

Contenido

I. ESCENARIO DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....	1
I.1 Descripción del sistema de Transporte.....	1
I.2 Bases de Diseño.....	3
I.2.1 Diseño.....	3
I.2.2 Consideraciones especiales de diseño.....	4
I.2.3 Ubicación de válvulas de seccionamiento.....	5
I.2.4 Soldadura de tubería.....	6
I.2.5 Odorización.....	7
I.2.6 Sistema SCADA.....	7
I.2.7 Prueba de hermeticidad.....	8
I.2.8 Puesta en carga.....	8
I.2.9 Señalización de líneas de distribución.....	8
I.2.10 Manual de operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural.....	9
I.2.11 Criterios de diseño para el sistema de protección catódica.....	9
I.2.12 Especificaciones De Los Materiales.....	10
I.3 Hojas de Seguridad.....	11
I.4 Condiciones de Operación.....	16
I.4.1 Operación.....	19

I.4.2	Pruebas de verificación	29
I.5	Procedimientos y Medidas de Seguridad	37
I.5.1	Procedimiento de mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (PE.2074.MX-MN)	37
I.5.2	Plan de emergencia para la distribución de gas natural (PE- 2899.MEX)	41
I.6	Análisis de Evaluación de Riesgos	43
I.6.1	Antecedentes de accidentes e incidentes	43
I.6.2	Metodología de identificación y jerarquización	50
II.	DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES	61
II.1	Radio Potenciales de Afectación	61
II.2	Interacciones de riesgo	106
II.3	Efectos sobre el sistema ambiental	107
III.	SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL	107
III.1	Recomendaciones Técnico-Operativas	107
III.1.1	Sistemas de seguridad	109
III.1.2	Medidas Preventivas	127
IV.	RESUMEN	152
IV.1	Señalar las conclusiones del Estudio de Riesgo	152
	Conclusión General	152

Conclusiones Particulares	152
IV.2 Hacer un Resumen de la Situación General que presenta el Proyecto de Riesgo Ambiental	153
IV.3 Presentar el Informe Técnico debidamente llenado	153
V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTEN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	154
V.1 Formatos de Presentación	154
V.1.1 Planos de Localización.....	154
V.1.2 Fotografías	156
V.1.3 Videos	164
V.2 Otros Anexos	165

Contenido de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto en escala Nacional.....	2
Figura 2. Ubicación geográfica del proyecto en escala Estatal y Local.	3
Figura 3. Sistema de distribución de gas	16
Figura 4 Etapas para atender una urgencia.....	42
Figura 5. Ubicación geográfica del proyecto en escala Nacional.....	154
Figura 6. Ubicación geográfica del proyecto en escala Estatal y Local.	155

Contenido de Tablas

Tabla 1. Red de distribución de Gas Natural Polietileno – Acero.....	1
Tabla 2. Coordenadas de las City Gate´s consideradas para el Proyecto.....	2
Tabla 3 Especificaciones de los materiales	10
Tabla 4 Hoja de seguridad del gas natural	12
Tabla 5 Rombo de seguridad para el gas natural	16
Tabla 6. Red de distribución de Gas Natural Polietileno – Acero.....	17
Tabla 7. Coordenadas de la City Gate considerada para el Proyecto	18
Tabla 8. Condiciones de operación de las City Gate´s	18
Tabla 9. Antecedentes de accidentes e incidentes.....	44
Tabla 10 Características del proyecto y técnicas de análisis de riesgo recomendadas.	52
Tabla 11. Palabras guía en la aplicación del HazOp	56
Tabla 12. Índice de gravedad.....	57
Tabla 13. Índice de frecuencia	57
Tabla 14. Matriz de Jerarquización de riesgos	58
Tabla 15. Clasificación de riesgos	58
Tabla 16. Escenarios más probables.....	60
Tabla 17. Escenarios catastróficos	61
Tabla 18. Eventos riesgosos a cuantificarse como derivado de desviaciones en el sistema de distribución de gas natural.....	62
Tabla 19. Criterios para definir el tamaño de fuga	63
Tabla 20. Condiciones de operación en la cuantificación de eventos de las desviaciones del sistema.....	67

Tabla 21. Estabilidades de Pasquill-Gifford a emplearse en cuantificación de eventos de desviaciones identificadas en Sistema de Distribución de gas natural.....	70
Tabla 22. Criterios de radiación para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de incendio de nube de gas (Flash fire).	71
Tabla 23. Criterios de radiación para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de incendio tipo dardo de fuego (Jet fire).	71
Tabla 24. Criterios de sobrepresión para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de deflagración de gas natural.....	72
Tabla 25. Resultado de fugas de gas natural	74
Tabla 26. Radios de afectación por escenario	97
Tabla 27. Herramientas de seguridad para Guardia.....	113
Tabla 28. Herramientas de seguridad para mantenimiento de redes	116
Tabla 29. Herramientas de seguridad para Retén	121
Tabla 30. Inventario de equipos de seguridad en almacén.....	124
Tabla 31. Procedimientos para respuesta a emergencias de la Promovente	126
Tabla 32. Relación de Impacto ambientales	128
Tabla 33. Procedimientos para la prevención y reducción de impactos ambientales	129

I. ESCENARIO DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

I.1 Descripción del sistema de Transporte

El proyecto denominado "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato", se ubica en las zonas urbanas, suburbanas e industriales urbanas del municipio de Irapuato donde brinda el servicio a áreas habitacionales e industriales (Planos del Proyecto ANX-08).

La red de distribución de gas natural correspondiente a sistema de red con un total de 40,268 metros (la cual incluye 30, 449 metros de polietileno y 9,819 metros de acero), la cual se construyó en un periodo de once años (2000 a 2011), las etapas de operación, mantenimiento y eventual abandono para un periodo de 50 años.

En siguiente tabla se muestran las longitudes que se pretenden construir por año.

Tabla 1. Red de distribución de Gas Natural Polietileno – Acero

Material de tubería	Diámetro de tubería	Longitud autorizada (m)	Longitud total (m)	Longitud sancionada (m)
Polietileno	250 mm	14,780	10,311	0
Acero	8 in	10,780	11,757	977
Total		22,068	22,068	977

Para el proyecto, se utilizarán dos puntos de entrega físicos para realizar la transferencia de Custodia del Gas Natural, a través de Estaciones de Regulación y Medición denominadas "City Gate" y estaciones de regulación, en la siguiente tabla se describen las coordenadas de estos sitios. Las City Gate's del Sistema, se conformarán por Líneas de Filtración, Regulación y Medición. Además contará con un sistema de Cromatografía, sistema de Odorización y un Sistema de Control. En la misma ubicación de las City Gate se instalara las Estaciones de Regulación Distritales que darán servicio a nuestros clientes residenciales.

Tabla 2. Coordenadas de las City Gate´s consideradas para el Proyecto

Instalación	X	Y
City Gate Irapuato	263,349.27 E	2,285,791.14 N
City Gate Apolo	261,986.40 E	2,289,075.23 N

En las siguientes imágenes se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la escala nacional, estatal y local.

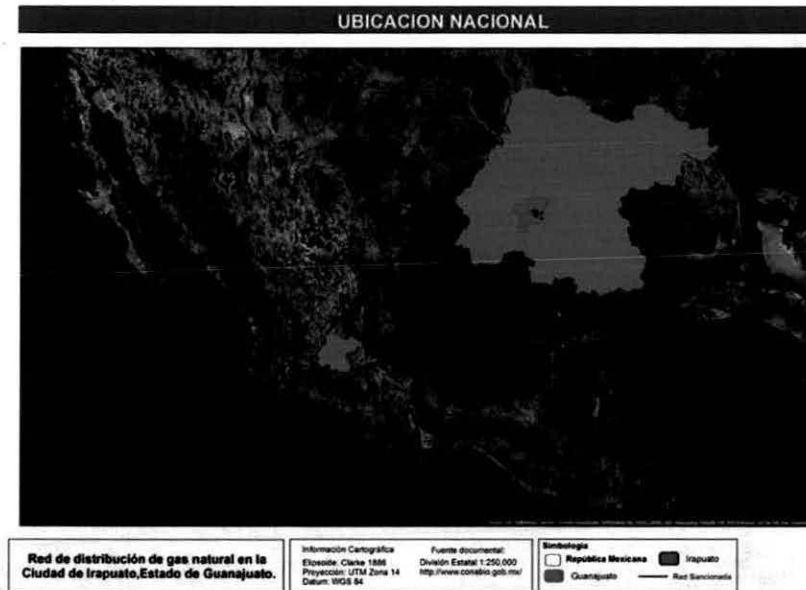


Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto en escala Nacional.



Figura 2. Ubicación geográfica del proyecto en escala Estatal y Local.

I.2 Bases de Diseño

El diseño de la tubería de gas natural, está basado en la norma mexicana NOM-003-SECRE-2011, distribución de gas natural y gas licuado del petróleo por ductos, la cual se refiere al diseño, la construcción, operación y mantenimiento de ductos.

I.2.1 Diseño

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

- El sistema de MEDIA PRESION B, deberá operar a una máxima presión de operación (MAOP) de 4 kg/cm^2
- Se deberá considerar que a los clientes domésticos, se les suministrará gas natural a una presión mínima de 0.70 kg/cm^2 (10 psig) a la entrada del regulador.
- La velocidad máxima permitida en las tuberías de gas natural será de 20 m/seg . (65.60 pies/seg).

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

- D. En el diseño de la red doméstica y comercial, la presión de salida de las estaciones de regulación, deberá ser de 1.5 kg/cm^2 (21.33 psig) para el cálculo del modelo hidráulico.
- E. En vía pública, el diámetro mínimo permitido tanto para tuberías de acero al carbón como en material de polietileno, será de 2" de diámetro nominal, exceptuando las correspondientes a las acometidas o líneas de servicio.
- F. No se permitirán diseños de tuberías de polietileno para diámetros nominales de 3", lo cual sí es permitido en tuberías de acero al carbón.
- G. Se instalarán válvulas de seccionamiento conforme lo establece la NOM-003-SECRE-2011 Y ASME B 31.8, esto en vía pública, no aplicando para las redes internas de las unidades habitacionales ni en las redes de proyectos de casas solas.

1.2.2 Consideraciones especiales de diseño.

- A. Se consideraron los consumos alrededor del área de diseño, con el propósito de determinar el volumen de gas a suministrar.
- B. En los proyectos futuros, se deberá indicar claramente los puntos siguientes:
 - o La localización referenciada de la interconexión.
 - o La presión en las líneas de alimentación.
 - o Las características de diseño tanto de válvulas como de los reguladores (tipo, diámetro, material, presión, etc.).
 - o Los materiales, los diámetros y las longitudes de las líneas de tuberías proyectadas.
- C. No está permitido pasar ninguna línea de gas por propiedades privadas que no beneficien a los propios dueños de dicha propiedad. Lógicamente se permitirá instalar las líneas de gas en propiedad privada, siempre y cuando beneficien a los habitantes de la misma.
 - o Por ningún motivo se permitirá emplear juntas roscadas en tuberías subterráneas que conduzcan gas natural; únicamente se autorizan juntas roscadas en los siguientes casos (utilizándolas lo menos posible):
 - o Válvula de aislamiento roscada después del "Riser" (Acometida).
 - o Regulador doméstico.
 - o Tuerca unión después de la válvula de aislamiento.
 - o Válvula de corte antes del regulador doméstico.

- Tuerca unión después de la válvula de corte.
- Tuerca unión para la transición de acero a cobre.

I.2.3 Ubicación de válvulas de seccionamiento.

Para la ubicación de las válvulas de seccionamiento se consideraron cuatro criterios distintos:

- ✓ Localización clase 1. Área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones o aquella en la que la tubería se localice en la periferia de las ciudades, poblados agrícolas o industriales.
- ✓ Localización clase 2. Área unitaria que cuenta con más de diez y menos de cincuenta construcciones.
- ✓ Localización clase 3. Área unitaria en la que se registra alguna de las características siguientes:
 - Cincuenta o más construcciones destinadas a ocupación humana o uso habitacional.
 - Una o más construcciones ocupadas normalmente por 20 o más personas a una distancia menor de 100 metros del eje de la tubería.
 - Un área al aire libre bien definida a una distancia menor de 100 metros del eje de la tubería y que dicha área sea ocupada por 20 o más personas durante su uso normal, tal como un campo deportivo, un parque de juegos, un teatro al aire libre u otro lugar público de reunión.
 - Áreas destinadas a fraccionamientos y/o comercios en donde se pretende instalar una tubería a una distancia menor de 100 metros, aun cuando al momento de construirse, solamente existan edificaciones en la décima parte de los lotes adyacentes al trazo.
 - Un área que registre un tránsito intenso o se encuentren instalaciones subterráneas a una distancia menor de 100 metros de donde se pretenda instalar una tubería. Se considera tránsito intenso un camino o carretera pavimentada con un flujo de 200 o más vehículos en una hora pico de aforo.
- Localización clase 4. Área unitaria en la que se localicen edificios de cuatro o más niveles donde el tránsito sea intenso, o bien, existan otras instalaciones subterráneas.

1.2.4 Soldadura de tubería.

Las técnicas de unión mediante soldadura por fusión utilizada en GNM para la construcción del Ramal del Sistema de Distribución de gas con tubería de polietileno fueron la electrofusión y termofusión.

Como regla general se utilizó la técnica de termofusión a tope para diámetros de 110 mm y superiores, y la técnica de electrofusión para el resto de la gama de diámetros utilizados.

Para los accesorios macho largos polivalentes aptos para unión por termofusión o por electrofusión, se utilizó, la técnica de termofusión cuando el SDR del accesorio coincidió con el del tubo, y la electrofusión cuando fueron diferentes o, aun siendo iguales, no se pudo utilizar la unión por termofusión. Por lo tanto, quedó prohibido realizar uniones por termofusión entre tubos o accesorios con extremos de diferente SDR.

No se realizó la unión de tubos por termofusión o por electrofusión cuando la temperatura ambiente era superior a 40° C o inferior a -5° C, o en condiciones meteorológicas adversas (fuerte viento, lluvia, etc.).

Se realizaron las medidas de limpieza tanto de las superficies a unir como de las placas calefactoras en el caso de equipos para termofusión, así como el estado de conservación del equipo de fusión.

El extremo de la tubería se cortó a escuadra y se eliminó la rebaba producida en el corte, se refrentó la superficie transversal del tubo, en el caso de unión por termofusión se lijó e la superficie longitudinal exterior del tubo, en el caso de unión por electrofusión.

Una vez refrentada la superficie transversal del tubo o lijada la superficie longitudinal exterior del mismo, según el caso, ya no se tocaron las superficies hasta que finalizó el proceso de unión.

Los accesorios para electrofusión permanecieron dentro de su envoltorio de plástico hasta el momento de su utilización. Se tuvo especial cuidado de no contaminar las superficies de unión del accesorio, y no se tocaron las superficies de unión con las manos.

A la hora de realizar la unión por termofusión o por electrofusión, fue fundamental inmovilizar correctamente los tubos y/o accesorios a unir, y se evitó cualquier movimiento de alguna de las partes.

Antes de empezar la construcción de una canalización de polietileno, GNM se aseguró que los técnicos estuvieran debidamente acreditados en las técnicas de unión por termofusión o por electrofusión.

Todas las uniones realizadas se marcaron siempre con los datos siguientes:

- Fecha
- Núm. de identificación del soldador
- Núm. de soldadura

Para realizar estas uniones por electrofusión o por termofusión, se siguieron los procedimientos de soldadura descritos en las partes 3 y 4 de la PE.02626.MX.

Transiciones de Polietileno a otros Materiales.

En las transiciones polietileno-acero se utilizaron, según aplicó, enlaces de transición fijos (monoblock) que cumplieran con lo indicado en la norma técnica NT-073-GNM, o enlaces mecánicos a compresión o con porta bridas de acuerdo a lo indicado en la NT-060-GNM.

Para realizar las transiciones de polietileno a otros materiales, el enlace se seleccionó, según el análisis específico y lo autorizado en todo caso por GNM.

I.2.5 Odorización.

El gas natural distribuido y entregado por Gas Natural México S.A. de C.V., contiene mercaptano, agregado con el objeto de auxiliar al público en la detección y el reconocimiento de la presencia de gas. Se realizan pruebas periódicas en varios puntos del sistema para confirmar que el odorante se puede detectar y se distinga como un mal olor. De igual forma, los equipos de Odorización están contemplados en el Manual de Operación y Mantenimiento de Redes de Distribución.

I.2.6 Sistema SCADA.

El sistema SCADA instalado en estaciones y puntos de terminación críticos del sistema, permite la supervisión permanente (monitoreo) de las funciones del sistema. Este sistema proporciona la confirmación del correcto funcionamiento de las estaciones y asimismo coadyuva con el diagnóstico oportuno de contingencias potenciales.

I.2.7 Prueba de hermeticidad.

Este procedimiento es utilizado para asegurar que un sistema de distribución cumpla con los requerimientos de no fuga y resistencia establecidos a una determinada presión de prueba de acuerdo a las normas. Referencia a PE.02911.MX.

I.2.8 Puesta en carga.

Para poner en carga la tubería canalizada en este caso en particular el Ingeniero Supervisor por parte de Gas Natural México confirmó que no existieran inconformidades levantadas por la Empresa de Control de Calidad y que la Empresa colaboradora no les haya dado seguimiento o que no se haya terminado totalmente, también para poder poner en carga una tubería se realizó previamente la prueba de hermeticidad, para asegurarse de que la línea está totalmente hermética, y en esta prueba en el inicio y al final de la misma estuvieron presentes el Jefe de Obra por Parte de la Empresa colaboradora, el Supervisor por parte de Gas Natural México y el Ingeniero designado por parte de la Unidad Verificadora, los cuales firmaron el gráfico de la prueba antes de ser instalada para su medición, y también al final de la misma, para verificar los resultados presentados, después de verificar que el resultado de la prueba sea hermético el Ingeniero Supervisor por parte de Gas Natural México entregó la papelería correspondiente al Plan de Verificación solicitada por la Unidad Verificadora para que ésta extienda un Dictamen el cual avalará que el Ramal del Sistema de Distribución cumple con los requisitos mínimos contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2011. Después de obtener el Dictamen el Supervisor de Gas Natural México envió al departamento de Servicios Técnicos GNM una solicitud de Intervención, para que este último hiciera la programación de la puesta en Carga la Tubería, cabe resaltar que en la solicitud se anexó, una copia del dictamen, del gráfico y la prueba de hermeticidad.

I.2.9 Señalización de líneas de distribución.

Se señaló todo el derecho de vía con señales restrictivas tipo "IV", con poste de concreto, colocadas en los límites del derecho de vía, linderos o cercas de las propiedades o cruces de calles, caminos, carreteras, ferrocarriles, canales, lomas, arroyos, etc.

La señalización fue visible entre si y en ningún caso las distancias entre ellas será mayor a 100 m.

En las tuberías enterradas en vía pública, se realizó el trazo para trabajar a presión de más de 689 kPA a una distancia de 100 m y estos no interfirieron con la vialidad con el tránsito de vehículos y peatones. Referencia a PE.02912.MX.

En los casos de tuberías enterradas en localización 1 (uno) o 2 (dos), se señalizaron por medio de postes de concreto o acero y con letreros alusivos al contenido de la tubería de Gas Natural y precautorios como "No excavar o Hacer fuego" y con el número telefónico de emergencias.

1.2.10 Manual de operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural.

Como respuesta a la necesidad de la disminución de cualquier Impacto Ambiental o probable riesgo, que pueda derivarse del estado que guarda el sistema de distribución ya de gas natural, se desarrolla un manual denominado Manual de Operación y Mantenimiento del sistema de distribución de Gas Natural y el Programa de Mantenimiento de Instalaciones.

En el Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Distribución de Gas natural, se establecen las especificaciones de mantenimiento preventivo y correctivo a ejecutarse al Sistema de Distribución de gas natural, mientras que en el Programa de Mantenimiento de Instalaciones se asientan los tiempos en los que se pondrán en marcha cada una de las operaciones necesarias para el óptimo funcionamiento del sistema de distribución.

El Manual de Operación y Mantenimiento, por su parte incluye:

- Monitoreo de Sistema de Distribución de Gas Natural.
- Mantenimiento Válvulas.
- Control Nivel de Protección.
- Odorización del Gas Natural.
- Atención a Fugas en el Sistema de Distribución Generadas por Terceros.

1.2.11 Criterios de diseño para el sistema de protección catódica.

- ✓ Para diseñar y aplicar correctamente la Protección Catódica, primero se determinó la superficie expuesta a la corrosión, la densidad de corriente de la tubería (según el tipo de recubrimiento) y después, los requerimientos de corriente necesarios para

mantener los potenciales de la tubería dentro de norma y de protección, para lo cual, deberá estar aislada eléctricamente toda la tubería subterránea.

- ✓ Es sistema de protección catódica fue diseñado para una vida útil de 50 años, y para tener la capacidad adecuada para dar protección a los ductos que se encuentren en el derecho de vía.
- ✓ La protección catódica: Se efectuó el correspondiente estudio eléctrico de la traza de la tubería de acero para la determinación de las características eléctricas y de resistividad del terreno, con objeto de determinar los equipos de protección catódica precisos para mantener el potencial de la tubería instalada a -0.85 V, en cualquier punto de su recorrido, con relación al electrodo de referencia de $\text{Cu}/\text{SO}_4\text{Cu}$.
- ✓ Juntas dieléctricas: Se instalaron juntas dieléctricas en todos aquellos puntos en que la red suministra gas natural a usuarios industriales, estaciones de regulación, etc. con objeto de mantenerla aislada de las perturbaciones eléctricas externa al sistema propio de protección.
- ✓ Como parte complementaria del sistema de protección catódica, existen postes de medición de potencial tubo-suelo, esto para llevar un registro de los niveles de protección catódica que se tengan sobre el derecho de vía.
- ✓ Protecciones frente a la corrosión: La tubería de acero fue suministrada con revestimiento externo de polietileno (PE) o de resina fusion bonded epoxy (FBE).

1.2.12 Especificaciones De Los Materiales

En la siguiente tabla se describen los materiales utilizados:

Tabla 3 Especificaciones de los materiales

Tubo de polietileno:	SDR 17 PE 100 de alta densidad 3456, de acuerdo a la norma ASTM – D2513. SDR 11 PE 100 de alta densidad 3456, de acuerdo a la norma ASTM – D2515. SDR 11 PE 80 de media densidad 2444, de acuerdo a la norma ASTM – D2513.
Conexiones de polietileno:	Deben cumplir en general con la norma ASTM-D-2513.
Para fusión a tope:	En diámetros de 40 mm (2") y más grandes, de acuerdo a la norma ASTM-D-3261.

Para fusión por embutido (enchufe):	En diámetros de 20 mm (1") y menores de acuerdo a la norma ASTM-D-2683.	
Accesorios y tubo de cobre:	Tipo "L", ASTM B 88.	
	Tipo "L" SECOFI-DGN-NOM W 18.	
Tubo de acero:	API 5L Grado B, con costura, Cédula 40.	
	ASTM A-53 Grado B, con costura, cédula 40.	
Válvulas de acero:	API 6 D, 6FA, BRIDADAS, RF, PASO COMPLETO, ANSI 150; 300.	
Válvulas domésticos:	Tipo Urrea Macho, con oreja candado, modelo 13FC para ½".	
	Tipo Urrea Esfera, sin oreja candado modelo 550 para ¾" hasta 2".	
Uniones soldables de acero:	Conexiones: (codos, tees, reducciones, silletas, tapones, weldolets, etc.) ○ ASTM A-105 Grado I. ○ ASTM A-234 Grado WPB.	
Bridas:	ASTM A-105 Grado I y ANSI B 16.5, CLASE 150; 300.	
Accesorios de acero:	Roscados:	1000 Libras W.O.G (mínimo).
	Espárragos:	ASTM A-193 Grado B7.
	Tuercas:	ASTM A-194 Grado 2H.
	Empaque de Neopreno:	ANSI B 16.5 de 1/16" de espesor.
Recubrimiento de tubería y accesorios de acero:	Fusion Bonded Epoxy, 12 – 14 mils.	

