6+100 Margen izquierdo	6+470 Margen izquierdo
Vía férrea	México-Veracruz	Corre paralelo a la vía del ferrocarril a una distancia de 2 a 3 m		1+530 Margen izquierdo	4+700 Margen izquierdo

Tabla 22 Uso de suelo sobre el Derecho de Vía

Km de inicio (cadenamiento)	Km de fin (cadenamiento)	Tipo de uso de suelo	Descripción
0+000	4+440	Habitacional/Comercial Municipio de Río Blanco	(UM) Uso mixto de vivienda (HUM) Habitación unifamiliar medio, (HUB) Habitación unifamiliar bajo y (EQ) Equipamiento urbano
4+440	4+896	Habitación/Comercial Municipio de Orizaba	(HUM) Habitación unifamiliar medio y (EQ) Equipamiento urbano
4+896	6+000	Industrial Municipio de Huiloapan	Industria Ligera y de Riesgo medio
6+000	6+427	Industrial Municipio de Rafael Delgado	Industria Ligera y de Riesgo medio

5.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

5.4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.

El Estudio de Riesgo incluye la identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo donde se utilizaron las metodologías para este tipo de proyectos.

En el Estudio de Riesgo se llevaron a cabo la identificación de peligros, evaluación y análisis de Riesgos del Proyecto de manera exhaustiva, considerando como mínimo lo que se indica en los apartados siguientes.

5.4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.

La elección de la metodología permite identificar de manera preliminar los Riesgos propios y característicos de acuerdo con el tipo de Proyecto y acorde a la etapa del ciclo de vida del mismo (Diseño, Construcción, Operación), considerando en todo momento que dicha metodología servirá de retroalimentación para la fase posterior del Análisis de Riesgos.

La utilización de las metodologías utilizadas es acorde con las características del Proyecto y justificada, donde se identificaron de manera preliminar los peligros y amenazas del proyecto, reconociendo la Sustancias Peligrosas manejadas, condiciones y posibles peligros que conlleven la utilización de una determinada tecnología.

El Estudio de Riesgo incluye la información generada como resultado de la aplicación de las metodologías seleccionadas, así como las hojas de trabajo de la metodología y los criterios aplicados.

5.4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES.

A continuación, se menciona la información de Accidentes e Incidentes ocurridos (nacionales e internacionales), en la operación de manejo de gas natural en proyectos similares y, en su caso, aquellos ocurridos en sus instalaciones, proporcionando la siguiente información: año, ciudad y/o país, evento, las causas, las sustancias

involucradas, los daños materiales, pérdidas humanas, radios de afectación, las acciones realizadas para su atención:

Tabla 23. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia involucrada	Evento	Causa	Nivel de afectación	Acciones realizadas para su atención
2018	León Guanajuato	Red distribución	Gas natural	Explosión e incendio	Una excavadora habría perforado una toma de gas natural y la misma se encontraba con una fuga. Los Bomberos y una supresora de la Asociación de Gaseras se trasladaron al lugar y trataron de controlar la fuga para evitar un riesgo, pero mientras personal de ambas corporaciones estaba trabajando, se tuvieron que alejar pues una llama comenzó a salir del ducto, misma que se extendió y provocó que la retroexcavadora que perforó el ducto se incendiara. Por más de dos horas con apoyo de tres motobombas y cinco pipas de agua del cuerpo de Bomberos y de SAPAL, se logró mantener controlado el intenso fuego que producía la fuga	Daños materiales y 3 lesionados	Derivado del riesgo que provocó este incendio fueron evacuadas 91 personas de diversas casas y bodegas aledañas al lugar, 700 personas de una telesecundaria y 596 de dos primarias cercanas
2018	kilómetro 47 del macrolibramiento en dirección Chapala- Tepic	Transportación	Gas natural	Fuga de gas natural	Una persona murió y al menos cuatro resultaron lesionadas debido a un choque por alcance entre un camión de pasajeros y un tráiler cargado con cilindros de gas natural sobre el kilómetro 47 del macrolibramiento en dirección Chapala-Tepic. Tras el impactó, una de las cajas del tráiler volcó y ocurrió una fuga. El tráiler transportaba seis tanques de gas natural con capacidad de 10 toneladas cada uno.	Una persona murió y al menos cuatro resultaron lesionadas	En la unidad de transporte público viajaban 50 personas, 17 menores y 33 adultos. El camión de pasajeros procedía de Fresnillo, Zacatecas, y tenía como destino a Puerto Vallarta.
2019	Reynosa, Tamaulipas	Red distribución	Gas natural	Explosión	Empleados del municipio se encontraba realizando	Daños materiales	El personal que participó en la

					perforaciones para la creación de un tren pluvial. Accidentalmente se encontraron con un ducto de 12 pulgadas		reparación realizó un anillo y cortó el suministro
2019	Autopista Puebla - Veracruz a la altura del kilómetro 144	Tráiler transportador cilindros comprimidos	Gas natural	Fuga	Los hechos ocurrieron cerca de las cinco de la mañana de este sábado, cuando una unidad perteneciente a la compañía Global Gas que transportaba gas natural comprimido de la empresa CH4, perdió el control y volcó sobre la autopista. El transporte provenía de Veracruz y se dirigía a San Martín Texmelucan	Daños materiales	Cerca de las nueve de la mañana las fugas fueron controladas y la unidad fue retirada.
2020	Ciudad Juárez, Chihuahua	Red distribución	Gas natural	Fuga	Fuga de gas fue registrada este domingo en Ciudad Juárez, Chihuahua, luego de que una conductora estrellara su vehículo contra un medidor de gas. De acuerdo a medios locales, el incidente ocurrió en las calles Ramón Aguayo y Loma Linda, colonia Buenos Aires, cuando la conductora de un automóvil tipo Aerostar modelo 1995 perdió el control del vehículo y termino impactándose contra un medidor de gas natural ubicado afuera de una vivienda	Daños materiales	Elementos del Cuerpo de Bomberos acudieron al sitio para auxiliar a la mujer, quien resultó herida a raíz del impacto, mientras que personal de la empresa Gas Natural se hizo cargo del percance al medidor. La conductora fue trasladada a un hospital tras ser atendida por paramédicos de emergencias.

5.4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO.

Los métodos para la identificación, análisis y evaluación de riesgos son una herramienta muy valiosa para abordar su detección, causa y consecuencias que puedan acarrear. El estudio de Riesgo tiene la finalidad de atenuar tales riesgos, así como limitar sus consecuencias. Los objetivos principales son los siguientes:

- Identificar y medir los riesgos que se presentan en una instalación industrial para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.
- Reducir los posibles accidentes graves que pudieran producirse.
- Determinar las consecuencias en el espacio y el tiempo de los accidentes, aplicando determinados criterios de vulnerabilidad.
- Analizar las causas de dichos accidentes.
- Discernir sobre la calidad de las instalaciones y operaciones realizadas en el establecimiento industrial.
- Definir medidas y procedimientos de prevención y protección para evitar la ocurrencia y/o limitar las consecuencias de los accidentes.
- Cumplir los requisitos de la normativa nacional e internacional.

Aspectos a tratar en los análisis de riesgos

Los aspectos de un análisis sistemático de los riesgos que implica un determinado establecimiento industrial, desde el punto de vista de la prevención de accidentes, están íntimamente relacionados con los siguientes aspectos:

- Identificación de eventos no deseados, que pueden conducir a la materialización de un peligro.
- Valoración de las consecuencias y de la frecuencia con que estos eventos pueden presentarse.
- Análisis de las causas por las que estos eventos tienen lugar.

El primer aspecto trata de contestar a la pregunta siguiente: ¿Qué puede ocurrir? Es propiamente la identificación de los riesgos mediante técnicas adecuadas.

La siguiente cuestión a resolver es: ¿Cuál es la frecuencia de que ocurra? Se trata de aplicar métodos que puedan determinar la frecuencia de ocurrencia mediante métodos semicualitativos o bien mediante análisis cuantitativos de riesgo (ACR) que implican aspectos cualitativos.

Por último, trata de contestar a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las consecuencias? Se trata de aplicar programas de simulación matemática de análisis de consecuencias.

En la práctica, cuando se analiza desde el punto de vista de la seguridad una determinada instalación se combinan un conjunto de métodos, desde los análisis históricos, combinados con listas de comprobación para después realizar un análisis sistemático mediante HAZOP. En determinados casos también se realizan métodos de estimación de frecuencias.

Métodos de identificación de riesgos

Básicamente existen dos tipos de métodos para la realización de análisis de riesgos, si atendemos a los aspectos de cuantificación como:

- Métodos cualitativos: se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos. Pueden ser métodos comparativos y métodos generalizados.
- Métodos semicualitativos: los hay que introducen una valoración cuantitativa respecto a las frecuencias de ocurrencia de un determinado suceso y se establecen métodos para la determinación de frecuencias, o bien se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas de una instalación en base a una serie de índices que cuantifican daños como por ejemplo índices de riesgo.

Métodos comparativos

Se basan en la utilización de técnicas obtenidas de la experiencia adquirida en equipos e instalaciones similares existentes, así como en el análisis de sucesos que hayan ocurrido en establecimientos parecidos al que se analiza. Principalmente son cuatro métodos los existentes:

- Manuales técnicos o códigos y normas de diseño
- Listas de comprobación o "Safety check lists"
- Análisis histórico de accidentes
- Análisis preliminar de riesgos

Métodos generalizados

Los métodos generalizados de análisis de riesgos, se basan en estudios de las instalaciones y procesos mucho más estructurados desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos comparativos. Normalmente siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en equipos, instalaciones, procesos, operaciones, etc. que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos. Existen varios métodos generalizados, los más importantes son los siguientes:

- Análisis "What If ...?"
- Análisis funcional de operabilidad, HAZOP
- Análisis de árbol de fallos, FTA
- Análisis de árbol de sucesos, ETA
- Análisis de modo y efecto de los fallos, FMEA

5.4.1.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS.

En cualquier circunstancia, decir que en una instalación determinada puede ocurrir una explosión, incendio o un escape tóxico no es suficiente, sino que se requiere un estudio que indique cuales son los mecanismos o secuencias de acontecimientos por los que el accidente puede tener lugar. El primer suceso de la cadena se conoce como suceso iniciador. Por lo general entre el suceso iniciador y el accidente se encuentra una secuencia de hechos que incluyen las respuestas del sistema y de los operadores, así como otros sucesos concurrentes. Todos estos factores se conocen como elementos del accidente. Para la realización del presente estudio se utilizaron diferentes metodologías para la identificación de peligros y evaluación de riesgos y para la jerarquización de los mismos, considerando las ventajas que éstas tienen de acuerdo con lo señalado a continuación. A continuación, se presentan las metodologías seleccionadas:

Tabla 24 Selección de metodologías utilizadas.

Objetivo	Metodología	Criterio de selección
Identificación de peligros	Lista de verificación	Esta metodología es muy recomendable para instalaciones o áreas donde se almacenan, transportan o manejan sustancias riesgosas, cuyo objetivo es identificar si éstas cumplen o no los estándares y normas de seguridad, nacionales e internacionales y puede ser utilizada en cualquier etapa del proyecto o en las instalaciones de un proceso existente.

Pipeline Risk Management Manual de W. Kent Muhlbauer	Evaluación de riesgo en ductos	Esta metodología es ampliamente recomendable para evaluaciones de grandes proyectos de ductos, para la estimación de un índice relativo de riesgo, el cual evalúa los factores que afectan la integridad del ducto tales como, Corrosión Externa, Corrosión Interna, Terceras Partes, Diseño de Materiales, Movimientos de Terreno, Operación y Procedimientos, Sistema de Control de calidad, otros, así como las consecuencias derivadas de éstos.
Hazop	Evaluación de riesgo en ductos	Para la identificación de riesgos, se empleó la técnica conocida como Haz-Op (Hazard and Operability Study), ésta es una metodología cualitativa para la identificación de riesgos concebida en la industria química y que ha sido utilizada, debido a la simplicidad, fácil aplicación y grandes aportaciones en los resultados. La aplicación de esta técnica debe complementarse con una revisión de seguridad, es decir la verificación de los requisitos de seguridad establecidos por las condiciones de diseño o por la normatividad aplicable al proyecto.
Jerarquización de riesgos	Matriz de consecuencias	Considera criterios de probabilidad o frecuencia y Magnitud de las Consecuencias, para determinar y Jerarquizar. El grado de riesgo, con la finalidad de priorizar las recomendaciones de eliminación, minimización y control.

Descripción de las Metodologías para la Identificación y Evaluación de Riesgos.

Anteriormente el cálculo de la probabilidad de riesgo en ductos era un ejercicio de cálculos teóricos complejos. Tales cálculos estaban basados en probabilidades que eran fácilmente cuestionables de ocurrir en escenarios reales. En realidad, el margen de incertidumbre era bastante alto por el gran número de suposiciones requeridas en dichos cálculos. En muchas situaciones, algunos aspectos de riesgo estaban basados más en suposiciones que en evidencias reales. Las metodologías utilizadas para la identificación de riesgos son las siguientes:

- a) Listas de Verificación.
- b) Pipeline Risk Management Manual.
- C) Hazop

a) Listas de verificación.

La metodología se basa en el desarrollo de un listado de preguntas específicas enfocadas en las características peligrosas generales del proceso en particular, desde el punto de vista de diseño, operación, mantenimiento y seguridad, las cuales serán aplicadas al personal de la instalación, que tenga el conocimiento global de la operación, mantenimiento y seguridad con el propósito de aprovechar el conocimiento y experiencias para lograr la identificación de las causas y situaciones riesgosas con el fin de emitir comentarios y/o recomendaciones que ayuden a la prevención, minimización o control de los riegos, que pudieran desencadenar algún evento catastrófico con daños a la instalación, al personal, la población y medioambiente.

Las listas de verificación se aplicaron por secciones durante la revisión del derecho de vía e instalaciones superficiales, donde se incluyeron los siguientes aspectos:

1. ¿Las vías de acceso al DDV (Derecho de Vía) están limpias y en buen estado?
2. ¿Las instalaciones superficiales cuentan puerta de acceso y candado)?
3. ¿Está en condiciones transitables el DDV?
4. ¿Cuál es la frecuencia del celaje, cuentan con programa de celaje?
5. ¿Las señalizaciones y postes del DDV del ducto están en buen estado?
6. ¿El DDV es compartido? Indicar cuantos ductos y productos.
7. ¿Existen deslaves, hundimientos, grietas a lo largo del DDV? (Indicar ubicación)
8. ¿El derecho de vía cruza carreteras, ríos, líneas de ferrocarril, grietas, puentes?
9. ¿Existen poblados, zonas habitacionales, comerciales, industriales o zonas protegidas en los límites del DDV? Indicar distancia.
10. ¿Existen zonas habitacionales, comerciales, industriales o zonas protegidas Invadiendo el DDV?
11. ¿Existen labores agrícolas (desmonte quema, fumigación, etc.) en los límites del DDV? Indicar distancia.
12. ¿En el DDV transita maquinaria pesada de manera rutinaria o están realizando obras?
13. ¿Existe en el DDV explotación de minas, canteras, graveras, bancos de material etc.? Indicar distancia y características.
14. ¿Existen tubos descubiertos por erosión, en los cruzamientos de ríos, deslaves, barrancas, etc.? Indicar ubicación.
15. ¿Se cuenta con líneas que estén en su límite de retiro y están identificadas?
16. ¿Están en buenas condiciones los cruzamientos aéreos y subterráneos? Indicar ubicación.
17. ¿Los recubrimientos de las tuberías están en buen estado en la zona visible del ducto?

18. ¿Los enchaquetamientos, o encamizados de ductos están en buen estado?
19. ¿Los sistemas de protección catódica están en buen estado?
20. ¿Los rectificadores están debidamente conectados?
21. ¿Existen cables habilitados para la medición de la protección catódica?
22. ¿La tubería superficial se encuentra debidamente pintada, e identificada?
23. ¿Existen señalizaciones de carácter informativo, preventivo, y a lo largo del DDV?
24. ¿Las señalizaciones son suficientes y claras en su contenido en la trayectoria?
25. ¿Se tienen registros de extracción de producto en el ducto (tomas clandestinas)?
26. ¿Se han detectado fugas en el ducto por instrumentos, soldaduras, juntas, bridas, válvulas; etc.?
27. ¿Se han hecho algunos cambios de tramos de tubería en la línea? Indicar la ubicación y características.
28. ¿Se tienen evidencias de realización de calibración de espesor? Indicar frecuencia de realización.

En el Anexo Técnico D se incluyen las listas de verificación.

Para la clasificación preliminar de los hallazgos identificados con las Listas de Verificación se emplearon los siguientes criterios:

Tabla 25 Criterios para identificación de Hallazgos.

Criticidad	Descripción	Acción
Alta	Hallazgos que ponen en peligro la integridad mecánica de la instalación, o puede ocasionar un descontrol al grado de ocasionar un paro de 20 minutos o más; liberación de material, posible impacto a receptores ambientales o humanos que requieran recursos internos y posiblemente externos externo para mitigarlo	Se requiera atención inmediata, para implantar un cambio de material, equipo o instrumentos que ayuden a controlar, eliminar o mitigar el riesgo
Media	Hallazgos que ponen en peligro la seguridad operativa e integridad mecánica de la instalación, invasión de instalaciones y el derecho de vía, o pueden ocasionar un descontrol operativo menor a 20 minutos. Probabilidad de fuga impactando al ambiente que requieran recursos internos solo para limpieza y mitigación	No se requiera atención inmediata, pero se debe implementar un programa para modificar procedimientos y controles de ingeniería y administrativos
Baja	Hallazgos que ponen en peligro la seguridad física o carencia de señalamientos preventivos y restrictivos en las áreas de riesgo de la instalación; iaquellos que evidencian una falta de mantenimiento superficial de! DDV, o pequeñas fugas debido a desajustes de accesorios no pongan en peligro catastrófico a la instalación.	Se requiere acciones de colocación, ajustes o calibración de accesorios e instrumentos con evidencias objetivas que han sido implementados.

b) Pipeline Risk Management Manual.

Esta metodología está basada en el Manual para la Evaluación de Riesgo en Ductos (Pipeline Risk Management Manual) de W. Kent Muhlbauer, editado por la Gulf Publishing Company en 1992, la cual evalúa aspectos importantes para estimar la probabilidad de riesgo en ductos, como son: el Diseño, la Operación y el Mantenimiento,

su Historial Operativo, las Afectaciones a éste por terceras partes, la Corrosión (atmosférica e interna) así como las Operaciones Incorrectas. La metodología marca como valor máximo para cada índice de 100 puntos, siendo el valor máximo de calificación total, 400 puntos. De acuerdo a la experiencia técnica se obtuvo la Clasificación de Riesgos con base al Valor de los Índices Obtenidos, dando la probabilidad de ocurrencia de un incidente. La clasificación es la siguiente:

**Tabla 26 Clasificación de riesgos para ductos terrestres.
(W. Kent Muhlbauer).**

Clasificación de riesgos con base a índices		
Valor total de índices (puntos)	Grado de riesgo	Aceptabilidad
350 - 400	Mínima.	Aceptable.
300 - 349	Ligera.	
250 - 299	Moderada.	
200 - 249	Crítica.	No aceptable
Menor a 200	Máxima.	

Con base en lo anterior, se establece la priorización o jerarquización de las recomendaciones que ayuden a prevenir, minimizar o controlar los riesgos y que pudieran desencadenar algún evento catastrófico con daños a la instalación, al personal, población aledaña y medioambiente a lo largo de derecho de vía.

Además, se aplicaron las listas de verificación del sistema de transporte. (Ver Anexo D). La metodología se resume en los siguientes puntos:

1. El análisis se recomienda dividir en tramos, por ejemplo: entre válvulas de seccionamiento.

2. Fase de documentación de acuerdo a Lista de Calificación:

- Solicitar previamente la información, en base a la Lista de Calificación
- El grupo de análisis debe evaluar la información antes de reunirse con el cliente
- Reunión con el cliente y definición de calificación documental de acuerdo a la técnica Muhlbauiier (la calificación documental lo más probable es que aplique para todo el ducto, sin embargo, deberá ser manejada como si fuera para cada tramo), se aplica la revisión y análisis de la siguiente información:

1.- Terceras partes.

- A. Excavación mínima cubierta.
- B. Nivel de actividad.
- C. Instalaciones sobre la superficie.
- D. Ubicación de la línea.
- E. Educación pública.
- F. Condiciones del derecho de vía.
- G. Patrullaje.

2.- Corrosión.

A. Corrosión atmosférica.

- A.1 Exposición atmosférica.
- A.2 Tipo atmosférico.
- A.3 Protección a la atmósfera.

B. Corrosión interna.

- B.1 Producto de la corrosión.
- B.2 Prevención.

C. Corrosión por debajo de la superficie.

C1. Ambiente por debajo de la superficie.

Suelo corrosivo.

Corrosión mecánica.

C2. Protección catódica.

Eficiencia.

Potencial de interfase.

C3. Recubrimiento.

Estado físico.

Condición.

Diseño.

A. Factor de seguridad.

B. Fatiga.

C. Potencial de oleada.

D. Verificación de integridad.

E. Movimiento de tierra.

Operación incorrecta.

A. Diseño.

A.1. Identificación de peligros.

A.2. Potencial MOP.

A.3. Sistemas de seguridad.

A.4. Selección del material.

A.5. Verificación.

B. Construcción.

- B.1. Inspección.
- B.2. Materiales.
- B.3. Juntas.
- B.4. Relleno (*de la trinchera*).
- B.5. Manejo.
- B.6. Recubrimiento.

C. Operación.

- C.1. Procedimientos.
- C.2 SCADA/ Comunicación.
- C.3 Prueba de drogas.
- C.4 Programas de seguridad.
- C.5 Medición/ mapeo / registro.
- C.6 Entrenamiento.
- C.7 Error mecánico.

D. Mantenimiento.

- D.1. Documentación.
- D.2. Plan.
- D.3. Procedimientos

3. Recorrido del ducto, calificando cada tramo de acuerdo a la técnica de Muhlbauiier, y la aplicación de alguna otra técnica como Lista de Verificación. En el Anexo D se presentan las Listas de Verificación.

4. Obtención del riesgo acumulado del ducto de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

Suma de índice = 0 -400 puntos	[(Daño por tercera parte) + (Corrosión). + (Diseño). + (Operación incorrecta)]	Valor de daños por terceros = 0 – 100 puntos Valor de corrosión = 0 -100 puntos Valor de diseño = 0 -100 puntos Valor de operación incorrecta = 0 -100 puntos
-----------------------------------	---	--

1. Índice de afectaciones por terceras partes (IATP).

Este índice evalúa cualquier daño accidental hecho sobre el ducto debido a actividades realizadas por personas ajenas a Pemex. Para calificar los diferentes apartados que integran este Índice, se utilizó la información y elementos que se mencionan a continuación:

1.1 Distancia del ducto enterrado a la superficie.

Este factor califica la cantidad de tierra sobre la sección, entre menor sea la cubierta, mayor es el potencial de riesgo. Para ponderar este apartado, se contó con la información de los planos de trazo y perfil proporcionaron para revisión en el sitio, donde se indica que la profundidad del ducto es de 1.20 m en todo el tramo en evaluación.