I.3 Hojas de Seguridad

La sustancia que se distribuye durante su operación corresponde a gas natural, a continuación se presenta la hoja de datos de seguridad correspondiente (ANX-01):

Tabla 4. Hoja de seguridad del gas natural

NOMBRE DE LA EMPRESA: GAS NATURAL MEXICO						
FECHA DE ELABORACION: 10 AGOSTO 2000		FECHA DE REVISION: 10 ENERO 2001				
SECCION I DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUIMICA						
1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR: PEMEX Gas y Petroquímica Básica Av. Marina Nacional no. 329 Col. Huasteca Pisos 15, 16 y 39 Torre Ejecutiva y Edificio 1917 (B1), Centro Administrativo México, D.F. CP 11311		2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A: TELEFONO: 52 19 4000, 52 19 2000 FAX:				
SECCION II DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUIMICA						
1. NOMBRE COMERCIAL Gas Natural		2.- NOMBRE QUIMICO Metano				
3.- PESO MOLECULAR 18.2		4.- FAMILIA QUIMICA Hidrocarburos del Petróleo.				
5.- SINONIMOS Gas natural licuado, gas natural comprimido, gas de los pantanos, grisú, hidruro de metilo, Liquefied Natural Gas.		6.- OTROS DATOS Fórmula molecular: Mezcla $CH_4 + C_2H_6 + C_3H_8$				
SECCION III COMPONENTES RIESGOSOS						
1.- % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES Gas Natural (Metano) 88% Etano 9% Propano 3% Etil Mercaptano 17-28 ppm		2.- N° CAS 74-82-8	3.- N° DE LA ONU 1971 y 1972			
5.- LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE CONCENTRACION Asfixiante Simple		4.- CANCERIGENOS O TERATOGENICOS NO APLICA				
		6.- IDLH/IPVS (ppm) Ver NOTA 1	7.- GRADO DE RIESGO: <table border="1"> <tr> <td>7.1 SALUD X</td> <td>7.2 INFLAMABILIDAD X</td> <td>7.3 REACTIVIDAD X</td> </tr> </table>	7.1 SALUD X	7.2 INFLAMABILIDAD X	7.3 REACTIVIDAD X
7.1 SALUD X	7.2 INFLAMABILIDAD X	7.3 REACTIVIDAD X				
SECCION IV.- PROPIEDADES FISICAS						
1.- TEMPERATURA DE FUSION (°C) -182°C		2.- TEMPERATURA DE EBULLICION (°C) @ 1 atm -160°C				
3.- PRESION DE VAPOR, (mmHg a 20 °C) 5000		4.- DENSIDAD RELATIVA SOLIDOS Y LIQUIDOS (AGUA=1.00 a 4°C) GASES Y VAPORES (AIRE=1.00 a C.N.) 0.6				
5.- DENSIDAD RELATIVA DE VAPOR (AIRE = 1.00 a C.N) @ 15.5 °C 0.61 Más ligero que el aire.		6.- SOLUBILIDAD EN AGUA (g/100ml). No Soluble				
7.- REACTIVIDAD EN AGUA: No aplica		8.- ESTADO FISICO, COLOR Y OLOR: Gaseoso, Incoloro, inodoro.				
9.- VELOCIDAD DE EVAPORACION (BUTIL		10.- PUNTO DE INFLAMACION (°C) -187.8 °C				

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

ACETATO = 1):			
11.- TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C): 650°C		12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD 100%	
13.- LIMITES DE INFLAMABILIDAD (%): INFERIOR : 4.5% SUPERIOR: 14.5%			
SECCION V RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION			
1.- MEDIO DE EXTINCION: Apague el fuego bloqueando la fuente de energía.			
NIEBLA DE AGUA: X	ESPUMA:	HALON:	CO ₂ X
		POLVO QUIMICO SECO: X (Púrpura K=Bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico).	
OTROS:			
2.- EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO:			
3.- PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO:			
4.- CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: Las mezclas de gas natural con aire en concentraciones entre 4.5% y 14.5% son explosivas, solo hará falta una fuente de ignición para que se desencadene una violenta explosión. El gas natural y las mezclas de éste con el aire ascenderán rápidamente a las capas superiores de la atmósfera.			
5.- PRODUCTOS DE LA COMBUSTION: Los gases o humos que produce su combustión son Bióxido de Carbono (CO ₂) y Monóxido de Carbono (CO-gas tóxico) y agua (H ₂ O).			
SECCION VI DATOS DE RECTIVIDAD			
1.- SUSTANCIA		2.- CONDICIONES A EVITAR: Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso ya que tiene un gran potencial de inflamabilidad.	
ESTABLE en condiciones normales de almacenamiento y manejo.	INESTABLE		
3.- INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR): Manténgalo alejado de oxidantes fuertes con los cuales reacciona violentamente (pentafluoruro de bromo, trifluoruro de cloro, cloro, flúor, heptafluoruro de yodo, tetrafluoroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO ₂ , NF ₃ , OF ₂).			
4.- DESCOMPOSICION DE COMPONENTES PELIGROSOS: Los gases o humos que produce su combustión son Bióxido de Carbono (CO ₂) y Monóxido de Carbono (CO-gas tóxico) y agua (H ₂ O).			
5.- POLIMERIZACION PELIGROSA:		6.- CONDICIONES A EVITAR:	
PUUEDE OCURRIR	NO PUEDE OCURRIR: X	No Aplica.	
SECCION VII RIESGOS PARA LA SALUD El gas natural es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira. En altas concentraciones pueden producir asfixia.			
VIAS DE ENTRADA	SINTOMAS DEL LESIONADO	PRIMEROS AUXILIOS	
1.- INGESTION ACCIDENTAL	Es imposible que se ingiera, por estar en estado gaseoso.		
2.- CONTACTO CON LOS	El gas natural licuado puede salpicar a los	Aplique con mucho cuidado, agua	

OJOS.	ojos provocando un severo congelamiento del tejido, irritación, dolor y lagrimeo. Deberá manejarse con precaución el gas natural cuando esta comprimido ya que una fuga provocaría lesiones por la presión contenida en los cilindros.	tibia en el ojo afectado. Solicite atención médica.
3.- CONTACTO CON LA PIEL	Al salpicar el gas natural licuado sobre la piel provoca quemaduras por frío, similares al congelamiento.	Mojar el área afectada con agua tibia o irrigar con agua corriente. No use agua caliente. Quítese los zapatos o la ropa impregnada. Solicite atención médica.
4.- ABSORCION	No Aplica	
5.- INHALACION	No deberá exponerse a altas concentraciones de gas. El gas natural es un asfixiante simple, que al mezclarse con el aire ambiente, desplaza al oxígeno y entonces se respira un aire deficiente en oxígeno. Los efectos de exposición prolongada pueden incluir dificultad para respirar, mareos, posibles náuseas y eventual inconsciencia	En caso de lesionados, aléjelos del área contaminada para que respiren aire fresco. Si la víctima no respira, inicie de inmediato resucitación cardiopulmonar. Si presenta dificultad para respirar, adminístrese oxígeno medicinal (solo personal calificado). Solicite atención médica inmediata..
6.- SUSTANCIA QUIMICA CONSIDERADA COMO CANCERIGENA (SEGUN NORMATIVIDAD DE LA STPS Y SSA):		
STPS SI ☐ NO ☐ SSA ☐ SI ☐ NO ☐ OTROS. ESPECIFICAR		
SECCION VIII INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES:		
SE CUENTA CON UNA BRIGADA DE EMERGENCIAS DURANTE LAS 24 HORAS DEL DIA QUE ES ATENDIDA POR EL CENTRO DE ATENCIÓN A URGENCIAS.		
Fuga en Espacios Abiertos Proceda a bloquear las válvulas que alimentan la fuga. El gas natural se disipará fácilmente. Tenga presente la dirección del viento.		
Fuga en Espacios Cerrados Elimine precavidamente fuentes de ignición y prevenga venteos par a expulsar las probables fugas que pudieran quedar atrapadas.		
SECCION IX EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL		
1.- ESPECIFICAR TIPO: Es obligatorio el uso del uniforme de trabajo durante toda la jornada: Casco , para la protección de la cabeza contra impactos, penetración, shock eléctrico y quemaduras. Lentes de seguridad , para protección frontal, lateral y superior de los ojos. Ropa de trabajo : Camisola manga larga y pantalón u overol de algodón 100% y guantes de cuero. Botas industriales de cuero con casquillo de protección y suela anti-derrapante a prueba de aceite y químicos. Protección respiratoria : Utilizar líneas de aire comprimido con mascarilla o aparatos auto contenidos para respiración (SCBA) ya que una mezcla aire+metano es deficiente en oxígeno y asfixiante para respirarlo. La mezcla puede ser explosiva, requiriéndose aquí, precauciones extremas, ya que al encontrar una fuente de ignición, explotará.		
2.- PRÁCTICAS DE HIGIENE: Utilice sistemas de ventilación natural en áreas confinadas, donde existan		

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

posibilidades de que se acumulen mezclas inflamables. Observe las normas eléctricas aplicables para este tipo de instalaciones.

SECCION X INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION (DE ACUERDO CON LA REGLAMENTACION DE TRANSPORTE):

Nombre Comercial	Gas Natural
Identificación *DOT	1971 y 1972 (Organización de Naciones Unidas)
Clasificación de Riesgo *DOT	Clase 2, División 2.1
Leyenda en la etiqueta	GAS FLAMABLE

SECCION XI INFORMACION ECOLOGICA (DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES ECOLOGICAS)

El gas natural es un combustible limpio, los gases producto de la combustión, tienen escasos efectos adversos en la atmósfera. Sin embargo, las fugas de metano están consideradas dentro del grupo de Gases de Efecto Invernadero, causantes del fenómeno de calentamiento global de la atmósfera (Con un potencial 21 veces mayor que el CO₂). El gas natural no contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono. Su combustión es más eficiente y limpia por lo que se considera un combustible ecológico.

SECCION XII PRECAUCIONES ESPECIALES

1.- DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO: Gas altamente inflamable.

Debe manejarse a la intemperie o en sitios abiertos a la atmósfera para conseguir la inmediata disipación de posibles fugas. Se deberá evitar el manejo del gas natural en espacios confinados ya que desplaza al oxígeno disponible para respirar.

Tyodo sistema donde se maneje gas natural debe construirse y mantenerse de acuerdo a especificaciones que aseguren la integridad mecánica y protección de daños físicos. En caso de fugas en un lugar confinado, el riesgo de incendio o explosión es muy alto.

PRECAUCIONES EN EL MANEJO. Evite respirar altas concentraciones de gas natural. Procure la máxima ventilación para mantener las concentraciones de exposición por debajo de los límites recomendados. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas.

2.- OTRAS: Deberá mantenerse alejado de fuentes de ignición, chispas, flama y calor. Las conexiones eléctricas domésticas o carentes de clasificación son las fuentes de ignición más comunes.

Su olor característico, por el odorífico utilizado, puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo, el sentido del olfato se perturba a tal grado, que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas.

Es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira. En altas concentraciones pueden producir asfixia.

Tabla 5. Rombo de seguridad para el gas natural

Salud (Health)	2	
Incendio (Flammability)	3	
Reactividad (Reactivity)	0	
Equipo de Protección Personal	X	

Ver hoja de datos de seguridad (ANX- 01).

I.4 Condiciones de Operación

El sistema de distribución de gas natural, se conforma por una serie de tuberías en forma de malla o sistemas independientes, comprendidas entre los denominados "City Gate" o "Puntos de Transferencia" y las válvulas de acometida de cada cliente.

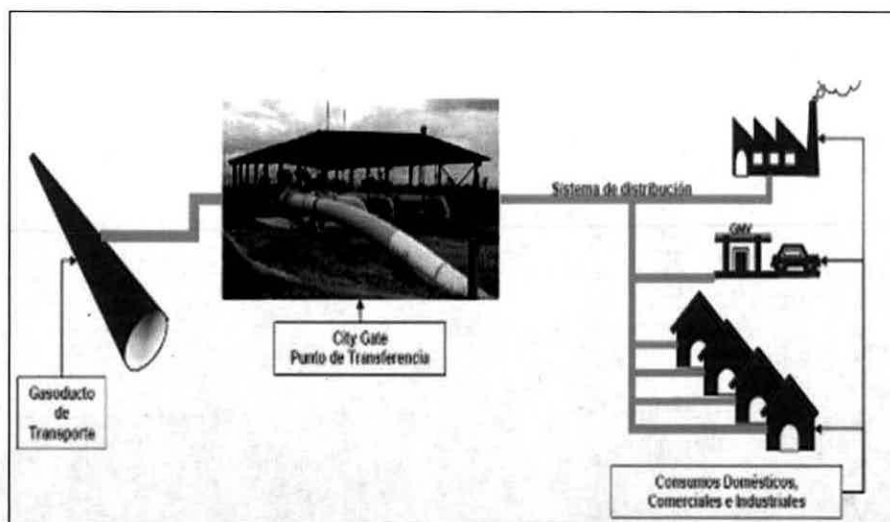


Figura 3. Sistema de distribución de gas

Longitud de la red de distribución.

En la siguiente tabla se muestran las longitudes que se construyeron y la red autorizada y sancionada.

Tabla 6. Red de distribución de Gas Natural Polietileno – Acero

Material de tubería	Diámetro de tubería	Longitud autorizada (m)	Longitud total (m)	Longitud sancionada (m)
Polietileno	250 mm	14,780	10,311	0
Acero	8 in	10,780	11,757	977
	Total	25,560	22,068	977

De acuerdo a la tabla anterior, la longitud construida por la Empresa Gas Natural Fenosa corresponde al sistema de red con un total de 22,068 metros (la cual incluye 10,311 metros de polietileno y 11,757 metros de acero), la cual se construyó en un periodo de ocho años (2005 a 2013), las etapas de operación, mantenimiento y eventual abandono para un periodo de 50 años.

City Gate's

Para la red de distribución, se tiene considerado operar un punto de entrega físico que realiza la transferencia de Custodia del Gas Natural, a través de Estaciones de Regulación y Medición denominadas "City Gate". Esta se encuentra instalada a no más de 30 metros del punto de Interconexión con el Ducto de Transporte.

Para la red de distribución, se utilizan un punto de entrega físico para realizar la transferencia de Custodia del Gas Natural, a través de Estaciones de Regulación y Medición denominadas "City Gate" y estaciones de regulación a las que llega el gas a partir de las City Gate, en la siguiente tabla se describen las coordenadas de estas.

Las City Gate's del Sistema, se conformarán por líneas de filtración, regulación y medición. Además contará con un sistema de cromatografía, sistema de odorización y un

sistema de control, en la ubicación de las City Gate se tienen instaladas las estaciones de regulación distritales que dan servicio a los clientes.

Tabla 7. Coordenadas de la City Gate considerada para el Proyecto

Instalación	X	Y
City Gate Irapuato	263,349.27 E	2,285,791.14 N
City Gate Apolo	261,986.40 E	2,289,075.23 N

Las City Gate's del Sistema, se conformarán por líneas de filtración, regulación y medición. Además contará con un sistema de cromatografía, sistema de odorización y un sistema de control, en la ubicación de las City Gate se tienen instaladas las estaciones de regulación distritales que dan servicio a los clientes.

Tabla 8. Condiciones de operación de las City Gate's

Instalación	Diámetro de tubería de acero de entrada	Diámetro de tubería de acero de salida	Presión de operación de entrada (Bar)	Presión de operación de salida (Bar)	Flujo (Nm ³ /h)	Temperatura (°C)
City Gate Irapuato	6 in	6 in	45	19	2,900,300	9-10
City Gate Apolo	4 in	6 in	45	19	180,000	9-10

Estaciones de Regulación.

Actualmente el sistema de distribución de gas natural cuenta con 30 Estaciones de Regulación y Medición.

Válvulas

Actualmente el sistema de distribución de gas natural cuenta con 91 válvulas.

I.4.1 Operación

✓ Puesta en carga

Para poner en carga la tubería canalizada en este caso en particular el Ingeniero Gestor de Obra por parte de Gas Natural México confirmó que no existían inconformidades levantadas por la Empresa de Control de Calidad y que la Empresa colaboradora no les haya dado seguimiento o que no se haya terminado totalmente.

Para poder poner en carga la tubería se realizó previamente la prueba de hermeticidad, para asegurarse de que la línea está totalmente hermética; en esta prueba al inicio y al final de la misma se contó con el Jefe de Obra por Parte de la Empresa colaboradora, el Gestor de Obra por parte de Gas Natural México y el Ingeniero designado por parte de la Unidad Verificadora, los cuales firmaron el gráfico de la prueba antes de que sea instalado para su medición, y también al final de la misma, para verificar los resultados presentados, después de verificar que el resultado de la prueba sea hermético, el Ingeniero Gestor de Obra por parte de Gas Natural México entregó la papelería correspondiente al Plan de Verificación solicitada por la Unidad Verificadora para que ésta extendiera un Dictamen el cual avalará que el Sistema de Distribución cumple con los requisitos mínimos contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2011. Después de obtener el Dictamen el Gestor de Obra de Gas Natural México envió al departamento de Servicios Técnicos GNM una solicitud de Intervención, para que este último haga la programación de la puesta en Carga la Tubería, cabe resaltar que en la solicitud debe anexar, una copia del dictamen, del gráfico y la prueba de hermeticidad.

✓ Limpieza de obra

- Durante toda la obra GNM se mantuvo ordenada la zona de influencia de construcción y se efectuó la limpieza general cuando menos cada fin de semana.

- Cuando se terminó una fase de construcción (por ejemplo: excavación, tendido de tubería, cruce de calles, relleno de cepas, etc.), se efectuó la limpieza y retiro de todo el material que no se ocupó.
- Para la limpieza se utilizó el equipo y la herramienta adecuados.
- Cuando fue necesario se colocaron señalamiento exterior para la protección de los ejecutores de la limpieza.
- Cuando la limpieza consistió en la remoción de escombros y materiales sobrantes se observó en términos generales, lo siguiente:
 - a) Al remover los escombros y materiales sobrantes no se dañó, ni manchó la zona de la obra o elementos que sean circunvecinos.
 - b) La carga de los vehículos de transporte, se efectuó lo más próximo a la zona donde se encuentran almacenados provisionalmente los escombros y materiales sobrantes, teniendo cuidado de no dañar la obra terminada.
 - c) Cuando los escombros y materiales sobrantes se encontraban depositados provisionalmente sobre un piso ya terminado, para no dañarlo se tuvo especial cuidado al retirarlos; inmediatamente después, el piso debe ser cuidadosamente barrido.
 - d) Cuando los materiales sobrantes fueron aprovechables, se clasificaron de acuerdo a su tipo y características.
- Se colocaron las protecciones necesarias a los elementos terminados para no dañarlos durante las operaciones de limpieza.

I.4.1.1 Etapa del mantenimiento del proyecto

El mantenimiento tiene como objetivo básico conseguir que las instalaciones de Transporte y Distribución de la Promovente, siempre se encuentren en todo momento dentro de los límites exigibles de operatividad, seguridad y rentabilidad.

Los sistemas de distribución deberán cumplir los requisitos derivados de la NOM-003-SECRE-2011 o su edición en vigor, tanto en lo referente a operación, como lo referente a las operaciones de mantenimiento y/o reparación, así como aquellos otros contemplados en las normativas de la Promovente que la complementen.

Deberán ser objeto de mantenimiento las siguientes instalaciones o equipos:

- Redes y tomas de servicio (Acometidas).
- Estaciones de Regulación y Medición.
- Válvulas de Línea.
- Instalaciones de Protección Catódica.
- Odorización de Gas Natural.
- Equipos de medición de ERM.
- Equipos, mecánicos, eléctricos y electrónicos.
- Postes de señalización.

✓ Planes de Mantenimiento

Para el óptimo funcionamiento de las redes de distribución de GNM, se han elaborado los diferentes planes de mantenimiento que se describen a continuación:

- Mantenimiento de la red de distribución.
- Monitoreo de la red.
- Mantenimiento a PEGN, ERM y ERP de Distribución.
- Mantenimiento a Estaciones de Regulación y Medición Industriales.
- Mantenimiento de válvulas de línea.
- Mantenimiento del Sistema de Protección Catódica.
- Mantenimiento del Sistema de Odorización de Gas.
- Mantenimiento a equipos de medición de ERM.
- Mantenimiento a equipos electrónicos.

✓ **Plan de mantenimiento de la red de distribución**

La información para la toma de decisiones relativas al mantenimiento de redes y tomas de servicio (acometidas) se obtendrá básicamente de tres fuentes: la vigilancia de la traza de las redes, la detección sistemática de fugas, y los avisos de terceros. Para las redes de acero esto se complementará con los datos de la protección catódica, revestimiento, medidas de espesor que pudieran disponerse, la clase de localización del ducto (1, 2, 3 o 4), así como las instalaciones y edificios colindantes y el estado de la franja en uso para el paso del ducto de gas.

✓ **Operación de vigilancia de la red de distribución**

La operación de vigilancia (celaje) tiene por objeto comprobar las condiciones superficiales de la totalidad de la traza por donde discurren los ductos y detectar, en su caso, actividades ajenas que pudieran afectarles u otros factores que pudieran incidir negativamente en su seguridad o en las condiciones de su señalización. Así mismo la comprobación de que las instalaciones auxiliares asociadas a la red se encuentran en buen estado en cuanto a su infraestructura.

En el ejercicio de esta operación de mantenimiento, se prestará especial atención al estado de los tramos aéreos, entubamientos e indicadores de la traza de la red.

✓ **Alcance de las instalaciones a vigilar**

Incluye los ductos de distribución de Alta Presión B, Alta Presión A y Media Presión C. La red de distribución de MPB y MPA se vigilará de manera conjunta con el monitoreo anual.

✓ **Programación de las operaciones de vigilancia de la red de distribución**

Las tareas de vigilancia, se realizarán de manera continua con una frecuencia semestral, que podrá ser modificado en función de las circunstancias especiales de la zona o ducto.

Serán admisibles frecuencias más intensas en función de los análisis de cara a la prevención de daños de terceros sobre las canalizaciones.

✓ **Vigilancia de obra de terceros.**

La frecuencia de vigilancia será en función del tipo de obra, tipo de afectación a las redes e instalaciones auxiliares asociadas, riesgos detectados y avance de las obras.

✓ **Plan de monitoreo de la red (control de estanquidad)**

El monitoreo de red es el conjunto de tareas realizadas por personal calificado, dotado de la información gráfica pertinente y de los equipos de detección adecuados para investigar y localizar las posibles fugas existentes en las conducciones que componen la red, en acometidas y/o en centros de regulación y medición según se establezca reglamentariamente.

El monitoreo, tiene como finalidad detectar, localizar y clasificar sistemáticamente fugas de gas en la red de distribución y registros de válvulas.

✓ **Monitoreo de fugas.**

Atendiendo a lo establecido en la NOM-003-SECRE-2011 o su versión vigente, a la historia acumulada sobre el índice de fugas de las redes, los materiales que la constituyen etc., se diseñará un programa anual de detección sistemática de fugas (monitoreo y/o reseguimiento) con el fin de detectar y localizar posibles puntos donde las redes no sean herméticas.

Se debe llevar a cabo revisiones periódicas y monitoreo a lo largo de la trayectoria de las tuberías de distribución para detectar la presencia de gas en el subsuelo y en instalaciones u obras adyacentes de algún otro servicio público como drenajes, registros, pozos de visita, ductos eléctricos y telefónicos, entre otros.

El monitoreo debe incluir los tramos aéreos de la tomas de servicio (acometida) hasta la entrada al medidor de las instalaciones de aprovechamiento.

La sistemática a utilizar para efectuar dicho monitoreo de redes consistirá en definir unas zonas homogéneas de actuación (sectores) que deberán perdurar en el tiempo con el fin de poder efectuar análisis comparativos sobre su comportamiento.

El monitoreo para la detección de fugas debe realizarse en forma programada, de tal manera que se efectúe, al menos, una revisión anual en zonas de localización clase 4 y cada tres años en las demás zonas clasificadas según la NOM-003-SECRE-2011.

La información recogida por el personal que realice las tareas de detección y localización sistemática de fugas se plasmará en unos documentos (en formato papel o informático).

Servicios Técnicos en cada una de las zonas de distribución, será el responsable de registrar y codificar cada uno de los partes de fuga recibidos, así como de incorporar la información que contienen a una base de datos informática, y de su captura en Sistema ICARO. El plazo máximo para la captura de fugas en Sistema ICARO será de treinta días calendario contados a partir de la fecha de haber sido recibidos los resultados del monitoreo o de haber sido atendido en campo el aviso vía CCAU. Cada delegación responsable de la zona de distribución deberá mantener actualizados los planos históricos de la red donde puedan visualizarse las fugas detectadas en los últimos cinco monitoreos.

✓ Tratamiento de las fugas

Las fugas detectadas serán clasificadas en fugas de intervención urgente o de grado 1, fugas de intervención programada o grado 2 o fugas de vigilancia programada o grado 3, según los criterios de la NOM-003-SECRE-2011 en su apéndice III.

Mensualmente se realizará un análisis de fugas en las redes en los sectores considerados, analizándose la evolución de las relaciones de fugas/km para cada sector y material.

El comportamiento y el estado de la red enterrada de un sector de resequimiento se evaluarán utilizando el denominado índice de fugas y se expresará en total de fugas detectadas por Km. de red reseguida. El total de fugas incluirá las localizadas en tubería enterrada tanto en red como en tomas de servicio (acometidas). Las fugas aéreas en tomas de servicio (acometidas) se registrarán en reportes en los que se expresará el total de fugas detectadas por número de instalaciones de aprovechamiento como porcentaje.

Una vez finalizado el resequimiento de un sector y situadas las fugas sobre el plano histórico correspondiente para red enterrada o en reporte correspondiente para fugas aéreas, sobre el que se habrán ido situando también las fugas detectadas por reclamación, para determinar su comportamiento, se debe efectuar un estudio donde se calculen los índices de fugas siguientes: El total del sector; si en el sector existen redes de diferentes rangos de presión, el resultante para cada presión; en cada sub-sector, el resultante para cada material de red existente, y finalmente para cada uno de ellos se desglosará en red (tubo, accesorios, toma de servicio) y en acometidas (llave de toma de servicio, toma de servicio, conjunto de regulación...). El estudio se emitirá en forma de "informe de monitoreo del sector" y deberá contemplar asimismo un análisis comparativo,

de la evolución de dicho índice para cada uno de los supuestos citados con relación al último resequimiento.

Una vez situadas las fugas sobre el plano histórico, se deberá proceder a analizar los datos.

✓ **Plazos de resolución de fugas detectadas.**

Una vez registradas y clasificadas las fugas, deberá procederse a su eliminación, mediante reparación de las mismas, o bien mediante sustitución de la conducción o toma de servicio (acometida) sobre la que se sitúa, de acuerdo con las propuestas que figurarán en el estudio anteriormente citado.

✓ **Eliminación de fugas por reparación.**

Las programaciones de actuación sobre fugas que deban ser resueltas mediante reparación se efectuará de forma que exista prioridad para aquellas que se hallen situadas sobre redes de mayor presión y en zonas urbanas frente al resto.

Todas las reparaciones a efectuar programadas se deberán realizar con carácter definitivo. En el caso de que durante el proceso de reparación se constate, en virtud del estado de la tubería, que es necesario renovar una parte de la misma, se deberá gestionar de inmediato la documentación para efectuar la misma en el menor plazo de tiempo posible, dándole prioridad sobre otras sustituciones.

✓ **Alcance de las instalaciones a monitorear.**

El monitoreo se realizará sobre todas las canalizaciones enterradas, registros de válvulas y los tramos aéreos de la acometida hasta la entrada del medidor de las instalaciones receptoras.

✓ **Planificación del monitoreo de red.**

Se establecen zonas homogéneas de actuación (sectores) con el fin de poder efectuar análisis comparativos sobre su comportamiento. Las zonas se establecen basándose en las cuadrículas de la cartografía de cada Zona de Distribución.

✓ **Calibrado y mantenimiento de equipos para el monitoreo de red**

La calibración del equipo se realizara de acuerdo a lo especificado en la norma NOM-003-SECRE-2011 apéndice III y a las recomendaciones del fabricante.

✓ **Inspección de la red**

Al mismo tiempo que se realice el monitoreo, se realizará una revisión de la traza de la red según lo especificado en el Plan de Inspección de Redes de Distribución, con el objeto de detectar anomalías o actuaciones que pudieran afectar a las tuberías de gas.

✓ **Tratamiento de la información del plan de monitoreo de red**

Se complementará un reporte impreso por cada fuga detectada, que incluirá un croquis de localización de la misma.

Se realizarán análisis mensuales de fugas de la red basándose en los diferentes materiales (acero, cobre y polietileno) y a las zonas establecidas.

Se mantendrán archivados los resultados de los últimos cinco reportes de monitoreo, además se anexaran todos los certificados anuales de los detectores de gas.

El área de Servicios Técnicos responsable de la Zona de Distribución mantendrá a resguardo la información a la que se refiere este punto.

✓ **Plan de mantenimiento a PEGN, ERP y ERM-D**

Establecer las operaciones de mantenimiento preventivo a realizar en las Estaciones de Regulación (PEGN, ERM'S y ERP'S) a fin de comprobar:

- El correcto funcionamiento de los equipos que la componen.
- El correcto taraje de los elementos de regulación y dispositivos de seguridad.
- La buena conservación de los diferentes elementos que componen la infraestructura de la ERM.

Las distintas operaciones de mantenimiento preventivo se han agrupado, en función de su alcance y frecuencia de actuación, en tres niveles:

- Visita de inspección (vigilancia).
- Visita exhaustiva (revisión).
- Visita de conservación.

✓ **Plan de mantenimiento de válvulas de línea.**

Dado que las válvulas de línea son equipos que se utilizan de forma esporádica, resulta tan importante garantizar en algunos casos su rápida localización y su identificación inequívoca por parte de nuestro personal como su correcto funcionamiento. Para este fin los SSTT deben disponer de planos que indiquen la ubicación de las válvulas de seccionamiento de cada uno de los sectores que conforman el sistema de distribución en su zona. Estos planos deben actualizarse conforme a los cambios realizados al sistema.

Resultará conveniente por tanto que las tareas de mantenimiento sean realizadas o supervisadas por el personal que en un momento dado sea el encargado de accionarlas.

✓ **Mantenimiento para equipos de medición de ERM.**

Los Puntos de Recepción son los puntos en donde GNM recibe el gas natural de la compañía Transportista y que incluyen siempre medición.

Las Estaciones de Regulación y Medición (ERM) se utilizan cuando exista reducción de Presión e instalación de medición en el mismo punto, esta codificación se utiliza para instalaciones que sean propiedad o mantenidas por GNM y que no son puntos de recepción.

La Gerencia de Control de Operaciones deberá establecer un plan de mantenimiento con el que se lleve a cabo la verificación de los equipos de medición instalados tanto en las ERM como en los Puntos de recepción que se sitúan dentro de su ámbito de actuación, conforme a los procedimientos establecidos para esto.

El responsable de la Unidad de Control de Operaciones de GNM deberá establecer un plan de mantenimiento para las Estaciones de Regulación y Medición de los clientes industriales y distritales, en lo correspondiente a control y medición.

Dicho plan tendrá como objeto garantizar de forma permanente el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

✓ **Mantenimiento de equipos electrónicos.**

La Gerencia de Control de Operaciones deberá establecer un Plan de Mantenimiento de los Equipos Eléctricos y Electrónicos instalados en las ERM o posiciones que se sitúan dentro de su ámbito de actuación y anualmente un programa de actividades.

Quedan incluidos dentro de este concepto los correctores, registradores electrónicos, equipos de tele medida, cromatógrafos, calorímetros, sistemas de inyección de Odorizante, analizadores de Odorizante, actuadores de telemandos, módems y equipos de telefonía y tele medida, así como otra instrumentación eléctrica y electrónica que pueda encontrarse en las ERM, válvulas o posiciones que se sitúan dentro de su ámbito de actuación, los cuales cumplirán los procedimientos específicos en cada caso.

La verificación de la calibración de los Equipos Eléctricos y Electrónicos se debe hacer siguiendo las recomendaciones del fabricante. El periodo de tiempo entre las verificaciones de dichos equipos, se debe establecer en el Plan de Mantenimiento, siendo no mayor a 1 año para equipos que tengan una connotación comercial.

Dicho plan tendrá como objeto garantizar de forma permanente el funcionamiento satisfactorio de dichos equipos.

Queda fuera del alcance de este punto la parte correspondiente a iluminación eléctrica, así como lo correspondiente a la toma de servicio (acometida) de alimentación eléctrica de las Estaciones Reguladoras e Instalaciones de Protección catódica.

✓ **Evaluación de la corrosión externa**

La evaluación de la corrosión externa se realizará en:

Tuberías con presión máxima de operación mayor a 16 bares.

Tuberías con presión máxima de operación igual o inferior a los 16 bar y superior a los 5 bar y localizadas en categoría de emplazamientos 3 y 4 (UNE 60302 o ASME B31.8, según corresponda)

Deben realizarse planes de inspección en servicio con tecnología Magnetic Flux Leakage (MFL) o similar cada 10 años en todas aquellas canalizaciones con MOP > 16 bar y 8", siempre y cuando se encuentren acondicionadas para esta operación.

En el caso de canalizaciones existentes de las características mencionadas en el apartado anterior que no se encuentren acondicionadas, deberá realizarse un análisis técnico-económico de las acciones necesarias para poder realizar la inspección en servicio para, si resulta posible, su ejecución en los plazos más ajustados al objetivo.

Los resultados de cada fase de pig deberán ser objeto de un estudio de ingeniería que defina las medidas más oportunas.

1.4.2 Pruebas de verificación

Las canalizaciones (tramos de red y acometidas de servicio) fueron sometidas a una prueba conjunta de resistencia mecánica y de hermeticidad de acuerdo con las prescripciones que más adelante se indican y siempre con anterioridad a la puesta en disposición de servicio. Se puso en servicio la canalización siempre que las pruebas conjuntas de resistencia y de hermeticidad fueron satisfactorias y se obtuvo el dictamen correspondiente de la Unidad Verificadora (UV).

✓ Prueba conjunta de resistencia y de hermeticidad (P.H.)

La prueba conjunta de resistencia y de hermeticidad fue avalada por una unidad de verificación autorizada por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), quedando la documentación en poder de GNM.

✓ Plan de Pruebas

Antes de empezar las pruebas, el Supervisor Responsable de GNM estableció un Plan de Pruebas en el que quedaron definidos: el método, las presiones, las duraciones y los fluidos de prueba, así como los criterios de aceptación, las variaciones admisibles de presión, los métodos de detección de fugas, la evacuación del fluido de prueba y del agua en particular, las medidas de seguridad, la señalización según lo indicado en la NT-842-MEX.

Así mismo, se establecieron las medidas de seguridad y prevenciones necesarias para salvaguardar la integridad de las personas y bienes durante la preparación y ejecución de las pruebas.

El plan de pruebas permaneció en posesión del supervisor de obra de forma previa al inicio de las mismas y fue firmado por el TRP y el supervisor de obra.

La tubería probada estuvo totalmente enterrada excepto en sus extremos, las partes de la tubería que quedaban expuestas fueron adecuadamente aseguradas, según lo establecido en el plan de pruebas.

Durante la preparación y ejecución de las pruebas de hermeticidad quedó prohibida la presencia de personas ajenas a la prueba en la zona de trabajo (lugar de ubicación de los instrumentos y accesorios utilizados para efectuar las pruebas) y en los lugares en que la tubería permaneció descubierta.

No se realizaron pruebas de presión contra válvulas cerradas.

✓ Equipos de medición y control

El método de prueba empleado fue el de registro de presión. Los equipos de medida cumplieron con lo siguiente:

- Manómetro de tubo Bourdon de clase 1 y carátula $\varnothing 150$ mm, para la prueba de hermeticidad, el rango de cada manómetro fue siempre tal que la presión a medir se encontró entre el 35 % y 65 % del límite superior del manómetro.
- Registrador de presión y temperatura, de clase 0,5 precisión $\pm 1,0\%$ y rango de -10 °C a $+100$ °C por lo que se refiere a temperatura, el rango de presión a medir se encontró entre el 35 % y 65 % del límite superior del registrador.
- Termómetro con un rango entre -10 °C y $+50$ °C (263 a 323 K), y escala 1 °C (1 K).

Los parámetros en las pruebas de hermeticidad fueron acorde con la duración de la prueba, y en ningún caso inferior a 20 mm/h; así mismo los equipos cumplieron con la NT-047-MEX.

Los instrumentos de medida contaron con certificados de calibración vigentes y de una antigüedad no superior a los 6 meses. El plan de calibración de los instrumentos cumplió con lo establecido en el PGCM-110-GN.

Los registradores se ubicaron en el extremo por donde se efectuó el llenado de la canalización con el fluido de prueba.

I.4.2.1 Ejecución de las pruebas de presión

Prueba conjunta de resistencia y hermeticidad.

El tramo a probar se limpió y se utilizó agua clara y sin partículas en suspensión. Se tomaron las medidas necesarias para que la descarga de agua utilizada cumpliera con la normatividad.

La longitud del tramo probado dependió del perfil del terreno, de la necesidad de evitar presiones excesivas en los puntos bajos y de los materiales empleados para la construcción del tramo a probar.

Todos los elementos auxiliares necesarios para la prueba (accesorios como tuercas unión, mangueras flexibles, etc.) fueron de una capacidad de resistencia mayor que la presión de prueba especificada.

La presión de prueba se mantuvo en el punto más alto del tramo cuando fue necesario, se utilizó un manómetro para garantizar tal circunstancia.

Durante la presurización de la tubería, se realizó un seguimiento de la presión para asegurar que no se sobrepasara la presión máxima recomendada por el fabricante.

Durante el llenado con agua, se realizó el seguimiento del proceso para asegurar que no quedaran puntos altos con aire atrapado.

El sistema empleado para llenar el tramo de prueba proporcionó un flujo continuo y uniforme.

Al alcanzar la presión de prueba especificada, se aisló el tramo de prueba de la fuente de presión. Después de dejarlo el tiempo necesario para que se estabilizar la presión y la temperatura, se anotó en el gráfico la hora de inicio, la fecha y la identificación de la obra, firmando el supervisor de obra, el técnico representante de la contratista y el representante de la unidad verificadora. Los accesorios especiales contaron con una gráfica de la prueba de hermeticidad.

Durante la prueba se registraron continuamente la presión y la temperatura del fluido de prueba, se instaló un termopozo para tener lecturas confiables de la temperatura del fluido de prueba.

Se empleó un manómetro en el extremo opuesto del llenado para contrastar la presión registrada, teniendo en cuenta la diferencia de cota entre ambos extremos de tubería.

- ✓ Eliminación del fluido de prueba

Se comprobó que la descarga del fluido de prueba estuvo limpia y libre de contaminantes.

- ✓ Informe de la prueba

Al término de la prueba con resultados satisfactorios, el supervisor de obra y la unidad de verificación elaboraron un informe de prueba para la redacción del Certificado Final de Obra.

I.4.2.2 Validación de los datos obtenidos en la prueba de hermeticidad

Prueba conjunta de resistencia y hermeticidad

El resultado de la prueba se aceptó cuando el valor registrado de la presión fue constante respecto al valor inicial, en las mismas condiciones de temperatura.

- ✓ Detección de fugas

Cuando el registro impreso mostró una disminución progresiva de la presión de prueba con el tiempo y se comprobó que esta disminución no fue debida a variaciones de temperatura del fluido de prueba, se consideró que el resultado de la misma no fue satisfactorio y se procedió a detectar los posibles puntos de fuga como se indica a continuación:

a) Manteniendo la presión de prueba en la canalización, el supervisor de GNM dará las instrucciones oportunas para que se aplique una solución jabonosa a la totalidad de las uniones mecánicas, si existen.

b) En el caso de que con la comprobación anterior no se detecte la ubicación del posible punto de fuga, se procederá a despresurizar y a seccionar la canalización por su punto medio, a colocar las instalaciones de prueba necesarias en los extremos y a efectuar una prueba de hermeticidad comprimiendo cada una de las canalizaciones Salvo que exista más de una fuga, lo normal es que una de las dos secciones arroje resultado positivo y el otro negativo. Se repetirá el proceso descrito con el tramo de tubería correspondiente a este último supuesto, tantas veces como sea necesario hasta encontrar el punto exacto de la fuga.

Como alternativa al procedimiento anterior podrán introducirse gases trazadores en la canalización, para efectuar el posterior seguimiento con un equipo detector adecuado.

c) Una vez detectada y corregida la fuga, deberá procederse a la repetición del proceso de preparación y ejecución de la prueba de acuerdo con la sistemática descrita anteriormente (poner diablos en vez de pistones).

1.4.2.3 Operaciones de purgado y puesta en servicio

Antes de la operación de purgado y puesta en servicio, el personal de Servicios Técnicos contó con la documentación establecida en NT-505-MEX.

Una vez concluida la prueba de hermeticidad, se purgó la línea hasta alcanzar una presión de 4.1 bar. Se mantuvo la línea presurizada a esta condición hasta el momento en que el personal de Servicios Técnicos inició los trabajos anteriores al purgado y puesta en servicio. Se efectuó el secado de la tubería utilizando aire.

Cuando para la limpieza o secado de las canalizaciones fue necesario emplear fluidos tóxicos, inflamables o peligrosos se adoptaron las medidas precautorias establecidas en

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

la ficha de seguridad del producto, a fin de evitar riesgos específicos a la propia instalación, personas o propiedades ajenas.

Cuando efectuó el llenado de gas natural en la tubería, se realizó de manera que evitara la formación de mezclas aire-gas comprendidas entre los límites de inflamabilidad del gas. Para ello la introducción del gas en la extremidad de la canalización se efectuará a una velocidad que reduzca el riesgo de mezcla inflamable en la zona de contacto o se separaron ambos fluidos con un tapón o colchón de gas inerte o pistón de purga (obligatorio).

Solamente se puso en servicio las secciones de tubería que pasaron satisfactoriamente la prueba de presión.

✓ **Purgado**

En la puesta en servicio de tramos de tubería, se empleó el purgado directo o indirecto.

Durante las operaciones de purgado:

- Se instaló y se mantuvo una conexión eléctrica entre cualquier parte metálica de la tubería relacionada con el purgado, además de ser puesta a tierra.
- No se permitió fumar, ni encender otras fuentes de ignición cerca de los puntos de venteo y se instalaron señales de advertencia.
- Se dotó de protecciones para los oídos.
- Se colocaron extintores dispuestos para su empleo.
- Se contó con un número suficiente equipos de protección respiratoria en la obra.
- El personal que permanecía próximo a la zona de trabajo portaba con ropa de trabajo adecuada para prevenir los efectos de eventuales proyecciones de partículas.
- Se mantuvo comunicación adecuada entre los operarios durante la obra.
- La prueba de purga no se interrumpió una vez iniciada.

- Se tomaron precauciones necesarias para asegurar que los volúmenes de gas inerte liberados no causaran asfixia.
- La velocidad de purgado fue la suficiente para evitar la estratificación.

El proceso de purgado finalizó cuando en el punto de muestreo del venteo se pudo medir una concentración de gas aceptable y segura. Se emplearon instrumentos que midieran la concentración de gas en volumen y la concentración de oxígeno.

✓ **Puesta en servicio**

Antes de la puesta en servicio, el tramo completo de la tubería se mantuvo a presión atmosférica, y se comprobó que no saliera gas, o mezcla de gas y aire, o de gas y gas inerte de ningún otro sitio que no sea del venteo.

El venteo se situó en el extremo más alejado del tramo a purgar y se mantuvo vigilado durante toda la operación de purgado. El venteo presentó las siguientes características:

- Ser metálico;
- Descargar verticalmente al aire libre a no menos de 2,5 m sobre el nivel del suelo;
- Estar situado a una distancia segura de cualquier posible punto de ignición;
- Estar situado en un lugar donde el gas no pueda penetrar en edificios;
- Incluir una válvula de control de paso total y un punto de toma de muestras;
- Estar desprovisto de mata chispa (extintor de llama); sin embargo, cuando este elemento sea necesario, deberá tenerse en cuenta la restricción resultante en la velocidad de salida del gas.

El venteo se controló mediante el flujo de gas durante el purgado. Una vez purgado, el tramo de tubería se puso a la presión de operación en condiciones controladas.

I.4.2.4 Informe del resultado de las pruebas de hermeticidad, purgado y puesta en servicio

Una vez finalizadas las pruebas de hermeticidad con resultado positivo, así como el purgado y puesta en servicio de la nueva canalización o acometida, el Jefe de Construcción del contratista procedió a suscribir el Certificado Final de Obra.

Dicho certificado quedó en poder de GNM antes de quince días contados desde que finalizaron con éxito las pruebas de hermeticidad.

En el citado certificado consta de lo siguiente:

- a) Nombre de la Empresa Distribuidora.
- b) Datos del profesional que certifica por parte de la unidad de verificación.
- c) Datos necesarios para la identificación de la canalización, o de la acometida, en su caso: localización y descripción de la misma.
- d) Breve descripción de la obra realizada indicando la presión de diseño del sistema (PD), Presión máxima de operación (MPOP) y los materiales instalados (longitud, diámetro, etc.).
- e) Fechas de las pruebas.
- f) Descripción del método de prueba.
- g) Descripción y precisión de los equipos de medición y control utilizados, indicando la fecha de la última calibración.
- h) Presión o presiones de prueba.
- i) Fluidos de prueba, con certificados de calidad.
- j) Duración o duraciones de la prueba.
- k) Resultados de las pruebas.
- l) Reglamentación de referencia

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

m) Firma del Jefe de construcción y del supervisor de GNM

I.5 Procedimientos y Medidas de Seguridad

Durante la operación del proyecto, se aplican los siguientes procedimientos con el fin de mantener en buen estado del sistema de distribución y con esto disminuir o anular los riesgos de accidentes.

I.5.1 Procedimiento de mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (PE.2074.MX-MN)

Este procedimiento tiene por objetivo definir el alcance del mantenimiento preventivo y correctivo de las redes de distribución de gas, sus acometidas y elementos auxiliares pertenecientes a la promovente con la finalidad de:

- ✓ Establecer las acciones de mantenimiento necesarias, para lograr el grado óptimo de funcionamiento y seguridad en todas las instalaciones de la red de distribución.
- ✓ Cumplir con lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2002 Distribución de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por Ductos, y sus apéndices, Odorización del gas natural; Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas; Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y la normativa técnica de Gas Natural Fenosa en lo relativo al mantenimiento.

El procedimiento incluye los planes que se describen a continuación y que se anexa al presente estudio para mayor detalle **(ANX- 03)**.

I.5.1.1 Plan de mantenimiento

El objetivo del plan es establecer las operaciones a realizar para asegurar el correcto funcionamiento de la red de distribución de gas natural. Dichas operaciones se dividen en función de su alcance y frecuencia, en vigilancia y monitoreo de la red.

El plan incluye la operación de vigilancia (celaje) tiene por objeto comprobar las condiciones superficiales de la totalidad de la traza por donde discurren los ductos y detectar, en su caso, actividades ajenas que pudieran afectarles u otros factores que

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

podrían incidir negativamente en su seguridad o en las condiciones de su señalización. Así mismo la comprobación de que las instalaciones auxiliares asociadas a la red se encuentran en buen estado en cuanto a su infraestructura.

En el ejercicio de esta operación de mantenimiento, se prestará especial atención al estado de los tramos aéreos, entubamientos e indicadores de la traza de la red.

1.5.1.2 Plan de monitoreo de la red (control de estanquidad)

El monitoreo de red es el conjunto de tareas realizadas por personal calificado, dotado de la información gráfica pertinente y de los equipos de detección adecuados para investigar y localizar las posibles fugas existentes en las conducciones que componen la red, en acometidas y/o en centros de regulación y medición según se establezca reglamentariamente.

El monitoreo, tiene como finalidad detectar, localizar y clasificar sistemáticamente fugas de gas en la red de distribución y registros de válvulas.

1.5.1.3 Plan de mantenimiento a PEGN, ERP y ERM-D

En dicho plan se establecen las operaciones de mantenimiento preventivo a realizar en las Estaciones de Regulación (PEGN, ERM'S y ERP'S) a fin de comprobar:

- ✓ El correcto funcionamiento de los equipos que la componen
- ✓ El correcto taraje de los elementos de regulación y dispositivos de seguridad
- ✓ La buena conservación de los diferentes elementos que componen la infraestructura de la ERM.

Las distintas operaciones de mantenimiento preventivo se han agrupado, en función de su alcance y frecuencia de actuación, en tres niveles:

- ✓ Visita de inspección (vigilancia)
- ✓ Visita exhaustiva (revisión)
- ✓ Visita de conservación
- ✓

A efectos del mantenimiento preventivo, los criterios para la categorización de las ERM se cuenta con un programación de las visitas de inspección y exhaustiva a estaciones de regulación y medición.

I.5.1.4 Plan de mantenimiento de válvulas de línea

Dado que las válvulas de línea son equipos que se utilizan de forma esporádica, resulta importante garantizar en algunos casos su rápida localización y su identificación inequívoca por parte de nuestro personal como su correcto funcionamiento. Para este fin los SSTT deben disponer de planos que indiquen:

- ✓ La ubicación de las válvulas
- ✓ El número de seguridades disponibles que pueden activarse, en caso de fallo sucesivo de elementos, sin afectación al suministro de la red aguas abajo.
- ✓ La existencia o no de otras ERM que alimentan a la red aguas abajo.
- ✓ La existencia o no de válvulas o dispositivos de seguridad por mínima presión en las instalaciones receptoras de la red alimentada.

I.5.1.5 Plan de mantenimiento a ERM Industriales (ERM-IND)

Dicho plan permite comprobar en las estaciones de Regulación y Medición Industriales (en adelante ERM-IND) con un consumo mayor a 360 Gcal/año, lo siguiente:

- ✓ El correcto funcionamiento de los equipos que la componen
- ✓ El correcto taraje de los elementos de regulación y dispositivos de seguridad
- ✓ La buena conservación de los diferentes elementos que componen la infraestructura de la ERM-IND.

I.5.1.6 Plan de mantenimiento de válvulas de línea

Dado que las válvulas de línea son equipos que se utilizan de forma esporádica, resulta tan importante garantizar en algunos casos su rápida localización y su identificación inequívoca por parte de nuestro personal como su correcto funcionamiento. Para este fin los servicios técnicos deben disponer de planos que indiquen la ubicación de las válvulas de seccionamiento de cada uno de los sectores que conforman el sistema

de distribución en su zona. Estos planos deben actualizarse conforme a los cambios realizados al sistema.

Resultará conveniente por tanto que las tareas de mantenimiento sean realizadas o supervisadas por el personal que en un momento dado sea el encargado de accionarlas.

1.5.1.7 Plan de mantenimiento de válvulas de línea

Dado que las válvulas de línea son equipos que se utilizan de forma esporádica, resulta tan importante garantizar en algunos casos su rápida localización y su identificación inequívoca por parte de nuestro personal como su correcto funcionamiento. Para este fin deben disponer de planos que indiquen la ubicación de las válvulas de seccionamiento de cada uno de los sectores que conforman el sistema de distribución en su zona. Estos planos deben actualizarse conforme a los cambios realizados al sistema.

Resultará conveniente por tanto que las tareas de mantenimiento sean realizadas o supervisadas por el personal que en un momento dado sea el encargado de accionarlas.

1.5.1.8 Plan de mantenimiento del sistema de protección catódica

Acorde a lo establecido en las NOM-003-SECRE-2011, los Servicios Técnicos (SSTT) de cada zona de distribución deberán establecer un plan de mantenimiento de las instalaciones de protección catódica de la red de distribución en acero.

1.5.1.9 Plan de odorización de gas

El área de Control de Operaciones de GNF es responsable del mantenimiento de los sistemas de odorización de gas natural, con el objetivo de establecer las tareas de vigilancia y la conservación de las instalaciones y equipos de odorización de acuerdo con los procedimientos establecidos, así como de controlar y mantener los niveles de odorizante en el gas natural distribuido en la red dentro de los parámetros establecidos y permitidos.

I.5.1.10 Capacitación al personal.

Cada año se realiza la capacitación del personal involucrado en las actividades de operación, mantenimiento y conservación de los activos del sistema de distribución conforme a los requerimientos específicos del área de Servicios Técnicos responsable en cada Zona de Distribución.