1.2. Nivel de actividad en el área.

En este apartado se utilizó la información recabada en campo, contenida en las Listas de Verificación del DDV, donde existen en algunos puntos casas habitación cercana o sobre el DDV, sin embargo, para cuestiones de análisis se consideró sólo una clase población tipo 4.

1.3. Protección a instalaciones superficiales.

Para este apartado se consideró la información contenida en las Listas de Verificación de las instalaciones superficiales, donde se revisaron las características y condiciones con que cuentan éstas. Incluye, actividades de excavaciones cercanas al ducto que incrementan la oportunidad para golpear la línea, ferrocarriles y vías con alto tráfico de vehículos, daños por actividades agrícolas que puede ocasionar daño a la instrumentación y protección de la tubería, así como aves y otros pequeños animales e insectos que pueden ocasionar daño a la instrumentación y protección de la tubería.

1.4. Sistemas de comunicación para prevención de accidentes.

Se consideraron los lineamientos señalados en Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente” conforme a los requisitos establecidos en las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos (SASISOPA).

Se califica la identificación exacta del ducto enterrado para que las terceras partes realicen un cavado seguro y el mecanismo por el cual los terceros (contratistas y público en general) pueden llamar a Pemex, para que este indique la posición exacta del ducto y se pueda realizar un cavado sin daño al ducto.

1.5. Programas de educación a la población.

Por otra parte, la normatividad relativa al "Diseño, construcción, inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos", asegura que todos los terceros interesados en realizar actividades sobre o en los límites del Derecho de Vía (DDV), tienen que solicitar autorización. Para calificar este apartado se consideró lo indicado por personal de Pemex de la realización de reuniones con contratistas y autoridades por lo menos una vez al año en áreas con mayor frecuencia en zonas pobladas, incluyendo la entrega de trípticos a la población. Con base en lo anterior, se consideraron situaciones similares en todas las secciones, por lo que la calificación en este apartado fue la misma para ellas.

1.6. Estado del Derecho de Vía.

Para este punto se consideró la revisión durante el recorrido con relación a la calidad y cantidad de señalamientos, la situación de los cruces carreteros, aéreos y fluviales, así como la facilidad para identificar el DDV. Se califica el estado del derecho de vía, que este claramente marcado, que el DDV sea fácilmente reconocido para reducir invasiones por terceras partes y ayude en la detección de fugas. Para este punto se consideró lo observado durante el recorrido con relación a la calidad y cantidad de señalamientos, la situación de los cruces carreteros y aéreos, así como la facilidad para identificar el DDV.

1.7. Frecuencia del celaje a lo largo de la trayectoria.

Para calificar este apartado se consideró la información contenida en el Programa para la Aplicación Directiva de Patrullaje Mensual; el Programa Semanal de Vigilancia al DDV

incluido en el Programa General de Mantenimiento, así como lo indicado por el área de mantenimiento.

2. Índice de corrosión (IC).

Este índice evalúa el potencial de daños en el ducto por corrosión ya sea de forma directa o indirecta, así mismo se consideran los métodos más comunes para el análisis y mitigación de la corrosión. Para calificar los diferentes apartados que integran este Índice, se utilizó la información y elementos que se mencionan a continuación:

2.1. Corrosión Atmosférica.

2.1.1. Corrosión por exposición.

En este apartado se considerará la información recabada en el recorrido de campo contenida en las distintas Listas de Verificación, la relación de cruces aéreos, fluviales y carreteros, así como en la información bibliográfica del ambiente por el que corre el ducto.

2.1.2. Tipo de atmósfera.

Se realizará la información bibliográfica de clima en las regiones por donde cruza el ducto.

2.1.3. Calidad de recubrimientos e inspección.

Se tomará en cuenta el reporte de registros de perfiles de potenciales tubo-suelo y las Listas de Verificación aplicadas durante el recorrido, así como los lineamientos contenidos en el procedimiento de "Protección con Recubrimientos Anticorrosivos para Tuberías Enterradas y/o Sumergidas". Se califica las medidas preventivas para minimizar los daños. El recubrimiento incluye pintura, evolvente, encerados, asfaltos, otros envoltentes de diseño especial.

2.2 Corrosión Interna.

2.2.1 Impurezas corrosivas en el producto.

Para calificar este apartado se considerará las características corrosivas señaladas en la hoja de datos de seguridad del crudo, los reportes de espesores mínimos detectados, reportes de inspección ultrasónica de campo y los registros de calibración y cálculo de velocidad de desgaste, así como la revisión de testigos de corrosión.

2.2.2- Tipo de protección interna.

Se realizará la revisión de los reportes de testigos de corrosión, las condiciones de operación señaladas por personal operativo, así como el registro del consumo mensual de tratamiento con inhibidor de corrosión en el gasoducto. Estos elementos se aplicaron a todas las secciones en análisis.

2.3 Socavados del metal por corrosión.

2.3.1- Protección catódica.

Se emplearán como elementos para calificar este apartado los registros de perfiles de potenciales tubo-suelo trimestralmente y un reporte de datos de operación por rectificador. Se evaluará la eficiencia de la protección catódica ya sea como corriente impresa o por ánodos de sacrificio, se utilizaron los registros de toma de perfiles de potenciales de la protección catódica.

2.3.2. Condiciones del recubrimiento externo.

Se considerará el mismo soporte documental que en el punto anterior, así como las especificaciones de los materiales de "Protección con Recubrimientos Anticorrosivos para Tuberías Enterradas y/o Sumergidas"; asimismo, se tomará en cuenta las listas de verificación aplicadas durante el recorrido al ducto.

2.3.3. Corrosión por contacto con el tipo de suelo.

De la revisión documental se obtendrá a lo largo de toda la trayectoria del gasoducto en estudio, existen diversos tipos de suelo, donde puede haber unos más corrosivos que otros.

2.3.4. Antigüedad del Ducto.

Se consideró la información contenida en el Procedimiento para la Operación del gasoducto, donde se mencionará que la fecha de inicio de operación es de 2020.

2.3.5. Presencia de otros ductos.

Se consideraron los diagramas de localización de los Derechos de Vía, localizados en el Anexo Técnico.

2.3.6. Interferencia por líneas de alta tensión.

Se consideró lo observado durante el recorrido a las instalaciones en estudio, así como los lineamientos contenidos en el Diseño, Instalación y Mantenimiento para los Sistemas de Protección Catódica.

2.3.7. Efectos mecánicos de corrosión por el medio ambiente y el tipo de suelo.

Se considerará el efecto por medio ambiente (impurezas corrosivas en el producto + corrosión por contacto con el tipo de suelo) calificado en los puntos 2.2.1 y 2.3.3. Adicionalmente se calculó el % de la MAOP (presión máxima de operación) considerando la presión de operación y la máxima presión de operación indicada por personal del gasoducto.

2.3.8. Efectos por erosión.

Para calificar este apartado se considerará el grado de corrosión del producto transportado, las entrevistas con personal de mantenimiento, señalando que no se han realizado cambios frecuentes de codos u otros accesorios por desgaste prematuro.

2.3.9. Monitoreo de la efectividad del sistema de protección catódica.

En este apartado se considerará para todas las secciones, los registros mensuales de toma de perfiles de potenciales de la protección catódica, cada 50 metros a lo largo del gasoducto en zona urbana.

3. ÍNDICE DE DISEÑO (ID).

Este índice evalúa la relación entre el diseño original y la operación actual del ducto, por lo que algunos de los factores empleados se refieren a condiciones de operación.

3.1. Factor de seguridad del ducto por espesor.

Calificará el nivel de seguridad del ducto en función del espesor actual con respecto al mínimo requerido por diseño, considerándose el espesor reportado en los planos de trazo y perfil.

3.2. Factor de seguridad del sistema por condiciones de operación.

Se considerará la presión de diseño del ducto reportada en las especificaciones técnicas del gasoducto y la máxima presión de operación.

3.3. Falla del material por fatiga.

La fatiga es el debilitamiento del material ocasionado por repetidos ciclos de estrés, por ejemplo, las condiciones en la superficie; geometría; proceso del material; temperatura; esfuerzos aplicados; zonas afectadas por el calentamiento (soldadura). En esta fase se calificará la capacidad para identificar en el ducto las estructuras que son más susceptible

de falla, se consideró la información contenida en los reportes diarios de operación y entrevista con personal de operación, con lo cual se determinó que la fluctuación de la presión de operación.

3.4. Dispositivos para evitar golpes de ariete.

Se tomará en cuenta la información contenida en el Procedimiento para la Operación del ducto y los dispositivos de seguridad como: disparos, paros de bombas y válvulas de seguridad.

3.5. Pruebas hidrostáticas al sistema.

El golpe de ariete es la brusca conversión de la energía cinética a energía potencial, se tomará en cuenta la información contenida en el procedimiento para el envío y recibo contenido en el Procedimiento de Operación del Sistema, las características de las válvulas, así como los comentarios vertidos por personal del área de operación, señalando que el mayor riesgo por golpes de ariete se encuentra en el cierre súbito de válvulas. Se consideró la presión de prueba reportada en los planos de trazo y perfil, la Máxima Presión de Operación y la antigüedad del ducto.

Deslizamiento de suelo.

En lo referente a que las pruebas se realizarán según la normatividad aplicable en su momento "Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte", por lo que la presión de la prueba hidrostática fue 1.4 veces la MAOP. Los movimientos del suelo son un indicativo de los esfuerzos a que puede estar sometido el ducto por este tipo de fenómeno natural.

Para ponderar este apartado se consideró lo observado durante el recorrido al DDV del ducto y la información bibliográfica sobre las propiedades físicas del suelo señaladas en el Capítulo III del presente estudio.

4. Índice de operaciones incorrectas (IOI).

Este índice evalúa el potencial de errores en la operación de ductos por parte de personal encargado de dicha tarea.

4.1- Diseño.

4.1.1. Identificación de los riesgos.

Para evaluar este apartado se contará con la siguiente información:

- Relación de fugas en el gasoducto.
- Consultas con personal de mantenimiento, seguridad y operación, entre otra información.

4.1.2. Operación dentro del rango de la máxima presión de operación permitida (MAOP).

Se evaluará la posibilidad de exceder la presión para la cual el sistema está diseñado, se consideró la información contenida en el Procedimiento de Operación del Sistema y los Reportes Diarios de Condiciones de Operación. Se considerará la información sobre condiciones de operación indicadas por personal operativo.

4.1.3. Sistemas de seguridad.

Para evaluar este apartado se considerarán los sistemas de seguridad en la operación de las instalaciones como son: válvulas de seccionamiento, arreglo de by-pass en las mismas, la información contenida en el Procedimiento de Operación; el Programa de Mantenimiento General, Corrosión y Tuberías, que incluye la inspección a los Derechos de Vía e instalaciones. Se considerarán los sistemas de seguridad en la operación de las instalaciones como son: válvulas de seccionamiento, arreglo de by-pass en algunas de ellas y los dispositivos de seguridad instalados en los puntos de recibo y envío.

4.1.4. Selección de materiales.

Se evaluarán las evidencias de los materiales empleados que soportan los esfuerzos a los cuales están sometidos, incluye recubrimientos de concreto, recubrimientos internos y externos, tuercas y espárragos, soportes, sistemas de conexión, soportes, estructuras del sistema, etc.

4.1.5.- Revisión del diseño.

Se evaluarán las verificaciones a los materiales empleados para el ducto. Se contará con los reportes de verificación de materiales y revisión del diseño durante la construcción.

4.2.- Construcción.

Este apartado revisará las inspecciones realizadas durante la etapa de construcción del ducto y está integrado por los incisos que se indican a continuación:

4.2.1 Inspecciones durante la construcción.

4.2.2.-Revisión de las especificaciones de materiales.

4.2.3.-Revisión de uniones por soldaduras con rayos X, ultrasonido o líquidos penetrantes.

4.2.4.-Soportería.

4.2.5.-Manejo y almacenamiento de tuberías y materiales.

4.2.6 Aplicación de recubrimientos.

4.3.- Operación.

4.3.1. Procedimientos escritos.

Para evaluar este apartado se considerará la relación de los procedimientos en materia de Seguridad Industrial y Protección Ambiental, Operaciones y Mantenimiento incluidos en el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente” conforme a los requisitos establecidos en las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos (SASISOPA).

4.3.2. Transmisión de datos operacionales por medio de un sistema tipo SCADA.

En el ducto en estudio se contará con sistema de transmisión de datos vía SCADA; sin embargo. se considerará la comunicación telefónica para el control de cambios operacionales.

4.3.3. Programas de seguridad.

El gasoducto tendrá un Manual del "Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente" conforme a los requisitos establecidos en las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos (SASISOPA).

4.3.4. Inspecciones en las operaciones de rutina.

Para calificar este punto se considerará el celaje terrestre que se realizará en todas las secciones. Para calificar este punto en todas las secciones, se considerará los registros de los monitoreos diarios (por hora) de las condiciones de operación contenidos en los Reportes Diarios de Condiciones de Operación y los programas de celajes semanales contenidos en el Programa de Mantenimiento General, Corrosión, así como en el Programa para la Aplicación de Patrullaje.

4.3.5. Entrenamiento al personal.

Para este apartado se tomarán en cuenta el reporte de cursos impartidos los cuales consideran aspectos de seguridad, operación y mantenimiento, así como el programa de cursos de capacitación. El programa considerará cursos de: identificación de riesgo, mantenimiento y calibración de válvulas, de seguridad, salud ocupacional, ingeniería básica, sistemas contraincendios, operación y control, comunicación de los peligros de las sustancias químicas, entre otros.

4.3.6. Sistemas de prevención por fallas mecánicas.

Se considerará lo indicado en el Procedimiento para la Operación del gasoducto y los dispositivos de seguridad instalados en los puntos de recibo y envío para el control de cambios operacionales. Se consideró lo indicado en el Procedimiento de Operación del Sistema, como elementos para la prevención de fallas mecánicas y operativas en todas las secciones del ducto en estudio.

4.4. Mantenimiento.

4.4.1. Documentación.

Se considerará la existencia de las siguientes bases de datos en sistemas electrónicos, los cuales son aplicables para todas las secciones:

- Registro de tomas de potenciales.
- Registro de mantenimiento a tuberías e instalaciones superficiales.
- Registros de corrosión interior y exterior.
- Registros de la revisión de rectificadores.
- Registros de testigos de corrosión.

4.4.2. Programas de mantenimiento.

Se considerará el Seguimiento Mensual del cumplimiento de las actividades realizadas por mantenimiento preventivo, programado, el cual incluye:

- Limpieza de tuberías y tanques.
- Lubricación y engrase de válvulas.
- Corridas de diablos de limpieza.

- Cruces subfluviales.
- Revisión y ajuste de rectificadores.
- Celaje terrestre.
- Retiro e instalación de testigos de corrosión, entre otros.

4.4.3. Procedimientos escritos.

Para evaluar este apartado se consideró la relación de los procedimientos del manual en El objetivo de este manual del "Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente" conforme a los requisitos establecidos en las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos (SASISOPA).

A continuación, se presenta el resumen de los valores obtenidos de la aplicación de la Metodología Muhlbauer, para cada una de las secciones, así como los factores críticos que contribuyeron a que el índice se calificara por abajo del valor ideal o máximo. En el Anexo D se presenta los formatos de resultados. A continuación, se presentan los resultados:

Tabla 27 Matriz de resultados

Índice	Resultado
De terceras partes	67.0
Corrosión	90.26
Diseño	88.0
Operación incorrecta	86.6
Suma	331.86

Tabla 28 Clasificación de riesgos de acuerdo a índices

Valor máximo total de índices	Probabilidad de ocurrencia
350-400	Mínima
300-349	Ligera
250-299	Moderada
200-249	Critica
<200	Máxima

Los índices resultantes de la Metodología Muhlbauer se encuentran en 331.86, lo que indica que el ducto tiene una posibilidad mínima de ocurrencia de riesgos (incendio y explosión). En el Anexo Técnico D se presentan los resultados de la Metodología Muhlbauer.

c) Hazop

Para la identificación de riesgos, se empleó la técnica conocida como Haz-Op (Hazard and Operability Study), ésta es una metodología cualitativa para la identificación de riesgos concebida en la industria química y que ha sido utilizada, debido a la simplicidad, fácil aplicación y grandes aportaciones en los resultados. La aplicación de esta técnica

debe complementarse con una revisión de seguridad, es decir la verificación de los requisitos de seguridad establecidos por las condiciones de diseño o por la normatividad aplicable al proyecto.

El Haz-Op, permite un análisis sistemático de las desviaciones (por lo general involuntarias), que pueden producirse en el desarrollo de un proyecto, así como en la operación de un proceso ya establecido. La metodología de un estudio Haz-Op, se puede resumir de la siguiente manera: Para desarrollar un estudio Haz-Op, se requiere de una descripción completa del proceso, el cual permita definir la intención del diseño. Esto permitirá conocer las condiciones críticas de operación consistente en volúmenes, presiones, así como las medidas de seguridad y condicionante aplicadas en cada etapa.

División en áreas o secciones a analizar.

Es conveniente dividir en secciones el equipo o proceso a evaluar, esto permitirá en primera instancia hacer más simple el trabajo, evaluar de forma puntual y más a detalle cada una de las partes del proyecto.

Aplicar palabras guías en cada sección.

Las palabras guías aplicadas básicamente son: NO, MÁS, MENOS, adicionalmente se pueden considerar palabras específicas al tipo de proceso, como; NO FLUJO, FUGA, RUPTURA, ALTO O BAJO NIVEL, etc. Estas palabras deben de definirse antes de iniciar la evaluación.

Determinar las desviaciones significativas.

Una vez que se tiene conocimiento del diseño y se han aplicado las palabras clave, se pueden evaluar los puntos donde se pudiera presentar alguna anomalía, esto tanto en el diseño como en la operación. Las desviaciones o consecuencias significativas son aquellas fallas que pudieran representar un riesgo tanto al proceso, como al personal que lo opera.

Proponer las medidas preventivas o correctivas según sea el caso.

Una vez que se han determinado los puntos críticos, así como las consecuencias, se pueden proponer las medidas correctivas en el diseño o las modificaciones en el proceso para evitar o disminuir las desviaciones detectadas.

Aplicar estas medidas y evaluar el diseño u operación.

Todos los estudios Haz-Op, tienen que ser evaluados en repetidas ocasiones, o hasta que se determine un punto de operación aceptable. Este tipo de estudios se puede aplicar considerando varios criterios, ya sean de Seguridad, Diseño o Producción. A continuación, se presenta un ejemplo de cómo se realizará el estudio Haz-Op.

Desviación en esta columna, se aplican las palabras clave definidas previamente como son: No Flujo, Alta o Baja Presión, etc.

Causas: Causas en esta sección se pueden realizar un número indeterminado de puntos seleccionados, para el ejemplo de alimentación, se pueden considerar tantas situaciones de diseño o de operación.

Consecuencias En esta sección se describen todos los posibles efectos de la desviación presentada, estas deben ser lo más realistas posibles, apegadas a las condiciones tanto de diseño como del proceso.

Salvaguardas En esta sección se describen todas las medidas de mitigación que puede ser de seguridad, operación, mantenimiento, procedimientos.

Acciones Requeridas en esta columna se describen todas las acciones inmediatas para corregir la desviación presentada, se pueden considerar situaciones de diseño, seguridad, operación, mantenimiento, procedimientos, capacitación.

Aplicación de Haz-Op

De acuerdo al primer y segundo listado expedidos por la Secretaría de Gobernación para determinar las actividades consideradas como altamente riesgosas, se tiene que las cantidades de gas natural que se manejan en el gasoducto, son mayores a la cantidad de reporte y debido al riesgo que presentan el combustible puede generar un encadenamiento de eventos no deseados, por lo que son consideradas en el análisis Haz-Op. En el Anexo Técnico D se incluye la Metodología Hazop.

5.4.1.5 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.

Jerarquización de los riesgos identificados

La jerarquización de los escenarios de riesgos identificados se lleva a cabo con los criterios que han sido presentados para la ponderación de frecuencia, con este proceso es posible conocer la región en que se encuentra el riesgo identificado (No tolerable, Aceptable con controles o ALARP, Tolerable).

En la tabla de jerarquización se presentan los riesgos identificados en base a las frecuencias, consecuencias ponderadas y la región de riesgo con la cual queda identificada.

En diferentes tipos de industrias, incluida la petrolera, se realizan herramientas que permiten realizar una estimación del riesgo. El riesgo tiene dos componentes: la frecuencia de ocurrencia de un evento indeseado y la magnitud de las consecuencias de ese evento. Debido a lo anterior, existen procesos en los que se identifican una gran cantidad de riesgos, como riesgo de daños al personal a la población al medio ambiente o al negocio.

Contar con una metodología para valorar los niveles de riesgo es importante cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y los recursos para su control o reducción son limitados. El valorar los niveles de riesgo y asignar prioridades a la atención de las recomendaciones, permite un manejo adecuado de los recursos.

Una escala de valores de riesgo se diseña para contar con una medida de comparación entre diversos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala

debe representar valores que tengan un significado para la organización y que puedan apoyar la toma de decisiones. Esta escala debe cumplir con las siguientes características:

- Ser simple de entender y fácil de usar.
- Incluir todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales.
- Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, medio ambiente y negocio).
- Definir claramente los niveles de riesgo tolerable, ALARP y no tolerable.

Las matrices de riesgos normalmente se emplean para calificar inicialmente el nivel de riesgo y podría ser la primera etapa dentro de un análisis cuantitativo de éstos. Esta matriz aplica única y exclusivamente para la organización que la desarrolla.

Las matrices de riesgos son gráficas en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre el personal, la población, el medio ambiente y el negocio. Esas matrices están divididas en regiones que representan los riesgos tolerables, en región ALARP y los no tolerables. Por un lado, las ventajas en el uso de las matrices de riesgos son, entre otras, las siguientes:

- Son simples de entender y fáciles de aplicar.
- Bajo costo de aplicación.

Por otro lado, algunas de las desventajas que se tienen al utilizar las matrices de riesgo son las siguientes:

- La evaluación de la frecuencia de ocurrencia es subjetiva, de “Muy Frecuente” a “Extremadamente raro”.
- Las categorías de frecuencia y de consecuencias son cualitativas y generan un alto grado de incertidumbre.

Las categorías de frecuencia y las categorías de consecuencia, así como sus correspondientes matrices de riesgo se presentan a continuación:

Tabla 29 Categorías de frecuencia.

Clasificación	Tipo	Descripción de la frecuencia de ocurrencia
F6	Muy frecuente	Ocorre una o más veces por año
F5	Frecuente	Ocorre una vez en un periodo entre 1 y 3 años
F4	Poco frecuente	Ocorre una vez en un periodo entre 3 y 5 años
F3	Raro	Ocorre una vez en un periodo entre 5 y 10 años
F2	Muy raro	Ocorre solamente una vez en la vida útil de la planta
F1	Extremadamente raro	Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro

Criterios para la ponderación de la consecuencia de cada escenario

Se definen 6 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos, en función de las consecuencias con que se estima que puedan presentarse.