I.5.2 Plan de emergencia para la distribución de gas natural (PE-2899.MEX)

El plan (**ANX-03**) tiene por objetivo establecer una sistemática de actuación en materia de prevención, auxilio y recuperación que permita afrontar las situaciones de emergencia de la red e instalaciones de distribuciones de gas natural, coordinada adecuadamente por las distintas unidades operáticas de Gas Natural México para que se pueda atender y resolver en el mínimo tiempo posible el problema presentado en el siguiente orden:

- ✓ La salvaguarda de la integridad física de empleados, clientes y terceros y de los bienes materiales.
- ✓ Disminuir el impacto en la distribución de gas natural y bienes materiales
- ✓ El mantener el servicio y presiones de seguridad en las redes de distribución de gas natural

I.5.2.1 Etapas de una urgencia por distribución

La sistemática a seguir para la resolución de los avisos se compone de las siguientes fases:

- ✓ Recepción del aviso, que incluye la atención de la llamada y la asignación del concepto y la prioridad
- ✓ Asignación del personal que tenderá el aviso
- ✓ Puesta en seguridad
- ✓ Resolución
 - Reparación

- Restablecimiento del servicio
- ✓ Cierre de aviso

Durante una urgencia se seguirán las siguientes etapas:



Figura 4. Etapas para atender una urgencia

Relación con la comunidad, el gerente de distribución y el gerente de control operacional, junto con el personal del departamento de relaciones externas, estables y/o revisarán el programa de información al público tendiente a facilitar el reconocimiento de una situación de emergencia relacionada con los servicios de distribución, así como las acciones a realizar para mantener la adecuada relación con las autoridades municipales, estatales y federales.

I.6 Análisis de Evaluación de Riesgos

I.6.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

En la siguiente tabla se muestran escenarios de riesgo ocurridos en el pasado, en donde el gas natural estuvo presente.

Tabla 9. Antecedentes de accidentes e incidentes.

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones Realizadas para su atención
1944	E.U.	Instalación base de recepción en tierra	Gas natural	Explosión	Se cambió el tanque contenedor debido a una fisura, el tanque nuevo tenía un defecto estaba hecho de bajo contenido de níquel y aleación de acero, el níquel es ahora conocido que es susceptible a muy bajas temperaturas.	12.15 hectáreas fueron afectadas severamente, invasión de nubes de vapor de gas	Respuesta emergencia, bomberos y servicios médicos
1964	Argelia	Barco de almacenamiento	Gas natural	Fugas e incendio	Un rayo cayó sobre el elevador de ventilación delante de la nave, se liberó vapor y hubo una pequeña ignición.	Invasión de nubes de vapor de gas	Purga de nitrógeno y aire sobre la línea vertical de la conexión

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones Realizadas para su atención
1965	Inglaterra	Tanque de almacenamiento	Gas natural	Incendio	Vapores generados durante el mantenimiento	Invasión de nubes de vapor de gas	Respuesta emergencia, bomberos y servicios médicos
1968	E.U	Tanque de almacenamiento	Gas natural	Explosión	Accidente por un aislamiento inadecuado de presión	Invasión de nubes de vapor de gas	Respuesta emergencias, bomberos y servicios médicos
1971	Italia	Tanque de almacenamiento	Gas natural	Daños a la estructura del tanque	"Roll-over" repentino incremento en la presión dentro del tanque.	Invasión de vapor de gas al ambiente	Respuesta a emergencia
1979	E.U	Punto de cobertura de la subestación eléctrica	Gas natural	Explosión	Inadecuado cierre de la bomba eléctrica de gas para el sellar el flujo	Vapor de gas y humo al ambiente	Respuesta emergencias, bomberos y servicios médicos
1989	Inglaterra	Bombas de distribución	Gas natural	Incendio	Una válvula no cerrada	Incendio afectando 40 mts., humo al	Respuesta emergencia,

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones Realizadas para su atención
					correctamente	ambiente	bomberos
1993	Indonesia	Línea de distribución	Gas natural	Equipo y estructura dañado	Apertura de una línea durante el proyecto de modificación de un tubo	Daños menores al suelo	Respuesta emergencia
2003	México	Ducto de gas natural	Gas natural	Explosión	Explosión del ducto de gas natural muy cerca de Ciudad Mendoza, en investigación.	Daños a los alrededores y humo.	Respuesta a emergencias, protección civil, y servicios médicos
2004	Algeria	Sistema refrigerante	Gas natural	Explosión	Se rompe el sistema de refrigeración y provoca el incremento de temperatura en la vaporizadora	Humo al ambiente e incendio alrededor de la planta	Respuesta emergencias, bomberos y servicios médicos
2006	Malasia	Sistema del compresor de gas propano de la	Gas natural y gas propano	Incendio	Se rompió la estructura entre la cabeza y el tubo	Humo al ambiente	Respuesta emergencia

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".



Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones Realizadas para su atención
		turbina del primer tren			con las perillas para la recolección de gas natural		
2007	México	Plataformas PEMEX	Gas natural y petróleo crudo	Incendio y explosión	El choque de la plataforma Usumacinta con la Kab 101, cuando el frente frío número 4 provocó rachas de viento de hasta 130 kilómetros por hora y olas de entre 6 y 8 metros de altura. El mal tiempo en las aguas del golfo de México ocasionó que la plataforma autoelevable Usumacinta, que realizaba labores de interconexión para perforar el pozo Kab 103,	Afectación y contaminación de aguas marinas.	Respuesta a emergencias, marina y servicios médicos.

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones Realizadas para su atención
					rompió el árbol de válvulas de la Kab 101, lo que originó un derrame de petróleo crudo y gas natural asociado		
2011	España	Cisterna	Gas natural	Explosión	Accidente automovilístico en una curva	Afectación al talud de tierra y roca de la carretera	Respuesta emergencia, bomberos
2012	México	Instalación de extracción	Gas natural	Explosión	Accidente donde exploto parte de las instalaciones de PEMEX, los encargados fueron los técnicos especializados de Pemex exploración y producción, no hay detalles.	Afectación de terrenos aledaños a las instalaciones	Respuesta a emergencia, protección civil y servicios médicos.
2013	México	Ducto de gas natural	Gas natural	Explosión	Accidente causado al perforar un ducto	Afectación alrededor, humo y	Respuesta a emergencia,

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias Involucradas	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones Realizadas para su atención
					de 10 pulgadas de diámetro por trabajadores de la construcción del puente vehicular del circuito exterior mexiquense	fuego	bomberos, servicios médicos y protección civil.

I.6.2 Metodología de identificación y jerarquización

Selección de metodología de análisis de riesgos

La instalación de la promovente denominada como "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato", consiste en una red de distribución de gas natural operando, que brinda el servicio a la zona urbana y suburbana del Municipio de Irapuato. Desde el inicio de sus operaciones, la empresa no ha tenido registro de accidentes e incidentes en las instalaciones de la red, por lo cual no se cuenta con antecedentes operativos de los riesgos que se puedan presentar en la red. Por esta razón, la metodología a emplearse para el desarrollo de análisis de riesgos deberá facilitar la aplicación de un examen crítico, sistemático y formal para una instalación en operación y que genere información puntual de los peligros que se pueden presentar en las etapas de operación y mantenimiento.

Los criterios aplicados para la selección de la metodología a emplearse para el análisis de riesgos, se enlistan a continuación:

El motivo de la realización del análisis es la identificación de los riesgos derivados de una red de distribución de gas natural en operación en el Municipio de Irapuato.

Requisitos legales aplicables en materia operativa, ambiental y de seguridad, respectivamente.

Disponibilidad de información relacionada con el proceso, como es la memoria descriptiva del Sistema de Distribución de gas natural en la que se incluyen las bases de diseño, la ingería básica del proyecto, los procedimientos internos de la Promovente.

Características operativas del proyecto.

- Experiencia de la Promovente en la administración de Sistemas de Distribución de gas natural en otras Zonas Geográficas de Distribución de gas natural (ZGDGN).
- Tipo de resultados que se busca obtener con la aplicación del análisis de riesgos:
- Descripción cualitativa de los riesgos identificados.
- Clasificación de los riesgos identificados.

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

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

Además de considerarse los criterios listados anteriormente, a efectos de hacer un análisis de riesgo integral y consistente de la red de distribución de gas natural, se estiman los lineamientos propuestos y recomendaciones realizadas por:

- Guía para la selección y aplicación de las técnicas de PHA (análisis de peligros de procesos) (Puerta, 2007).
- Análisis del riesgo en instalaciones industriales (Casal, 1999).
- El Instituto Americano de Ingenieros Químicos (American Institute of Chemical Engineers-AIChE).
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA) PSM Standard Title 29 CFR 1910.119.

Las metodologías consideradas para el desarrollo de análisis los riesgos de proceso, se enlistan a continuación:

¿Qué pasa si?/ What if? (WI).

Listas de verificación/ Check list (CL).

¿Qué pasa si?/ Listas de verificación (WI/CL).

Análisis de Riesgo y Operabilidad/ Hazard and Operability analysis (HazOp).

Análisis de modos de fallo y sus efectos/ Failure Modes and Effects Analysis (FMEA).

Análisis de árboles de fallos/ Fault Tree Analysis (FTA).

Análisis de árboles de eventos/ Event tree analysis (ETA).

Con el objeto de hacer una elección adecuada y puntual de la metodología para el análisis de riesgos del proyecto, se emplea el siguiente cuadro, mismo en el que se interrelacionan los criterios para la realización del análisis de riesgos, con respecto a las características de las metodologías recomendadas para el desarrollo del análisis al Sistema de Distribución de gas natural.

Tabla 10. Características del proyecto y técnicas de análisis de riesgo recomendadas.

Criterios aplicables al proyecto		Metodología de análisis de riesgos recomendada						
		WI	CL	WI/CL	HazOp	FMEA	FTA	ETA
Aceptados por requerimientos normativos/Requisitos Legales Aplicables.	Sí.	X	X	X	X	X	X	X
	No.							
Tipo de proyecto.	Nuevo.	X	X	X	X	X		
	En operación.		X		X	X	X	X
Fase del proyecto.	Diseño.	X	X	X	X			
	Ingeniería básica.			X	X	X		
	Ingeniería de detalle.			X	X	X		
	Construcción.		X					
	Operación.	X	X	X	X	X	X	X
	Mantenimiento.		X	X	X	X	X	X
	Ampliación.			X	X	X	X	X
	Investigación de accidentes	X			X	X	X	X

Criterios aplicables al proyecto		Metodología de análisis de riesgos recomendada						
		WI	CL	WI/CL	HazOp	FMEA	FTA	ETA
	incidentes.							
	Abandono.	X	X	X				
Operación.	Continua.	X	X	X	X		X	X
	Discontinua.							
Información disponible del proyecto.	Ingeniería básica.			X	X	X		
	Ingeniería de detalle.			X	X	X	X	X
	Procedimientos internos.	X	X	X	X	X	X	X
Experiencia de la Promovente para administración de Sistemas de Distribución de gas natural.		X	X	X	X			
Identifica riesgos.	Sí.	X	X	X	X	X	X	X
	No.							
Evalúa riesgos.	Sí.	X		X	X	X	X	X
	No.		X					
Nivel de riesgo.	Alto.				X	X	X	X
	Bajo.	X	X	X				
Número de escenarios identificados.	Alto.				X	X		
	Bajo.	X	X	X			X	X
Requerimientos de información detallada.	Amplio.				X	X	X	X
	Bajo.	X	X	X				

Con base en el cuadro anterior, así como con las características del proyecto, la disponibilidad de información y las características particulares para la aplicación de las metodologías de identificación y evaluación de riesgos contempladas, se determina que las técnicas adecuadas a aplicarse a la instalación de la Promovente, será el **Análisis ¿Qué pasa si ...? (What if ...? Analysis)**, y el **Análisis de Riesgo y Operabilidad / Hazard and Operability Analysis (HazOp)**.

La jerarquización de los riesgos identificados y evaluados en a la red de distribución de gas natural a través de las metodologías seleccionadas, se hará a través de la utilización de la metodología de la Matriz de Jerarquización, considerando la severidad de las consecuencias de los peligros identificados y su frecuencia de ocurrencia.

Análisis ¿Qué pasa si...?

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

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

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

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

Análisis de peligros y operabilidad HAZOP

El Análisis de Riesgo y Operabilidad (HazOp) o también conocido como Análisis Funcional de Operabilidad (AFO) o Análisis Operativo (AO), es definido por la *Chemical Industry Association* de (Inglaterra) en su guía como:

“La aplicación de un examen crítico, formal y sistemático a un proceso o proyecto de ingeniería de nueva instalación, para evaluar el riesgo potencial de la operación o funcionamiento incorrecto de los componentes individuales de los equipos, y los consiguientes efectos sobre la instalación como conjunto”

La aplicación de la metodología HazOp se basa en que las desviaciones de las condiciones de operación y el diseño de un sistema nos conducirán a un fallo en el mismo sistema. La identificación de estas desviaciones en el transcurso de la aplicación del HazOp, se realiza por medio de una metodología rigurosa y sistemática, mientras que el fallo en el sistema como tal, puede generar desde paros no relevantes en el proceso hasta accidentes de graves consecuencias en el mismo.

La primera etapa para la aplicación y desarrollo del análisis HazOp, es la definición de los sistemas y subsistemas de interés que serán el objeto de los análisis de riesgo, siempre referidos estos a equipos y/o procesos de la instalación industrial que se está analizando, mientras que cada uno de estos subsistemas estará integrado por nodos de estudio, en los que se particularizará el análisis detallado de riesgo. La segunda etapa del análisis HazOp a desarrollarse, consiste en la aplicación sobre cada uno de los nodos de estudio de los sistemas y subsistemas de interés, de forma secuencial y repetitiva, de ciertas palabras guía a cada una de las condiciones de operación del proceso, relacionadas siempre con las variables operativas del mismo, como pueden ser la densidad, flujo, nivel, presión, temperatura, etcétera.

La aplicación de las dos etapas antes mencionadas a los nodos de estudio de los sistemas o subsistemas de la instalación industrial, ayudará a identificar las desviaciones significativas de las condiciones normales de operación y realizará un repaso exhaustivo de los posibles funcionamientos anómalos. El estudio de las desviaciones nos llevará directamente a la identificación de las causas y consecuencias de estas, así como nos proporcionará información clara del riesgo potencial al presentarse la desviación, de los problemas implícitos en el funcionamiento inadecuado del objeto de análisis y de forma simultánea, se determinarán los medios de protección y recomendaciones a aplicarse al sistema.

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

En preparación de la aplicación de la metodología HazOp al Sistema de Distribución de gas natural de la Promovente, se recurre a la descripción del proyecto, para la

determinación de los elementos críticos del proyecto a analizarse, mismos que se enlistan como sigue:

Puntos de entrega de gas natural (PEGN).

Estaciones de regulación y medición distritales (ERMD).

Red de distribución de gas natural en tubería de acero y polietileno.

Las variables operativas de interés relacionadas directamente el funcionamiento del proceso de distribución de gas natural de la Promovente, desarrollado en su Sistema de Distribución de gas natural, son:

Flujo (Q).

Presión (P)

Complementando la información requerida para la aplicación del análisis HazOp al Sistema de Distribución de gas natral, ya habiéndose definido los sistemas, subsistemas y nodos de estudio de interés, así como las variables operativas de interés, se presentan a continuación las palabras guía a emplearse a lo largo de la aplicación del análisis HazOp:

Tabla 11: Palabras guía en la aplicación del HazOp

Palabra guía	Significado	Parámetros de proceso	Ejemplos de desviación
No.	Ausencia total del parámetro	Flujo. Presión.	No + Caudal = Falta de caudal.
Si	Presencia del parámetro		
Menos.	Disminución cuantitativa del parámetro.		Menos + Nivel = Bajo nivel.
Más.	Aumento cuantitativo del parámetro.		Más + Presión= Presión excesiva.

Jerarquización

Con el fin de establecer los eventos de atención prioritaria en la red de distribución de gas natural y en sus subsistemas, se realizó la evaluación cuantitativa por medio de la

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

aplicación de una matriz de Jerarquización de Riesgos, peligros identificados mediante la aplicación del análisis ¿Qué pasa si ...?, y el análisis HazOp, de los cuales resulta el Índice de Riesgo (también conocido como grado de Riesgo) de un evento, basándonos en un Índice de Gravedad, en el que se define la magnitud o severidad de las consecuencias resultantes y en un Índice de Frecuencia, donde se establece la frecuencia de ocurrencia del riesgo identificado.

El Índice de Gravedad, se define como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12. Índice de gravedad

Índice de Gravedad		
Rango	Consecuencia	Descripción
4	Catastrófica.	Fatalidad / daños irreversibles y pérdidas de producción mayores USD \$ 1'000,000,00
3	Severa.	Heridas múltiples / daños mayores a propiedades y pérdidas de producción entre USD \$ 100,000,00 y USD \$ 1'000,000,00
2	Moderada.	Heridas ligeras / daños menores a propiedades y pérdidas de producción entre USD \$ 10,000,00 y USD \$ 100,000,00
1	Ligera.	No hay heridas / daños mínimos a propiedades y pérdidas de producción menores s USD \$ 10,000,00

Por su parte, el Índice de Frecuencia a emplearse, se describe a continuación:

Tabla 13. Índice de frecuencia

Índice de Frecuencia		
Rango	Frecuencia	Descripción

4	Frecuente.	Ocorre más de una vez al año.
3	Poco Frecuente.	Ocorre una vez entre 1 y 10 años.
2	Raro.	Ocorre una vez entre 10 y 100 años.
1	Extremadamente Raro.	Ocorre una vez entre 100 y 10 000 años o más.

En conjunto y con apoyo de la matriz de jerarquización de riesgos, que a continuación se presenta (tabla 14), se puede determinar la clasificación de riesgos (cuadro tabla 15), el cual nos permite determinar la aceptabilidad o inaceptabilidad de un evento relacionado con gas natural.

Tabla 14. Matriz de Jerarquización de riesgos

Índice de Riesgo			Consecuencia			
			Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
			1	2	3	4
Frecuencia	Frecuente	4	4	8	12	16
	Poco Frecuente	3	3	6	9	12
	Raro	2	2	4	6	8
	Extremadamente Raro	1	1	2	3	4

Tabla 15. Clasificación de riesgos

Índice de Riesgo			
Categoría	Rango	Riesgo	Descripción
IV	1,2,3	Aceptable.	Rango general aceptable. No se requieren medidas de

Índice de Riesgo			
Categoría	Rango	Riesgo	Descripción
			mitigación y abatimiento
III	4 a 6	Aceptable con controles.	Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo en forma correcta y en su caso modificar los procedimientos de control del proceso.
II	8,9	Indeseable.	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar los procedimientos y controles en un período de 3 a 12 meses.
I	12 a 16	Inaceptable.	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos, y en su caso modificar los procedimientos y controles, en un período de 3 a 6 meses.

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

Resultados de identificación y evaluación de riesgos

¿Qué pasa si ...?

Las hojas de trabajo resultantes de la aplicación del análisis ¿Qué pasa si ...? a cada uno de los subsistemas y nodos establecidos para la red de distribución de gas natural, se encuentran en el anexo **ANX-05**.

De dicho análisis se concluye que las principales causas que pueden dar origen a un escenario de riesgo es la falta de mantenimiento, el apriete parcial de tornillería y cabotaje, error humano o terceras partes.

Las consecuencias asociadas a estos eventos pueden derivar fundamentalmente en una fuga continua de gas natural con posible incendio y explosión.

Sin embargo, en la jerarquización de riesgos se verificó que el riesgo asociado a estos eventos es bajo (Categoría III y VI) por factores como:

Las instalaciones no se encuentran lo suficientemente cercanas a sitios de concentración masiva.

La frecuencia de ocurrencia de actos de sabotaje, error humano o terceras parte es muy baja, ya que no se tiene registro alguno de su ocurrencia en el sistema evaluado.

Así mismo, la red de distribución cuenta con salvaguardas suficientes como instrumentos de indicación y medición, válvulas de seccionamiento, reguladores de respaldo (monitores), válvulas de seguridad y procedimientos para la intervención en redes de gas y planes de emergencia.

HazOp

Las hojas de trabajo resultantes de la aplicación del análisis HazOp a cada uno de los subsistemas y nodos establecidos para la red de distribución de gas natural de la Promovente, se encuentran en el anexo **ANX-04**.

Escenarios más probables y escenarios catastróficos

Con base en los resultados de la jerarquización de riesgos, en la siguiente tabla se indican los escenarios más probables y los escenarios catastróficos, identificados en esta etapa de la evaluación.

Tabla 16. Escenarios más probables

Fugas de gas natural en bridas de conexión a la entrada de las ERM, con posible incendio y explosión.	2	2	4	III
Fugas de gas natural en bridas de conexión a la salida de las ERM, con posible incendio y explosión.	2	2	4	III
Fugas de gas natural por apertura de la válvula de seguridad de la ERM, con posible incendio y explosión.	2	2	4	III

Tabla 17. Escenarios catastróficos

Ruptura total de la tubería de entrada de la City Gate, con posible incendio y explosión.	4	1	4	III
Ruptura total de la tubería de salida de la City Gate, con posible incendio y explosión.				

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 Radios Potenciales de Afectación

En este apartado del Estudio de Riesgo modalidad Ductos Terrestres, se desarrolla el análisis de consecuencias generadas por las desviaciones principales identificadas a través de la aplicación del análisis de Riesgo y Operabilidad HazOp a la red de distribución de gas natural de la Promovente. Para la realización de la cuantificación de eventos generados de las desviaciones identificadas en la red de distribución de gas natural, se considera la utilización de modelos matemáticos de simulación, la no existencia de medidas preventivas o de mitigación por parte de la Promovente para la operación y mantenimiento del mismo, así como las simulación de las desviaciones identificadas en condiciones ambientales que propicien la generación de eventos riesgosos en el Sistema.

Dentro del alcance de este apartado, se considera la identificación de las interacciones de riesgo que se pueden presentar en el área de influencia del proyecto de acuerdo con el conjunto que forman las desviaciones identificadas a través del análisis ¿Qué pasa si ...? Y el análisis HazOp, la cuantificación de eventos generados por las desviaciones y la existencia de puntos de interés a lo largo de la trayectoria de la red de distribución de gas natural, así como en áreas aledañas a los puntos de entrega de gas natural o de las estaciones de regulación y medición consideradas. En adición a lo anterior, se preverán los posibles efectos sobre el entorno del área de influencia de la red, relacionados con la ocurrencia de desviaciones en el Sistema de Distribución de gas natural que deriven en incidencias relacionadas con este mismo gas.

Los resultados emitidos por la aplicación del análisis ¿Qué pasa si ...? Y el análisis HazOp y por la Matriz de Jerarquización, indican claramente que las desviaciones principales a presentarse en los elementos de la red de distribución de gas natural enunciados previamente, son propiamente rupturas parciales y transversales en la tubería de entrada y salida de los puntos de entrega de gas natural y de las estaciones de

regulación y medición, en sus accesorios, equipos e instrumentos, así como en la tubería de la red de distribución de gas natural ya sea en tubería de acero o polietileno.

A efectos aclaratorios, las fugas de la tubería, se considerarán como la presencia de una fisura de un tamaño equivalente al 20% del diámetro nominal de la tubería, sobre la tubería de acero o polietileno que afecte de forma longitudinal o transversal al diámetro y espesor de la tubería, desde el cual se presentara la liberación del gas natural hacia la atmósfera, mientras que la ruptura transversal o catastrófica, se considerará como la afectación sobre todo el diámetro nominal de la tubería de acero o polietileno, dependiendo la fuga o liberación del gas natural directamente del diámetro interno de la tubería que se esté viendo afectada. Por lo tanto, la cuantificación de los riesgos se enfocará puntualmente a la cuantificación de los eventos riesgosos resultantes de rupturas parciales y transversales de la tubería de los componentes del Sistema de Distribución de gas natural, que resultan en fugas de gas natural desde la red de interés y que de acuerdo con las características fisicoquímicas del gas natural y con las características operativas, pueden ser principalmente los siguientes eventos:

Tabla 18. Eventos riesgosos a cuantificarse como derivado de desviaciones en el sistema de distribución de gas natural.

Desviación	Tipo de evento riesgoso	Nombre del evento riesgoso	Descripción de evento riesgoso
Fuga de gas natural desde ruptura parcial o transversal de tubería.	Térmico	Incendio tipo dardo de fuego (Jet fire).	Llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles a presión.
	Mecánico	Deflagración.	Combustión súbita con llama de baja velocidad de propagación, donde las ondas de sobrepresión en el medio sin reaccionar tienen una velocidad subsónica y sus picos máximos de presión son de 8 bar.

La cuantificación de eventos de las desviaciones identificadas en la red de distribución de gas natural identificados a través del análisis ¿Qué pasa si ...?, y análisis HazOp, se enfocará particularmente a los eventos relacionados con fugas gas natural que es propiamente gas metano (CH₄), no contemplándose dentro de la cuantificación, mezclas de componentes del gas natural dado su bajo porcentaje en la masa total del gas natural, ni la presencia del mercaptano con el que el gas natural es odorizado ya que la inyección de este es meramente una medida de seguridad con el objeto de evidenciar la presencia del gas natural en caso de que se presente una fuga en el sistema y la cantidad es prácticamente despreciable.

Consideraciones para la realización del análisis de consecuencias

- ✓ Definición de tamaño de ruptura parcial y transversal de tubería de acero y polietileno

Para determinar el tamaño del orificio de fuga, se consideraron los criterios marcados en la Guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Ductos Terrestres, simulando la fuga a través de un orificio del 20% del diámetro nominal del ducto, así como la ruptura total del mismo (100% del diámetro nominal de la tubería).