Tabla 30 Categorías de consecuencias

Categoría de consecuencia	Daños al personal	Efectos a la población	Impacto ambiental	Pérdidas de producción (millones USD)	Daños a la instalación (millones USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades	Se presentan fuga y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana	>500,000,000	>500,000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 2 a 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implicaciones de 1 día hasta 1 semana	>50,000,000 a 500,000,000	>50,000,000 a 500,000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención medica que pueden generar incapacidad permanente o una fatalidad	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuer de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas	>5,000,000 a 50,000,000	>5,000,000 a 50,000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueden generar incapacidad	Ruidos, olores, e impacto visual que se detecta fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos	Se presenta fuga y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones en hasta 24 horas	>500,000 a 5,000,000	>500,000 a 5,000,000

Categoría de consecuencia	Daños al personal	Efectos a la población	Impacto ambiental	Pérdidas de producción (millones USD)	Daños a la instalación (millones USD)
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica	Ruidos, olores e impacto visual que se puede detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidad de evacuación	Fuga y/o derrames solamente perceptibles al interior de las instalación, el control es inmediato	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan heridas o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos	< 50,000	< 50,000

Principio ALARP

Las siglas ALARP significan: Tan bajo como sea razonablemente Práctico, del inglés As Low As Reasonably Practicable.

El concepto ALARP fue desarrollado en el Reino Unido. La legislación de ese país estableció el término ALARP por medio del Health and safety at Work etc. Act 19774, el cual requiere que se mantengan las instalaciones y sus sistemas "seguros y sin riesgo a la salud" hasta donde fuera razonablemente práctico.

Existen riesgos que son tolerables y otros riesgos no tolerables. El principio ALARP se encuentra precisamente entre los riesgos que se toleran y los que no. Esta idea se explica con un diagrama que ilustra el principio. En la mencionada Figura 15 se explica que para un riesgo se considere dentro de la región ALARP, debe demostrarse que el

costo relacionado con la reducción del riesgo (su frecuencia y/o consecuencias) es desproporcionado con respecto al beneficio que se obtiene

El principio ALARP surge del hecho de que sería posible emplear una gran cantidad de tiempo, dinero y esfuerzo al tratar de reducir los niveles de riesgo aun valor de cero, lo cual en la práctica no es costeable ni posible. Adicionalmente, este principio, no debe entenderse como simplemente una medida cuantitativa de los beneficios contra los daños. Se debe entender como una buena práctica de juicio del balance entre riesgo y el beneficio a la sociedad y al negocio.

La categorización de los riesgos identificados se realiza definiendo las siguientes zonas en la matriz, a continuación, en la siguiente se muestra las regiones de riesgo:

Región de Riesgo No Tolerable "A" (región roja): Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben de establecerse Controles Temporales Inmediatos. Las acciones deben reducirlos a una región de riesgo tan bajo como sea razonablemente práctico (ALARP) y en el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.

Región de Riesgo Tan bajo como sea razonablemente Práctico "B" (región amarilla): Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable.

Región de Riesgo Tolerable "C" (región verde): El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieron tomarse acciones para reducirlos. Se deben continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

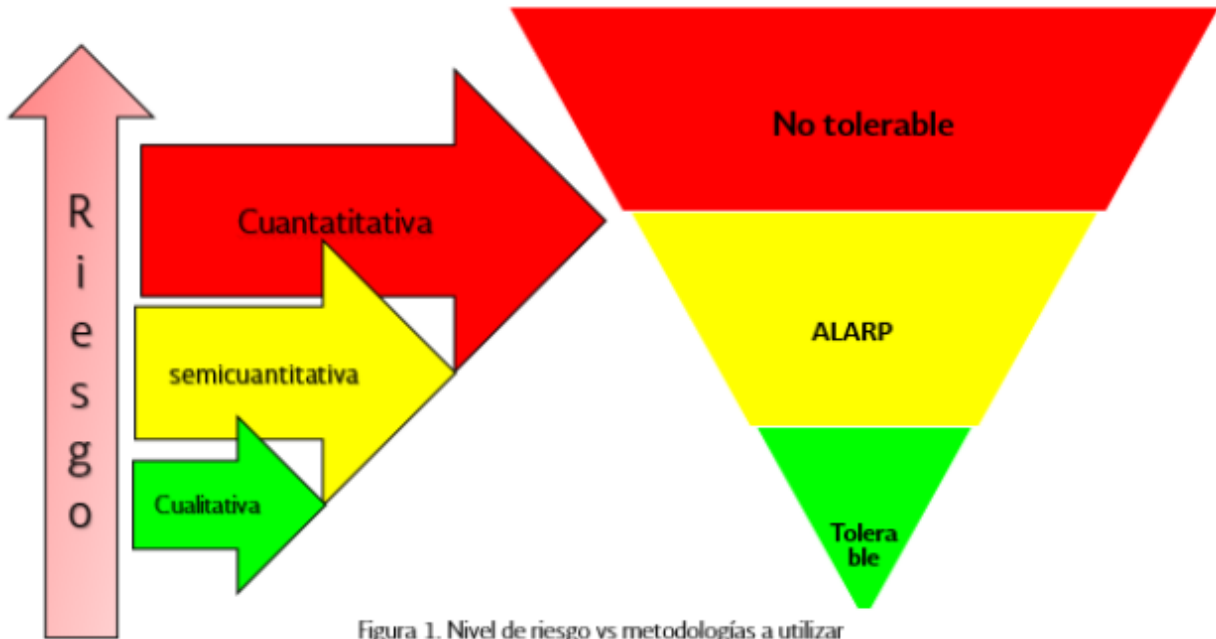


Figura 1. Nivel de riesgo vs metodologías a utilizar

Figura 12 Nivel de riesgo

Matrices de riesgos identificados

Los riesgos identificados y jerarquizados, son ordenados en diferentes matrices de acuerdo al tipo de afectación en la que se vean involucrados. Por ello, los daños o afectaciones que puedan generar los riesgos identificados para el personal son representados en la Tabla 31, los daños o afectaciones a la población se presentan en la Tabla 32, el impacto ambiental que provoquen los riesgos identificados se localiza en la Tabla 33 y por último las afectaciones o daños a la instalación, producción, bienes de terceros/nacionales son considerados en la Tabla 34.

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	C	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	C	B	A	A	A
	3	C	C	B	A	A	A
	2	C	C	C	B	B	A
	1	C	C	C	C	B	B

Tabla 31 Daños al personal

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	C	B	A	A	A	A
	5	C	B	A	A	A	A
	4	C	B	A	A	A	A
	3	C	B	A	A	A	A
	2	C	B	A	A	A	A
	1	C	C	B	A	A	A

Tabla 32 Daños a la población

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	C	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	B	B	B	A	A
	3	C	C	C	B	A	A
	2	C	C	C	C	B	A
	1	C	C	C	C	C	B

Tabla 33 Impacto Ambiental

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	B	B	A	A	A	A
	5	C	B	B	A	A	A
	4	C	C	B	B	A	A
	3	C	C	C	B	B	A
	2	C	C	C	C	B	A
	1	C	C	C	C	C	B

Tabla 34 Daños a la instalación/ Pérdidas de Producción

Tabla 35 Jerarquización de identificación de riesgos

Número	Desviación	Consecuencia/Peligro	Frec.	DP	EP	IA	DI/ PP	F VS. C				MATRIZ GLOBAL DE RIESGO
								DP	EP	IA	DI/ PP	
1.1	Alta presión/ Flujo alto.	Aumento del flujo en el sistema de alimentación de gas natural. Posible fuga de gas natural. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y explosión.	F2	C1	C1	C1	C1	C	C	C	C	C
1.2	Presión Baja/ Flujo Bajo.	Reducir producción. Reducción flujo. No hay efectos ambientales.	F2	C1	C1	C1	C1	C	C	C	C	C
1.3	Corrosión externa e interna en tubería.	Posible fuga de gas natural. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y explosión.	F1	C2	C2	C1	C3	C	C	C	C	C
1.4	Fuga en brida de válvula de control.	Posible fuga de gas natural. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y explosión.	F2	C1	C2	C1	C3	C	C	C	C	C
1.5	Fuga por golpe externo.	Posible fuga de gas natural. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y explosión.	F3	C2	C2	C1	C3	C	B	C	C	B
2.1	Alta presión/ Flujo alto.	Falla en la válvula del sistema de regulación y medición	F2	C1	C1	C1	C1	C	C	C	C	C
2.2	Presión Baja/ Flujo Bajo.	Falla en el suministro de gas natural del transportista. Se tapa filtro. Falla en válvula de control.	F2	C1	C1	C1	C1	C	C	C	C	C
2.3	Corrosión externa e interna.	Variación en la composición del gas enviado por proveedor.	F2	C3	C2	C1	C3	C	B	C	C	B

Número	Desviación	Consecuencia/Peligro	Frec.	DP	EP	IA	DI/ PP	F VS. C				MATRIZ GLOBAL DE RIESGO
								DP	EP	IA	DI/ PP	
2.4	Fuga en tubería por poro o soldadura.	Error de procedimiento de construcción ó material de la tubería.	F2	C1	C2	C1	C3	C	C	C	C	C
2.5	Fuga por golpe externo.	Error humano en el manejo de equipo (trascabo) o herramienta en actividades de mantenimiento.	F3	C2	C1	C1	C3	C	C	C	C	C
3.1	Alta presión/ Flujo alto.	Falla en la instrumentación de la Estación de Regulación y Medición	F2	C1	C1	C1	C1	C	C	C	C	C
3.2	Presión Baja/ Flujo Bajo.	Falla en el suministro de gas natural del transportista. Se tapa filtro. Falla en válvula de control.	F2	C1	C1	C1	C1	C	C	C	C	C
3.3	Corrosión externa e interna en tubería.	Variación en la composición del gas enviado por proveedor.	F3	C2	C1	C1	C3	C	C	C	C	C
3.4	Fuga en brida de válvula de control.	Desgaste sellos. Desgaste en preñe.	F2	C3	C2	C1	C3	C	B	C	C	B
3.5	Fuga por golpe externo.	Error humano en el manejo de equipo (trascabo) o herramienta en actividades de mantenimiento.	F3	C2	C1	C1	C3	C	C	C	C	C

DP = Daños al personal

EP = Efectos a la población

IA = Impacto ambiental

DI/PP = Daños a la instalación/Pérdidas de producción

Consecuencias

		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6						
	5						
	4						
	3		1.5,2.5,3.3,3.5				
	2	1.1,1.2,1.4,2.1,2.2,2.4,3.1,3.2		2.3, 3.4			
	1		1.3				

Tabla 36 Daños al personal

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6						
	5						
	4						
	3	2.5,3.3,3.5	1.5, 2.3				
	2	1.1,1.2,1.4,2.1,2.2,2.4,3.1,3.2	3.4				
	1		1.3				

Tabla 37 Daños a la población

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6						
	5						
	4						
	3	1.5, 2.5,3.3,3.5					
	2	1.1, 1.2, 1.4, 2.1, 2.2, 3.1,3.2,3.4					
	1	1.3, 2.3,2.4					

Tabla 38 Impacto Ambiental

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6						
	5						
	4						
	3			1.5,2.5,3.3,3.5			
	2	1.1, 1.2,2.1, 2.2,3.1,3.2		1.4, 2.1,2.3,2.4, 3.4			
	1			1.3			

Tabla 39 Daños a la instalación/ Pérdidas de Producción
Tabla 40 Resumen de jerarquización

Región de Riesgo	Cantidad			
	DP	EP	IA	DI/PP
No tolerable A				
ALARP B		3		
Tolerable C	15	12	15	15

DP = Daños al personal

EP = Efectos a la población

IA = Impacto ambiental

DI/PP = Daños a la instalación/Pérdidas de producción

Tabla 41 Escenario de riesgo identificados

No.	Clave del escenario	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Región de Riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo	Km	Sustancia
1	Caso 1	Fuga de gas natural debido a ruptura o daño en tubería de 4" (101.6 mm) ubicada en la caseta de regulación y medición (City Gate). La ruptura o daño puede ser provocado por poro o corrosión en la tubería. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	B	ALARP	3	2	1.5	0	Gas natural
2	Caso 2	Fuga de gas natural en tubería de 4" (101.6 mm) por orificio equivalente de 20.32 mm (20%) provocada por golpe con trascabo. El evento se lleva a cabo en el cruzamiento del gasoducto KM 1+200 en el cruce de la avenida Camino Nacional. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	B	ALARP	3	2	2.3	1+200	Gas natural
3	Caso 3	Fuga de gas natural en preñse de válvula de control de 4" (101.6 mm) en orificio equivalente a 50.8 mm (50%). El evento se lleva en la caseta de regulación y medición de la empresa Destiladora del Valle, S.A. de C.V. La fuga es provocada por desgaste	B	ALARP	2	2	3.4	6+427	Gas natural

		de empaque de la válvula. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5.4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

Los escenarios de riesgo identificados no se ubican dentro de la región de Riesgo no tolerable, por lo que no aplica desarrollar el apartado 5.4.2.1.

De la metodológica de identificación de riesgos resultantes, los Escenarios de Riesgos se localizan únicamente dentro de los niveles de tolerabilidad o aceptabilidad, por lo que procederá al desarrollo del apartado 5.4.2.2. de la presente Guía.

5.4.2.1 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

Los escenarios de riesgo identificados no se ubiquen dentro de la región de Riesgo no tolerable, por lo que no aplica desarrollar el apartado 5.4.2.1.

5.4.2.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.

Una vez determinados los riesgos no tolerables, que fueron definidos como hipótesis de accidentes más significativos en los que se consideraron eventos con repercusiones extremadamente dañinas para el personal, los equipos y el ambiente, se evaluó el alcance de las consecuencias derivadas de los riesgos no tolerables. Debido a que los algoritmos físico-químicos que simulan el comportamiento de la difusión de las sustancias en el ambiente (aire, agua o suelo), así como la evaluación de los efectos físicos derivados de las consecuencias (radiación térmica, sobrepresión y dispersión

tóxica), las cuales son de gran complejidad, es necesario el uso de modelos matemáticos computarizados, en este caso en específico se realizaron las simulaciones mediante el software Aloha (Herramienta Computacional de Análisis de Riesgos de Proceso). En general las variables principales que son alimentadas al software Aloha, es la composición promedio del compuesto químico a modelar, las principales características meteorológicas que pueden fungir como propagantes de una sustancia (vientos, humedad relativa, temperatura etc.) así como los criterios de cálculo más acordes.

El software Aloha 5.4.2 (Herramienta Computacional de Análisis de Riesgos de Proceso) aceptado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

El programa ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres), Localización de Áreas de Atmósferas Peligrosas fue desarrollado por la EPA (Environmental Protection Agency) y la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). ALOHA utiliza el modelo gaussiano para predecir la dispersión de gases neutros considerando una distribución de la concentración.

El Software ALOHA es un programa informático diseñado especialmente para el uso de personas que responden a situaciones de emergencia tales como emisiones de sustancias químicas, explosiones y incendio, así como para la planificación de atención de emergencias y la formación del personal antes mencionado.

El programa ALOHA cuenta con modelos para simular los principales peligros como toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica (calor) y sobrepresión (explosión) relacionados con emisiones de sustancias químicas que resultan en la liberación de

gases tóxicos, incendios y / o explosiones. Los modelos implementados en ALOHA permiten considerar dispersiones originadas en fuentes continuas o instantáneas.

Como resultado de la resolución de los modelos implementados se obtiene la distancia máxima a la cual se alcanza la concentración de interés determinada. A partir de esta información el programa establece el contorno de la nube formada para la concentración elegida (valor umbral) y predice, en forma gráfica, el perfil de concentración y la dosis para cualquier punto de coordenadas (x,y) a cierta distancia de la fuente.

Características principales del programa:

- Genera una gran variedad de producción en escenarios específicos, incluyendo la zona de amenaza, amenaza en lugares específicos y gráficos de la fuente.
- Calcula la tasa de liberación de productos químicos de escape en los tanques, charcos (tanto en la tierra y el agua), las tuberías de gas y predice los cambios de velocidad de liberación a través del tiempo.
- Modelos de escenarios diferentes: por ejemplo, las nubes de gas tóxico, BLEVEs (vapor saturado), los incendios de chorro, las explosiones de nube de vapor y los incendios de charco.
- Evalúa los diferentes tipos de riesgo (en función de la hipótesis de emisión): toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica y sobrepresión.

Consideraciones para el modelo

La información necesaria para la evaluación del modelo de simulación es:

- Características físicas y químicas del fluido.
- Condiciones meteorológicas para el escenario del sitio y clase de la estabilidad atmosférica.
- Tiempo de fuga.
- Diámetro equivalente del orificio de la fuga.
- Condiciones de operación.

Características físicas y químicas del fluido

Los datos de las características físicas y químicas del gas natural fueron obtenidos de la hoja de seguridad.

Condiciones meteorológicas para el escenario del sitio.

Las condiciones meteorológicas del sitio fueron tomadas de la Manifestación de Impacto Ambiental y se presentan en las hojas de datos para suministrar al modelo (ver Anexo E).

Las clases atmosféricas de la estabilidad de Pasquill.

La estabilidad atmosférica es una variable que se establece para caracterizar la capacidad que la atmósfera tiene para dispersar un contaminante; en realidad, lo que representa es el grado de turbulencia existente en un momento determinado.

La cantidad de turbulencia en la atmósfera ambiente tiene un efecto principal en la dispersión de las plumas (contaminantes vapores ó gas) de la contaminación atmosférica, porque la turbulencia aumenta arrastre y al mezclarse con aire no contaminado en la pluma, de tal modo que actúa para reducir la concentración de agentes contaminadores en el pluma (es decir, realza la dispersión de la pluma). Es por lo tanto importante categorizar la cantidad de turbulencia atmosférica presente en cualquier hora dada.

El método de categorizar la cantidad del presente atmosférico de la turbulencia era el método desarrollado por Pasquill en 1961, el categorizó la turbulencia atmosférica en seis clases de estabilidad nombró A, B, C, D, E y F. La clase A que es la más inestable o la más turbulenta, y la clase F es la más el estable o menos turbulenta. La Tabla 42. Enumera las seis clases y la Tabla 43, proporcionan las condiciones meteorológicas que definen cada clase.

Tabla 42 Clases

Tipo de estabilidad	Definición
A	Muy inestable
B	Inestable
C	Levemente inestable
D	Neutral
E	Levemente estable
F	Estable

Una condición estable se caracteriza por un flujo laminar de las capas del aire y se presenta ausencia de turbulencia, un gradiente vertical de temperatura, fluctuaciones mínimas de la dirección del viento y un bajo nivel de insolación (condiciones más adversas para la dispersión de contaminantes). La relación entre las clases de estabilidad y las condiciones meteorológicas (radiación solar y cobertura del cielo) se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 43 Condiciones meteorológicas que definen la Clase.

Velocidad del viento (m/seg)	Día e Insolación fuerte	Día e Insolación moderada	Día e Insolación débil	Noche y nubosidad Más de 50%	Noche y nubosidad Menos del 50 %
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

De acuerdo con Secretaría del Medio Ambiente y Recursos naturales (SEMARNAT) en la presentación de Estudios de Riesgos para modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, se deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.22 m/seg.

Composición de la sustancia involucrada.

- 1.- La composición de la sustancia se obtiene de las hojas de seguridad elaboradas por el fabricante.
- 2.- Cuando la sustancia involucrada es una mezcla de multi-componentes como es el caso de los productos petrolíferos, debe determinarse analíticamente la concentración o el porcentaje de cada uno de sus componentes y emplearlos como estimación de consecuencias.
- 3.- Un método alternativo en caso de desconocerse la composición de la mezcla, consiste en emplear las propiedades del componente que predomina en ésta, considerándolo como una sustancia pura (metano). Esta alternativa podrá emplearse en el primer análisis de consecuencias, posteriormente, en las actualizaciones debe realizarse un análisis detallado de la concentración de los componentes. El modelo Aloha considera un promedio de composición del metano.

En el Anexo E se incluyen las hojas de los datos donde se presentan las condiciones de modelación de los escenarios simulados sin considerar medidas de protección.

Una vez obtenidos los resultados para el evento catastrófico (100%) y diámetro de fuga 20% (probable) y 50% de la tubería (alterno), sin considerar medidas de protección, se modelaron los escenarios probables para el gas natural cuyos radios de afectación presentaron valores considerables en las modelaciones sin medidas de control. En el Anexo Técnico E se presentan las hojas de resultados del modelo Aloha y los planos con los radios de afectación de las modelaciones sin medidas de control.

El Estudio de Riesgo incluye un análisis detallado de consecuencias de radiación y sobrepresión para:

- a) El Peor Caso para el gas natural considera el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en una tubería, es decir, la ruptura total de la tubería.
- b) El Caso Más Probable para el gas natural considera una fuga del 20% del diámetro equivalente de la tubería, y

El Estudio de Riesgo incluye tres simulaciones, de los cuales son dos para un orificio de fuga del 20% y una del 100% del diámetro equivalente de la tubería.

En todas las modelaciones se consideraron las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos diez años. Para las simulaciones por explosividad, se consideró en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

En los planos de radios de afectación se representan las zonas de alto riesgo y amortiguamiento obtenidas en el mapa de trayectoria con planos a escala donde se identifican los puntos de interés que se encuentren inmersos dentro de dichas zonas.

Criterios de zonas de alto riesgo y seguridad.

Tomando como base estos parámetros, así como las consideraciones indicadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la presentación de Estudios de Riesgos, indican que los radios potenciales de afectación para definir y justificar las zonas de seguridad deberán utilizar los siguientes valores, de acuerdo a la Tabla 44:

Tabla 44 Valores para definir y justificar las zonas de seguridad.

	TOXICIDAD (Concentración)	INFLAMABILIDAD (Radiación térmica)	EXPLOSIVIDAD (Sobrepresión)
Zona de Riesgo	IDLH	5 KW/m ²	1.0 psig
Zona de Seguridad	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ²	0.5 psig

A continuación, se presentan los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación (Aloha), para los eventos máximos probables de riesgo y eventos catastróficos, identificados en el punto 5.4.1.3. En el Anexo Técnico E se presentan los resultados de la evaluación de consecuencia de los eventos:

Tabla 45 Resultados de la evaluación de consecuencias.

Evento	Radios de Afectación (metros)			
	Inflamabilidad		Explosividad	
	Zona Riesgo 5 KW/m ²	Zona Seguridad 1.4 KW/m ²	Zona Riesgo 1 PSI	Zona Seguridad 0.5 PSI
Caso 1 Fuga de gas natural debido a ruptura o daño en tubería de 4" (101.6 mm) ubicada en la caseta de regulación y medición (City Gate). La ruptura o daño puede ser provocado por poro o corrosión en la tubería. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	19	41	283	400
Caso 2 Fuga de gas natural en tubería de 4" (101.6 mm) por orificio equivalente de 20.32 mm (20%) provocada por golpe con trascabo. El evento se lleva a cabo en el cruzamiento del gasoducto KM 1+200 en el cruce de la avenida Camino Nacional. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	17	38	55	80
Caso 3 Fuga de gas natural en preñe de válvula de control de 4" (101.6 mm) en orificio equivalente a 50.8 mm (50%). El evento se lleva en la caseta de regulación y medición de la empresa Destiladora del Valle, S.A. de C.V. La fuga es provocada por desgaste de empaque de la válvula. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	23	50	147	177

En el Anexo Técnico E se incluye el Resumen Técnico del Estudio de Riesgo. Los resultados anteriores se modelaron sin ninguna medida de seguridad por lo que los radios de afectación para el caso del gas natural son significativos, no obstante, el proyecto contará con medidas de control y seguridad que en la operación normal

disminuirán notablemente los radios de afectación para estos compuestos. Las medidas de seguridad que emplearán entre otras serán:

- Válvulas de control y de corte para el gas natural, que el actuador tendrá un tiempo de respuesta de un segundo como máximo.
- Programas de inspección, operación y mantenimiento a los elementos del sistema, que incluyen las válvulas de control y corte.
- Capacitación del personal en caso de emergencias con gas natural.
- Protección anticorrosiva de la tubería.
- Calibración de las válvulas de control y corte.
- Programa para la prevención de accidentes.
- Plan de respuesta a emergencias.

Caso 1 Fuga de gas natural debido a ruptura o daño en tubería de 4" (101.6 mm) ubicada en la caseta de regulación y medición (City Gate). La ruptura o daño puede ser provocado por poro o corrosión en la tubería. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/ó explosión.

Los límites de inflamabilidad tendrían alcances de 19 metros de la zona de riesgo y 41 metros de la zona de amortiguamiento.

En caso de encontrarse una fuente de ignición se podría dar una explosión que generaría zonas de alto riesgo por sobrepresión de 283 metros y amortiguamiento de 400 metros.

Este escenario presenta consecuencias de incendio y explosión con radios de afectación significativos. Hay que recordar que estos valores no incluyen las medidas preventivas y mitigación de riegos por el manejo de gas natural.

Medidas de seguridad

En caso de fuga se notificará al personal externo que opere la caseta de regulación y medición que cierre (válvula de corte) el suministro de gas natural.

El proyecto contará con sistemas automáticos de control de fugas y de atención de emergencias, válvula de corte de gas, programas y procedimientos de operación mantenimiento e inspección, controles efectivos del equipo contraincendio, programa de revisión de las condiciones de integridad, como las pruebas de hermeticidad, y las constancias del radiografiado de las tuberías, capacitación al personal del programa para la prevención de accidentes y el plan de respuesta a emergencias.

Caso 2 Fuga de gas natural en tubería de 4" (101.6 mm) por orificio equivalente de 20.32 mm (20%) provocada por golpe con trascabo. El evento se lleva a cabo en el cruzamiento del gasoducto KM 1+200 en el cruce de la avenida Camino Nacional. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/ó explosión.

Los límites de inflamabilidad tendrían alcances de 17 metros para la zona de riesgo y 38 metros para la zona de seguridad (amortiguamiento).

En caso de encontrarse una fuente de ignición se podría dar una explosión que generaría zonas de alto riesgo por sobrepresión de 55 metros y amortiguamiento de 80 metros.

En caso de fuga se notificará al personal externo que opere la caseta de regulación y medición que cierre (válvula de corte) el suministro de gas natural.

Medidas de seguridad

No obstante este caso catastrófico es poco probable, debido a que el proyecto contará con sistemas automáticos de control de fugas y de atención de emergencias, válvula de corte de gas, programas y procedimientos de operación mantenimiento e inspección, controles efectivos del equipo contra incendio, programa de revisión de las condiciones de integridad, como las pruebas de hermeticidad, y las constancias del radiografiado de las tuberías, capacitación al personal del programa para la prevención de accidentes y el plan de respuesta a emergencias.

Caso 3 Fuga de gas natural en preñe de válvula de control de 4" (101.6 mm) en orificio equivalente a 50.8 mm (50%). El evento se lleva en la caseta de regulación y medición de la empresa Destiladora del Valle, S.A. de C.V. La fuga es provocada por desgaste de empaque de la válvula. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/ó explosión.

Los límites de inflamabilidad tendrían alcances de 23 metros para la zona de riesgo y 50 metros para la zona de seguridad (amortiguamiento). Este escenario presenta consecuencias de incendio con radios de afectación reducidos.

En caso de encontrarse una fuente de ignición se podría dar una explosión que generaría zonas de alto riesgo por sobrepresión de 147 metros y amortiguamiento de 177 metros.

El proyecto contará con programas y procedimientos de operación, mantenimiento e inspección, control distribuido en la operación, controles efectivos del equipo contra incendio, sistema de alarmas, sistema de detección de incendio, programa de

revisión de las condiciones de integridad mecánica de equipos, capacitación al personal del programa para la prevención de accidentes y el plan de respuesta a emergencias.

En caso de fuga se notificará al personal externo que opere la caseta de regulación y medición que cierre (válvula de corte) el suministro de gas natural.

5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Simulación de los eventos y diagramas de pétalos.

Este apartado tiene por objeto principal determinar las zonas vulnerables que están asociadas a los accidentes identificados, mediante la simulación del comportamiento real de una sustancia química, en la cual intervienen una multitud de factores tales como:

- Condiciones en que se produce la liberación de la sustancia.
- Características físico-químicas de la misma.
- Características del medio ambiente en el cual se produce la dispersión.
- Interrelación entre la sustancia y el medio ambiente.

En el Anexo E se presentarán las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento obtenidas en el apartado 5.4.2.2. (radiación térmica, sobrepresión) en planos a escala de 1:2500, donde se señalen los puntos de interés en el entorno incluyendo sus nombres (zonas vulnerables de población, componentes ambientales, infraestructura vial e industrial).

5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.

5.6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.

El Estudio de Riesgo describe las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento de sobrepresión y radiación, así como las posibles afectaciones a los receptores de Riesgo siguientes:

- Población: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) a población aledaña al Proyecto (zonas vulnerables de población);
- Medio ambiente: Componentes ambientales como agua, aire, suelo, flora, fauna, principalmente a aquellas especies en peligro de extinción catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, o aquella que la modifique o sustituya, entre otros, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas (biodiversidad, fragilidad, hábitats, etc.) para el caso del Estudio de Riesgo que acompaña la Manifestación de Impacto Ambiental;
- Personal: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) al personal que labora en el Proyecto, e
- Instalaciones/producción: Daños o afectaciones a equipos e Instalaciones que conforman el Proyecto o a infraestructura vial o industrial externa al Proyecto.

En la Tabla 46 se muestra para cada uno de los escenarios simulados en el Análisis de Consecuencias (Peor Caso, Caso Más Probable y Casos Alternos):

Tabla 46 Escenarios simulados en el Análisis de Consecuencias

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de la salvaguarda	Recomendaciones para implementar
E1 Peor caso	Población	Radiación	Alto Riesgo	Lesiones	Vigilancia del derecho de vía del gasoducto. Certificado de materiales del fabricante de la válvula. Programa de mantenimiento de las válvulas de control. Procedimiento de atención de fugas en válvula. Sistema de regulación y medición de transporte de gas. Programa de mantenimiento a la tubería de gas natural. Instalación de protección catódica. Procedimiento de seguridad de trabajos peligrosos en la caseta de regulación y medición. Programa de Prevención de Accidentes.	Elaborar Manual de Operación y Mantenimiento del gasoducto. Elaborar Programa de Prevención de Accidentes. Seguimiento al Programa de Mantenimiento de Instrumentación. Elaborar programa permanente de detección de fugas en válvulas y accesorios. Elaborar Procedimiento de comunicación con los operadores de la Estación de Regulación y Medición con personal de PEMEX.
			Amortiguamiento	Lesiones		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Fatalidades		
			Amortiguamiento	Fatalidades		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Flora		
			Amortiguamiento	Flora		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Flora		
			Amortiguamiento	Flora		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Lesiones		
			Amortiguamiento	Lesiones		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Fatalidades		
			Amortiguamiento	Fatalidades		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
	Instalaciones/ Producción	Radiación	Alto Riesgo	Daños		
			Amortiguamiento	Daños		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Daños		
			Amortiguamiento	Daños		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
E2 Caso probable	Población	Radiación	Alto Riesgo	Lesiones	Programa de mantenimiento a la tubería de gas natural. Sistema de regulación y medición de transporte de gas. Programa de mantenimiento a la tubería de gas natural. Instalación de protección catódica.	Incluir el Programa de Control de Corrosión en el Programa de Mantenimiento de Estación de Regulación y Medición. Elaborar Programa de Patrullaje del gasoducto.
			Amortiguamiento	Lesiones		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Fatalidades		
			Amortiguamiento	Fatalidades		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Aire		
			Amortiguamiento	Aire		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Aire		
			Amortiguamiento	Aire		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Lesiones		
			Amortiguamiento	Lesiones		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Lesiones		
			Amortiguamiento	Lesiones		

	Instalaciones/ Producción	Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA	Procedimiento de seguridad de trabajos peligrosos en la caseta de regulación y medición.	
			Amortiguamiento	NO APLICA		
		Radiación	Alto Riesgo	Daño		
			Amortiguamiento	Daño		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Daño		
			Amortiguamiento	Daño		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
E3 Caso alterno	Población	Radiación	Alto Riesgo	Lesiones	Vigilancia del derecho de vía del gasoducto. Certificado de materiales del fabricante de la válvula. Programa de mantenimiento de las válvulas de control. Procedimiento de atención de fugas en válvula. Sistema de regulación y medición de transporte de gas. Programa de mantenimiento a la tubería de gas natural. Instalación de protección catódica. Procedimiento de seguridad de trabajos peligrosos en la caseta de regulación y medición. Programa de Prevención de Accidentes.	Elaborar procedimiento de pruebas de válvulas y accesorios del gasoducto. Elaborar programa permanente de detección de fugas en válvulas y accesorios. Elaborar Manual de Operación y Mantenimiento del gasoducto. Programa de Capacitación donde se incluyan temas de manejo de gas natural, procedimiento de atención de emergencias, operación y mantenimiento del del gasoducto.
			Amortiguamiento	Lesiones		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Lesiones		
			Amortiguamiento	Lesiones		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Flora		
			Amortiguamiento	Flora		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Flora		
			Amortiguamiento	Flora		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Lesiones		
			Amortiguamiento	Lesiones		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Lesiones		
			Amortiguamiento	Lesiones		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		
	Instalaciones/ Producción	Radiación	Alto Riesgo	Daño		
			Amortiguamiento	Daño		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Daño		
			Amortiguamiento	Daño		
		Toxicidad	Alto Riesgo	NO APLICA		
			Amortiguamiento	NO APLICA		

5.6.2. INTERACCIONES DE RIESGO

El Estudio de Riesgo identifica escenarios que por su ubicación pudieran potencializar el Riesgo a través de un Efecto Dominó u otros mecanismos. Para dichos escenarios, se señalan las instalaciones industriales potencialmente afectadas que se encuentren en

los radios de afectación de Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos y Zonas de Alto Riesgo.

Asimismo, se señalan para cada escenario las salvaguardas (equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y medidas preventivas) con que cuenta el proyecto y que se encuentran consideradas en el diseño del gasoducto para proyectos nuevos y las adicionales requeridas para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo con base en las interacciones indicadas, considerada en el diseño, a efecto de evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente. A continuación, se integra mediante la tabla 47, en la que se indiquen todos los datos anteriores a detalle para cada uno de los escenarios simulados:

Tabla 47 Interacciones de riesgo

Clave del escenario	Km del ducto o ruta donde se presenta la fuga	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación m	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación	Distancia de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga
Caso 1	0	Gas natural	Alto Riesgo en equipos	Radiación	NO APLICA	Caseta de válvulas de seccionamiento de Gasoducto de 30" Ciudad Mendoza Zapoapita Oleoducto 30" Nueva Teapa- Poza Rica Oleoducto 24" Nueva Teapa-Madero y derecho de vía. Estación de Compresión de la empresa Grupo Celanise, S.A. de C.V. Caseta de medición y de regulación de gas (City Gate). No hay instalaciones industriales en el radio de afectación. Daños a equipos, tuberías, estructura, áreas de la estación de compresión, ubicadas a un costado del City Gate. No hay OTRAS instalaciones industriales en el radio de afectación.	10 m caseta de las válvulas de seccionamiento. 2 m City Gate. 7 m de la Estación de Compresión.
				Sobrepresión	NO APLICA		
			Alto Riesgo	Radiación	19		
				Sobrepresión	283		
Caso 2	1+200 km	Gas natural	Alto Riesgo en equipos	Radiación	NO APLICA	No hay instalaciones industriales en el radio de afectación. A los costados del derecho de vía hay predios de casas y comercios. No hay instalaciones industriales en el radio de afectación.	De 5 m a 50 m
				Sobrepresión	NO APLICA		
			Alto Riesgo	Radiación	17		
				Sobrepresión	55		
Caso 3	6+427 km	Gas natural	Alto Riesgo en equipos	Radiación	NO APLICA	Actualmente no hay otros ductos. Daños al gasoducto y caseta de medición y	De 2 m 5 m
				Sobrepresión	NO APLICA		
			Alto Riesgo	Radiación	23		

				Sobrepresión	147	de regulación de gas de la llegada. Daños a equipos, tuberías, estructura, áreas de las instalaciones de la empresa Destiladora del Valle, S.A. de C.V.	
--	--	--	--	--------------	-----	---	--

La descripción de las salvaguardas existente y recomendaciones por implementar se indican en la tabla 46.

5.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

A continuación, se describen las medidas preventivas, programas de mantenimiento e inspección, así como los programas contingencias que se aplicaran durante la operación normal del proyecto, para evitar el deterioro del ambiente, además de aquellas medidas orientadas a la restauración de la zona afectada.

5.8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD

La reducción de riesgos comienza con el diseño del sistema del gasoducto. Como mínimo, deberán observarse estrictamente todos los códigos, las reglamentaciones y las leyes mexicanas. Durante el proceso del diseño del sistema deben tenerse en cuenta varios factores, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Especificaciones para la tubería, capacidad de conducción y la de presión máxima de operación (MAOP), inclinación, espesor de las paredes, resistencia a la fractura, recubrimiento, soldabilidad, fatiga y vida útil.

- Sobrepresión y control de la velocidad del gas
- Consideraciones relacionadas con el trayecto
- Profundidad a la cual va enterrado el ducto
- Espaciamiento entre válvulas
- Procedimientos e inspecciones de calidad
- Detección de rupturas y operación remota de válvulas, y Rayos X y evaluaciones no destructivas, etc.

Entre las principales medidas de seguridad con que se cuenta se pueden citar las siguientes:

- En el City Gate se contará con válvulas de bloqueo antes y después de los reguladores de presión. En el evento de una fuga o algún otro incidente que ponga en peligro la zona, estas válvulas permitirán aislar el gasoducto.
- En el City Gate se contará con un sistema de desfogue por medio de válvulas de venteo, que será accionada por medio de presión del mismo gas combustible. Ante el incremento de presión de gas esta válvula abrirá inmediatamente, desfogará el exceso de presión y la válvula principal se cerrará.
- La válvula de bloqueo que se localizará en el patín de medición del punto de interconexión contará con un sistema de cierre automático por baja presión (SLAMSHUT) que se activará aproximadamente 1 minuto después de detectar una caída de presión anormal en el sistema. El restablecimiento de la válvula es manual.
- Cada uno de los reguladores que operarán en línea tendrá uno de respaldo en reserva. Con esto se evitará la suspensión de servicio de transporte y se reduzca al mínimo el desfogue por sobrepresión causado por falta del regulador.
- Como medida de seguridad adicional, y con el fin de facilitar la detección de fugas de gas en el sistema, se incorporará un sistema odorante a base de mercaptano

(etil mercaptano) para detectar posibles fugas mediante el olfato. Esta sustancia permite detectar fugas cuando la concentración del gas es de una quinta parte de su límite de explosividad, lo cual permite realizar las medidas preventivas y correctivas de manera oportuna. Además de esto, en el caso de las tuberías subterráneas, mancha el suelo por donde pasa, permitiendo detectar la fuga de manera visual.

- Por tratarse de un gasoducto de acero, se requiere contar con un sistema de protección catódica en el ducto, y adicionalmente en el punto de interconexión.
- El personal realizará recorridos de inspección diarios en el Derecho de Vía del gasoducto.
- La estación de regulación y medición en el punto de interconexión contará con sistema computador-controlador automático de flujo, el cual incluirá monitoreo de la composición por medio de un cromatógrafo.
- El tablero de control estará ubicado en el City Gate. En caso de emergencia se contará con una batería de respaldo.
- En el City Gate se contará con extintores tipo PQS y letreros de "No Fumar" visibles.
- La Organización pretende establecer un programa de coordinación con la comunidad y autoridades para atención a emergencias. Se contará con un Plan de Emergencias a aplicarse en caso de presentarse un accidente en las instalaciones. Dicho Plan será revisado anualmente para asegurarse de que los procedimientos cumplen la aplicación actual.

5.8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS.

- **Inspección de fugas**

Las inspecciones de fugas serán realizadas dos veces al año en todos los sistemas del gasoducto. Sin embargo, cualquier desviación que se reporte y localice en el inter será corregida y, en caso necesario, programada para su reparación definitiva. Las inspecciones emplearán uno o más de los siguientes procedimientos para identificar fugas subterráneas:

1. Inspección con detector de gas (explosímetro).
2. Inspección de vegetación.
3. Prueba de jabón en tubos y conexiones expuestas.

- **Vigilancia en el Gasoducto**

El Derecho de Vía de la tubería deberá ser inspeccionado y patrullado al menos una vez al mes para detección de fugas y actividad dentro de las cercanías del sistema que pudiera crear operación insegura. Las inspecciones al gasoducto se realizarán en vehículo terrestre y/o a pie a lo largo del Derecho de Vía para detectar evidencia de:

1. Evidencia de fugas por pérdida o cambio de color de la vegetación.
2. Daños a los marcadores (señalamientos) de la tubería.
3. Excavaciones realizadas por terceros que pudieran dañar el gasoducto.
4. Control de la maleza. Cualquier indicación de fuga, ya sea por pérdida de vegetación, deberá ser inmediatamente confirmada por medio de una inspección con un detector de fugas de gas. Los marcadores de la tubería serán inspeccionados durante la

vigilancia; cualquier marcador dañado, gastado o perdido debe ser reemplazado durante la siguiente inspección Trimestral o antes si es posible. Toda la vegetación que haya crecido en el Derecho de Vía alrededor de los marcadores, válvulas de desfogue y aislamiento, deberá cortarse al menos a 3 pulgadas sobre el nivel del suelo para maximizar la visibilidad en estos sitios. Se llevará un control ya sea cortando la vegetación o mediante esterilización del suelo. Cualquier actividad de excavación hecha por terceros en la vecindad del gasoducto deberá ser notificada de inmediato, informando a los responsables de la excavación la ubicación del gasoducto y los riesgos de ruptura de tuberías.

Inspección de válvulas

Serán inspeccionadas las válvulas de bloqueo al menos una vez al año para comprobar su accesibilidad y operabilidad. De preferencia, la inspección de válvulas será realizada en forma simultánea con la inspección de fugas. Las válvulas de desfogue deberán ser examinadas en el sitio anualmente para asegurar su operabilidad. Cualquier válvula de descarga que falle al alcanzar el punto de disparo, deberá ser ajustada, o si se requiere, ser reemplazada. Las válvulas de corte en tubería de la válvula de desfogue deberán ser inspeccionadas para asegurarse de que operan correctamente. Todas las inspecciones de válvulas deberán asegurar la instalación y protección adecuada contra polvo, líquidos o condiciones que puedan afectar en forma adversa la operación.

Reparaciones

Cualquier parte dañada o deteriorada de una tubería deberá ser reparada tan pronto como sea posible. Asimismo, todas las fugas deberán ser reparadas inmediatamente. Si

ocurre algún tipo de daño, además de fuga, en una tubería de alta presión, la presión deberá ser reducida hasta un nivel seguro hasta que pueda programarse la reparación necesaria. Si la presión no puede reducirse, entonces la parte dañada deberá ser reparada inmediatamente. Las reparaciones deberán hacerse retirando la parte dañada y reemplazándola con una tubería de resistencia similar o mayor. Las reparaciones donde haya sido instalada una tubería nueva deberán someterse a una prueba de presión de acuerdo con los requerimientos para gasoductos nuevos.

Pruebas de hermeticidad

Una vez concluidos los trabajos de la tubería, se realiza la prueba de hermeticidad con aire a presión. Toda la tubería para transporte de hidrocarburos gaseosos, se le probará herméticamente (hidrostática o neumáticamente) antes de entrar en operación.

Pruebas hidrostáticas

Esta prueba consiste en presurizar la tubería en tramos, llenándolos de agua a una presión como mínimo 1.5 veces superior (para Clase 4) a la que tendrá que soportar cuando empiece a circular el gas, para verificar su resistencia y comprobar que no existe ninguna fuga.

A toda la tubería será necesario realizar pruebas hidrostáticas. La prueba de hermeticidad puede ser con agua o aire. Los métodos y requerimientos para las pruebas de presión hidrostática deberán cumplir como mínimo con lo establecido en la NOM-007-ASEA-2016, párrafo 10.3 y 104.

El agua a utilizar deberá ser neutra y libre de partículas en suspensión que no pasen por una malla de 100 hilos por pulgada. Por tratarse de tubería nueva que nunca ha

estado en contacto con ningún tipo de producto químico, el agua que ha sido utilizada en la prueba hidrostática no requiere de ningún tipo de tratamiento, por lo que es práctica común a nivel internacional el darle la disposición que se desee (disponerla en cuerpos de agua, utilizarla para riego, etc.), ya que no se modificaron sus características fisicoquímicas originales durante la prueba.

Otro aspecto a tener en cuenta es la carga y descarga del agua en la tubería durante la prueba cuando es tomada y devuelta a cursos de agua. En ese caso se deberá controlar la erosión ante la fuerza de descarga para lo cual deben diseñarse amortiguadores de energía del fluido y tener en cuenta que el máximo caudal que puede ser extraído del curso de agua es el 10 % del mismo, etc.

La prueba de hermeticidad puede ser con agua o aire. La limitante es que se hace a 1,800 psig en tubería de acero (1.5 veces la presión de diseño del ducto en cada tipo de material). No se permite el empleo de gas natural como medio de prueba.

Protección contra la Corrosión

Todo el ducto de acero, así como la tubería aérea de la estación de medición y regulación, se protegerá con un primario y acabado adecuados para el ambiente de la zona. Se instalarán ánodos de magnesio para proteger los tramos de tubería de acero. La protección que se instalará para evitar la corrosión de la tubería de acero y de las tuberías expuestas en el área de las casetas de medición y regulación será de dos tipos: mecánica y catódica.

Protección mecánica

Para el control de corrosión externa, la tubería cuenta con un recubrimiento epóxico, cumpliendo con las especificaciones de la Asociación Nacional de Aplicadores de Recubrimientos de Tubería (National Associated of Pipe Coating Applicators, NAPCA) y será realizado en planta del fabricante (página Web: <http://www.napca.com>), sólo se cubrirán en el sitio los accesorios y las soldaduras de campo. La protección que se instalará para evitar la corrosión de las tuberías expuestas en el área de la caseta de medición y regulación será mecánica.