El resumen de los criterios seleccionados para definir el tamaño de fuga en las simulaciones, se indica en la tabla siguiente:

Tabla 19. Criterios para definir el tamaño de fuga

Sistema:	Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato.							
Ubicación de tubería	Material	Diámetro			Orificio de Fuga (20% del ø nominal)		Orificio de Ruptura (100% del ø nominal)	
		Nominal	Interno					
				in	mm	in	mm	in
Punto de Entrega de Gas Natural City Gate Irapuato (PEGN CG I)								
Tubería de entrada	Acero	6"	6.065	154.1	1.205	30.61	6.065	154.1
Tubería de salida		6"	6.065	154.1	1.205	30.61	6.065	154.1

Sistema:	Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato.							
Ubicación de tubería	Material	Diámetro			Orificio de Fuga (20% del ø nominal)		Orificio de Ruptura (100% del ø nominal)	
		Nominal	Interno					
			in	mm	in	mm	in	mm
Punto de Entrega de Gas Natural City Gate Apolo (PEGN CG A)								
Tubería de entrada	Acero	4"	4.026	102.3	0.8052	20.45	4.026	102.3
Tubería de salida		6"	6.065	154.1	1.205	30.61	6.065	154.1
Estación de Regulación y Medición Industrial (ERM I)								
Tubería de entrada	Acero/Polietileno	6"	6.065	154.1	1.205	30.61	6.065	154.1
Tubería de salida		250 mm	--	250	--	50	--	250
Estación de Regulación y Medición Veracruz (ERM V)								
Tubería de entrada	Acero/Polietileno	200mm	--	200	--	40	--	200
Tubería de salida		63mm	--	63	--	12.6	--	63
Estación de Regulación y Medición Bimbo I (ERM BIMBO I)								
Tubería de entrada	Acero/Polietileno	6"	6.065	154.1	1.205	30.61	6.065	154.1
Tubería de salida		200mm	--	200	--	40	--	200
Red Distribución de Gas Natural Irapuato (RDGN I).								

Sistema:	Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato.							
Ubicación de tubería	Material	Diámetro			Orificio de Fuga (20% del ø nominal)		Orificio de Ruptura (100% del ø nominal)	
		Nominal	Interno					
			in	mm	in	mm	in	mm
Red distribución.	Acero (Alta presión) ¹	6"	6.065	154.1	1.205	30.61	6.065	154.1
		4"	4.026	102.3	0.8052	20.45	4.026	102.3
	Acero (media presión) ²	8"	8.071	205.1	1.61	41.02	8.071	205.1
		6"	6.065	154.1	1.205	30.61	6.065	154.1
	Polietileno (media presión) ²	200 mm	--	200	--	40	--	200
		160mm	--	160	--	32	--	160
		110 mm	--	110	--	22	--	110
		63 mm	--	63	--	12.6	--	63

La definición de los diámetros internos de la tubería de acero a emplearse en los puntos de entrega, en estaciones de regulación y medición, así como en la red de distribución, se realiza teniendo en cuenta las especificaciones del procedimiento interno denominado como ES.0025.GN-DG (EM-D25-E). Tubo de acero DN 50 (2") hasta DN 750 (30"), así como las normas API Specification 5L y UNE EN 10208-2. Con respecto a la tubería de polietileno, se emplean las especificaciones del procedimiento interno de la Promovente denominado como ES.00011.GN.DG (EM-011-MEX). Tubo de polietileno para sistema de distribución de gas.

✓ Rangos de presión de operación y flujo para cuantificación de eventos

Para la definición de los rangos mínimos y máximos de presión en el Sistema de Distribución de gas natural, se utilizan las estadísticas de variación de presión que

resultan de su experiencia en la administración de Sistemas de Distribución en otras Zonas Geográficas de Distribución de gas natural (ZGDGN).

El cálculo del flujo a la entrada de gas natural a los puntos de entrega y a las estaciones de regulación de medición, se realiza en consideración de los rangos de presión mínima, normal y máxima de operación y de acuerdo a la expresión siguiente:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Donde;

P_1 = Presión de entrada al PEGN o a la ERMD.

V_1 = Flujo de entrada al PEGN o a la ERMD.

P_2 = Flujo de salida del PEGN o de la ERMD.

V_2 = Presión de salida del PEGN o de la ERMD.

Para el cálculo de flujo de entrada de acuerdo a las presiones de entrada estipuladas, se consideran los rangos de variación de la presión de entrada a los puntos de entrega y a las estaciones de distribución de gas natural, mientras que las condiciones de presión y flujo a la salida de los puntos de entrega se consideran como constantes. Por consiguiente, de la aplicación de la expresión matemática presentada en el párrafo anterior, se despeja la variable de interés, que en este caso es V_1 , quedando la expresión para el cálculo como sigue:

$$V_1 = (P_2 V_2) / P_1$$

En el caso de la red de distribución de gas natural, se consideran los rangos de presión establecidos por la Promovente, así como las estadísticas de variación de presión que resultan de su experiencia en la administración de Sistemas de Distribución en otras Zonas Geográficas de distribución de gas natural (ZGDGN).

A continuación, se presentan las condiciones de operación a emplearse en la cuantificación de eventos de las desviaciones del Sistema de Distribución de gas natural:

Tabla 20. Condiciones de operación en la cuantificación de eventos de las desviaciones del sistema.

Sistema:	Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato.				
Ubicación de tubería	Material	Diámetro	Baja presión (bp)	Presión de operación (op)	Alta presión (ap)
		Nominal			
			bar	bar	bar
Punto de Entrega de Gas Natural City Gate Irapuato (PEGN CG I)					
Tubería de entrada	Acero.	6"	30	45	84
Tubería de salida		6"	0.5	19	31.28
Punto de Entrega de Gas Natural City Gate Apolo (PEGN CG A)					
Tubería de entrada	Acero.	4"	30	45	84
Tubería de salida		6"	0.5	19	31.28
Estación de Regulación y Medición Industrial (ERM I)					
Tubería de entrada	Acero.	6"	0.5	19	31.28
Tubería de salida		250 mm	2	4	7
Estación de Regulación y Medición Veracruz (ERM V)					
Tubería de entrada	Acero/Polietileno	200mm	0.5	19	31.28

Sistema:		Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato.			
Ubicación de tubería	Material	Diámetro	Baja presión (bp)	Presión de operación (op)	Alta presión (ap)
		Nominal			
			bar	bar	bar
Tubería de salida		63mm	0.5	1.5	7
Estación de Regulación y Medición Bimbo I (ERM BIMBO I)					
Tubería de entrada	Acero/Polietileno	6"	0.5	19	31.28
Tubería de salida		200mm	0.5	1.5	7
Red Distribución de Gas Natural Irapuato (RDGN I)					
Red distribución.	Acero (Alta presión) ¹	6"	0.5	19	31.28
		4"	0.5	19	31.28
	Acero (media presión) ²	8"	2	4	7
		6"	2	4	7
	Polietileno (media presión) ²	200 mm	2	4	7
		160 mm	2	4	7
		110 mm	2	4	7
		63 mm	2	4	7

¹ Tubería de distribución a la salida de la City Gate

² Tubería de distribución a la salida de la ERM

La cuantificación de eventos de la desviación de ruptura parcial en tuberías, accesorios y equipos de los puntos de entrega de gas natural, de las estaciones de regulación y medición distritales, así como en la tubería de acero y polietileno de la red de distribución de gas natural, depende solamente de la presión de operación del segmento de tubería y del tamaño de la ruptura que se está considerando en ese momento y no de la longitud de la tubería o del diámetro interno o nominal de esta. Sin embargo, para la cuantificación de eventos de las desviaciones de ruptura transversal de tubería en los subsistemas de la red de distribución de gas natural definidos, la magnitud de los eventos riesgosos dependerá directamente del diámetro interno de la tubería en turno y de la presión de operación de la misma.

En el caso puntual de rupturas parciales o transversales de válvulas, accesorios o instrumentos de los puntos de entrega de gas natural, de las estaciones de regulación y medición distritales o bien, de las válvulas de línea en la red de distribución de gas natural, estos se considerarán como elementos continuos de la tubería en la que estos estén acoplados dado el diámetro de su acoplamiento a la tubería en la que estos están instalados, a sus condiciones de operación y a que permiten el libre paso del gas natural a través de sí, por lo que la cuantificación de eventos de sus desviaciones se considerarán dentro de la cuantificación de las desviaciones de las tuberías a las que estos estén acoplados.

✓ Condiciones ambientales

En la realización de la cuantificación de las desviaciones identificadas en el análisis HazOp para la red de distribución de gas natural, se utilizarán estabildades atmosféricas que no propicien la fácil dispersión del gas natural emitido desde un punto de fuga en una tubería a la atmósfera, dado que el objetivo particular es considerar condiciones ambientales desfavorables y que fomenten la generación de los eventos riesgosos derivados de la ocurrencia de incidencias relacionadas con gas natural. Para esto, se emplean las consideraciones descritas por Pasquill-Gifford en su clasificación de estabildades atmosféricas, de las cuales se emplean las siguientes:

Tabla 21. Estabilidades de Pasquill-Gifford a emplearse en cuantificación de eventos de desviaciones identificadas en Sistema de Distribución de gas natural

Etapa	Estabilidad	Nombre de la estabilidad	Características de estabilidad
Día	D	Neutra	Representa días o noches con cielo cubierto por densa nubosidad, con una estratificación neutral cuando el flujo neto de radiación es cero y no considera la velocidad del viento.
Día/noche	F	Estable	Representa condiciones nocturnas, dado una pobre dispersión de materiales emitidos a la atmósfera dadas las condiciones de gran estabilidad basadas en la cantidad de cobertura de nubes.

En adición a lo anterior, se emplearán velocidades del viento bajas que ayuden también a favorecer que el gas natural emitido a la atmósfera desde el punto de fuga del punto afectado del Sistema de Distribución, no tenga una dispersión rápida al momento de su liberación, por lo cual se realizara la utilización de velocidades de 1.5 m/s para la estabilidad tipo F, mientras que para la estabilidad se considerará la generación de eventos con una velocidad del viento de 1.5 y 5 m/s, respectivamente. Asimismo, se debe mencionar que se considera la estabilidad F a 1.5 m/s porque estas condiciones meteorológicas son ideales para la cuantificación del peor escenario de eventos riesgosos, mientras que en la estabilidad atmosférica D, se considera una velocidad del viento de 1.5 y 5 m/s, siempre teniendo en cuenta que la cuantificación de 5/D, proporciona las características menos favorables a la ocurrencia de un evento riesgoso relacionado con el gas natural del Sistema de Distribución de la Promovente.

Finalmente, es importante señalar que los radios de afectación más importantes son los que tienen una velocidad de viento de 1.5 m/s con una estabilidad F, ya que esta condición nos permite maximizar la concentración de la masa de gas natural liberada en las áreas aledañas al punto de liberación del gas natural ya sea que este esté ubicado en un punto de entrega de gas natural, una estación de regulación y medición o de la red de distribución.

Criterios para definición de radios de afectación, riesgo y amortiguamiento

Los criterios empleados para la definición de los radios de afectación, alto riesgo y amortiguamiento derivados de la ocurrencia de los eventos relacionados con las

deviaciones identificadas en el Sistema de Distribución de gas natural a través del análisis ¿Qué pasa si ...? Y HazOp, son los considerados la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en la Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Ductos Terrestres, para radiación térmica y sobrepresión. Sin embargo, el gas natural no es un gas tóxico o que genera intoxicación como derivado de la exposición de un individuo a este, por lo cual no reporta datos de IDLH o de TLV8, si no es un gas inflamable considerado como asfixiante simple y por ello, los criterios empleados para la definición de las zonas de protección en caso de eventos de nube de gas natural o del incendio de la nube de gas natural, estarán dados por los límites superior e inferior de inflamabilidad del gas natural considerados en sus propiedades fisicoquímicas.

Teniendo en cuenta lo anterior, los criterios empleados para la determinación de las zonas de afectación, alto riesgo y amortiguamiento, se presentan a continuación considerando la generación de eventos como son nube de gas natural, incendio de nube de gas incendio tipo dardo de fuego o a chorro y deflagración de nube gas natural:

Tabla 22. Criterios de radiación para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de incendio de nube de gas (Flash fire).

Zona	Concentración	Descripción
Alto riesgo.	44,000 ppm	LFL (Lower flammable limit). Límite inferior de inflamabilidad. Concentración más baja (en porcentaje) de gas o vapor en el aire que pueda producir un incendio de nube de gas en presencia de una fuente de ignición.
Amortiguamiento.	22,000 ppm	LFL fraction (Lower flammable limit fraction). Fracción del límite inferior de explosividad en que existe muy baja concentración (porcentaje) de gas o vapor en el aire para que se presente el incendio de una nube de gas.

Tabla 23. Criterios de radiación para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de incendio tipo dardo de fuego (Jet fire).

Zona	Radiación	Descripción
Amortiguamiento.	1.4 Kw/m ² (443 BTU/h/ft ²)	Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. Este límite se considera como zona de amortiguamiento.

Alto riesgo.	5.0 kW/m ² (1 585 BTU/h/ft ²)	Nivel de radiación térmica suficiente para causar daños al personal si no se protege adecuadamente en 20 segundos, sufriendo quemaduras hasta de 2° grado sin la protección adecuada. Esta radiación será considerada como límite de zona de alto riesgo.
--------------	---	---

Tabla 24. Criterios de sobrepresión para definición de zonas de afectación, riesgo y amortiguamiento para evento de deflagración de gas natural.

Zona de protección	Presión	Descripción
Afectación.	0.5 lb/pulg ² (0.034 bar)	La sobrepresión a la que se presenta rupturas del 10% de ventanas de vidrio y algunos daños a techos; este nivel tiene la probabilidad del 95% de que no ocurran daños serios. Esta área se considerará como límite de la zona de amortiguamiento.
Alto riesgo.	1 lb/pulg ² (0.068 bar)	Es la presión en la que se presenta destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios; provoca el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles. De 0,5 a 1 lb/pulg ² se considerará como la zona de alto riesgo.

Si se observan los criterios para el establecimiento de las zonas de afectación, alto riesgo y amortiguamiento correspondientes a los eventos de nube de gas natural, así como a los correspondientes al incendio de nube de gas natural, estos están centrados en las concentraciones de 22,000 y 44,000 ppm, dado que en caso de que se presente el incendio del incendio de la nube de gas natural, esta se dará dentro de los límites de concentración establecidos para las zonas de riesgo y amortiguamiento correspondientes a la nube de gas natural, puesto que la relación requerida y balanceada de metano, oxígeno y fuente de calor están dentro de esta zona, y conociendo el desarrollo del evento del incendio de la nube de gas natural, la masa de gas natural será consumida desde su contacto con una fuente de ignición hasta el punto de liberación, afectándose las distancias reportadas para la zona de alto riesgo y afectación. Por lo tanto, el reporte de resultados para el incendio de nube de gas natural, estará contemplado en los resultados de la nube de gas natural dado que tanto las zonas de alto de riesgo, como las de amortiguamiento son idénticas en cuanto a concentración de metano y longitud de las zonas de afectación, alto riesgo y amortiguamiento.

Herramienta para cuantificación de eventos riesgosos

La cuantificación de eventos riesgosos derivados de las desviaciones identificadas en el análisis ¿Qué pasa si ...? Y HazOp aplicado a la red de distribución de gas natural de la Promovente, se realiza por medio del software denominado como PHAST en su versión 6.7. Las siglas del software corresponden a las de su nombre en idioma inglés "Process industry Hazard Analysis Software Tool" y su traducción corresponde a la de "Herramienta de Análisis de Riesgo de Procesos Industriales".

El software PHAST en sus distintas versiones a la fecha, ha sido reconocido como herramienta práctica para la cuantificación de los eventos riesgosos, resultantes de la ocurrencia de desviaciones identificadas por medio del análisis de riesgos aplicados a procesos industriales, por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en México, así como por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y por la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA).

✓ Resultados de la cuantificación de eventos riesgosos

Como se mencionó en la hoja de seguridad del gas natural y dadas sus propiedades fisicoquímicas y a la forma en las que operan los Sistemas de Distribución del mismo, se identifica la ocurrencia de cuatro eventos riesgosos dentro de la cuantificación de eventos de las desviaciones de ruptura parcial y transversal de las tuberías de los subsistemas del Sistema de Distribución de la Promovente, mismos que se enlistan a continuación:

Nube de gas natural.

Incendio tipo dardo de fuego (Jet fire).

Deflagración de nube de gas natural.

Los resultados de la cuantificación correspondiente de fugas de gas natural derivadas de ruptura parcial o transversal de tubería en el Sistema de Distribución de gas natural, se presentan a continuación:

Tabla 25. Resultado de fugas de gas natural

Radios de Afectación por Escenario											
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato								
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)								
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)		
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5	1
PEGN CG Apolo Entrada 4"											
1	F-4in-30bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 4 pulgadas de la City Gate a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	28.0	20.9	13.6	28.0	20.7
2	F-4in-45bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 4 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	35.5	26.0	17.1	31.4	22.5
3	F-4in-84bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 4 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	51.2	36.7	23.8	36.1	25.1
4	R-4in-30bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 4 pulgadas de la City Gate a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	152.0	103.2	61.4	45.9	30.4
5	R-4in-45bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 4 pulgadas de la City Gate a la	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	186.0	124.6	72.9	46.3	30.6

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		presión de operación.								
6	R-4in-84bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 4 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	256.5	168.7	96.5	47.2 31.1
PEGN CG Apolo Salida 6"										
7	F-6in-0.5bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.6	5.3	--	--
8	F-6in-19bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	34.2	25.1	16.6	30.9 22.3
9	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6 24.3
10	R-6in-0.5bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	46.5	32.8	19.6	36.4 25.3

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		baja presión.								
11	R-6in-19bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	181.5	121.9	71.4	46.5 30.7
12	R-6in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.6	87.9	47.2 31.1
PEGN CG Irapuato Entrada 6"										
13	F-6in-30bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la City Gate a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	44.1	31.9	20.8	34.3 24.1
14	F-6in-45bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	55.2	39.4	25.4	37.0 25.6
15	F-6in-84bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la City Gate a la	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	78.5	55.1	34.6	40.9 27.7

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		presión de operación.								
16	R-6in-30bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la City Gate a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	226.0	149.7	86.3	47.1 31.0
17	R-6in-45bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	275.9	180.7	102.9	48.0 31.6
18	R-6in-84bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	379.1	244.9	137.6	50.2 32.7
PEGN CG Irapuato Salida 6"										
19	F-6in-0.5bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.6	5.3	--	--
20	F-6in-19bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	34.2	25.1	16.6	30.9 22.3

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		presión de operación.								
21	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6 24.3
22	R-6in-0.5bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	46.5	32.8	19.6	36.4 25.3
23	R-6in-19bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	181.5	121.9	71.4	46.5 30.7
24	R-6in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.6	87.9	47.2 31.1
ERM BIMBO I Entrada 6"										
25	F-6in-0.5bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.6	5.3	-	- -

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		pulgadas de la ERM a baja presión.								
26	F-6in-19bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	34.2	25.1	16.6	30.9 22.3
27	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6 24.3
28	R-6in-0.5bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	46.5	32.8	19.6	36.4 25.3
29	R-6in-19bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	181.5	121.9	71.4	46.5 30.7
30	R-6in-	Ruptura con Incendio y/o	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.6	87.9	47.2 31.1

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
	31.28bar-ap	explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a alta presión.								
ERM BIMBO I Salida 200mm'										
31	F-200mm-0.5bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 200mm de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	10.3	7.6	-	-
32	F-200mm-1.5bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 200mm de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	13.5	10.4	-	18.1 14.4
33	F-200mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 200mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	27.2	20.3	13.1	27.5 20.4
34	R-200mm-0.5bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 200mm de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	60.8	42.1	25.0	39.8 27.1

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
35	R-200mm-1.5bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 200mm de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	80.3	56.3	35.2	41.5 28.0
36	R-200mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 200mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	148.0	100.6	60.0	46.1 30.5
ERM Industrial Entrada 6"										
37	F-6in-0.5bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.6	5.3	--	-- --
38	F-6in-19bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	34.2	25.1	16.6	30.9 22.3
39	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6 24.3

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a alta presión.								
40	R-6in-0.5bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	46.5	32.8	19.6	36.4 25.3
41	R-6in-19bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	181.5	121.9	71.4	46.5 30.7
42	R-6in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.7	87.9	47.2 31.1
ERM Industrial Salida 250 mm										
43	F-250mm-2bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 250 mm de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	19.4	14.8	--	23.5 18.3

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
44	F-250mm-4bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 250 mm de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	26.5	19.8	12.8	27.2 20.2
45	F-250mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 250 mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	35.0	25.7	16.9	31.3 22.4
46	R-250mm-2bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 250 mm de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	110.8	76.6	46.8	44.6 29.7
47	R-250mm-4bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 250 mm de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	145.0	98.7	59.0	46.0 30.5
48	R-250mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 250 mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	183.8	123.3	72.2	46.6 30.8

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5
ERM Veracruz Entrada 200mm										
49	F- 200mm- 0.5bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 200mm de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	10.3	7.6	--	--
50	F- 200mm- 19bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 200mm de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	46.1	33.2	21.7	34.9 24.4
51	F- 200mm- 31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 200mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	60.2	42.8	27.4	38.1 26.2
52	R- 200mm- 0.5bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 200mm de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	60.8	42.1	25.0	39.8 27.1
53	R- 200mm- 19bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 200mm de la ERM a la presión de	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	233.5	154.3	88.8	47.3 31.2

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		operación.								
54	R-200mm-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 200mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	296.2	193.4	109.7	48.7 31.9
ERM Veracruz Salida 63mm										
55	F-63mm-0.5bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 63mm de la ERM a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	-	-	-	-
56	F-63mm-1.5bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 63mm de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	3.1	-	-	-
57	F-63mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 63mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.2	5.3	-	-
58	R-63mm-0.5bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	17.3	12.9	-	22.8 17.8

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		tubería de salida de 63mm de la ERM a baja presión.								
59	R-63mm-1.5bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 63mm de la ERM a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	22.6	17.1	8.7	25.2 19.2
60	R-63mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 63mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.2	32.7	21.3	34.6 24.3
RDG Irapuato APA Acero 6"										
61	F-6in-0.5bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 6 pulgadas a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.6	5.3	--	-- --
62	F-6in-19bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 6 pulgadas a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	34.2	25.1	16.6	30.9 22.3

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
63	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 6 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6 24.6
64	R-6in-0.5bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 6 pulgadas a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	46.5	32.8	19.6	36.4 25.3
65	R-6in-19bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 6 pulgadas a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	181.5	121.9	71.4	46.5 30.7
66	R-6in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 6 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.6	87.9	47.2 31.1
RDG Irapuato APA Acero 4"										
67	F-4in-0.5bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 4 pulgadas a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	4.6	-	-	- -

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
68	F-4in-19bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 4 pulgadas a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	21.6	16.4	--	24.7 18.9
69	F-4in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 4 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	28.7	21.4	13.9	28.4 20.9
70	R-4in-0.5bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 4 pulgadas a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	29.9	21.7	11.1	30.2 21.9
71	R-4in-19bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 4 pulgadas a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	121.8	83.7	50.8	45.3 30.1
72	R-4in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 4 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	155.2	105.2	62.5	46.0 30.4

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5
RDG Irapuato MPB Acero 6"										
73	F-6in-2bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 6 pulgadas a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	11.1	8.6	--	--
74	F-6in-4bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 6 pulgadas a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	15.1	11.7	--	21.0
75	F-6in-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 6 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	20.0	15.2	--	23.9
76	R-6in-2bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 6 pulgadas a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	67.8	47.9	30.4	39.5
77	R-6in-4bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 6	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	89.9	62.8	39.0	42.7

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		pulgadas a la presión de operación.								
78	R-6in-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 6 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	114.6	79.1	48.2	44.9 29.8
RDG Irapuato MPB Acero 8"										
79	F-8in-2bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 8 pulgadas a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	15.5	11.9	--	21.1 17.0
80	F-8in-4bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 8 pulgadas a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	21.1	16.1	--	24.5 18.8
81	F-8in-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 8 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	28.0	20.8	13.6	28.0 20.7
82	R-8in-2bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	91.0	63.5	39.4	42.8 28.7

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		la red de distribución de gas natural MPB de acero de 8 pulgadas a baja presión.								
83	R-8in-4bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 8 pulgadas a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	119.4	82.2	49.9	45.2 30.0
84	R-8in-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 8 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	151.6	103.0	61.3	46.1 30.5
RDG Irapuato MPB Polietileno 63mm										
85	F-63mm-2bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 63mm a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	3.7	--	--	-- --
86	F-63mm-4bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 63mm a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	5.4	3.4	--	-- --

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
87	F-63mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 63mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.2	5.3	--	--
88	R-63mm-2bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 63mm a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	25.2	19.0	12.0	26.6 19.9
89	R-63mm-4bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 63mm a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	34.5	25.3	16.7	31.0 22.3
90	R-63mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 63mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.2	32.7	21.3	34.6 24.9
RDG Irapuato MPB Polietileno 110mm										
91	F-110mm-2bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.6	5.5	--	--

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		natural MPB de polietileno de 110mm a baja presión.								
92	F-110mm-4bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 110mm a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	10.4	8.0	--	--
93	F-110mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 110mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	13.7	10.6	--	18.2 14.5
94	R-110mm-2bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 110mm a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	47.2	34.0	22.1	35.2 24.6
95	R-110mm-4bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 110mm a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	63.4	45.0	28.7	38.7 26.5
96	R-110mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	81.8	57.3	35.9	41.6 28.1

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		natural MPB de polietileno de 110mm a alta presión.								
RDG Irapuato MPB Polietileno 160mm										
97	F-160mm-2bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 160mm a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	11.6	9.0	--	17.4 14.0
98	F-160mm-4bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 160mm a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	15.9	12.3	--	21.3 17.1
99	F-160mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 160mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	21.0	16.0	--	24.4 18.7
100	R-160mm-2bar-bp	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 160mm a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	70.5	49.7	31.5	40.0 27.2
101	R-160mm-4bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	93.4	65.1	40.3	43.0 28.9

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 160mm a la presión de operación.								
102	R-160mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 160mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	118.9	81.9	49.8	45.2 30.0
RDG Irapuato MPB Polietileno 200mm										
103	F-200mm-2bar-bp	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 200mm a baja presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	15.0	11.6	--	20.9 16.8
104	F-200mm-4bar-op	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 200mm a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	20.5	15.6	--	24.2 18.6
105	F-200mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 200mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	27.2	20.3	13.1	27.5 20.4
106	R-	Ruptura con Incendio y/o	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	88.7	70.0	38.5	42.5 28.6

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
	200mm-2bar-bp	explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 200mm a baja presión.								
107	R-200mm-4bar-op	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 200mm a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	116.5	80.3	48.9	45.0 29.9
108	R-200mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 200mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	148.0	100.6	60.0	46.1 30.5

Selección de los radios de afectación a representar en el diagrama de pétalos

Para la simulación de los escenarios de riesgo, se introdujeron al programa PHAST tres condiciones distintas de presión con el in de evaluar las consecuencias asociadas a la instalación bajo condiciones de baja presión, de presión de operación y de alta presión; siendo esta ultima la que arrojó los radios de afectación más grandes.