Protección catódica

La protección catódica es el procedimiento electroquímico para proteger las estructuras metálicas enterradas o sumergidas contra la corrosión exterior, el cual consiste en establecer una diferencia de potencial para que convierta a las estructuras metálicas en cátodo mediante el paso de corriente directa proveniente del sistema seleccionado. Existen dos tipos de sistemas de protección catódica, los cuales pueden emplearse en forma individual o combinada:

- a) Ánodos galvánicos o de sacrificio, y
- b) Corriente impresa.

Para el presente proyecto, se protegerá el ducto de acero desde la interconexión con el ducto a la Estación de Regulación y Medición utilizando ánodos de sacrificio de magnesio de alta potencia; enterrados al inicio y a cielo abierto después del City Gate, de acuerdo a los cálculos a realizar conforme al "Pipe Line Rules of Thumb Handbook".

La fuente de corriente de este sistema utiliza la diferencia de potencial de oxidación entre el material del ánodo y la tubería. La protección de las tuberías se produce a consecuencia de la corriente que drena el ánodo durante su consumo. Toda la

protección catódica se realizará de acuerdo a la norma NOM-007-SEA-2016. Se instalarán estaciones de prueba de tipo autosoportado (una en la interconexión, otra a la salida de la caseta de interconexión), protegidos para servicio de intemperie e identificados adecuadamente, para lecturas periódicas de voltaje (potencial tubo/suelo), mediante cables eléctricos de medición, para verificar la eficiencia de la protección catódica, al inicio y al final del ducto o cuando el ducto se encuentre en sitios donde el riesgo de corrosión o daños es alto, como por ejemplo cruces de autopistas, vías férreas, etc. Dichos cables eléctricos para medición serán fijados directamente sobre la tubería empleando un proceso de soldadura por aluminotermia, y recubriendo el punto de conexión con la tubería mediante material aislante eléctrico compatible con la protección mecánica y con el aislamiento del alambre. Las conexiones eléctricas de las estaciones de prueba o de registro de potencial se colocarán sobre la estructura del poste de señalamiento.

Radiografiado de soldadura

La Organización ejercerá un control continuo del trabajo de soldadura e inspeccionará visualmente la calidad de todas las soldaduras. En la tubería de acero, los tramos se unen por medio de soldadura eléctrica.

Toda la soldadura en tubería de acero se llevará a cabo utilizando un procedimiento de soldadura calificada y soldadores calificados. Para el caso de la tubería de acero, se contratará a una compañía especializada en inspección y radiografiado, asegurándose que el personal del contratista de radiografiado esté calificado y tome las medidas de seguridad adecuadas para evitar daños al personal propio, de la compañía y público en general que pasen o se ubiquen cercanos al sitio de la obra, manteniendo señalizada el área. Una vez finalizada la soldadura, se realiza una radiografía de cada una de las

uniones del ducto, así como en las soldaduras de la estación de medición y regulación del punto de interconexión, con un equipo especial que permite detectar la existencia de posibles defectos y repararlos antes de enterrar la tubería.

El punto de interconexión con el gasoducto de PEMEX, así como el City Gate, será 100% radiografiadas, en cumplimiento con la NOM-007-ASEA-2016 párrafo 8.12, la parte 192.241 y 243 de los Estándares mínimos de seguridad del U.S. Department of Transportation, y ASME B31.8 826.

La inspección radiográfica será hecha por un técnico calificado en radiografía y cumpliendo los requerimientos de API 1104. Las soldaduras que se consideren defectuosas deberán ser reparadas o reemplazadas de acuerdo con las especificaciones de la Organización, y deberán ser radiografiadas nuevamente.

Prueba radiográfica

En el caso del gasoducto de acero y del punto de interconexión con el ducto de PEMEX, así como City Gate del punto de interconexión, las soldaduras serán 100% radiografiadas.

Las pruebas no destructivas en soldaduras se realizarán de acuerdo con procedimientos escritos, y por personas capacitadas y calificadas en la aplicación de los procedimientos, así como en el manejo del equipo utilizado en las pruebas. El equipo con que se contará, para llevar a cabo los diversos programas de inspección de las instalaciones.

- Calibrador de presión diferencial
- Registrador de presión

- Micrómetro
- Manómetro digital
- Manógrafo certificado
- Multímetro certificado
- Explosímetro digital

Los equipos, sistemas e instalaciones que formarán las instalaciones, están diseñados y serán construidos de acuerdo a la última edición de las Normas, Reglamentos, Leyes, Criterios y Códigos nacionales aplicables, conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y bajo normas internacionales aplicables (ISO/IEC).

La Organización realizó estudios e investigaciones topográficas, geohidrológicas, hidrológicas, hidrometeorológicas, geológicas, hidráulicas y de materiales, así como otras investigaciones y estudios que juzgue necesarios, para determinar los parámetros definitivos que utilizará en la realización de sus diseños estructurales y para la adquisición de equipo.

El diseño estructural se realiza a partir de un adecuado balance entre las funciones propias que un material puede cumplir, a partir de sus características naturales específicas, sus capacidades mecánicas y el menor costo que puede conseguirse. El costo de la estructura siempre debe ser el menor, pero obteniendo el mejor resultado a partir de un análisis estructural previo. El diseño estructural debe siempre de obtener un rendimiento balanceado entre la parte rígida y plástica de los elementos, ya que, en muchas ocasiones, un exceso en alguno de estos dos aspectos puede conducir al fallo de la estructura.

5.8.2.1 NORMAS, ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES.

El diseño de este sistema de distribución de gas natural, se llevó a cabo basado en la NOM-007-ASEA-2016, Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos. A continuación, se presentan las normas utilizadas para el proyecto con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos, indicando el análisis y descripción de áreas identificadas como vulnerables (terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros).

Con base en lo anteriormente expuesto el diseño del proyecto está orientado a observar los distintos aspectos de seguridad aplicables y vigentes y para tal efecto contará con los medios necesarios para emplearlos dentro del proyecto. Así mismo, se hará especial énfasis en la conservación y protección del medio ambiente a lo largo de su vida útil. Cabe señalar que los criterios de diseño empleados en la ingeniería de detalle incluyen normas, estándares y especificaciones nacionales e internacionales, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 48 Especificaciones de diseño del gasoducto

Especificación Referencia y título	Descripción de la especificación	Justificación describir las razones de la elección
a) De diseño.		
NOM-007-ASEA-2016, Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos.	Establece los requisitos mínimos y especificaciones técnicas de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al medio ambiente, que deben cumplir los Regulados para el Diseño, Construcción, Prearranque, Operación, Mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento de los Sistemas de Transporte de Gas Natural, Etano y Gas Natural Asociado al carbón mineral por medio de Ductos.	Los Ductos comprenden desde el (los) punto(s) de origen hasta el (los) punto (s) de destino de dicho sistema, incluyendo el Transporte de Gas Natural Asociado a los yacimientos de carbón mineral, a los puntos de entrega y/o consumo.
ASME B31.8: Sistemas de Ductos para Transporte y Distribución de Gas	Base para requerimientos de ingeniería considerados como necesarios para seguridad del diseño y construcción de ductos sujetos a presión.	Este código ha sido de uso general en Norteamérica aún antes de su aceptación en 1951 por el ANSI.
NACE RP-01-69-92: Control de Corrosión Externa de sistemas de ductos Metálicos Subterráneos o Sumergidos	Proporciona guías de diseño para sistemas de Protección Catódica; ánodos sacrificables o sistemas de corriente aplicada.	Código aceptado en la industria de ductos.

Especificación Referencia y título	Descripción de la especificación	Justificación describir las razones de la elección
NACE RP-01-77-83: Mitigación de Efectos de Corriente Alterna y Rayos sobre Estructuras Metálicas y Sistemas de Control de Corrosión	Proporciona guías de diseño para situaciones en que ductos enterrados corren en paralelo a líneas aéreas de corriente de alto voltaje.	Código aceptado en la industria de ductos.
CSA C22.3 No. 6-M91: Principios y Prácticas de Coordinación Eléctrica Entre Ductos y Líneas Eléctricas	Guías para el diseño, instalación y mantenimiento de un sistema de control de corrosión cuando un ducto esté debajo de líneas aéreas de transmisión eléctrica.	Norma canadiense ampliamente aceptada por la industria norteamericana.
Libro de Datos de Ingeniería – SI de GPSA (Gas Processor Suppliers' Association)	Resumen de información de diseño básico requerida en las industrias de procesamiento de gas y relacionadas. Las fuentes de información son publicaciones de API, AGA y ASTM.	Este libro de datos se publicó inicialmente en 1935 y es aceptado por la industria para conceptos tales como hidráulica y dimensionamiento de compresor.
b) De Construcción.		
ASME B31.8: Sistemas de Ductos para Transporte y Distribución de Gas	Base para requerimientos de ingeniería considerados como necesarios para seguridad del diseño y construcción de ductos sujetos a presión.	Este código ha sido de uso general en Norteamérica aún antes de su aceptación en 1951 por la ANSI.
ASME Código de Calderas y Recipientes a Presión: Sección VIII, Reglas para Construcción de Recipientes a Presión	Establece reglas de seguridad que gobiernan el diseño, fabricación e inspección durante la construcción de calderas y recipientes a presión.	Este código es el aceptado en la industria de ductos para filtros, limpiadores y otros recipientes a presión en línea.

Especificación Referencia y título	Descripción de la especificación	Justificación describir las razones de la elección
API 1104: Norma para Soldadura en Ductos e Instalaciones Relacionadas	Procedimientos de soldadura para calificación de soldador y normas de aceptación para sistemas de ductos.	Una norma reconocida en la industria de ductos norteamericana.
API RP 5L1: Práctica Recomendada para Transporte por Ferrocarril de Secciones de Ducto	Manejo, carga y protección de secciones de ducto en carros de ferrocarril.	El gasoducto es paralelo al ferrocarril en gran parte de su ruta, lo que hace factible el transporte ferroviario desde los talleres de recubrimiento.
c) De materiales: tuberías, válvulas, estaciones de recepción y entrega del gas y estaciones de compresión.		
ASTM A 53: Ducto de Acero	Materiales y especificaciones para el fabricante de aceros ERW Sin Costura y FBW API 5L, Grados A & B.	Ducto para Estación de pared más gruesa para acomodar accesorios y herrajes soldados según ASME B31.3
ASTM A 105: Piezas Forjadas, Acero al Carbón, para Componentes de Ductos	Especificación de Material Especificación para el diseño y manufactura de herrajes, válvulas y bridas forjados.	Norma reconocida en la industria de ductos.
ASTM A 193: Materiales para Pernos de Acero de Aleación y Acero Inoxidable para Servicio a Alta Temperatura	Especificación de Material para el diseño y manufactura de pernos para bridas aislantes y de cara plana	Norma reconocida en la industria de ductos
ASTM A 194: Tuercas de Acero al Carbón y de Aleación para Pernos para Servicio a Alta Presión y Alta Temperatura	Especificación de Material para el diseño y manufactura de tuercas	Norma reconocida en la industria de ductos
ASTM A 234: Herrajes para Ductos de Acero de Aleación y Acero Inoxidable Forjado para Temperaturas Moderadas y Elevadas	Requerimientos de Material para Aceros al Carbono – Aceros de Aleación;	Norma reconocida en la industria de ductos

Especificación Referencia y título	Descripción de la especificación	Justificación describir las razones de la elección
ASME B16.5: Bridas y Herrajes Bridados para Ductos de Acero	Clases de Presión y Temperatura para Bridas de Acero al Carbón; Dimensiones de Revestimientos de Brida	Norma reconocida en la industria de ductos
ASME B16.9: Herrajes para Soldadura a Tope de Acero Forjado Hechos en Fábrica	Norma dimensional para herrajes para soldadura a tope para ductos	Norma reconocida en la industria de ductos
API 5L: Especificación para Secciones de Ducto	Esta especificación cubre las secciones de ducto de acero sin costura y soldadas adecuadas para uso en el transporte de gas, agua y petróleo, en las industrias tanto del petróleo como del gas natural	Norma reconocida en la industria de ductos
API 6D: Válvulas Tapas Terminales, Conectores y Placas Giratorias para Ductos	Válvulas y equipo bridado y para soldadura a tope para servicio en ductos; válvulas de compuerta, macho, bola y retención, tapas y conectores	Norma reconocida en la industria de ductos
CSA-Z245.20-M92: Recubrimiento Externo Epóxico Ligado por Fusión para Tubería de Acero	Esta norma alude a la calificación, aplicación, inspección, prueba, manejo y almacenamiento de materiales requeridos para el recubrimiento epóxico ligado por fusión aplicado en planta, aplicado externamente a la tubería de acero desnuda.	Los recubrimientos externos en gasoductos enterrados son un elemento crítico para la protección anticorrosiva y la integridad. El código de referencia es una norma reconocida en la industria de ductos para una aplicación de alta calidad.
MSS-SP-75: Especificación para Herrajes Soldables Forjados de Alta Resistencia	Especificaciones para empalmes monolíticos totalmente soldados.	Protección Catódica; aislamiento eléctrico

Especificación Referencia y título	Descripción de la especificación	Justificación describir las razones de la elección
d) De Operación.		
ASME B31.8: Sistemas de Ductos para Transporte y Distribución de Gas	Base para los requisitos de ingeniería considerados como necesarios para la seguridad en el diseño y construcción de ductos bajo presión.	Este código ha estado en uso general en Norteamérica aún antes de su aceptación en 1951 por la ANSI.
e) De mantenimiento.		
ASME B31.8: Sistemas de Ductos para Transporte y Distribución de Gas	Base para los requisitos de ingeniería considerados como necesarios para la seguridad en el diseño y construcción de ductos bajo presión.	Este código ha estado en uso general en Norteamérica aún antes de su aceptación en 1951 por la ANSI.

Tabla 49 Normas de Comisión Reguladora de Energía

Estándar	Especificación
NOM-001-SECRE-2010	Especificaciones del gas natural.

Tabla 50 Normas de Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente

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

Tabla 51 Código de los Estados Unidos de Norteamérica

Estándar	Especificación
Code of Federal Regulations, Título 49, Parte 192 del U.S. Department of Transportation	"Estándares Federales mínimos de seguridad: Transportación de gas natural y otros gases por gasoducto" (Transportation of Natural and Other Gas by Pipeline: Minimum Federal Safety Standards).

Tabla 52 Normas del Instituto Americano del Petróleo API

Estándar	Especificación
API-STD-1104	Estándar para la soldadura de ductos y sus instalaciones.
API RP 1102 7ª ED. 2007	Steel Pipelines Crossing railroads and Highways.

**Tabla 53 Normas de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
(ASME/ANSI)**

Estándar	Especificación
ASME/ANSI B31.8	Sistema de tubería para el transporte de gas.
ANSI-B-16.5	"Pipe Flanges and Flanged Fittings".
ASME Sección IX	Welding and Brazing Qualifications.

Tabla 54 Normas de la Sociedad Americana de Materiales y Pruebas

Estándar	Especificación
ASTM D – 1826	Método de prueba para determinar el poder calorífico bruto del gas natural en base seca.
ASTM D – 4468	Método de prueba para determinar el Azufre total (S).
ASTM D – 1142	Método de prueba para determinar el contenido de vapor de agua por la medición del punto de rocío.
ASTM D – 1945	Análisis del gas natural por cromatografía.
GPA 3166-86	Obtención de muestras del gas natural para su análisis por cromatografía.
ASTM A-234 Gr. WPB ASA B 16.9 cédula 80.	Conexiones soldables primer y segundo paso.
ASTM A-105/	Establece los requerimientos para la fabricación de acero forjado y corresponde a bridas y accesorios usados.
ANSI B 16.5.	Dimensionamiento de bridas.
ASTM A-216	Válvulas de bloqueo seccional. Tipo compuerta de paso completo y continuado de 4" ø cuerpo de acero fundido especificación Gr. WCB, conexiones bridadas cara R.F.
ASTM A 193	Espárragos de acero especificación en 3/4" de ø.
ASTM A-194 Gr. 2H	Tuerca de acero especificación en 3/4" ø.

Estándar	Especificación
ASME 3FA-5.1	Soldadura. Electrodo revestido de 1/8" y 5/32" de ø tipo E-6010 especificaciones AWS A:5.1-91.

Tabla 55 National Fire Protection Association

Estándar	Especificación
NFPA 37	Standard for the installation and Use of Stationary Combustion Engines and Gas Turbines, 2010 Edition.
NFPA 52	Compressed Natural Gas (CNG) Vehicular Fuel System, 2010 Edition.
NFPA 59 ^a	Standard for the Production Storage and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG).
NFPA 69	Explosion Prevention Systems.
NFPA 70	National Electrical Code, 2011 Edition.
NFPA 328	Manholes, Sewers and Similar Underground Structures.
NFPA 5113	Cutting and Welding Processes.

Tabla 56 Estándares y especificaciones para los materiales utilizados en la construcción del ducto

Estándar	Especificación
ASTM-A-105	Forja de acero al carbón, para componentes de tuberías.
ASTM-A-194	Tuercas para espárragos, de acero de aleación para servicio de alta presión y alta temperatura.
API-5L	Tubo de línea.
ASME-B-16.5	Bridas para tubo de acero y accesorios bridados.
ASME-B-16.9	Accesorios de fábrica de acero forjado para soldar a tope.
ASME-B-16.11	Accesorios de acero forjado de embatir, soldar y roscados.
ASME-B-16.20	Ranuras y empaquetaduras de anillo para bridas de acero.
API-6D	Válvulas de acero, bridadas o soldables.
ASME-B-18.2.2	Tuercas cuadradas y hexagonales.
ASME/ANSI-B.16.9	Accesorios para soldadura a tope fabricado de acero forjado.
ASTM-A-193	Material para atornillado en aleaciones y acero al carbón para servicio de alta temperatura.
ADS AS, 178	Especificación de electrodos para soldadura de arco.

Tabla 57 Especificaciones generales de Petróleos Mexicanos (PEMEX)

Estándar	Especificación
NRF-004-PEMEX-2003	Protección con recubrimientos anticorrosivos a instalaciones superficiales de ductos.
NRF-020-PEMEX-2005	Calificación y certificación de soldadores y soldadura.
NRF-026-PEMEX-2008	Protección con recubrimientos anticorrosivos para tuberías enterradas y/o sumergidas.
NRF-047-PEMEX-2004	Diseño, Mantenimiento Protección Catódica.
NRF-053-PEMEX-2004	Sistemas de protección anticorrosivos a base de recubrimientos para instalaciones superficiales.

Leyes, Reglamentos, Criterios, Normas y Códigos Mexicanos.

- Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento (LSPEE).
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Ley Forestal.
- Ley Federal de Derechos en Materia de Agua.
- Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.
- Ley Federal del Trabajo.
- Ley General de Salud.
- Ley del Seguro Social.
- Ley de Protección Civil.
- Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Reglamento de la LGEEPA de Materia de Impacto Ambiental.
- Reglamento de la LGEEPA de Materia de Protección y Control de la Atmósfera.
- Reglamento para protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión del ruido.
- Leyes y reglamentos del municipio o del estado, aplicables a los temas no cubiertos en estas Especificaciones.
- Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente del Trabajo de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS, México).
- Criterios Ecológicos en Calidad del Agua (CE-CCA-001).
- Manual de Diseño de Obras Civiles de Comisión Federal de Electricidad.

Relación de Normas

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2010. especificaciones del gas natural (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-2003, calidad del gas natural y la NOM-EM-002-SECRE-2009, calidad del gas natural durante el periodo de emergencia severa).
- NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas (Utilización), o aquella que la cancele o sustituya.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008. Edificios locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad.
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad. Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002. Sistema General de Unidades de Medida.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- Norma Oficial Mexicana NOM-019-STPS-2011. Constitución, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad.

- Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
- Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008. Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos por tuberías.
- Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2012, sistema para la administración del trabajo-seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad.
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación y los listados de los residuos peligrosos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-117-SEMARNAT-2006, Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

Normas Internacionales.

- ISO – International Standard Organization.
- ISO-9001-2015: Sistemas de Gestión de la Calidad.
- ISO 14001-2015 – Sistema de Gestión Ambiental.

Especificaciones de la Comisión Federal de Electricidad:

Manual de Diseño de Obras Civiles (CFE).

- Capítulo 1 Criterios de diseño.
- Capítulo 2 Acciones.
- Capítulo 3 Diseño por sismo.
- Capítulo 4 Diseño por viento.

Los criterios de diseño, análisis y descripción de áreas identificadas como vulnerables (terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros) se describirán en los estudios de mecánica de suelos, estudios geológicos, geotecnia, topográfico que actualmente se llevan a cabo.

a) Sistema de protección contra incendios.

El City Gate contará con extintores portátiles y carretilla de polvo químico seco (PQS), portátiles de bióxido de carbono (CO₂) deberán colocarse distribuidos estratégicamente en el centro de trabajo de acuerdo a especificaciones indicadas en la norma NOM-002-

STPS-2010 condiciones de seguridad, prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Los equipos deberán presentar identificación, fechas de última inspección y recarga, estar en buenas condiciones físicas exteriores, tanto en el cuerpo como en sus accesorios, altura máxima de instalación, distancias entre ellos, señalización y libres de obstáculos para su acceso.

De acuerdo al punto 5.2 de la norma NOM-002-STPS-2010 condiciones de seguridad, prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, la instalación debe contar con los detectores de incendio acordes al grado de riesgo de incendio en las distintas áreas del centro de trabajo, para advertir al personal que se produjo un incendio o que se presentó alguna otra emergencia. Además, el personal estará capacitado en el manejo de explosímetros manuales y se realizarán verificaciones en el área de acondicionamiento de gas.

b) Estaciones de regulación y medición (instrumentación).

La instrumentación de medición es la suficiente para permitir que la operación y protección de las instalaciones sea automática y segura, logrando una completa supervisión y registro de la operación bajo cualquier condición.

El diseño de los cuartos de control de las instalaciones considera conceptos ergonómicos con el fin de disminuir la incidencia de fallas humanas.

El sistema de control contempla un alto grado de disponibilidad, ya que considera conceptos de redundancia, partición o distribución de funciones, autodiagnóstico, así

como la posibilidad de sustituir o reconfigurar componentes en línea. Serán redundantes aquellos componentes críticos del sistema, tales como controladores, bases de datos, interfases de comunicación, fuentes de alimentación, mediciones de variables críticas y estaciones de operación.

La instalación contempla todos los sistemas de instrumentación y control, necesarios para la operación segura y automática, incluyendo ingeniería, equipo, accesorios, instalación, software y programación, licencias de uso de software, pruebas, documentación y capacitación de: sistema de control distribuido, control maestro y sistema de transmisión de datos.

Los elementos finales de control incluyen: actuadores, válvulas de control, posicionadores, reguladores auto-operados, accesorios de instalación, válvulas de seguridad y alivio.

La instrumentación local está integrada por indicadores de presión, indicadores de presión diferencial, puntos de prueba de presión, indicadores de temperatura, termopozos de prueba, columnas de nivel, válvulas solenoides y controladores (reguladores) locales. A continuación, se presentan los conceptos de diseño generales que se utilizarán para todo instrumento primario:

- Se especificarán los instrumentos para un rango de temperaturas ambiente desde -20°C hasta +50°C.
- Los instrumentos de proceso por lo general se especificarán para la Clase I, División 1, Grupo D para la clasificación de zonas, tanto de la División 1 como de la División 2.