Por tal motivo se representaron en el diagrama de pétalos los radios potenciales de afectación bajo condiciones de alta presión, siendo estos escenarios los siguientes:

Tabla 26. Radios de afectación por escenario

Radios de Afectación por Escenario											
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato								
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)								
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)		
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5	1
PEGN CG Apolo Entrada 4"											
3	F-4in-84bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 4 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	51.2	36.7	23.8	36.1	25.1
6	R-4in-84bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 4 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	256.5	168.7	96.5	47.2	31.1
PEGN CG Apolo Salida 6"											
9	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6	24.3
12	R-6in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.6	87.9	47.2	31.1

Radios de Afectación por Escenario											
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato								
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)								
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)		
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5	1
PEGN CG Irapuato Entrada 6"											
15	F-6in-84bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	78.5	55.1	34.6	40.9	27.7
18	R-6in-84bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	379.1	244.9	137.6	50.2	32.7
PEGN CG Irapuato Salida 6"											
21	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6	24.3
24	R-6in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la tubería de salida de 6 pulgadas de la City Gate a la presión de operación.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.6	87.9	47.2	31.1

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		la presión de operación.								
ERM BIMBO I Entrada 6"										
27	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6 24.3
30	R-6in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.6	87.9	47.2 31.1
ERM BIMBO I Salida 200mm'										
33	F-200mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 200mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	27.2	20.3	13.1	27.5 20.4
36	R-200mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	148.0	100.6	60.0	46.1 30.5

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		la tubería de salida de 200mm de la ERM a alta presión.								
ERM Industrial Entrada 6"										
39	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6 24.3
42	R-6in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 6 pulgadas de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.7	87.9	47.2 31.1
ERM Industrial Salida 250 mm										
45	F-250mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 250 mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	35.0	25.7	16.9	31.3 22.4
48	R-250mm-	Ruptura con Incendio y/o	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	183.8	123.3	72.2	46.6 30.8

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
	7bar-ap	explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 250 mm de la ERM a alta presión.								
ERM Veracruz Entrada 200mm										
51	F-200mm-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 200mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	60.2	42.8	27.4	38.1 26.2
54	R-200mm-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de entrada de 200mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	296.2	193.4	109.7	48.7 31.9
ERM Veracruz Salida 63mm										
57	F-63mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 63mm de la ERM a alta	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.2	5.3	-	- -

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		presión.								
60	R-63mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en el tren de regulación en la tubería de salida de 63mm de la ERM a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.2	32.7	21.3	34.6 24.3
RDG Irapuato APA Acero 6"										
63	F-6in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 6 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.1	32.6	21.3	34.6 24.6
66	R-6in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 6 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	230.7	152.6	87.9	47.2 31.1
RDG Irapuato APA Acero 4"										
69	F-4in-31.28bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	28.7	21.4	13.9	28.4 20.9

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		en la red de distribución de gas natural APA de acero de 4 pulgadas a alta presión.								
72	R-4in-31.28bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural APA de acero de 4 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	155.2	105.2	62.5	46.0 30.4
RDG Irapuato MPB Acero 6"										
75	F-6in-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 6 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	20.0	15.2	--	23.9 18.5
78	R-6in-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 6 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	114.6	79.1	48.2	44.9 29.8
RDG Irapuato MPB Acero 8"										

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
81	F-8in-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 8 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	28.0	20.8	13.6	28.0 20.7
84	R-8in-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de acero de 8 pulgadas a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	151.6	103.0	61.3	46.1 30.5
RDG Irapuato MPB Polietileno 63mm										
87	F-63mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 63mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	7.2	5.3	--	-- --
90	R-63mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 63mm a alta	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	45.2	32.7	21.3	34.6 24.9

Radios de Afectación por Escenario										
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato							
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)							
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)	
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5 1
		presión.								
RDG Irapuato MPB Polietileno 110mm										
93	F-110mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 110mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	13.7	10.6	--	18.2 14.5
96	R-110mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 110mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	81.8	57.3	35.9	41.6 28.1
RDG Irapuato MPB Polietileno 160mm										
99	F-160mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 160mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	21.0	16.0	--	24.4 18.7
102	R-160mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	118.9	81.9	49.8	45.2 30.0

Radios de Afectación por Escenario											
Organismo: Gas Natural Fenosa			Centro de Trabajo: Irapuato								
No. consecutivo	Clave	Escenario	Radios de afectación (m)								
			Dispersión tóxica			Incendio (kW/m ²)			Explosión (psi)		
			STEL	IDLH	500 ppm	Tipo de fuego	1.4	5	37.5	0.5	1
conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 160mm a alta presión.											
RDG Irapuato MPB Polietileno 200mm											
105	F-200mm-7bar-ap	Fuga con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 200mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	27.2	20.3	13.1	27.5 20.4	
108	R-200mm-7bar-ap	Ruptura con Incendio y/o explosión en bridas conexiones y/o accesorios en la red de distribución de gas natural MPB de polietileno de 200mm a alta presión.	N.A.	N.A.	N.A.	Jet Fire	148.0	100.6	60.0	46.1 30.5	

II.2 Interacciones de riesgo

La red de distribución de gas natural, dada la disposición de su trayectoria en el área de influencia, está expuesta a la interacción con diversos elementos como pueden ser las instalaciones próximas a la localización de la trayectoria de la tubería de la red y que estén puntualmente dentro de las zonas de alto riesgo y afectación definidas en el

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

apartado relacionado a los radios potenciales de afectación, en caso de la ocurrencia de alguna de las desviaciones identificadas, evaluadas, jerarquizadas y cuantificadas en los puntos de entrega de gas natural, en estaciones de regulación y medición, así como en la red de distribución de gas natural.

Sin embargo, no se apreciaron interacciones de riesgo importantes en las instalaciones evaluadas, debido a su lejanía de los centros de concentración masiva, áreas naturales protegidas o zonas vulnerables.

II.3 Efectos sobre el sistema ambiental

No se aprecian efectos sobre el sistema ambiental debido a que la red de distribución de gas natural se ubica en zonas despobladas o en zonas que no se aprecian vulnerables ante la ocurrencia de un escenario de riesgo.

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

III.1 Recomendaciones Técnico-Operativas

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

- La operación y mantenimiento de la red de distribución de gas natural de la Promovente, deberá ser inspeccionada por empresas acreditadas, esto con el fin de vigilar el desarrollo y aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables así como, la normativa interna del grupo.
- Es imperativo que la empresa supervise el cumplimiento de los procedimientos internos que dan los lineamientos de funcionamiento, inspección y mantenimiento de la red de distribución y de sus Instalaciones Auxiliares.
- Actualización periódica del Estudio de Riesgo, de acuerdo a la legislación ambiental vigente aplicable, y en caso de que se realicen modificaciones o ampliaciones al dicha instalación.

- Verificar cualquier construcción o excavación que se encuentre cerca de la red de distribución de gas natural, para evitar que por ignorancia o por falta de información se vea comprometida la integridad de la red de distribución.
- Supervisar que se cumpla el programa de mantenimiento a la red de distribución de gas natural al 100%, en el cual se incluya el mantenimiento a señalizaciones a todo lo largo de la red de distribución de gas natural de acuerdo al Programa de mantenimiento de activos y al PE.2074.MX (NT-200-MEX p.1). Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares.
- Realizar simulacros de forma periódica, en cumplimiento a los Requisitos Legales Aplicables y de acuerdo a lo establecido en el procedimiento PE.02909.MX (NT.840-MEX). Realización de simulacros en la distribución de gas natural.
- Verificar que las unidades empleadas para la atención de emergencias cuenten con el equipo especializado para la respuesta en caso de fuga de gas y combate contra incendios correspondiente.
- Corroborar que el procedimiento PE.02899.MX (NT-500-MEX). Plan de emergencia para la distribución de gas natural sea actualizado y difundido periódicamente con el personal, así como con los Cuerpos de Respuesta a Emergencias disponibles en sitio a efectos de agilizar las acciones a adoptarse en caso de presentarse una incidencia relacionada con gas natural en el Sistema de Distribución o en alguno de sus elementos componentes.
- Aplicación oportuna de los procedimientos de emergencia en caso de que se presenten sucesos con gas en la red de distribución de gas natural y coordinarse con entidades federales, estatales, municipales, públicas y privadas.
- Verificar que las soldaduras de tubería de polietileno cuenten con la calidad adecuada, así como que sean radiografiadas al 100% de las soldaduras realizadas.
- Verificar que el programa de mantenimiento a la tubería de la red de distribución de gas se cumpla al 100%, en el cual se incluya el mantenimiento a la protección catódica.
- En las Instalaciones Auxiliares, se deberán comunicar los riesgos por medio de la instalación de señalización preventiva, restrictiva y de seguridad, según aplique.
- Prohibido fumar y realizar actividades que pudieran generar fuentes de ignición en las Instalaciones Auxiliares o en otras en las que se pueda presentar fuga de gas natural.
- El personal de operativo y de supervisión, este deberá vestir ropa de algodón con retardante de llama, (evitar usar ropa sintética que pudiera generar electricidad estática o que genere conglomerados al momento de entrar en combustión) y botas dieléctricas.
- El personal operativo y de supervisión deberá emplear el Equipo de Protección Personal designado a las actividades que realiza.

- Al realizarse reparaciones y posteriores puestas en servicio, se deberá verificar el cierre de válvulas y venteo del tramo de tubería, para con ello evitar la generación de mezclas aire-gas natural en el interior de la misma.

III.1.1 Sistemas de seguridad

Sistema de Adquisición de Datos y Control Supervisado (SCADA).

La realización del monitoreo remoto de las condiciones de operación de la red de distribución de gas natural, se realiza a través de un Sistema de Adquisición de Datos y Control Supervisado (Supervisory Control And Data Acquisition-SCADA), mismo que la Promovente ya tiene implementado para otras Zonas Geográficas de Distribución de gas natural (ZGDGN) y las instalación a construirse a razón de este proyecto, se integrarán a este sistema SCADA.

El sistema SCADA de la Promovente, se ubicará en instalaciones y puntos de terminación críticos del Sistema de Distribución de gas natural, a efectos de tener una supervisión permanente (monitoreo) de las funciones del Sistema y tener la confirmación del correcto funcionamiento de las estaciones, así como coadyuva con el diagnóstico oportuno de contingencias potenciales. A su vez, el monitoreo de la Red de Distribución, a través del sistema SCADA, se realiza con una adquisición de datos por medio de dispositivos electrónicos instalados en puntos como son Puntos de Entrega de Gas Natural (PEGN), Estaciones de Regulación y Medición Distritales (ERMD), Válvulas de Seccionamiento, Estaciones de Medición de Clientes Industriales (ERM-IND).

El sistema SCADA nos permite:

Adquisición de datos de equipos remotos.

Tratamiento de alarmas y eventos.

Almacenamiento masivo de datos históricos de todas las variables manejadas en el sistema.

Edición de informes periódicos, con datos de tiempo real e históricos representativos de los diferentes subsistemas. Estos informes periódicos, ayudan a hacer una explotación óptima del Sistema de Distribución de gas natural.

Control permanente de presiones y caudales más representativos de los diferentes subsistemas.

Optimización del reparto de caudales.

Toma de datos de presión y caudal correspondientes a las puntas de consumo anual que se presentan para la planificación de redes.

Además, la utilización del sistema SCADA provee las siguientes ventajas:

Mejora en la calidad del servicio a clientes

Incrementar el nivel de seguridad de las redes.

Mejora en la continuidad y estabilidad del suministro.

Disminución en las necesidades de petición de intervención de los clientes.

Mejora del tiempo de respuesta de peticiones de servicio.

Seguimiento de las condiciones de suministro para centrales de ciclo combinado u otros usuarios críticos.

Centro de Control de Distribución (CCD).

En Centro de Control de Distribución (CCD) de la Promovente, se encarga de optimizar todos los recursos implicados en la distribución de gas, como son puntos de entrega, puntos estratégicos de las redes de distribución así como de gestionar el movimiento del gas.

El CCD es el cerebro que regula todo el Sistema de Distribución gas natural. Además, integra dos unidades distintas, que son el Centro de Control de Avisos de Urgencias (CCAU) y el Dispatching, que controla toda la red de distribución mediante sistemas de telecontrol y aplicaciones asociadas al sistema.

Dispatching, está constituido por un sistema SCADA de última generación y tiene como misión la adquisición de datos en tiempo real de las principales variables operativas de la red de distribución. La operación diaria del sistema SCADA implica el monitoreo del comportamiento de la red, a través de la respuesta oportuna de las alarmas emitidas, contando como apoyo con los siguientes sistemas:

ICARO: Sistema de Información Geográfica (GIS) que permite la rápida ubicación en un punto de la red donde se presenta una fuga de gas natural en el Sistema de Distribución, asimismo, permite la delimitación de las áreas afectadas por dicha incidencia.

SAU: El Sistema de Atención de Urgencias permite el registro de las incidencias detectadas a través de sistema SCADA para su debida atención por los equipos de intervención en campo.

El monitoreo de la Red de Distribución, a través del sistema SCADA se realiza con una adquisición de datos por medio de dispositivos electrónicos instalados en puntos estratégicos de la red de distribución, como lo son Puntos de Entrega, Estaciones de Regulación y Medición Distritales, Válvulas de Seccionamiento, Estaciones de Medición de Clientes Industriales.

En caso de ser necesario, el CCD da aviso y se coordina con los cuerpos de seguridad que pueden estar implicados, efectuando simultáneamente, el seguimiento y la supervisión de la incidencia hasta su completa resolución.

Plan de Emergencia para la distribución de gas natural.

La Promovente, consciente de que al estar en servicio su Sistema de Distribución de gas natural, se pueden presentar incidencias relacionadas con este gas de diversa naturaleza, ha desarrollado un procedimiento denominado como PE.02899.MEX. (NT-500-MEX) Plan de emergencia para la distribución de gas natural (anexo ANX-03). En este procedimiento se establece la sistemática de actuación en materia de prevención, auxilio y recuperación que le dará oportunidad a la Promovente de afrontar cualquier situación de emergencia tanto en la Red de Distribución como en sus instalaciones auxiliares, para que esta pueda atenderse y resolverse en el mínimo tiempo posible considerando siempre:

La salvaguarda de integridad física de empleados, clientes y terceros y de los bienes materiales.

Disminuir el impacto en la distribución de gas natural y bienes materiales.

Mantener el servicio y presiones de seguridad en las redes de distribución de gas natural.

El Plan de Emergencia para la distribución de gas natural, contempla todas las etapas del desarrollo de una urgencia, la recepción de avisos en el Centro Coordinador de Urgencias (CCAU), así como su clasificación, designación de recursos para la atención de la emergencia y los procedimientos de notificación a las unidades operativas u Autoridades correspondientes, según corresponda.

Equipos de intervención en la Zona Geográfica de Distribución de Gas Natural e inventario de recursos para atención de emergencias

En el presente apartado, se indica con qué recursos humanos y tipo de vehículos cuenta la Promovente para la res puesta a emergencias así como, el equipo y herramental que lleva cada vehículo, disponible este herramental para ser empleado por el personal que actuará sobre el punto afectado de la Red de Distribución de gas natural. Por otro lado también se presenta el Equipo de Protección Personal que utilizan los empleados

encargados de realizar directamente las actuaciones sobre la Red de Distribución de gas natural.

Recursos humanos asignados a la atención de emergencias

Equipo de Atención de Urgencias: Los equipos integrados por personal de GNF y asignados para la atención de avisos de urgencias de todo tipo relacionadas con la red de distribución de gas natural, se describen como sigue:

Se cuenta con tres equipos de atención a urgencias. Dichos equipos están conformados de la siguiente forma

- Guardia:** 2 Personas
- Comunicación:** Radio portátiles 800 mhz
Celular Telefónica
- Vehículo:** Pick Up Nissan

Reten especial de alta presión: Equipo de Atención de Urgencias contratado específicamente para cubrir equipos, accesorios especiales de redes en acero de distribución de gas natural en alta presión (más de 4 bar y hasta 22 bar), soldadores de acero, vehículo especial y equipo de soldadura, incluye la disponibilidad de equipo, maquinaria y base-bodega, durante las 24 horas del día, y del personal, la disponibilidad de los retenes a disposición, entre el final de una jornada y el inicio de la siguiente. Existirá un Retén especial de alta presión a disposición en día sábado y/o festivo desde las 8h mañana hasta las 8h mañana del día siguiente

Reten especial de media y baja presión: Equipo de Atención de Urgencias contratado específicamente para cubrir equipos, accesorios especiales de redes en Polietileno de distribución de gas natural en media y baja presión (hasta 4 bar), soldadores de polietileno, vehículo especial y equipo de soldadura, incluye la disponibilidad de equipo, maquinaria y base-bodega, durante las 24 horas del día, y del personal, la disponibilidad de los retenes a disposición, entre el final de una jornada y el inicio de la siguiente. Existirá un Retén especial de baja presión a disposición en día sábado y/o festivo desde las 8h mañana hasta las 8h mañana del día siguiente.

Enseguida se detalla el personal, herramientas y material con que cuenta cada Equipo de Atención de Urgencias así como el material disponible en el almacén y el material especial de los Retenes de Alta, Media y Baja Presión

Vehículos para la atención a emergencias

Los equipos de atención de avisos de urgencia cuentan con la preparación y los vehículos dotados de las herramientas, útiles y medios materiales necesarios para actuar adecuadamente ante una urgencia. En caso de requerir equipo adicional los Equipos de Atención de Urgencias lo solicitan de los almacenes en donde tienen su ubicación.

Los equipos de atención de urgencias cuentan con vehículos equipados con sistemas de comunicación (vía radio y/o celular) con cobertura en toda el área de actuación de GNM en la que opere, siendo atendidos desde el CCAU correspondiente.

Con el fin de prestar una buena atención ante una urgencia, en la zona contamos con tres equipos y un retén especial de media presión (de ser necesario actuaría como reten de Alta presión). Organizados de tal manera que nos cubran con la mayor eficiencia las actividades diarias y las guardias correspondientes.

Herramental y equipo inventariado.

A continuación, se presenta el equipo, herramienta y consumibles que lleva consigo cada equipo de intervención en su vehículo.

Tabla 27. Herramientas de seguridad para Guardia.

Material	Tipo	Número
Equipo de Seguridad		
Extintor CO ₂ 5 kg.	pza	1
Extintor Polvo Seco 10kg	pza	1
Extintor Polvo Seco 5kg	pza	1
Protector Auditivo (copa-intraural)	pza	1
Protector Facial	pza	1
Casco de Seguridad	pza	1
Guantes corto descame	pza	1

Material	Tipo	Número
Guantes para electricista	pza	1
Linterna antiexplosiva	pza	1
Botas de Hule	jgo	2
Sombrilla Tipo Industrial	pza	1
Transiconos	pza	2
Turbo Flow	pza	1
Equipo Instrumental		
Manómetro de 0 a 20 onzas	pza	1
GMS-5	pza	1
Gascope M.S.A. (exposímetro LEL y %Gas)	pza	1
Detector de gas	pza	1
Herramienta General		
Abrazaderas Clamp	pza	6
Autocle de 12 pzas	jgo	1
Barreta de uña	pza	1
Barreta Hexagonal lineal 1"	pza	1
Barreta Hexagonal lineal 3/4"	pza	1
Cinzel	pza	1
Cortatubo para AC de 2" a 1/2"	pza	1
Desarmador de cruz	jgo	1

Material	Tipo	Número
Desarmador plano	jgo	1
Escalera aluminio Doble	pza	1
Escalera aluminio Tijera	pza	1
Extensión eléctrica 30 mts.	pza	1
Flexometro	pza	1
Hacha con mango de madera	pza	0
Juego de Dados	jgo	1
Lima musa	pza	2
Llave Bahco	pza	2
Llave Inglesa (perica) # 15	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 18	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 24	pza	1
Llave Stilson # 18	pza	1
Llave Stilson # 24	pza	1
Llaves Alen	jgo	1
Maceta de 4 lbs	pza	1
Machete	pza	1
Marro de 12 lbs	pza	1
Palas (recta, cuadrada, larga y cuchara)	pza	4
Picos	pza	1

Material	Tipo	Número
Pinzas de Presión	pza	1
Prensa para Tubo de PE	pza	3
Taladro	pza	1
Taladro (rotomartillo) y Brocas	pza	1
Tanque gas L.P. 2 kg c/manguera y soplete	jgo	1
Tapón Expansivo	pza	6
Tarraja con dados	jgo	1
Tijeras para hojalatero	pza	1
Trica para Profundizar Taladros		
Pincel		
Hojas de Sierra		
Pasta gris, Teflón, Grasa grafitada		
Trapo blanco		
Jabón o detergente		

Fuente: Gas Natural México S.A. de C.V.

Tabla 28. Herramientas de seguridad para mantenimiento de redes

Material	Tipo	Número
Equipo de Seguridad		
Extintor CO2 5 kg.	pza	1
Extintor Polvo Seco 10kg	pza	1

Material	Tipo	Número
Extintor Polvo Seco 5kg	pza	1
Protector Auditivo (copa-intraural)	pza	1
Protector Facial	pza	1
Casco de Seguridad	pza	1
Guantes corto descame	pza	1
Guantes para electricista	pza	1
Linterna antiexplosiva	pza	1
Botas de Hule	jgo	2
Casco con atenuadores	pza	2
Extinguidor de 6 kg.	pza	2
Equipo Instrumental		
Gascope M.S.A. (exposímetro LEL y %Gas)	pza	1
Herramienta General		
Abrazaderas Clamp ¾"	pza	4
Abrazaderas Clamp 1 1/2"	pza	1
Abrazaderas Clamp 110mm	pza	2
Abrazaderas Clamp 4"	pza	2
Abrazaderas Clamp 6"	pza	1
Abrazaderas Clamp 63mm	pza	8
Abrazaderas Clamp AC AP 4"Ø	pza	6

Material	Tipo	Número
Alineadores p/tubo PE 1/2"(20mm) - 4"(110mm)	jgo	3
Arco para Segueta y Seguetas	pza	1
Barreta de uña	pza	1
Barreta Hexagonal lineal 1"	pza	1
Barreta Hexagonal lineal 3/4"	pza	1
Caja de herramienta completa	pza	1
Cepillo de Alambre	pza	1
Cinzel	pza	1
Cortatubo para AC de 2" a 1/2"	pza	1
Cortatubo PE de 1/2"(20mm) a 2"(63mm)	pza	1
Cortatubo PE de 2"(63mm) a 4"(110mm)	pza	1
Cruceta para válvulas de acero	pza	1
Cruceta para válvulas de polietileno	pza	1
Desarmador de cruz	jgo	1
Desarmador plano	jgo	1
Escalera aluminio Doble	pza	1
Extensión eléctrica 30 mts.	pza	1
Flexometro	pza	1
Hacha con mango de madera	pza	1
Juego de Dados	jgo	1

Material	Tipo	Número
Juego de Fler	jgo	1
Lámpara	pza	1
Llave de Cola	jgo	1
Llave de Golpe	jgo	1
Llave Inglesa (perica) # 10	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 12	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 18	pza	1
Llave Inglesa (perica) # 8	pza	1
Llave Stilson # 10	pza	1
Llave Stilson # 14	pza	1
Llave Stilson # 18	pza	1
Llaves Españolas	jgo	1
Llaves Alen	jgo	2
Maceta de 4 lbs	pza	1
Machete	pza	1
Marro de 12 lbs	pza	1
Martillo Bola	pza	1
Matraca	pza	1
Palas (punta, cuadrada y jardinero)	pza	4
Picos	pza	1

Material	Tipo	Número
Pinzas de Electricista (otras)	pza	1
Pinzas de Mecánico	pza	1
Pinzas de Presión	pza	1
Pinzas de Punta	pza	1
Prensa Hidráulica de 200mm	pza	1
Prensa para Tubo de PE 4"Ø	pza	1
Prensa para Tubo de PE 63mm	pza	3
Raspador de tubo PE	pza	1
Reflectores con extensión	pza	1
Remachadora	pza	1
Sargento para toma en carga	pza	1
Serrote	pza	1
Taladro hasta ¾	pza	1
Tanque gas L.P. 2 kg c/manguera y soplete	jgo	1
Tapón Expansivo	pza	4
Tarraja con dados	jgo	1
Tijeras para hojalatero	pza	1
Tijeras para PE hasta 63mm	pza	1
Trica para Profundizar Taladros	pza	1
Materiales y Consumibles		

Material	Tipo	Número
Hojas de Sierra	pza	1
Pasta gris, Teflón, Grasa grafitada	pza	1
Trapo blanco	pza	1
Jabón o detergente	pza	1
Pincel	pza	1
Elementos de Señalización		
Conos demarcatorios	pza	1
Cinta demarcatoria (rollo)	pza	1
Carteles de Señalización	pza	1

Fuente: Gas Natural México S.A. de C.V.

Tabla 29. Herramientas de seguridad para Retén

Material	Tipo	Número
Equipo de Seguridad		
Extintor CO2 5 kg.	pza	1
Extintor Polvo Seco 10kg	pza	1
Extintor Polvo Seco 5kg	pza	1
Protector Auditivo (copa-intraural)	pza	1
Protector Facial	pza	1
Casco de Seguridad	pza	1

Material	Tipo	Número
Guantes corto descame	pza	1
Guantes para electricista	pza	1
Linterna antiexplosiva	pza	1
Equipo Instrumental		
Manómetro de 0 a 20 onzas	pza	1
Detector de gas	pza	1
Herramienta General		
Escalera Retráctil 2 mts	pza	1
Pala ancha	pza	1
Pala punta	pza	1
Pala corazón	pza	1
Pico de punta y pala	pza	1
Maza 1kg	pza	1
Maza 5kg	pza	1
Martillo bola 225 grs	pza	1
Hacha de mano 1kg	pza	1
Cubeta de albañil	pza	1
Tenaza	pza	1
Pinza de Extensión	pza	1

Material	Tipo	Número
Arco de Sierra Completo	pza	1
Cepillo de Alambre	pza	1
Rascador	pza	1
Llave Bahco 142	pza	1
Llave Bahco 143	pza	1
Cortatubo para PE hasta 25mm	pza	1
Llave Perica	pza	1
Llave Mixta 14 x 14	pza	1
Llave Mixta 7/8 x 7/8	pza	1
Llave Mixta 1.1/16 x 1.1/16	pza	1
Gancho para tapa de cámara	pza	1
Pinzas de Presión	pza	1
Materiales y Consumibles		
Pincel	pza	1
Hojas de Sierra	pza	1
Pasta gris, Teflón, Grasa grafitada	pza	1
Trapo blanco	pza	1
Alambre	pza	1
Jabón o detergente	pza	1

Material	Tipo	Número
Bolsas contenedoras p/tierra y escombros	pza	1
Elementos de Señalización		
Conos demarcatorios	pza	1
Cinta demarcatoria (rollo)	pza	1
Carteles de Señalización	pza	1
Compresor de Arrastre		
Martillo neumático / hidráulico	pza	1
Equipo Varios		
Faro busca huella 12 volt antiexplosivo	pza	1
Generador 220-110 volt 2.2 KVA	pza	1
Martillo perforador rotopercutor	pza	1
Motogenerador	pza	1
Electrofusidora	pza	1

Fuente: Gas Natural México S.A. de C.V.

Tabla 30. Inventario de equipos de seguridad en almacén

Cant.	Herramienta
1	Máquina de soldar de arco AC 250 GLM Lincon
1	Equipo de respiración aire lavado Tubo Flow
1	Alineador de ventana hasta 200 mm

Cant.	Herramienta
2	Cortadores de 2"
2	Cortador de 4"
3	conos de señalización
3	Llaves mixtas 1 ¼"
1	Equipo de respiración autónomo de 30 min.
1	Taladro obturador 2" y 4"
3	Expansores de 160 mm
2	Expansores de 6"
3	Expansores de 3"
1	Detector dieléctrico de 1 ½" hasta 10"
1	Azadones
1	Rastrillo
1	Tridente
1	Desbrazadora
2	Tornados
1	Maquina Electrofusión Logic
1	Planta Generadora de Luz Honda 5000
1	GMS-4 (con sondas y alfombra)
1	GMS-5
2	Gascope
1	Gas watch (Detector de oxígeno)
1	Detector de metales
2	Pala redonda
2	Pala cuadrada
1	Esmeriladora De Walt
1	Taladro inalambrico Black and Decker

Cant.	Herramienta
1	Gato hidráulico de patin de 2.0 ton
1	Alineador 20-63 mm
3	Tapón Expansor de 2"
3	Tapón Expansor de 1"
3	Tapón Expansor de 3/4"
1	Planta de Luz Power Back 5250 W
1	Hidrolavadora Karcher 2500 psi
1	Aspiradora Industrial Rigid
1	Compresor Campbell Hausfeld 125 psi
1	Bomba sumergible Warren Rup 12 V
1	Material para Botiquín Primeros Auxilios

Fuente: Gas Natural México S. A. de C. V.

Procedimientos internos para la atención a incidencias relacionadas con gas natural

En caso de presentarse incidencias relacionadas con gas natural en el Sistema de Distribución de gas natural, estas serán atendidas de acuerdo a lo estipulado en la NOM-003-SECRE-2011, así como a los siguientes procedimientos de la Promovente:

Tabla 31. Procedimientos para respuesta a emergencias de la Promovente

Código anterior	Código actual	Título
N/A	<u>NT.00034.GN-SP.ESS</u>	Gestión de los trabajos de empresas contratistas
N/A	<u>NT.00034.GN-SP.ESS-PT.01</u>	Gestión de los trabajos de empresas contratistas. Parte 01: Control previo al inicio de los trabajos
N/A	<u>NT.00034.GN-</u>	Gestión de los trabajos de empresas contratistas. Parte 02:

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

	<u>SP.ESS-PT.02</u>	Inspección documentada
N/A	<u>NT.00034.GN-SP.ESS-PT.03</u>	Gestión de los trabajos de empresas contratistas. Parte 03: Reuniones de coordinación
NT-801-MEX	<u>PE.02904.MX</u>	Difusión de políticas de seguridad y prevención de riesgos laborales
NT-807-MEX	<u>PE.02905.MX</u>	Identificación de peligros y evaluación de riesgos laborales
NT-810-MEX	<u>PE.02906.MX</u>	Investigación de accidentes / incidentes laborales
NT-812-MEX	<u>PE.02907.MX</u>	Seguimiento y control de uso de equipos de trabajo y equipos de protección personal
NT-820-MEX	<u>PE.02908.MX</u>	Medidas de seguridad en recintos confinados
NT-840-MEX	<u>PE.02909.MX</u>	Realización de simulacros en la distribución de gas natural
NT-842-MEX	<u>PE.02910.MX</u>	Especificación, selección y colocación de señales de seguridad
NT-500-MEX	<u>PE.02899.MX</u>	Plan de emergencia para la distribución de gas natural
PB-502-MEX	<u>PE.02913.MX</u>	Investigación y análisis de incidentes y accidentes en la distribución de gas natural
GP-5004-MEX	<u>PE.02622.MX</u>	Actuación en avisos de incendio o explosión
GP-5071-MEX	<u>PE.02639.MX</u>	Programa de prevención de daños
GP-8101-MEX	<u>PE.02642.MX</u>	Metodología para investigación de accidentes / incidentes
N/A	<u>PE.03453.MX-TR</u>	Prevención de Riesgos Eléctricos

III.1.2 Medidas Preventivas

En este apartado se dan a conocer las medidas preventivas y de mitigación a instaurarse por parte de la Promovente, con el claro objetivo de controlar los impactos ambientales identificados y valorados en cada una de las etapas de realización del proyecto para con

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

Medidas preventivas y de mitigación generales.

Sistema de gestión medio ambiental (SIGMA).

Con el objetivo de tener un funcionamiento ordenado y consciente en cuanto a los aspectos ambientales derivados de la distribución de gas natural, la Promovente ha desarrollado e implementado a nivel interno un Sistema de gestión medio ambiental (SIGMA), basado en las especificaciones de la norma internacional UNE-EN ISO 14001.2004. El resultado de la implementación de este SIGMA a la distribución de gas natural por medio de ductos subterráneos realizada por la Promovente, ha sido el desarrollo de procedimientos internos aplicables a la regulación, prevención y minimización de los impactos ambientales a los componentes ambientales de mayor relevancia, como son:

Relación de impactos ambientales regulados por medio de procedimientos internos del SIGMA de la Promovente.

Tabla 32. Relación de Impacto ambientales

Medio	Componente	Impactos ambientales regulados.
Abiótico.	Agua.	Utilización de agua en pruebas de hermeticidad.
		Descarga de aguas residuales derivadas de pruebas de hermeticidad.
		Contaminación fortuita de cuerpos de agua.
	Aire.	Emisión de gases de combustión por utilización de vehículos, maquinaria.
		Emisiones de gases por soldadura de tubería de acero.
		Emisión de gases de combustión por eventos fortuitos en etapa de operación.

Medio	Componente	Impactos ambientales regulados.
		Emisión de metano.
		Emisión de partículas.
		Generación de ruido.
	Clima.	Modificación de microclima.
	Suelo.	Remoción de cobertura vegetal.
		Remoción de suelo.
		Adición de material granular.
		Derrame accidental de sustancias o residuos peligrosos.
		Contaminación de suelo por residuos sólidos urbanos.
		Contaminación de suelo por residuos de manejo especial.
Socioeconómico.	Paisaje urbano.	Impacto visual a vialidades.

En prevención a la generación de los impactos ambientales indicados en el cuadro anterior, la Promovente cuenta con los siguientes procedimientos internos instaurados dentro de sus SIGMA:

Procedimientos internos del SIGMA de la Promovente para regulación de impactos ambientales.

Tabla 33. Procedimientos para la prevención y reducción de impactos ambientales

Procedimiento	Nombre	Impactos ambientales regulados
PE.02921.MX (PGM-081-MEX)	Gestión de residuos.	Tipo y clasificación residuos de naturaleza diversa, generados por la Promovente. Especificaciones de segregación de residuos. Características de contenedores para almacenamiento de

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Procedimiento	Nombre	Impactos ambientales regulados
		residuos de acuerdo a su naturaleza y etiquetado de los mismos. Especificaciones de Almacén Temporal de Residuos Peligrosos. Especificaciones para la recolección, transporte y disposición final de Residuos Peligrosos.
PE.02922.MX (PGM-082-MEX)	Control de derrames.	Referencia a las hojas de seguridad de las sustancias empleadas. Control de la manipulación y almacenamiento de productos químicos. Etiquetado de recipientes que contienen productos químicos. Especificaciones de actuación en caso de derrame. Registro del derrame. Monitoreo y medición.
PE.02923.MX (PGM-083-MEX)	Control ambiental de obras de construcción de redes de distribución.	Prevención de daño a recursos naturales. Regulación del consumo de agua, así como del vertimiento de aguas resultantes de pruebas de hermeticidad y combustibles. Regulación de Emisiones a la atmósfera. Control de la generación de residuos de acuerdo a su naturaleza. Generación de ruido. Regulación del impacto visual.
PE.02924.MX (PGM-084-MEX)	Control de ruidos.	Metodología de medición del ruido. Análisis de Resultados. Monitoreo y Medición.

Consciente de la necesidad de la adecuada aplicación y seguimiento de los procedimientos listados en el cuadro anterior, la Promovente realiza sesiones de capacitación para su personal interno, así como para el de sus empresas colaboradoras en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural. Lo anterior, siempre persiguiendo que todos los colaboradores de la Promovente asignados en campo tengan presentes en todo momento

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

los lineamientos y especificaciones de los procedimientos ambientales y con ello evitar que se generen impactos ambientales por desconocimiento de la relación que guardan las etapas y actividades de proyecto y los componentes ambientales asociados inherentes a sus actividades y de las consecuencias de estos.

En seguimiento de la adecuada aplicación de los procedimientos del SIGMA de la Promovente, los frentes de trabajo para la preparación del sitio, construcción y mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural, siempre están en evaluación continua a través de la realización de auditorías por el personal del Área de Medio Ambiente de la Promovente, así como por parte de las empresas de control de calidad que dan seguimiento a la ejecución de los trabajos en sitio.

Las unidades operativas de la Promovente, responsables de la preparación del sitio y construcción del proyecto, a través de su responsable asignado a la ejecución y seguimiento de los trabajos, es responsable de asegurar la calidad, gestión medioambiental y seguridad de los trabajos dentro de su frente asignado. Por su parte, las empresas colaboradoras, a través de los compromisos contractuales pactados con la Promovente, se comprometen al estricto cumplimiento de la normativa y especificaciones aplicables a la protección ambiental durante su participación en el proyecto.

Finalmente, el SIGMA es evaluado de forma anual por medio de una casa de certificación para la norma UNE-EN ISO 14 001.2004 y también anualmente, la Promovente realiza auditorías internas de seguimiento a su Sistema.

Control ambiental en obras de construcción de redes de distribución.

La Promovente cuenta actualmente con un procedimiento derivado de su SIGMA denominado como PE.02923.MEX. (PGM-083-MEX) Control ambiental de obras de construcción de redes de distribución (ANX-03). El procedimiento PE.02923.MEX. (PGM-083-MEX), fue creado para introducir criterios ambientales en la gestión y en el control de las actividades de construcción y mantenimiento de los Sistemas de Distribución de gas natural.

El alcance del procedimiento es la regulación de los siguientes aspectos:

Generación de residuos.

Residuos de manejo especial: recortes de polietileno sobrantes, material metálico no contaminado, cascajo, bentonita, entre otros.

Residuos peligrosos: material impregnado con grasas, aceites, pintura, tierras contaminadas, entre otros.

Residuos sólidos urbanos.

Orgánicos (biodegradables): restos de comida, materiales orgánicos retirados del área de construcción (hierba).

Inorgánicos: cartón, papel, plástico, entre otros (no biodegradables).

Emisiones a la atmósfera.

Monóxido de carbono por mantenimiento inadecuado del equipo, emisión de polvos por obras de construcción y mantenimiento de la red, emisiones de gas natural proveniente de las operaciones de purgado o puesta en servicio o fugas en la red, etc.

Vertidos de aguas.

Descargas de aguas por las obras de construcción y mantenimiento de la red de distribución a la red de drenaje de las ciudades o a cuerpos de agua.

Afectación de Recursos Naturales.

Fauna.

Flora.

Impacto Visual

Derrames.

Algunos de los aspectos relacionados con la generación de derrames se tratan en el PE.02922.MX. (PGM-082-MEX) Control de derrames.

Ruido.

Los aspectos relacionados con la generación de ruidos se tratan en el PE.02924.MX. (PGM-084-MEX) Control de ruidos.

Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares.

Con el objetivo de la preservación del adecuado estado operativo del Sistema de Distribución de gas natural, así como de su Red de Distribución e instalaciones auxiliares componentes, además del de la prevención de la generación de impactos ambientales derivados de fallas en el Sistema o bien, de sus componentes, la Promovente ha desarrollado el procedimiento interno de mantenimiento denominado como PE.2074.MX-MN (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (ANX-03), mismo que se desarrolla en consideración de los requerimientos de mantenimiento para

Sistemas de Distribución de gas natural establecidos en la NOM-003-SECRE-2011.
Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

El procedimiento PE.2074.MX-MN (NT-200-MEX p.4), es un manual en el que se dan los lineamientos y especificaciones para la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo del Sistema de Distribución y sus componentes (**ANX-03**). El procedimiento considera los planes de operación y mantenimiento que a continuación se indican:

Plan de mantenimiento de la red de distribución.

Plan de monitoreo de la red de distribución (control de estanquidad).

Plan de mantenimiento a puntos de entrega de gas natural (PEGN), estación de regulación de presión (ERP) y estación de regulación y medición distritales (ERM-D).

Plan de mantenimiento a ERM industriales (ERM-IND).

Plan de mantenimiento de válvulas de línea.

Plan de mantenimiento del sistema de protección catódica.

Plan de odorización de gas.

Mantenimiento para equipos de medición de ERM.

Mantenimiento de equipos electrónicos.

Evaluación de corrosión externa.

Capacitación al personal.

Operación de vigilancia o celaje.

Las operaciones de vigilancia o celaje, tienen el objetivo de observar las condiciones superficiales de la totalidad de la traza por donde discurren los ductos y detectar, en su caso, actividades ajenas que pudieran afectarles u otros factores que pudieran incidir en su seguridad o en las condiciones de su señalización. De acuerdo con las especificaciones de vigilancia establecidas en el PE.2074.MX-MN. (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (ANX-03), las actividades de vigilancia consistirán en:

Identificación de signos aparentes de movimiento del suelo, como pueden ser derrumbes, deslizamientos, hundimientos, etcétera.

Ejecución en las proximidades del ducto de obras públicas o de terceras empresas. Si como consecuencia de las observaciones realizadas, se detecta la ejecución de obras en

las proximidades de la conducción, se advertirá directamente al personal de mayor categoría que trabaje en la misma, informándole de la presencia de la red de gas y confirmando que han solicitado los servicios correspondientes y ya disponen de la correcta información sobre estos servicios y han planificado correctamente sus trabajos en relación con los ductos de gas.

Comprobar el buen estado de la señalización, ubicación de postes indicadores, placas identificativas, camisas, pasos especiales, tomas de potencial, etc.

En cruces exteriores, comprobar el estado general del ducto, comprobar el estado general de la estructura metálica que lo soporta.

Examinar la accesibilidad de las válvulas de línea y el estado de conservación de los registros.

Las operaciones de vigilancia de la Red de Distribución de gas natural se consideran en la Planificación de mantenimiento de activos (ANX-03) correspondiente a la Zona de Distribución Bajo.

Monitoreo de red.

Las fugas de la Red de Distribución de gas natural representan una condición de peligro con riesgos implícitos para el mismo Sistema de Distribución, para el personal que desempeña distintos trabajos en el mismo Sistema, así como para terceros, ya sean particulares, empresas o instalaciones de servicios, ubicados en las áreas aledañas a la trayectoria de la Red de Distribución de gas natural. Para la atención de fugas, la Promovente, dentro de su procedimiento interno PE.2074.MX-MN. (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (ANX-03), basado en las especificaciones de mantenimiento de la NOM-003-SECRE-2011. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos, incluye un Plan de Monitoreo de Red que tiene la finalidad de detectar, localizar y clasificar sistemáticamente las posibles fugas en la Red de Distribución y en los registros de las válvulas.

La frecuencia de monitoreo de fugas, será mensual, considerando a toda la Red de Distribución como de categoría 4 y las fugas de gas natural detectadas a través de este Plan de monitoreo, serán clasificadas de intervención urgente o de grado 1, fugas de intervención programada o grado 2, mientras que las de grado tres serán fugas consideradas como de vigilancia programada, esto en cumplimiento del apéndice III de la NOM-003-SECRE-2011.

El Plan de monitoreo de red, se realizará de acuerdo con la Planificación de mantenimiento de activos (ANX-03) correspondiente a la Zona de Distribución Bajo.

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Estaciones de regulación y medición distritales (ERMD).

El proyecto considera la implementación de dos estaciones de regulación y medición distritales City Gate Irapuato y City Gate Apolo en el área de influencia del proyecto en el municipio de Irapuato. Ambas estaciones están diseñadas para hacer los cambios de presión de la Red de Distribución de gas natural a la del sector que estas abastecerán, respectivamente. Las especificaciones de mantenimiento a los elementos integrantes de estas ERMD, se asientan en el procedimiento interno PE.2074.MX-MN. (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (ANX-03).

Los objetivos del mantenimiento realizado a las ERMD, es el siguiente:

Visita de inspección (vigilancia). Se realiza para garantizar que el funcionamiento y estado general de la ERMD está dentro de los límites de explotación, seguridad y mantenimiento aceptables.

Visita exhaustiva (revisión). En la visita exhaustiva, se corrobora el correcto funcionamiento de los elementos de regulación, maniobra, control y dispositivos de seguridad, así como limpieza de filtros, control de fugas, etcétera. Si en consecuencia de esta visita se hace el hallazgo de situaciones que requieran de actuación inmediata, se realizará a brevedad el mantenimiento correctivo correspondiente.

Visita de conservación. En esta visita se realiza el mantenimiento integral del equipo a efectos de garantizar su funcionamiento seguro e ininterrumpido, incluyéndose cuando se requiera, actividades de pintura, limpieza, adecuación de recintos y mantenimiento de instalaciones eléctricas, según corresponda.

El mantenimiento a las ERMD consideradas en el proyecto de la Promovente, se realizará de acuerdo con la Planificación de mantenimiento de activos (ANX-03) correspondiente a la Zona de Distribución Bajío.

Protección catódica.

Para prolongar la vida útil de la tubería de acero que integra la Red de Distribución de gas natural, se hará la instalación de un Sistema de Protección Catódica de acuerdo a las especificaciones de la NOM-003-SECRE-2011. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos y en el procedimiento PE.2074.MX-MN. (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (ANX-03), de la Promovente se agrupan las operaciones de mantenimiento preventivo y control como:

Verificación funcional (vigilancia). Esta vigilancia, se realiza para comprobar y garantizar el correcto funcionamiento y conservación de los elementos activos de protección (estación de protección catódica - EPC y drenaje de corriente de retorno - DCR), así como el control del potencial en las TP y que estos se encuentren dentro de los límites de explotación y mantenimiento previstos.

Inspección funcional (revisión). La inspección funcional del Sistema de Protección Catódica consiste en la determinación de la eficacia de la protección catódica y la descripción de las acciones correctoras pertinentes, cuando proceda, las mediciones se realizarán sobre los elementos activos de protección (EPC y DCR), así como el control de todas las Tomas de Potencial (TP) independientemente de su categoría.

Conservación. Las actividades de conservación al Sistema de Protección Catódica, se realizan para asegurar el funcionamiento y servicio continuo e ininterrumpido de los elementos y equipos que integran al Sistema, así como verificar su estado general de conservación.

Las operaciones de mantenimiento a realizarse sobre el Sistema de Protección Catódica, se realizarán de acuerdo con la Planificación de mantenimiento de activos (ANX-03) correspondiente a la Zona de Distribución Bajo.

Válvulas.

Para el mantenimiento de las válvulas instaladas a lo largo de la Red de Distribución de gas natural, el PE.2074.MX-MN. (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (ANX-03) considera el objetivo de garantizar la accesibilidad y el buen funcionamiento en el momento en el que estas requieran ser actuadas. En seguimiento del objetivo planteado, se determina la realización de las dos operaciones de mantenimiento siguientes:

Vigilancia de válvulas. Por medio de la realización de esta vigilancia, se asegura la accesibilidad de las válvulas y comprobar que no existe presencia de gas en el registro en el que estas se albergan.

Conservación de válvulas. En estas actividades se comprueba la limpieza y condiciones de registros, comprobación del estado de conservación y la maniobrabilidad de las válvulas.

Las operaciones de mantenimiento a realizarse sobre las válvulas del Sistema de Distribución de gas natural, se realizarán de acuerdo con la Planificación de mantenimiento de activos (ANX-03) correspondiente a la Zona de Distribución Bajo.

Odorización.

El gas natural por sí mismo, es un gas inodoro e incoloro, motivos por los que las distribuidoras de gas natural, con el propósito de auxiliar al público en la detección y el reconocimiento de la presencia de gas, le inyectan al gas un odorante con el objetivo de hacer evidente su presencia por medio de un olor característico. Para asegurarse que el sistema de inyección funciona correctamente y que la concentración del odorante inyectado al gas natural es la adecuada, el procedimiento de la Promovente, denominado como PE.2074.MX-MN. (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (ANX-03), contempla las siguientes operaciones de mantenimiento:

Vigilancia tipo A. Esta vigilancia tiene por objeto comprobar el correcto funcionamiento y dosificación de los equipos de odorización, verificando como mínimo el nivel del depósito del odorante y la comprobación del gasto de odorizante gastado desde visita anterior.

Vigilancia tipo B. Vigilancia con respecto a que el odorante se distribuya adecuadamente y dentro de los valores y parámetros permitidos por toda la red, para lo que se han establecido puntos de tomas de muestras situadas en puntos estratégicos de cada red.

Las operaciones de mantenimiento a realizarse sobre Sistema de Odorización, se realizarán de acuerdo con la Planificación de mantenimiento de activos (ANX-03) correspondiente a la Zona de Distribución Bajío.

Planificación de mantenimiento de activos.

La Promovente realiza las operaciones de mantenimiento descritas en su procedimiento PE.2074.MX-MN. (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares, de acuerdo al cronograma de actividades establecida en el documento denominado como Planificación de mantenimiento de activos (ANX-03) correspondiente a la Zona de Distribución Bajío.

Pruebas Conjuntas de Resistencia y Hermeticidad.

La Red de Distribución de gas natural recién instalada en sitio, se someterá a pruebas conjuntas de resistencia y hermeticidad de forma previa a su puesta en servicio o entrada en operación, con el objetivo de corroborar que los tramos de tubería y accesorios que

integran la Red de Distribución, están completamente herméticos y no cuentan con fugas en el sistema. La aplicación de estas pruebas de resistencia mecánica y hermeticidad, se realizarán para:

Nuevas canalizaciones (red y acometidas).

Nuevas acometidas sobre red existente.

Renovación de canalización existente (tramos de red y acometidas).

Estas pruebas de resistencia y hermeticidad se realizan de acuerdo con los lineamientos de la NOM-003-SECRE-2011 y a los procedimientos internos de la Promovente PE.02911.MX. (NT-909-MEX) Pruebas en redes y acometidas de APA, APB, MPC – Pruebas de presión, purgado y puesta en servicio de tuberías de acero, para los tramos de la Red de Distribución contruidos en tubería de acero y por su parte, los tramos de Red de Distribución contruidos en tubería de polietileno será probados según especificaciones del procedimiento PE.02896.MEX. (NT-135a-GNM) Procedimiento de la realización de la pruebas de hermeticidad, del purgado y de la puesta en servicio de canalizaciones de polietileno con presión máxima de operación entre 4 y 7 bar, o bien del PE.02897.MX (NT-135-MEX) Procedimiento de realización de la prueba conjunta de resistencia y hermeticidad, del purgado y de la puesta en servicio de canalizaciones con presión máxima de operación hasta 4 bar.

Los fluidos de prueba empleados siempre serán aire o gas inerte, siempre intentando evitar la utilización de agua en estas pruebas pero, en caso de que se tenga que emplear esta como fluido de prueba, esta será clara, sin sólidos suspendidos. Asimismo, se tomarán las medidas necesarias para la evacuación de forma adecuada del agua después de la prueba y previa descarga, se deberá comprobar que esta esté limpia y libre de contaminantes.