- El diseño minimizará el uso de circuitos que son intrínsecamente seguros y de equipos accionados a 110 Voltios AC.
- Todo transmisor y otro dispositivo sujeto a vibraciones será montado sobre soportes para instrumentos o caballetes de 2 pulgadas manteniéndose aislados de la fuente de vibración.
- Los contactos de interruptores por lo general serán especificados SPDT y serán asignados de acuerdo a la aplicación.
- Los recintos para instrumentos montados en el campo serán de acuerdo a la norma NEMA 4 y/o 7.
- Los instrumentos montados exteriormente serán protegidos de la luz directa del sol y de la lluvia.
- La medición de temperatura se realizará con un accesorio remoto de resistencia (RTD's) de PT-100.
- Reguladores de primera y segunda etapa:
 - Presión máxima de operación 100 Bar.
 - Presión de trabajo de los reguladores de presión 41.8-63.2 kg/cm².
 - Conexión de entrada y salida 2" brida RF ANSI 600.

Los filtros son marca Inova, modelo VFS-6-1440, modelo de cartucho JPMG-336-CE-R, marca Jonell, presión de trabajo 41.8-63.2 kg/cm², cuerpo del recipiente 14" ANSI 600 RF, contarán con tapas de cierre rápido, marca Sypris, modelo threaded Closure.

Tabla 58 Cédula de Conduit del City Gate y cableado-Instrumentación

No de circuito	TAG de cable	Tamaño de conduit	Desde	Hacia	Equipo/servicio
C01	PIT-01	1"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de presión PIT-01	PIT-01
C02	TIT-01	1"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de temperatura TIT-01	TIT-01
C03	FT-01	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Emisor de pulsos PIT-01	FT-01
CO4	PIT-02	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de presión PIT-02	PIT-02
C05	TIT-02	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de temperatura TIT-02	TIT-02
C06	FT-02	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Emisor de pulsos PIT-02	FT-02
C07	PIT-03	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de presión PIT-03	PIT-03
CO8	TIT-03	1 ½"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de temperatura TIT-03	TIT-03
CO9	PIT-04	2"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de presión PIT-04	PIT-04
C10	TIT-04	2"	Caja de conexiones IJB-903	Transmisor de temperatura TIT-04	TIT-04

Manómetros

Marca: Dewit

Presión máxima de operación: 0-28 kg/cm²

Material del cuerpo: acero inoxidable

Servicio: gas natural

Temperatura de operación: 20 °C

Conexión: 1/2" Nivel piso terminado

Diámetro de carátula: 4½"

Válvula interceptora de seguridad

En las líneas de regulación del City Gate "Rio Blanco", que entregará una presión de salida de 21 kg/cm², se instalarán válvulas de corte por alta o baja presión, precediendo a los reguladores monitor, se instalarán válvulas slam shut, marca Tormene americana, modelo TA956SSV de 2" ANSI 600, presión máxima de operación de 100 bar, con dispositivo de corte tipo cx615. cuentan con resorte con rango de ajuste de 13.0 a 40.0 bar para el corte por alta presión y de 6.0 a 19.0 bar para el corte por baja. los trenes de regulación estarán configurados para trabajar de manera automática y con los puntos de corte ajustados a manera de que nunca exista una presión mayor a la permitida en el ducto, que es de 21 kg/cm².

Válvula Principal

La válvula bola de 4" ANSI 300, tipo trunnion, de paso completo, equipada con un actuador eléctrico o neumático, cuerpo de acero al carbón, marca Warren, cumplen con la norma API 6d, operadas mediante palanca, incluyen portacandado.

Válvulas de seccionamiento

Serán diez válvulas son tipo bola de 4" ANSI 300, tipo trunnion, de paso completo, cuerpo de acero al carbón, marca Warren, cumplen con la norma API 6d, operadas mediante palanca, incluyen portacandado.

Válvulas en manómetros

Serán 6 piezas. válvula de aguja de acero inoxidable 316 de ½" nivel piso terminado, marca Dline, presión máxima de operación 6,000 psig.

Válvulas de purgado

Serán 6 piezas. válvula de aguja de acero inoxidable 316 de ½" nivel piso terminado, marca Valve-tek, presión máxima de operación 2,000 psig.

Medición del flujo de gas.

La medición del flujo en las estaciones de recepción y de entrega se realizará mediante los estándares internacionales apropiados.

Pruebas e inspección.

La inspección y calibración de los cromatógrafos de gas se realizará de conformidad con el "Código de práctica de calibración de analizadores de gas de proceso". Se inspeccionará y probará el sistema de medición necesario para el cumplimiento de todos los códigos, las normas y las especificaciones.

La Estación de Recepción y Estación de Entrega contará con dispositivos que permitan conectar al sistema de medición un simulador portátil certificado a fin de verificar totalmente todas las entradas y salidas de datos al sistema de medición, y verificar la precisión y funcionamiento del equipo que realiza los cálculos.

c) Instalaciones Eléctricas a Prueba de Explosión.

Las áreas donde se maneja gas natural se clasifican como Clase I, División I debido a que se encuentran en recipientes cerrados y líneas de donde pueden escapar sólo en el caso de ruptura accidental, avería de los recipientes o sistemas o en el caso de una operación anormal del equipo. Las instalaciones superficiales contarán con instalaciones a prueba de explosión Clase I, División I. El City Gate contará con instalaciones a prueba de explosión.

d) Programa de inspección.

El programa de inspección y pruebas deberá incluir las siguientes actividades para la prevención de riesgos en las instalaciones:

- Revisión de registros eléctricos, escaleras, luminarias, explosividad de áreas.
- Revisión de válvulas y filtros.
- Revisión y calibración de válvulas de medición y seguridad-relevo.
- Inspección y verificación de los extintores de polvo químico seco y CO₂ existentes en las diferentes áreas.
- Pruebas de integridad mecánica de equipos y tuberías.
- Revisión y medición del sistema de tierras físicas.
- Simulacros operacionales, prácticas y simulacros contra incendio.
- Programa de capacitación en aspectos de Seguridad e Higiene y Protección Ambiental.
- Inspección de válvulas, accesorios, indicadores de campo, (flujo, temperatura, presión).
- Medición de explosividad en registros.

- Programa permanente de orden y limpieza en el City Gate y del derecho de vía.
- En caso de que los filtros apliquen la norma NOM-020-STPS-2011 Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad, se solicitarán la autorización de los recipientes sujetos a presión.

e) Equipo de protección personal de emergencia.

El personal de las brigadas contará para la atención de emergencias con el siguiente equipo de seguridad:

- Cascos.
- Calzado.
- Trajes contra incendio.
- Guantes.
- Cascos de bombero.
- Monogafas.
- Arnés.
- Botas contra incendio.
- Equipo de respiración autónomo.
- Equipo de respiración inducido.
- Equipos completos de bomberos.

f) Sistemas y equipo de comunicación y alarma.

La Organización contará con un sistema de comunicación los cuales constan de radios portátiles, un radio base y telefonía interna de TELMEX. Además, cuenta con

mecanismos de comunicación y alarma que permiten el enlace en caso de emergencias, con las diferentes áreas en el interior de la instalación, empresas filiales y organismos externos.

La Organización contará con números telefónicos de emergencia que, al recibirse el aviso de una emergencia por parte de un particular, dependencia, trabajador, etc., será canalizada vía Cuarto de Control del City Gate, el cual lo hará del conocimiento de los miembros del Comité de Emergencias o personal que efectúe en esos momentos las funciones correspondientes.

g) Sistema de tierras físicas y sistema pararrayos.

Las instalaciones del City Gate contarán con un sistema de tierras integrado por un conjunto de conductores, electrodos, accesorios y otros elementos que, interconectados eficazmente entre sí, tienen por objeto conectar a tierra a elementos que pueden generar o acumular electricidad estática.

h) Rutas de evacuación y punto de reunión

Los puntos de reunión se establecerán considerando que las rutas de evacuación no deben encontrarse en la dirección de los vientos dominantes. Las instalaciones contarán con letreros de señalización de rutas de evacuación distribuidas estratégicamente en las instalaciones superficiales y existirá un punto de reunión.

i) Programa de Seguridad e Inspección.

El área de Seguridad Industrial de la Organización realizará inspecciones periódicas (diarias, semanales, quincenales, mensuales y anuales) de los equipos y sistemas de seguridad y prevención con la finalidad de detectar oportunamente desviaciones para su atención. El Programa de Actividades de Seguridad, el cual contempla las siguientes inspecciones:

Grupo 1.- Actividades dirigidas al hombre (inspecciones preventivas de riesgo).

Grupo 2.- Actividades dirigidas a las instalaciones.

Grupo 3.- Actividades dirigidas a los dispositivos o sistemas que deben operar en casos de emergencia.

Grupo 4.- Actividades dirigidas a los equipos e instalaciones contra incendio.

Grupo 1.- Actividades dirigidas al hombre (inspecciones preventivas de riesgo).

a) Condiciones de riesgo. El objetivo es detectar y corregir efectivamente las condiciones de riesgo en todas las áreas o sectores del centro de trabajo, para lograr que los trabajos derivados de las inspecciones sean efectuados oportunamente (incluir registros eléctricos, registros aceitosos, soportes elevados, luminarias, explosividad de áreas).

b) Establecer los períodos de la revisión y prueba del equipo de protección personal fijo instalado en las plantas de proceso, con la finalidad de mantenerlo en óptimas condiciones de servicio (incluir revisión y conservación de equipo de protección personal fijo. Inspeccionar regaderas de emergencias y botiquines de primeros auxilios, equipos de aire respirable.

- c) Capacitación. Dar difusión a la información de seguridad como son normas, procedimientos y reglamentaciones, así como las formas correctas del uso del equipo de protección personal, con el objeto de evitar que se produzcan accidentes por el desconocimiento de dicha información (incluir uso correcto de equipo básico de seguridad (casco, lentes, entre otros) para empleados y contratistas, análisis de seguridad del trabajo para empleados y contratistas).
- d) Simulacro Operacionales. El objetivo es entrenar al personal operativo para que su respuesta sea oportuna y segura en situaciones de emergencia.
- e) Pláticas y Prácticas Contra incendio. El objetivo es entrenar al personal en los conocimientos teórico-prácticos básicos de la utilización oportuna y eficiente de los sistemas contra incendio, así como las formas correctas del uso de equipo de protección personal, con la finalidad de prevenir la iniciación de un fuego o controlar y apagar un incendio.
- f) Simulacros Contra Incendio. El objetivo es entrenar al personal del centro de trabajo mediante su participación directa en simulaciones de emergencias, detectar y evaluar las fallas que pueden presentarse durante los simulacros contra incendio, Asegurar que los equipos, materiales y sistemas que sean esenciales para el combate de un incendio, se encuentren en las mejores condiciones de conservación y operación que aseguren su uso inmediato, mantenga familiarizado con la ubicación de puntos de reunión, de instalaciones y equipos del centro de trabajo, ponga en práctica en forma simulada las acciones que debe llevar a cabo en un hecho real, de tal manera que las conozca completamente.

g) Simulacros para el manejo de gas natural. El objetivo es entrenar al personal del centro de trabajo mediante su participación directa en simulaciones de emergencias, detectar y evaluar las fallas que pueden presentarse durante los simulacros en el manejo de gas natural, así como atender alguna fuga ocasionada en la tubería, accesorios o los mismos cilindros. Asegurar que los equipos, materiales y sistemas que sean esenciales para atender una fuga se encuentren en las mejores condiciones de conservación y operación que aseguren su uso inmediato, mantenga familiarizado con la ubicación de puntos de reunión, de instalaciones y equipos del centro de trabajo, ponga en práctica en forma simulada las acciones que debe llevar a cabo en un hecho real, de tal manera que las conozca completamente.

h) Programar y realizar campañas de seguridad, que sirvan para mejorar las condiciones de seguridad en cada centro de trabajo (incluir uso de ropa de trabajo y equipo de protección personal, aplicación de reglamentos y procedimientos de seguridad, abatimiento de los índices de accidentabilidad.

i) Evaluación de Ruido Industrial. El objetivo es realizar los estudios de evaluación de las características de la exposición laboral de los trabajadores al ruido acústico.

Grupo II.- Actividades dirigidas a las instalaciones.

Verificar la condición física de las tuberías y válvulas para detectar cuándo es necesaria la sustitución parcial o total de los mismos; con el fin de prevenir riesgos y de programar con oportunidad los cambios necesarios, para así acortar los períodos de reparación y prolongar las corridas operacionales.

Grupo 3.- Actividades dirigidas a los dispositivos o sistemas que deben operar en casos de emergencia.

El objetivo consiste en que los sistemas de protecciones estén completos y operables, y que alarmen, disparen e interactúen con los procesos, operando en sus valores de calibración correctos, para proteger equipos e instalaciones, en caso de descontrol en los procesos operativos.

- a) Revisión y Calibración de Válvulas de Seguridad-Relevo. Lograr que estos dispositivos operen eficientemente cuando ocurran incrementos de presión en los sistemas de tuberías y equipos por descontrol operacionales ó emergencias.
- b) Revisión y calibración de válvulas de corte y de control. Lograr que estos dispositivos operen eficientemente cuando ocurra fuga de gas natural.

Grupo 4.- Actividades dirigidas a los equipos e instalaciones contra incendio. Revisión y conservación de equipo e instalaciones contra incendio estén en condiciones de uso y que su localización sea la apropiada.

- a) Inspección y verificación de los extintores de polvo químico seco y CO₂ existentes en el City Gate y Estación de Regulación y Medición.

5.8.2.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

El Centro de Trabajo cumplirá con el punto 7 de la norma a NOM-009-ASEA-2017, Administración de la integridad de ductos de recolección, transporte y distribución de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos., referente a que debe contar con un

programa de mantenimiento preventivo que incluya todo el equipo crítico relacionado con el proceso usando los procedimientos correspondientes.

El mantenimiento preventivo, que se implantará en el Centro de Trabajo considera a la totalidad de las instalaciones y equipos mecánicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos estáticos y dinámicos, líneas, instrumentación, obras civiles y de servicios, sistema contra incendio y de seguridad física de la instalación. Basará su funcionamiento en el llamado catálogo de planes, mediante la emisión programada de órdenes de trabajo, en las que se detallan las actividades a realizar en cada tipo de servicio, ya sea mensual, bimestral, trimestral, semestral o anual. Las órdenes de trabajo emitidas incluyen espacios para el reporte de los trabajos realizados, materiales utilizados y tiempos empleados en su ejecución, así como los nombres y firmas de las personas que intervienen en dichas actividades. Esta información es alimentada a la base de datos del sistema, de tal manera, que se creará el historial de cada una las instalaciones y equipos, lo que finalmente llevará a la implantación de un sistema de mantenimiento predictivo, que evitará en el futuro, los paros no programados por fallas imprevistas de los sistemas.

El sistema de control computarizado del mantenimiento permite un rápido acceso a la información requerida. Para la realización de los trabajos, es requisito de seguridad elaborar y obtener la autorización de un "Permiso de trabajo", en el que se hace un análisis de la tarea para determinar los riesgos en su ejecución. Durante la ejecución de los trabajos se realizan inspecciones para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad solicitados.

La aplicación y ejecución sistemática de los programas de mantenimiento preventivo permitirá una óptima conservación de las instalaciones. Las tuberías, uniones y

accesorios estarán protegidas con pinturas anticorrosivas, soportadas y sujetas de acuerdo a normas y códigos, con la señalización respectiva en materia de identificación, dirección de flujo, código de colores y en su instalación reflejan lo indicado en planos.

Lista de Recambios para cada equipo y Programa de Mantenimiento

Mantenimiento después de 6 Meses

- Verificar la hermeticidad de las válvulas de seccionamiento (ver Manual de Operación).
- Verificar la hermeticidad de las válvulas de instrumentación (ver Manual de Operación).
- Verificar la hermeticidad de las válvulas de purgado (ver Manual de Operación).
- Verificar el estado y funcionamiento del sistema de protección catódica.

Después de 1 y 2 Año

- Verificar la hermeticidad de las válvulas de seccionamiento (ver Manual de Operación).
- Verificar la hermeticidad de las válvulas de instrumentación (ver Manual de Operación).
- Verificar la hermeticidad de las válvulas de purgado (ver Manual de Operación).
- Verificar el estado y funcionamiento del sistema de protección catódica.

Después de 5 años

- Verificar la hermeticidad de las válvulas de seccionamiento (ver Manual de Operación).
- Verificar la hermeticidad de las válvulas de instrumentación (ver Manual de Operación).
- Verificar la hermeticidad de las válvulas de purgado (ver Manual de Operación).
- Verificar el estado y funcionamiento del sistema de protección catódica.
- Verificar el estado del recubrimiento anticorrosivo en la tubería aérea.
- Verificar el estado del recubrimiento FBE en secciones aleatorias del ducto.

5.8.2.3 MEDIDAS DE CONTINGENCIAS Y AMBIENTAL.

A) Control en la generación de residuos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial.

Las instalaciones cumplirán con las disposiciones, obligaciones y requisitos en el manejo de residuos de acuerdo al Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Título Cuarto, Capítulo I, Artículos 35 y 37, Capítulo II, 42, 43, 44, 45, 46, 47, Capítulo III Artículo 65, Capítulo IV, Artículo 71, 72, 73 y 75, Capítulo IV Sección I, 82, Sección III, 87. Artículos Transitorios Séptimo y Octavo. Entre los principales se encuentra las siguientes obligaciones legales:

- Licencia Ambiental Única.
- Cédula de Operación Anual.
- Alta como generador de residuos peligrosos.
- Manifiesto de entrega, transporte y disposición final de residuos peligrosos.

- Procedimientos para el control de los residuos peligrosos generados dentro de las instalaciones.
- Bitácoras de entradas y salidas de residuos.
- Capacitación en la materia al personal a cargo del manejo de residuos.
- Disposición final y transporte de residuos peligrosos con empresas autorizadas para la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

B) Control y administración del riesgo ambiental.

El proyecto contará con un programa sistematizado de mantenimiento mediante el cual se administrarán, controlarán y organizarán las actividades en el gasoducto, instalaciones y caseta de regulación y medición. Para el manejo de gas natural contará con un programa de seguridad y mantenimiento de instalaciones eléctricas a prueba de explosión, protección catódica, señalización, revisión y mantenimiento de válvulas, tuberías y sistema contra incendio adecuado a las necesidades de la instalación y suficientes para mantener controlado el riesgo.

La Organización contará con el historial de cada equipo donde registrará las reparaciones, inspecciones realizadas, condiciones iniciales, modificaciones, mejoras y pruebas de integridad mecánica.

El Centro de Trabajo contará con procedimientos para trabajos peligrosos donde dará a conocer las reglas básicas de seguridad e higiene industrial, así como los procedimientos a seguir y el equipo de protección personal requerido en la realización de trabajos peligrosos. Mediante formatos se realizará el control donde analizarán las medidas de seguridad que deberán aplicar. A continuación, se mencionan las actividades que se incluirán en el procedimiento:

- Permiso para trabajo de contratistas.
- Permisos para trabajos con soldadura.

La identificación del tipo y magnitud de los eventos específicos de riesgo, permiten establecer las medidas preventivas y correctivas para determinar el radio de seguridad y de riesgo para instalaciones, personal laboral, pobladores y al ambiente con el fin de disminuir la probabilidad de afectación.

La evaluación de consecuencias de los tres eventos se considera aceptable, pero se deberán cumplir durante la construcción con las bases de diseño e ingeniería, planos según construcción y en la operación de las instalaciones con los programas de mantenimiento, inspección y pruebas.

C) Programa de Prevención de Accidentes.

La empresa contará con un Programa de Prevención de Accidentes. Los objetivos del PPA son:

- Evitar que los accidentes provocados por la realización de actividades altamente riesgosas (AAR), alcance de nivel de desastre.
- Propiciar que quienes realicen actividades de riesgo, comunidad y empresas aledañas, así como autoridades locales, desarrollen una conciencia de alerta continua ante cualquier contingencia ocasionada por la liberación de sustancias peligrosas.
- Propiciar un ambiente de seguridad en la comunidad y empresas aledañas a una actividad de alto riesgo.

- Contar con planes, procedimientos, recursos y programas para dar respuesta a cualquier contingencia ocasionada por el manejo de las sustancias peligrosas.
- Contar con planes procedimientos, recursos y programas para dar atención a cualquier situación de emergencia ocasionada por la liberación de sustancias peligrosas.
- Establecer los mecanismos de comunicación, coordinación y concentración de acciones para incrementar adecuadamente el PPA en la localidad.
- Que las industrias de alto riesgo difundan en la localidad, la información relacionada con las actividades que desarrollan y los riesgos que estas representan para la población, sus bienes y el ambiente, así como los planes, procedimientos y programas con los que se cuenta, para disminuir y controlar dichos riesgos, enfrentar cualquier contingencia y atender desastres provocados por la liberación accidental de sustancias peligrosas.

El Programa de Prevención de Accidentes estará basado en la guía publicada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y para la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (SEMARNAT-COFEMER), mayo de 2010, donde incluirá los siguientes puntos:

I. Datos generales del establecimiento o instalación, del representante legal de la empresa y del responsable de la elaboración del programa para la prevención de accidentes.

I.1 Establecimiento ó instalación.

I.1.1 Nombre o razón social.

I.1.2 Actividad principal productiva del establecimiento.

I.1.3 Clave mexicana de actividades productivas (CMAP) de INEGI.

I.1.4 Código ambiental.

I.1.5 Domicilio del establecimiento o instalación.

I.1.6 Nombre y cargo del representante legal o datos del registro único de personas acreditadas.

I.1.7 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

I.2 Responsable de la información contenida en el programa para la prevención de accidentes.

I.2.1 Puesto o cargo dentro de la organización de la empresa.

II. Descripción del entorno del establecimiento o instalación donde se desarrollan las actividades altamente riesgosas.

II.1 Descripción de las características físicas del entorno.

II.2 Descripción de las características socio-económicas.

II.3 Infraestructura, servicios de apoyo y zonas vulnerables.

III. Materiales peligrosos manejados y zonas potenciales de afectación.

III.1 Listado de materiales peligrosos.

III.2 Eventos detectados en el estudio de riesgo ambiental.

IV. Identificación de medidas preventivas para controlar, mitigar o eliminar las consecuencias y reducir su probabilidad.

IV.1 Sistemas de seguridad.

IV.2 Medidas preventivas.

V. Programa de actividades a realizar derivadas del estudio de riesgo ambiental presentado por el establecimiento o instalación.

VI. Plan de respuesta de emergencias.

VI.1 Procedimientos específicos para la respuesta a los posibles eventos de riesgo identificados dentro de las instalaciones.

VII. Directorio de la estructura funcional para la respuesta a emergencias.

VII.1 Directorio de la estructura funcional para la instrumentación del plan de respuesta a emergencias al interior y exterior de las instalaciones.

VIII. Plan para revertir los efectos de las liberaciones potenciales de los materiales peligrosos, en las personas y en el ambiente (cuerpos de agua, flora, fauna, suelo).

VIII.1 Métodos de limpieza y/o descontaminación en el interior y exterior de la planta.

IX. Cumplimiento de la normatividad en materia de seguridad, prevención y atención de emergencias emitidas por las dependencias del gobierno federal que conforman la comisión, en términos del artículo 147 de la LGEEPA.

X. Plan de respuesta a emergencias químicas nivel externo.

X.1 Identificación de grupos o instituciones de apoyo.

X.2 Procedimientos específicos para la respuesta a emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de las instalaciones.

X.3 Inventario de equipo y servicios con que se cuenta para la atención de emergencias.

X.4 Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupo de ayuda externa.

XI. Comunicación de riesgos.

XI.1 Procedimientos específicos para la comunicación de riesgos.

XI.2 Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña.

XI.3 Programa de simulacros.

D) Plan para revertir los efectos de las liberaciones potenciales de los materiales peligrosos, en las personas y en el ambiente (cuerpos de agua, flora, fauna, suelo).

El Plan deberá reducir o eliminar los riesgos de exposición por contacto con los agentes químicos durante el desarrollo a retorno a condiciones normales. El Plan incluirá los siguientes aspectos:

- Controlar la emergencia, nombra a un grupo multidisciplinario del Centro de Trabajo para efectuar la evaluación de pérdidas, control y recuperación de daños originados por la emergencia.
- Determina los alcances de los daños y pérdidas ocasionados e informa a la máxima autoridad del centro de trabajo.
- Recibir y revisar la documentación enviada por las áreas afectadas considerando los aspectos siguientes:
- Cuantificación estimada de los daños materiales y al ambiente.
- Dictamen técnico del siniestro, elaborado por el Grupo de Investigación de Incidentes, en el que se indiquen las causas que le dieron origen.
- Reporte meteorológico.
- Relación de bienes dañados.
- Denuncias, demandas o actuaciones ante autoridades.
- Contar con equipo para la atención a la emergencia, limpieza y remoción de escombros.
- Contar con mano de obra, materiales, refacciones y equipo.
- Reclamaciones presentadas por terceros.

5.8.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

La presente sección indica las recomendaciones técnico-operativas (que incluyan equipos, dispositivos, Sistemas de Seguridad y medidas preventivas) identificadas como oportunidades de mejora para reducir el Nivel de Riesgo, derivadas de la aplicación de las metodologías para el Análisis y Evaluación de Riesgos (identificación de peligros y de Escenarios de Riesgo, jerarquización de Escenarios de Riesgo, análisis de frecuencias y consecuencias), incluyen las identificadas en el apartado 5.6. de Análisis de

Vulnerabilidad e Interacciones de Riesgo, y en su caso, las del apartado 5.7.
Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.

Tabla 49 Recomendaciones de la identificación de peligro y escenario de riesgos

No.	Recomendación	Identificación del nodo km	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable (departamento o de la Organización)	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
1	Elaborar Manual de Operación y Mantenimiento del gasoducto.	1.1	X. Control de actividades y procesos.			Mantenimiento	Tolerable
2	Seguimiento al Programa de Mantenimiento de Instrumentación	1..2	X. Control de actividades y procesos.			Mantenimiento	Tolerable
3	Elaborar con programa de control de corrosión.	1.3	XI. Integridad Mecánica y Aseguramiento de la Calidad	1	Fuga de gas natural debido a ruptura o daño en tubería de 4" (101.6 mm) ubicada en la caseta de regulación y medición (City Gate). La ruptura o daño puede ser provocado por poro o corrosión en la tubería. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	Mantenimiento	ALARP B
4	Elaborar Programa de Prevención de Accidentes.	1.4	XIII. Preparación y respuesta a emergencias			Seguridad	Tolerable
5	Elaborar Procedimiento de supervisión de trabajo de excavación sobre el derecho de vía.	1.5	X. Control de actividades y procesos.			Mantenimiento Seguridad	Tolerable
6	Solicitar certificados de fabricación de las válvulas instaladas en el gasoducto.	2.1	IX. Mejores prácticas y estándares			Ingeniería	Tolerable
7	Elaborar Procedimiento de comunicación con los operadores de la Estación de Regulación y Medición y PEMEX.	2.2	X. Control de actividades y procesos.			Seguridad	Tolerable
8	Elaborar programa permanente de detección de fugas en válvulas y accesorios.	2.3	XIV. Monitoreo, verificación y evaluación	2	Fuga de gas natural en tubería de 4" (101.6 mm) por orificio equivalente de 20.32 mm (20%) provocada por golpe con trascabo. El evento se lleva a cabo en el cruzamiento del gasoducto KM	Mantenimiento	ALARP B

					1+200 en el cruce de la avenida Camino Nacional. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.		
9	Elaborar procedimiento de construcción del gasoducto.	2.4	X. Control de actividades y procesos.			Ingeniería y Seguridad	Tolerable
10	Elaborar Programa de Patrullaje del derecho de vía del gasoducto.	2.5	X. Control de actividades y procesos.			Seguridad	Tolerable
11	Capacitación donde se incluyan temas de manejo de gas natural, procedimiento de atención de emergencias, operación y mantenimiento del del gasoducto.	3.1	VI. Competencia del personal, capacitación y entrenamiento			Seguridad y proveedores externos	Tolerable
12	Elaborar Programa de Mantenimiento del City Gate.	3.2	X. Control de actividades y procesos.			Mantenimiento	Tolerable
13	Elaborar Programa de Protección Catódica.	3.3	X. Control de actividades y procesos.			Mantenimiento	Tolerable
14	Elaborar procedimiento de pruebas de válvulas y accesorios del gasoducto. Dictamen técnico por medio de una Unidad de Verificación de la norma NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural.	3.4	X. Control de actividades y procesos. XV. Auditorías.	3	Fuga de gas natural en preñe de válvula de control de 4" (101.6 mm) en orificio equivalente a 50.8 mm (50%). El evento se lleva en la caseta de regulación y medición de la empresa Destiladora del Valle, S.A. de C.V. La fuga es provocada por desgaste de empaque de la válvula. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	Mantenimiento Unidad de Verificación acreditada E.M.A.	ALARP B
15	Programa de revisión de letrero informativos.	3.5	Abril 2021			Seguridad	Tolerable

Tabla 50 Programa para la implementación de las recomendaciones

No.	Recomendación	Identificación del nodo km	Fecha o periodo para su implementación	Escenario de Riesgo		Responsable (departament o de la Organización)	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
1	Elaborar Manual de Operación y Mantenimiento del gasoducto.	1.1	Enero 2021			Mantenimiento	Tolerable
2	Seguimiento al Programa de Mantenimiento de Instrumentación	1..2	Permanente			Mantenimiento	Tolerable
3	Elaborar con programa de control de corrosión.	1.3	Enero 2021	1	Fuga de gas natural debido a ruptura o daño en tubería de 4" (101.6 mm) ubicada en la caseta de regulación y medición (City Gate). La ruptura o daño puede ser provocado por poro o corrosión en la tubería. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	Mantenimiento	ALARP B
4	Elaborar Programa de Prevención de Accidentes.	1.4	Mayo 2021			Seguridad	Tolerable
5	Elaborar Procedimiento de supervisión de trabajo de excavación sobre el derecho de vía.	1.5	Diciembre 2020			Mantenimiento Seguridad	Tolerable
6	Solicitar certificados de fabricación de las válvulas instaladas en el gasoducto.	2.1	Diciembre 2020			Ingeniería	Tolerable
7	Elaborar Procedimiento de comunicación con los operadores de la Estación de Regulación y Medición y PEMEX.	2.2	Febrero 2021			Seguridad	Tolerable
8	Elaborar programa permanente de detección de fugas en válvulas y accesorios.	2.3	Febrero 2021	2	Fuga de gas natural en tubería de 4" (101.6 mm) por orificio equivalente de 20.32 mm (20%) provocada por golpe con trascabo. El evento se lleva a cabo en el cruzamiento del gasoducto KM 1+200 en el cruce de la avenida Camino Nacional. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	Mantenimiento	ALARP B
9	Elaborar procedimiento de construcción del gasoducto.	2.4	Octubre 2020			Ingeniería y Seguridad	Tolerable

10	Elaborar Programa de Patrullaje del derecho de vía del gasoducto.	2.5	Marzo 2021			Seguridad	Tolerable
11	Capacitación donde se incluyan temas de manejo de gas natural, procedimiento de atención de emergencias, operación y mantenimiento del del gasoducto.	3.1	Enero- Julio 2021			Seguridad y proveedores externos	Tolerable
12	Elaborar Programa de Mantenimiento del City Gate.	3.2	Enero 2020			Mantenimiento	Tolerable
13	Elaborar Programa de Protección Catódica.	3.3	Enero 2020			Mantenimiento	Tolerable
14	Elaborar procedimiento de pruebas de válvulas y accesorios del gasoducto. Dictamen técnico por medio de una Unidad de Verificación de la norma NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural.	3.4	Marzo 2021	3	Fuga de gas natural en preñe de válvula de control de 4" (101.6 mm) en orificio equivalente a 50.8 mm (50%). El evento se lleva en la caseta de regulación y medición de la empresa Destiladora del Valle, S.A. de C.V. La fuga es provocada por desgaste de empaque de la válvula. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.	Mantenimiento Unidad de Verificación acreditada E.M.A.	ALARP B
15	Programa de revisión de letrero informativos.	3.5	Abril 2021			Seguridad	Tolerable

5.9. CONCLUSIONES.

La Organización ha elaborado el estudio de riesgo ambiental para el Proyecto Sistema de Transporte de Gas Natural con los lineamientos vigentes Federales y Estatales en Materia de Actividades consideradas como Altamente Riesgosas y cumplir con el Artículo 147 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y de acuerdo a los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Ecológico de la región de estudio.

El área del proyecto no se encuentra en Áreas Protegidas, Reservas de la Biosfera, ni Parques Nacionales ubicados cerca del sitio.

La evaluación de las actividades consideradas como riesgosas se realiza con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Capítulo V, del Título IV, Artículo 147. Asimismo, tomando como fundamento los listados 1 y 2 de las Secretaría de Gobernación, que determina las cantidades de reporte, para clasificar a las empresas que realizan actividades altamente riesgosas. El proyecto está considerado como de alto riesgo debido a que la cantidad de gas natural que manejará será de 769 kg como metano, masa que se encuentra en el interior (empacada) la cual excede la cantidad de reporte que es de 500 kg como metano. Para la identificación de riesgos, se empleó las siguientes metodologías:

Tabla 51 Selección de metodologías utilizadas.

Objetivo	Metodología	Criterio de selección
Identificación de peligros	Lista de verificación	Esta metodología es muy recomendable para instalaciones o áreas donde se almacenan, transportan o manejan sustancias riesgosas, cuyo objetivo es identificar si éstas cumplen o no los estándares y normas de seguridad, nacionales e internacionales y puede ser utilizada en cualquier etapa del proyecto o en las instalaciones de un proceso existente.

Pipeline Risk Management Manual de W. Kent Muhlbauer	Evaluación de riesgo en ductos	Esta metodología es ampliamente recomendable para evaluaciones de grandes proyectos de ductos, para la estimación de un índice relativo de riesgo, el cual evalúa los factores que afectan la integridad del ducto tales como, Corrosión Externa, Corrosión Interna, Terceras Partes, Diseño de Materiales, Movimientos de Terreno, Operación y Procedimientos, Sistema de Control de calidad, otros, así como las consecuencias derivadas de éstos.
Hazop	Evaluación de riesgo en ductos	Para la identificación de riesgos, se empleó la técnica conocida como Haz-Op (Hazard and Operability Study), ésta es una metodología cualitativa para la identificación de riesgos concebida en la industria química y que ha sido utilizada, debido a la simplicidad, fácil aplicación y grandes aportaciones en los resultados. La aplicación de esta técnica debe complementarse con una revisión de seguridad, es decir la verificación de los requisitos de seguridad establecidos por las condiciones de diseño o por la normatividad aplicable al proyecto.
Jerarquización de riesgos	Matriz de consecuencias	Considera criterios de probabilidad o frecuencia y Magnitud de las Consecuencias, para determinar y Jerarquizar. El grado de riesgo, con la finalidad de priorizar las recomendaciones de eliminación, minimización y control.

Los criterios utilizados para definir las zonas de seguridad en la evaluación de consecuencias es el siguiente:

Tabla 52 Criterios de zona de riesgo y seguridad.

	TOXICIDAD (Concentración)	INFLAMABILIDAD (Radiación térmica)	EXPLOSIVIDAD (Sobrepresión)
Zona de Riesgo	IDLH	5 KW/m ²	1.0 psig
Zona de Seguridad	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ²	0.5 psig

Análisis de frecuencia

En la tabla IV.2 se presenta la probabilidad de ocurrencia de los casos analizados anteriormente donde los datos fueron tomados de bases de datos internacionales (Lees y Atallah).

Tabla 53 Resultado del análisis de frecuencias.

Evento	Probabilidad	Referencia	Conclusión
Caso 1 Fuga de gas natural debido a ruptura o daño en tubería de 4" (101.6 mm) ubicada en la caseta de regulación y medición (City Gate). La ruptura o daño puede ser provocado por poro o corrosión en la tubería. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/ó explosión.	$1 \times 10^{-9} / \text{hr}$	Lees	Poco probable.
Caso 2 Fuga de gas natural en tubería de 4" (101.6 mm) por orificio equivalente de 20.32 mm (20%) provocada por golpe con trascabo. El evento se lleva a cabo en el cruzamiento del gasoducto KM 1+200 en el cruce de la avenida Camino Nacional. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/ó explosión.	$0.4 \times 10^{-6} / \text{hr}$	Lees	Probable.
Caso 3 Fuga de gas natural en preñe de válvula de control de 4" (101.6 mm) en orificio equivalente a 50.8 mm (50%). El evento se lleva en la caseta de regulación y medición de la empresa Destiladora del	$1.8 \times 10^{-9} / \text{ft} - \text{año}$	Atallah	Poco probable.

Valle, S.A. de C.V. La fuga es provocada por desgaste de empaque de la válvula. En caso de presentarse una fuente de ignición puede provocar incendio y/o explosión.			
--	--	--	--

El caso 1 es poco probable que suceda, debido a aplicación de los estrictos procedimientos de construcción, mantenimiento, pruebas de integridad mecánica; así como las estadísticas que se tienen de este tipo de instalaciones.

El caso 2 es el más probable; sin embargo, el sistema de gas natural contará con medidas de control señaladas en el capítulo III, para minimizar la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado.

El caso 3, aún y cuando es calificado como máximo catastrófico, es considerado también como el de menor probabilidad de ocurrencia, no obstante, ha sido modelado para justificar y demostrar que la implementación de este proyecto no representa afectaciones a componentes ambientales de interés, asentamientos humanos y/o infraestructura de alto riesgo.

El caso de sustancias peligrosas que se manejan en tuberías se consideró la fuga a través de un orificio del 20% del diámetro nominal y la ruptura total de la misma (caso catastrófico).

Los resultados de la evaluación de consecuencias se presentan en el Anexo E planos de los radios de los radios de afectación donde se observa que el mayor evento de afectación (caso catastrófico) seguido de una fuga de gas natural con posibilidades de inflamación o explosión con radios de afectación en la zona de riesgo.

En caso de modificaciones del Estudio de Riesgo deberán ser actualizado con los cambios que se hagan en las instalaciones por modificaciones, nuevo proyectos y nuevas sustancias peligrosas que se manejen por arriba de la cantidad de reporte.

El Proyecto cumple con el Criterio de Riesgo Tolerable del gasoducto, considerará los resultados del proceso metodológico del Análisis y Evaluación de Riesgos (identificación de peligros y de Escenarios de Riesgo, jerarquización de Escenarios de Riesgo, análisis de frecuencias y consecuencias), del Análisis de Vulnerabilidad e Interacción de Riesgos y las recomendaciones en cada una de las fases del Estudio de Riesgo.

El diseño del gasoducto contará con Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección del Medio Ambiente y medidas preventivas para la administración de los Escenarios de Riesgo y la implementación de acciones para la operación del gasoducto.

5.10. RESUMEN EJECUTIVO.

La tecnología y el diseño que se utilizó lo convierten en un proyecto seguro en su operación, como lo demuestra el análisis de riesgo realizado. Adicionalmente, el personal que laborará en el gasoducto contará con la capacitación y experiencia en la operación y mantenimiento de procesos.

La identificación del tipo y magnitud del evento específico de riesgo, permite establecer las medidas preventivas y correctivas para determinar el radio de seguridad y de riesgo para instalaciones, personal laboral, pobladores o bienes personales con el fin de disminuir la probabilidad de afectación. Los casos evaluados de fuga son aceptables, pero se deberán cumplir con los programas de mantenimiento correctivo, preventivo, realizar inspecciones y mediciones periódicas a las instalaciones y a la zona de afectación.

Las instalaciones funcionaran dentro de las normas de seguridad vigentes y contará con los medios necesarios para preservar la seguridad de las instalaciones, así como el entorno ecológico a lo largo de su vida útil. El desarrollo de la ingeniería básica, instalación y operación del proyecto está sustentado en códigos y normas nacionales e internacionales. El diseño empleado minimiza el riesgo y deberá cumplir con los programas de mantenimiento correctivo, preventivo y realizar inspecciones periódicas a las instalaciones.

En el Anexo Técnico E se presenta un resumen de la situación general que presenta el Proyecto en materia de Riesgo, señalando las desviaciones encontradas y las posibles áreas de afectación, incluyendo las recomendaciones técnicas, así como las medidas para prevenir y disminuir las consecuencias ocasionadas por la ocurrencia de un Accidente, así como la frecuencia de ocurrencia. Lo anterior, se presenta listado a manera de recomendaciones (medidas de control) para los riesgos analizados y evaluados.

En el Anexo Técnico E se incluye el Resumen Técnico del Estudio de Riesgo. Los resultados anteriores se modelaron sin ninguna medida de seguridad, por lo que los radios de afectación para el caso del gas natural son significativos, no obstante, el proyecto contará con medidas de control y seguridad que en la operación normal disminuirán notablemente los radios de afectación para estos compuestos.

ANEXO TÉCNICO DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

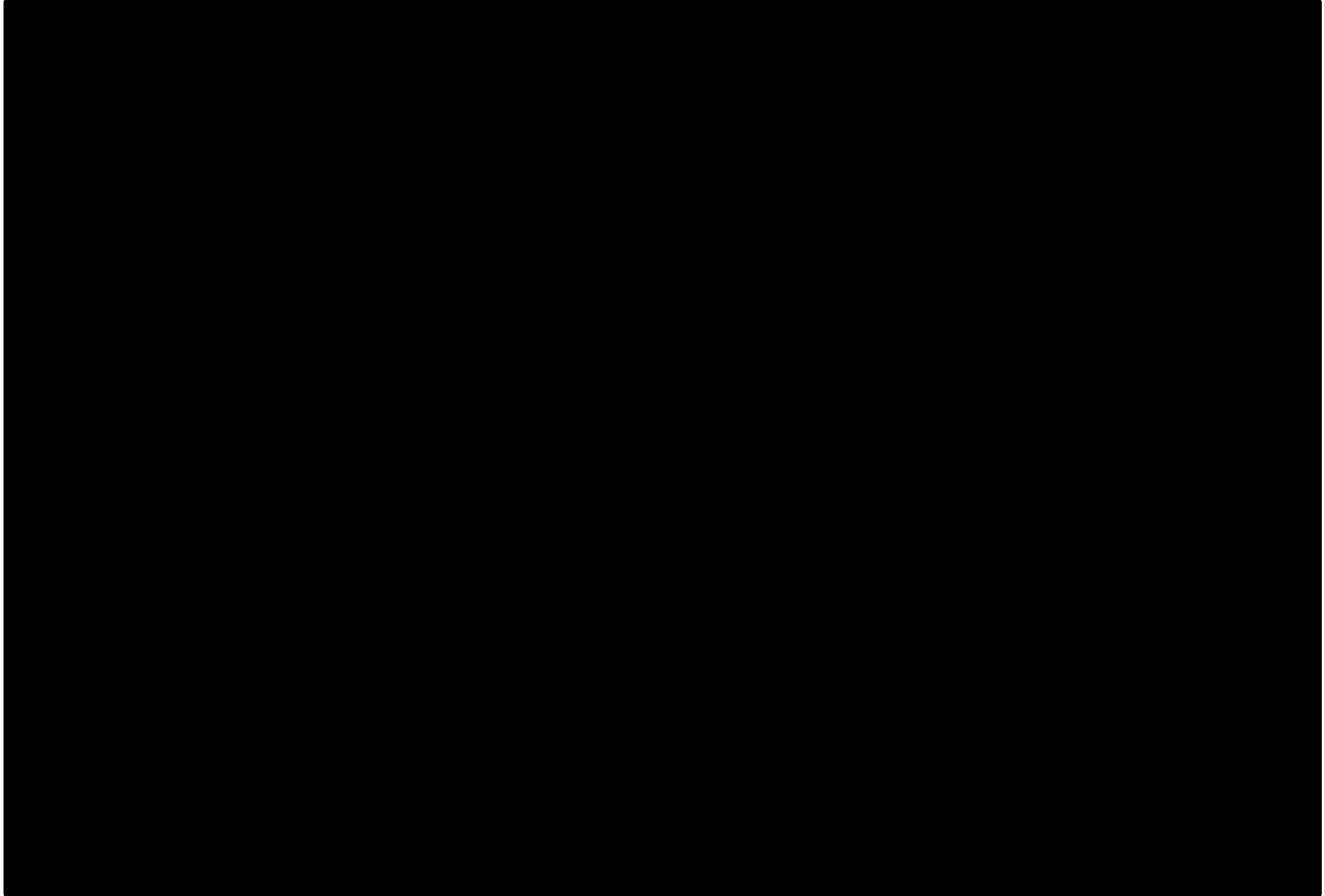
Anexo Fotográfico.



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

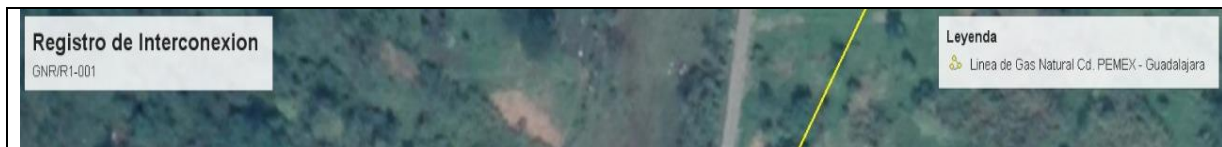


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

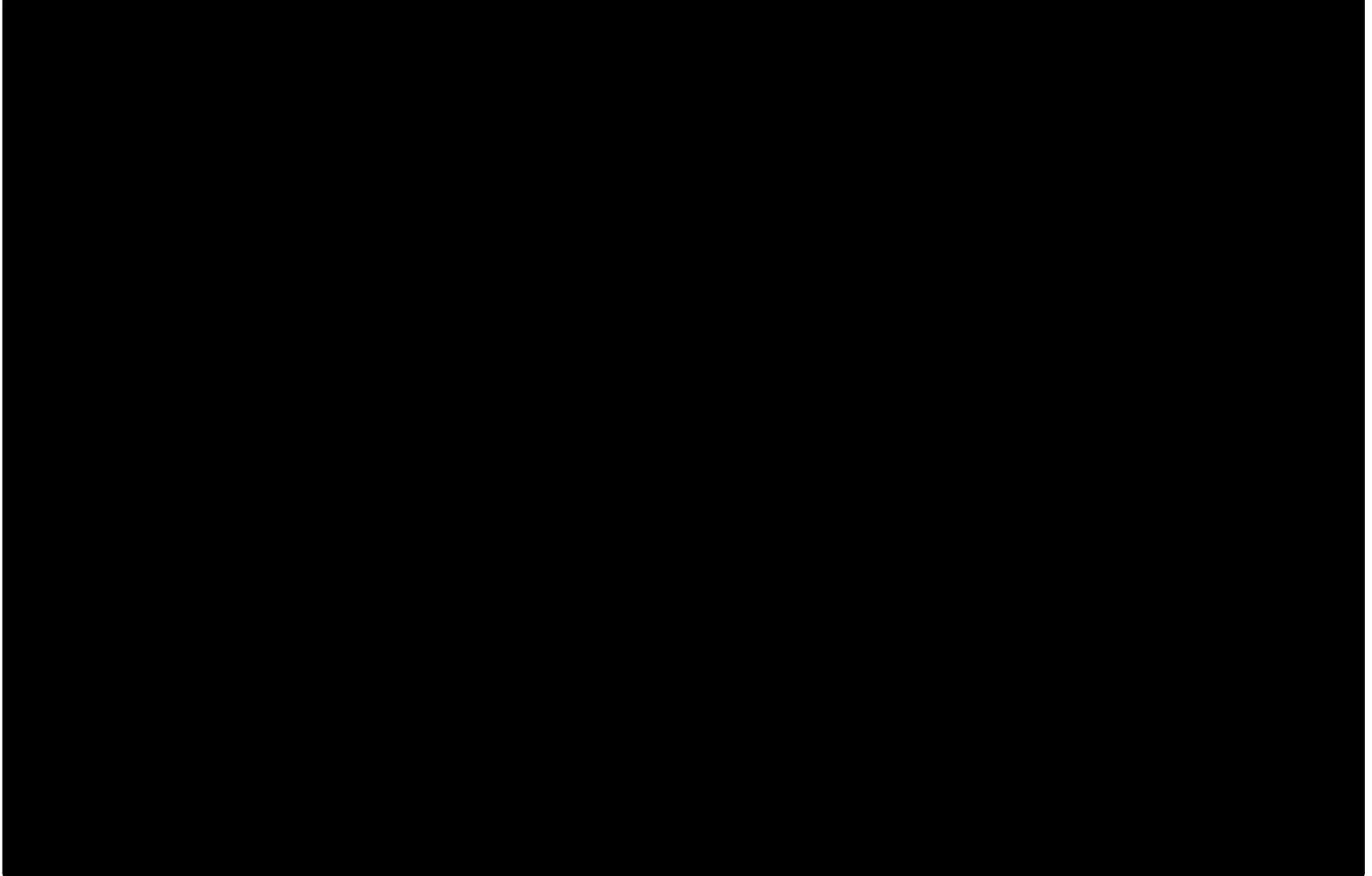


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

CONSULTA

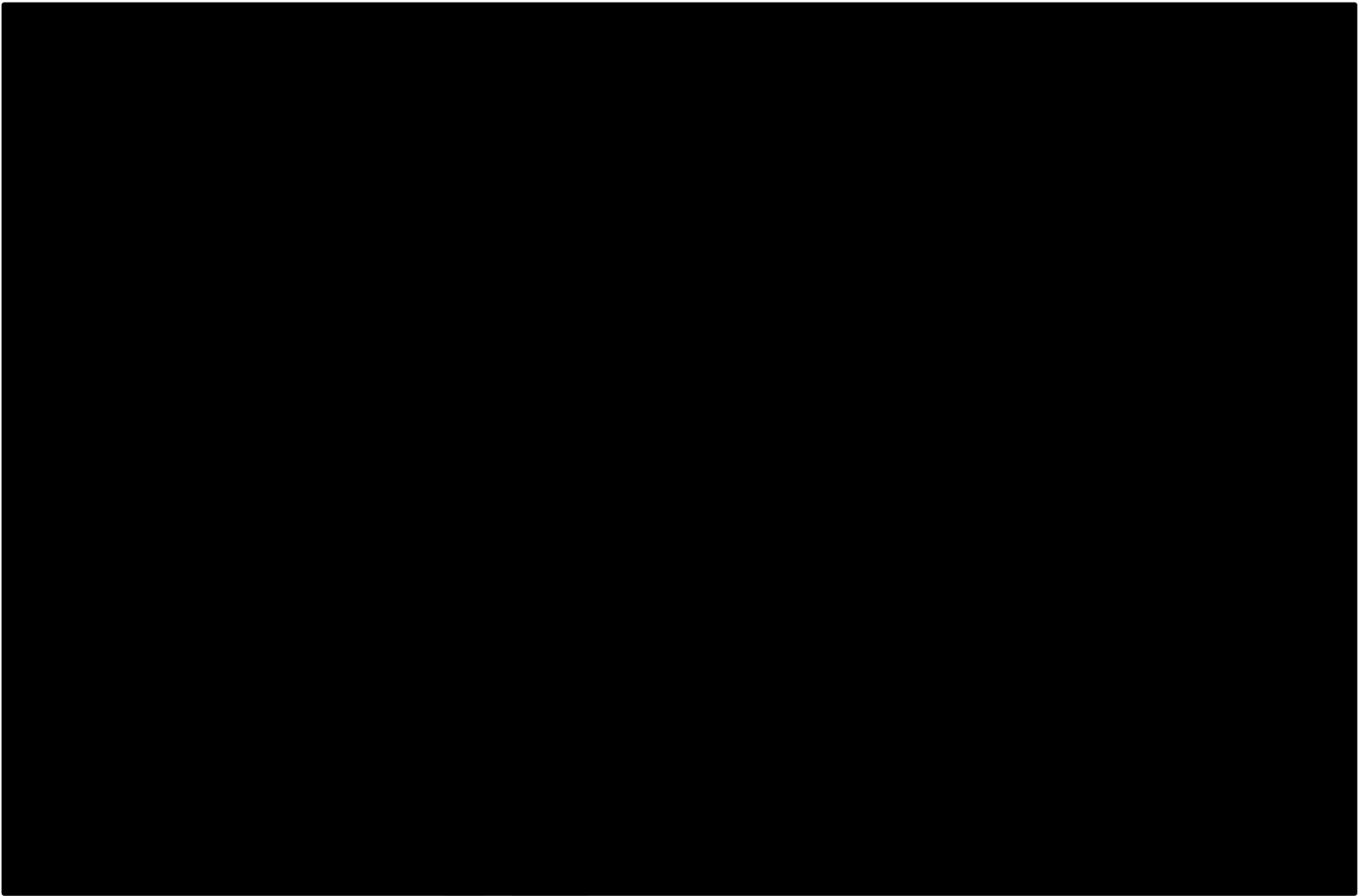


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

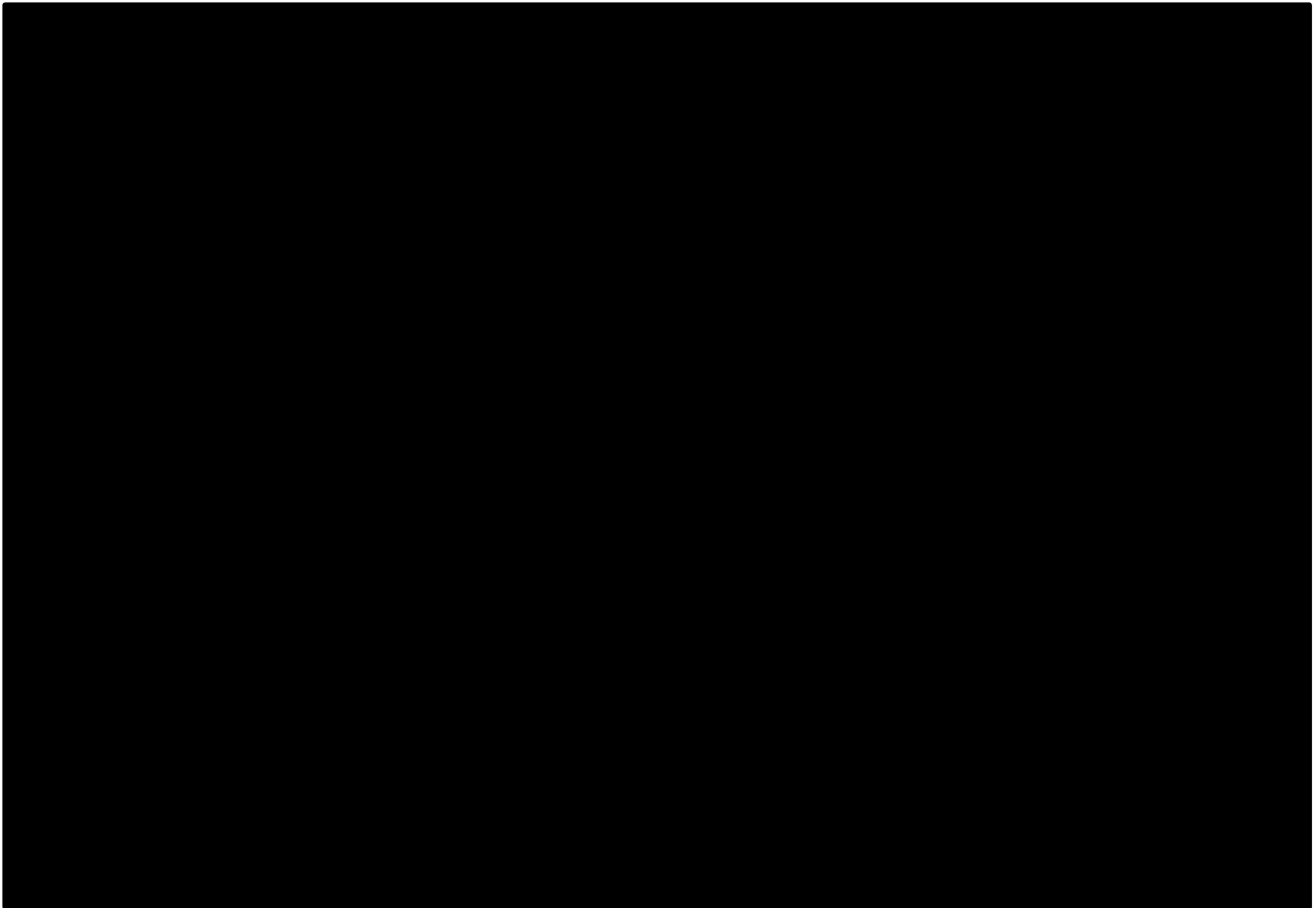


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.

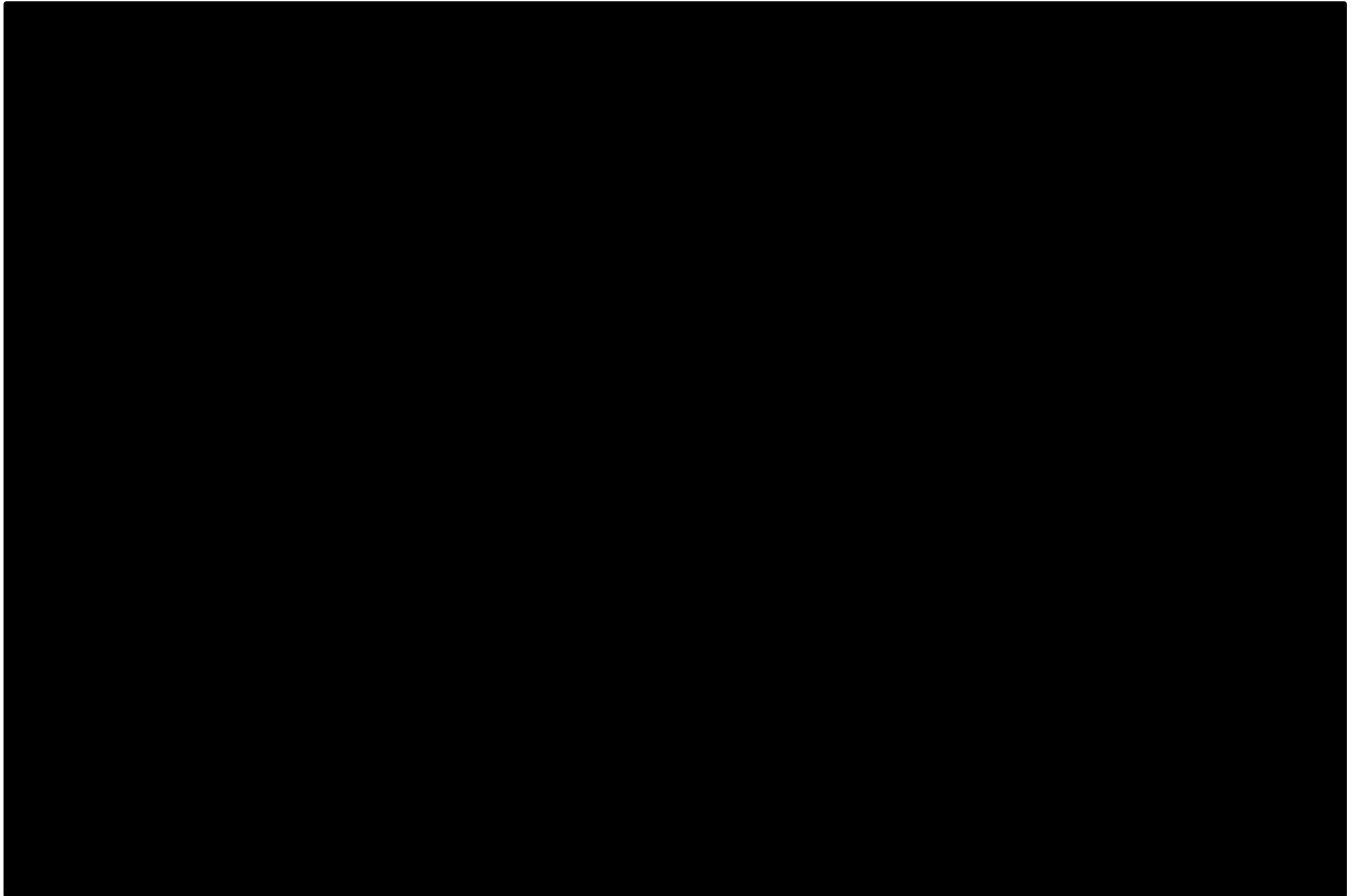
CONSUL



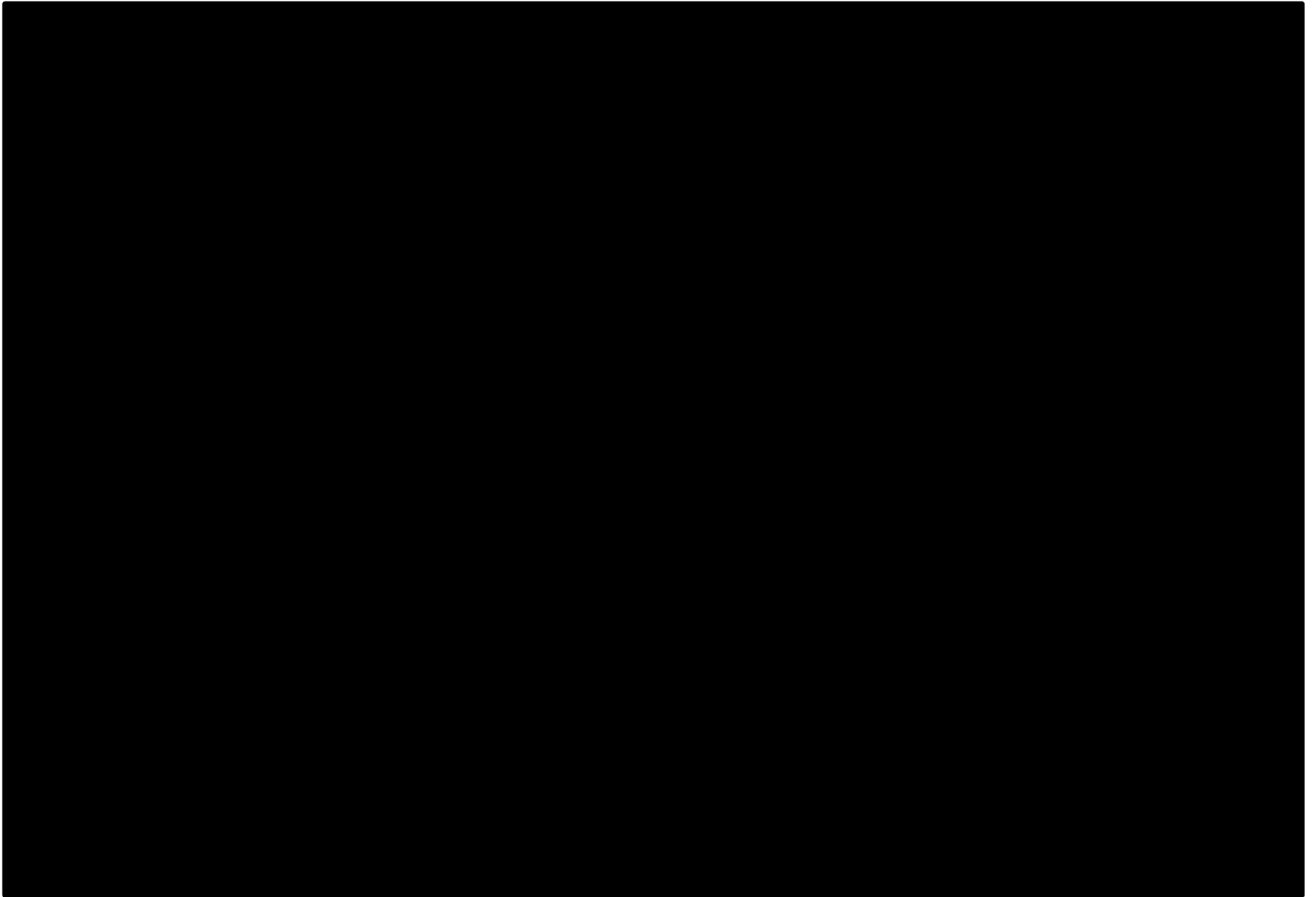
UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



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

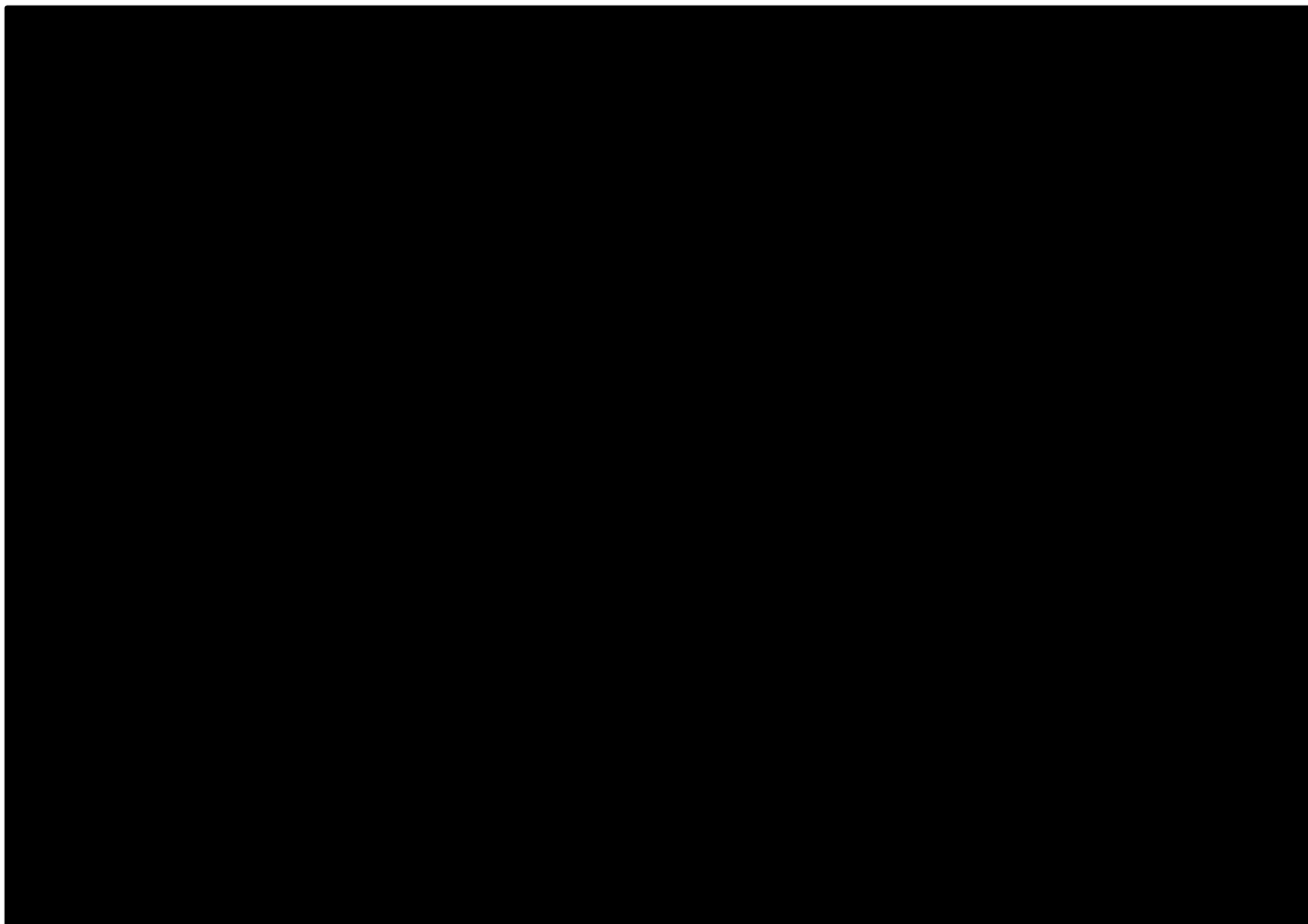


UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.



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

CONSULTA



CONSULTA

A. Documentos legales.

- A.1. Acta Constitutiva.**
- A.2. Registro Federal de Causantes.**
- A.3. Poder notarial e identificación del representante legal.**

B. Anexo Técnico B Lay Out del trazo del gasoducto. Cartografía consultada en el área del proyecto.

C. Autorizaciones y permisos.

- C.1. Programa de estudios y permisos para la operación del proyecto.**

D. Memoria descriptiva de la metodología utilizada.

- D.1. Metodología Hazop.**
- D.2. Lista de Verificación.**
- D.3. Metodología Melbahuer.**

E. Memoria técnica de las modelaciones.

- E.1 Resultados de la evaluación de consecuencias Aloha.**
- E.2 Planos de Radios de Afectación.**
- E.3 Hojas de datos para el modelo Aloha.**
- E.4 Informe Técnico de Estudio de Riesgo.**

F. Memoria técnica descriptiva y justificativa del proyecto civil, mecánico, eléctrica y sistema contra incendio.

- F.1. Descripción de la Ingeniería del proyecto.**
- F.2. Informe topográfico. Geotecnia. Diseño tubería. Planos de cruzamientos. Plano de filtros del City Gate.**

G. Hojas de Seguridad.

- G.1. Hojas de Seguridad (gas natural).**