Todas las pruebas de resistencia mecánica y hermeticidad son avaladas por Unidades de Verificación acreditadas por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

El examen radiográfico a soldaduras de tubería de acero, se realiza de acuerdo al método operativo ASME BPVC Sección 5, Artículo 2, para evaluar la calidad de las soldaduras realizadas a las tuberías y/o identificar discontinuidades en el material ya sea para redes u acometidas de acero y considerando los siguientes criterios de rechazo a todas las radiografías que presenten:

Indicaciones de grietas.

Faltas de fusión con una longitud mayor de 12 mm. en cualquier zona de 100 mm. de longitud de soldadura.

Faltas de penetración de cualquier longitud.

Descolgadas.

Sopladuras en la raíz.

Inclusiones alargadas de escoria.

Inclusiones de escoria aisladas.

Acumulación de inclusiones de escoria.

Poros.

Mordeduras.

Acumulación de discontinuidades.

Acceso al sitio de instalación del proyecto.

El ingreso y egreso de personal, materiales, maquinaria y equipo a las áreas de instalación del proyecto, se hará a través las vías de acceso y vialidades existentes en las zonas urbanas y suburbanas.

Prevención de impactos visuales.

Con el objetivo de la prevención de impactos visuales por la generación de residuos sólidos urbanos en los frentes de trabajo para la construcción del Sistema de Distribución de gas natural, en estos frentes se dispondrán contenedores con tapa para su acopio y segregación, registrándose estos en el formato correspondiente del procedimiento PE.02923.MX (PGM-083-MEX) Control ambiental de obras de construcción de redes de distribución (ANX-03) y estos residuos, posteriormente serán entregados al Servicio de Limpia Municipal.

Los impactos visuales derivados de la acumulación de materiales producto de excavación y escombros en el entorno de los frentes de trabajo, serán prevenidos a través de la realización periódica de limpieza gruesa durante el estadio del personal en el sitio de instalación del proyecto.

Mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo.

La Promovente, con el claro propósito de mantener la emisión de gases de combustión de los vehículos de combustión interna, maquinaria y equipo a gasolina o diesel empleados en el desarrollo del proyecto dentro de los límites máximos permisibles establecidos en

las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, según corresponda, provee mantenimiento preventivo a estos vehículos, maquinaria y equipos para que estos estén en un estado óptimo de funcionamiento y la emisión de gases producto de combustión siempre esté dentro de los límites antes mencionados.

El mantenimiento mayor a los vehículos y maquinaria empleada en los frentes de trabajo, siempre se realizará en talleres y nunca en los frentes de trabajo o en el sitio en el que se estén realizando actividades de mantenimiento preventivo o correctivo. Lo anterior, para evitar la generación de derrames de cualquier tipo de sustancia o residuo de naturaleza peligrosa o no peligrosa.

Gestión de Residuos.

La gestión de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial que se generen tanto en frentes de trabajo de construcción, como en actividades de mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural, serán gestionados de acuerdo con las especificaciones del procedimiento PE.02921.MX (PGM-081-MEX) Gestión de residuos (**ANX-03**).

Para el acopio de residuos en los frentes de trabajo de construcción, se dispondrá de una batería de contenedores con tapa e identificados para su depósito y de acuerdo al código de colores para la segregación de los mismos en función de su naturaleza orgánica, inorgánica, de manejo especial o peligroso, según aplique. Estos residuos, serán responsabilidad de la empresa colaboradora de la Promovente.

Los residuos peligrosos generados en operaciones de mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural, son responsabilidad de la Promovente y estos serán segregados y etiquetados de acuerdo a los lineamientos del PE.02921.MX (PGM-081-MEX). El resguardo de los residuos peligrosos generados y captados en los frentes de trabajo y/o en operaciones de mantenimiento, será resguardado en el almacén temporal de residuos peligrosos que la Promovente designe para la Zona Geográfica de Distribución de gas natural.

Las características del Almacén Temporal de Residuos Peligrosos, son de acuerdo a las especificaciones del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y el mantenimiento a esta instalación se hará de forma anual.

En caso de presentarse algún evento de derrame ya sea de residuos peligrosos o de sustancias químicas peligrosas o no peligrosas, las tierras que resulten agraviadas y los residuos producto del control del derrame, serán tratados de acuerdo al PE.02922.MX (PGM-082-MEX) y al PE.02921.MX (PGM-081-MEX), respectivamente.

Servicios de gestores ambientales para disposición de residuos.

La Promovente realizará la gestión de los residuos generados en los frentes de construcción, así como los resultantes de la operación y mantenimiento del Sistema de Distribución de acuerdo a los lineamientos del procedimiento de su SIGMA denominado como PE.02921.MX (PGM-081-MEX) Gestión de residuos (ANX-03) y de acuerdo con las especificaciones del procedimiento, la disposición final de los residuos se hará como sigue:

Los residuos sólidos urbanos serán entregados al Servicio de Limpia Municipal y posteriormente, serán ubicados en los sitios dispuestos y autorizados por el Municipio para su acopio y disposición final.

Los residuos de manejo especial de acuerdo con sus características particulares, serán dispuestos por medio de empresas que cuenten con la capacidad de prolongar la vida útil de estos residuos, ya sea por medio de su reincorporación como insumo a otro proceso productivo (reutilización) o por medio de su transformación y posterior incorporación a algún proceso productivo que pueda emplearlo. En el caso de los residuos de construcción, como son escombros y materiales producto de excavación, serán depositados en los sitios dispuestos y autorizados por el Municipio para su acopio y disposición final.

Los residuos peligrosos serán gestionados a través de autotransportistas autorizados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), mientras que el acopio se hará en centros autorizados por la DGGIMAR de la SEMARNAT.

Un dato importante a mencionar con respecto a la cesión de los residuos peligrosos de la Promovente, es que esta no realiza la cesión de residuos peligrosos sin que la compañía que presta el servicio de transporte, presente el Manifiesto de entrega, transporte y recepción de los residuos y registro documental de la aceptación de los mismos por parte la empresa destino de los residuos.

Hallazgos de tierras contaminadas.

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

En caso de que durante la preparación del sitio, construcción, mantenimiento o atención a emergencias del Sistema de Distribución de gas natural, se den hallazgos de tierra contaminada con sustancias peligrosas, no peligrosas o bien, residuos peligrosos, se aplicarán los lineamientos del procedimiento PE.02923.MX. (PGM-083-MEX) Control ambiental de obras de construcción de redes de distribución (ANX-03).

La tierra contaminada relacionada con el hallazgo durante la construcción o mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural, se someterán a las pruebas del anexo A del PE.02923.MX. (PGM-083-MEX) y en caso de que se declaren contaminadas después de la aplicación de las mismas, la Promovente dará aviso a brevedad a la SEMARNAT y a la PROFEPA, a efectos de que se determine lo conducente.

Si el suelo del área en la que se está construyendo o reparando el Sistema de Distribución de gas natural resulta contaminado por actividades propias del proyecto además de la notificación correspondiente a la autoridad, la responsabilidad primaria de la gestión del suelo contaminado será de la Promovente o de la empresa colaboradora que haya causado el daño. En adición a lo anterior, el personal de la Promovente, se encargará de tomar las medidas de precaución apropiadas para que los contaminantes no afecten los trabajos de construcción que esté realizando.

Gestión de Derrames.

El control de derrames, ya sea de Residuos Peligrosos o de sustancias químicas peligrosas o no peligrosas tanto en obra como en actividades de mantenimiento, se realizará de acuerdo a las especificaciones del PE.02922.MX (PGM-082-MEX) Control de Derrames (ANX-03).

Este procedimiento de gestión de derrames, considera:

Identificación clara y visible del contenido de los recipientes (para sustancias) y contenedores (para residuos).

Ubicación y conocimiento de las Hojas de Seguridad de las sustancias que se emplearán, en el sitio de instalación.

Manipulación adecuada de recipientes o contenedores.

Los químicos, deben de situarse en recipientes que ayuden a mantener la vida útil de las mismas.

Los contenedores para residuos peligrosos, deben evitar que se manifiesten las características de peligrosidad de los residuos que allí se depositarán.

Verificación regular del estado de los recipientes o contenedores.

Empleo de los medio adecuados de trasvase de las sustancias.

Empleo del Equipo de Protección Personal adecuado para la manipulación de las sustancias o residuos, en caso de que sea necesario el trasvasado de las mismas o el desplazamiento de recipientes o contenedores.

El almacenamiento temporal de sustancias o residuos en obra, deberá ser en lugares bien ventilados, lejos de cualquier fuente de ignición o agente físico que pueda perjudicar el estado de los contenedores o recipientes.

En el sitio en el que se manipulen estos, se deberá contar con agentes absorbentes para poder realizar el control de derrames en caso de que se presenten.

En el sitio en el que se manipulen o almacenen productos químicos o residuos peligrosos, se deberá contar con los medios adecuados de extinción de fuego.

En caso de que se presente un evento de derrame, la actuación de forma general será:

Avisar del evento al responsable del frente de trabajo de la Promovente.

Delimitar el área del derrame con agentes absorbentes para evitar que este siga dispersándose y ocupe un mayor espacio.

Recoger los residuos resultantes del control del derrame y gestionarlos como residuos peligrosos.

Descontaminación del sitio donde se presentó el derrame.

Fauna y flora.

En caso de que en el área de influencia del proyecto se encuentre la presencia de organismos animales o vegetales que estén contempladas como especies en riesgo, de acuerdo a las especificaciones 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, se buscarán las alternativas necesarias para evitar perturbar a los organismos y su hábitat.

Es importante aclarar que absolutamente todos los trabajos de construcción e instalación del Sistema de Distribución de gas natural y posteriormente, los de mantenimiento se realizan en zonas urbanas y suburbanas, previamente impactadas.

Sanitarios portátiles.

En caso de que la magnitud y lapso de la obra lo amerite, se hará la instalación de sanitarios portátiles en los frentes de trabajo, considerando tenerlos en cantidad suficiente para dar servicio a los empleados de la Promovente y de sus empresas colaboradoras, según el procedimiento PE.02923.MX. (PGM-083-MEX) Control ambiental de obras de construcción de redes de distribución (ANX-03). Por su parte, el mantenimiento y disposición de los residuos de los sanitarios portátiles será provisto por el proveedor que presta este servicio.

Señalización en frentes de trabajo, red e instalaciones auxiliares.

Las obras o frentes de trabajo de la Promovente, serán identificados por medio de un cartel localizado en un elemento de señalización al menos en el frente y fondo de la obra, siguiendo el modelo del anexo M, del procedimiento PE.03724.MX-CN. (NT-131-MEX) Obra civil para redes y Acometidas de servicio con presión de operación hasta 4 Bar.

En todo frente de trabajo se instalará señalización preventiva y/o de seguridad sobre las vías de acceso o vialidades, que advierta de las actividades que se están realizando a automovilistas y peatones que circulen en las zonas aledañas al sitio de construcción. La señalización, se localizará de acuerdo al procedimiento PE.02631.MX-CN. (NT-132-GNM) Señalización de obras en vía pública (ANX-03). Si no es posible terminar con los trabajos durante la jornada de trabajo y la zanja o áreas en las que se dará la reposición de pavimento se quedarán descubiertas, se instalará señalización de acuerdo al procedimiento PE.02631.MX-CN. (NT-132-GNM) y se localizarán protecciones contra caídas para evitar cualquier daño a terceros que circule en las áreas aledañas a la de instalación del proyecto.

Por su parte, en toda actividad de mantenimiento que se desarrolle sobre ejes viales o vías de acceso, se instalará señalización preventiva y/o de seguridad, que advierta de las actividades que se están realizando a automovilistas y peatones que circulen en las zonas

aledañas también de acuerdo a las especificaciones del procedimiento PE.02631.MX-CN. (NT-132-GNM).

La señalización de la Red de Distribución de gas natural construida en tubería de acero, se realizará de acuerdo al procedimiento PE.02912.MX-CN. (NT-915-GNM). Criterios de instalación de hitos de señalización en sistemas de distribución y transporte de gas natural (ANX-03), mientras que para las redes que se realicen en tubería de polietileno, se seguirán las especificaciones del procedimiento PE.03724.MX (NT-131-GNM) Obra civil para redes y acometidas de servicio con presión de operación de hasta 4 Bar.

En las Instalaciones Auxiliares de la red de Distribución de gas natural, se instalará señalización informativa, preventiva y/o de seguridad indicando las precauciones que se deben adoptar en los recintos, ya sea por concepto de utilización de algún Equipo de Protección Personal, no utilización de flama abierta, ubicación de extintores, de acuerdo con las especificaciones de la NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. En adición a lo anterior, la señalización de las tuberías superficiales en las instalaciones auxiliares que conducen gas natural se identificará de acuerdo con lo establecido en la NOM-026-STPS-2008.

Medidas preventivas y de mitigación específicas.

Generación de Residuos Peligrosos Sólidos y líquidos

Los residuos peligrosos sólidos y líquidos que resulten de las actividades de mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural de la Promovente, serán gestionados de acuerdo al procedimiento PE.02921.MX (PGM-081-MEX) Gestión de residuos.

Los residuos peligrosos serán segregados de acuerdo al código de colores para segregación propuesto para los residuos de esta naturaleza en el procedimiento, por lo que estos serán depositados en contenedores metálicos de 200 L, de color rojo para los sólidos y negro para los líquidos. Los contenedores para residuos peligrosos sólidos contarán con tapa y arillo metálico, mientras que los de los líquidos tendrán tapón que permita el fácil trasvasado de los residuos al contenedor, de esta manera se proveerá un cierre hermético de los contenedores.

Los contenedores de residuos peligrosos, serán etiquetados con la siguiente información:

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

Nombre del residuo, previa clasificación.

Código del residuo.

Fecha de inicio de almacenaje en el contenedor.

Fecha de entrega al gestor para transporte y disposición final.

Nombre, domicilio y teléfono del generador.

Nombre, domicilio y teléfono del gestor.

Para el almacenamiento de los residuos peligrosos generados en actividades de mantenimiento al Sistema de Distribución de gas natural, la Promovente dispondrá de un Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP), teniendo en consideración al momento de su construcción las especificaciones del Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (RLGPyGIR). El almacenamiento temporal de residuos peligrosos captados y envasados dentro del ATRP nunca se hará por un lapso mayor a 6 meses, según lo establecido en el Artículo 84 del RLGPyGIR.

El transporte de los residuos peligrosos desde el ATRP de la Promovente a los centros de acopio en donde se hará el tratamiento o disposición final de estos residuos, se hará por medio de Autotransportistas autorizados por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) y la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como el tratamiento o disposición final se verá que se realice en centros de acopio autorizados por la DGGIMAR de la SEMARNAT. La Promovente corroborará que tanto autotransportistas como los centros de acopio empleados para el transporte, tratamiento y/o disposición final cuenten con autorizaciones vigentes para la prestación de estos servicios.

Emisiones de Metano

Las medidas para la prevención de las emisiones furtivas y fortuitas de metano a la atmósfera desde el Sistema de Distribución de gas natural, se particularizan por medio de la ejecución de diversas actividades de mantenimiento sobre del Sistema de Distribución y sus elementos integrantes, por tanto la aplicación del procedimiento PE.2074.MX-MN (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares ANX-03) y su ejecución en los tiempos establecidos en la Planificación de mantenimiento de activos es muy importante.

Las medidas prioritarias por parte de la Promovente para evitar la emisión de metano desde el Sistema en turno, contenidas en el procedimiento PE.2074.MX-MN (NT-200-MEX p.4), son el Plan de mantenimiento de la red de distribución y el Plan de monitoreo de red (control de estanquidad), siempre teniendo en cuenta que a través de estos dos planes se obtiene información relacionada a:

Las condiciones superficiales de la trayectoria dispuesta de los ductos e instalaciones auxiliares a la Red de Distribución, así como la identificación de actividades ajenas que pudieran afectarles u otros factores que pudieran incidir negativamente en su seguridad.

La detección, localización y clasificación de fugas en la Red de Distribución y en los registros de válvulas, según corresponda.

El resultado de la Promovente al tener la información listada, es estar en posibilidad de atender de forma inmediata o programada, respectivamente, las reparaciones requeridas en la Red de Distribución de gas natural o en los registros de válvulas para detener las emisiones de metano a la atmósfera por concepto de fugas en el Sistema de Distribución.

Emisión de Metano por Daño a Red de Distribución de Gas Natural Causado por Terceros

Como medida preventiva de los daños que puedan generar terceros a la Red de Distribución de gas natural de la Promovente, se realizan recorridos continuos del personal de Promovente sobre el trazo de la Red, con el objetivo de detectar obras públicas o de terceras empresas y con ello prevenir daños sobre la instalación propia por desconocimiento de la existencia de la misma.

De forma complementaria, la Promovente cuenta con un Centro Coordinador de Atención a Urgencias (CCAU) en el cual los clientes, no clientes u autoridades pueden llamar para reportar el daño de terceros con objeto de que se pueda tener acción sobre las fugas provocadas por agentes externos a la operación de la Red. El CCAU se describe en el PE.02899.MX. (NT-500-MEX) Plan de emergencia para la distribución de gas natural (ANX-03).

Otra de las medidas implementadas por la Promovente, es la aplicación de su procedimiento PE.02639.MX. (GP-5071-MEX) Programa de prevención de daños (ANX-03), que tiene el objetivo de prevenir daños en la infraestructura de los servicios de distribución de gas natural en función de:

La vigilancia de la Red de Distribución de gas natural.

La entrega a solicitud de los ejecutores de obras, de planos de las tuberías o instalaciones subterráneas existentes en el área de influencia del proyecto.

Puesta en conocimiento de Organismos Públicos y Empresas que desarrollan movimientos de suelos, de las instrucciones y recomendaciones elaboradas al efecto.

Emisión de Gases de Combustión por Incendio en Red de Distribución

La emisión de gases de combustión de la Red de Distribución de gas natural, se presenta como derivado de la generación de una fuga de gas natural provocada por terceros o por una fuga detectada en el monitoreo de la Red que no se atendió de forma adecuada, y en el área de influencia de la fuga, no hay control de las probables fuentes de ignición que al interactuar con el gas natural se generará fuego y con ello, los gases derivados de la combustión de este material o de otros que puedan resultar afectados como consecuencia de la generación de un incendio relacionado con gas natural.

Para mitigar estas emisiones de gases de combustión, resultado de la existencia de una incidencia relacionada con gas natural, se aplicarán las especificaciones de atención a emergencias incluidas dentro del procedimiento PE.02899.MX. (NT-500-MEX) Plan de emergencia para la distribución de gas natural (ANX-03), así como las del PE.02622.MX. (GP-5004-MEX) Actuación en avisos de incendio o explosión (ANX-03), en vista de que al tenerse control y resolución de la incidencia relacionada con gas natural, la combustión de gas natural será controlada y con ello cesará la emisión de estos gases producto de su combustión.

Emisión de Gases de Motores de Combustión Interna

De igual forma que para las emisiones de gases de combustión interna en las Obras de construcción para la Red de Distribución, GNM se apega al cumplimiento de la NOM-041-SEMARNAT-2003 y sus límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes derivados de la combustión del uso de vehículos y/o maquinaria que funciona con motor a gasolina, por medio de la aplicación periódica de mantenimiento a las unidades. En adición a lo anterior, se hace mucho énfasis en que en el momento que las unidades deban ser reemplazadas, estas deberán sustituirse por las que tengan la mejor oferta en cuanto a eficiencia con respecto a la utilización de combustible y menor generación de productos de combustión al estar siendo utilizada.

Como medida complementaria, la Promovente verá que sus empresas colaboradoras para el mantenimiento de las Redes de Distribución, den mantenimiento de forma periódica a sus vehículos y que como mínimo, se mantengan de acuerdo a los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2003.

Derrame de sustancias químicas y/o residuos peligrosos en actividades de mantenimiento

Las especificaciones que se seguirán para disminuir la probabilidad del derrame de sustancias químicas peligrosas, no peligrosas o residuos peligrosos en las actividades de mantenimiento a las Redes de Distribución, serán de acuerdo al PE.02922.MX (PGM-082-MEX) Control de Derrames (ANX-03) y al PE.02923.MX. (PGM-083-MEX) Control ambiental de obras de construcción de redes de distribución (ANX-03).

En vista de la prevención de la posible ocurrencia de estos eventos fortuitos de derrame, se realizará una identificación clara del producto, se contará con las hojas de seguridad (mismas que deberán ser del conocimiento del personal que trabaje con ellas), la manipulación será de acuerdo a las indicaciones del procedimiento: se contará con los medios de contención de derrames adecuados y los materiales que resulten de la contención de derrames serán dispuestos como residuos peligrosos, según lineamientos del procedimiento PE.02921.MX (PGM-081-MEX) Gestión de residuos (ANX-03).

Para los Impactos Ambientales menos significativos también se adoptarán medidas de mitigación que a continuación se describen:

Generación de ruido por fugas ocasionadas por terceros y desfogues hechos por GNM.

En prevención de la contaminación por generada por ruido, derivado de fugas causadas por daños de terceros a la Red de Distribución, se siguen los lineamientos de la vigilancia tipo A del Plan de Mantenimiento de Redes de Distribución del procedimiento PE.2074.MX-MN (NT-200-MEX p.4) Mantenimiento de redes e instalaciones auxiliares (ANX-03), con el objetivo de la oportuna detección de terceros que estén realizando obras que puedan ser un riesgo potencial a corto plazo para la Red de Distribución, antes de que se causen daños a la instalación de la Promovente.

Con respecto al ruido que se genera del desfogue de las instalaciones auxiliares, se realiza la medición de ruido a nivel interno en estas instalaciones para tener datos comparables con los límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT-1994. En caso de que los niveles del ruido generado estén dentro de los límites establecidos en la Norma Oficial Mexicana, se corroborarán con la aplicación del análisis de ruido perimetral

ejecutado por un tercer acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). De resultar que los niveles del ruido generado, están sobre los límites que indica la norma, se aplicarán las recomendaciones generadas por el consultor en orden para la disminución del ruido que se genera en la instalación.

Control ambiental en obras de construcción de redes de distribución

El procedimiento puntual con el que dispone la Promovente para corroborar que las medidas preventivas y de mitigación en sitio están siendo aplicadas, es el procedimiento denominado como PE.02923.MEX. (PGM-083-MEX) Control ambiental de obras de construcción de redes de distribución (ANX-03).

A través de la generación de registros, derivados de la aplicación de las listas de verificación de aspectos ambientales a las actividades de construcción y de operación y mantenimiento, la Promovente da seguimiento a:

Emisiones de gases de combustión por utilización de vehículos, maquinaria y equipos de combustión interna.

Utilización y descarga de agua empleada en pruebas de hermeticidad.

Gestión de materiales producto de excavación y de tierras contaminadas en caso de encontrarse.

Manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas y no peligrosas, además de la generación de derrames (en caso de su ocurrencia).

Adecuada gestión de residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial.

Generación de ruido.

Impactos visuales.

Presencia de fauna o cobertura de flora silvestre.

Auditorías internas y de seguimiento del sistema de gestión medio ambiental

Una de las herramientas generales a emplearse por parte la Promovente para el seguimiento a las medidas preventivas y de mitigación propuestas en este documento en materia medio ambiental, es la ejecución de auditorías internas y de seguimiento de certificación, estas últimas ejecutadas por parte de la casa certificadora del Sistema de gestión medio ambiental (SIGMA) de la Promovente basado en la norma internacional UNE-EN ISO 14001.2004, dado que a través de estos ejercicios de auditoría, se examina

el cumplimiento de los Requisitos Legales Aplicables a las operaciones de distribución de gas natural de la Promovente, también la adecuada aplicación de los procedimientos medio ambientales propios del SIGMA a las operaciones de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural.

Tanto las auditorías internas de la Promovente, como las de tercera aparte para seguimiento de la certificación del SIGMA, se llevan a cabo de forma anual e involucran todo el protocolo requerido para la realización de ejercicios de evaluación de esta naturaleza, como son:

Programas de auditoría.

Revisión de Requisitos Legales Aplicables actualizados.

Revisión documental de procedimientos.

Revisión de registros de aplicación de documentos.

Revisión de aplicación de procedimientos y generación de registros del SIGMA en obras de construcción y en actividades de mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural.

Sesiones de seguimiento de hallazgos identificados día a día.

Reporte final de auditoría.

Plan de acción a hallazgos realizados durante la auditoría.

Seguimiento de actividades del plan de acción resultante de la auditoría.

Dictamen de verificación de operación, mantenimiento y seguridad.

Para el seguimiento de las medidas preventivas y de mitigación relacionadas con las actividades de operación y mantenimiento del Sistema de Distribución de gas natural, a partir del primer año de operación del Sistema, la Promovente se someterá a una auditoría anual de operación, mantenimiento y seguridad para dictaminar el cumplimiento de estos aspectos de acuerdo a las especificaciones de la NOM-003-SECRE-2011. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

La auditoría anual de operación, mantenimiento y seguridad, es realizada a través de una Unidad de Verificación acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), así como aprobada por la Comisión Reguladora de Energía (CRE). El resultado de esta auditoría, es la emisión de un Dictamen de cumplimiento de las especificaciones en materia de operación, mantenimiento y seguridad establecidas en la NOM-003-SECRE-2011.

Estudio de Riesgo del Proyecto "Red de distribución de gas natural en la Ciudad de Irapuato, Estado de Guanajuato".

IV. RESUMEN

IV.1 Señalar las conclusiones del Estudio de Riesgo

Conclusión General

De acuerdo con la información revisada e incluida en los controles operacionales la Promovente, los programas de mantenimiento de activos, su Centro de Control de Atención a Urgencias (CCAU), así como a la planografía de la red presentada para la realización de este Estudio de Riesgo modalidad Ductos Terrestres, se concluye que la red de distribución de gas natural del Municipio de Irapuato, Estado de Guanajuato, no representa riesgos mayores, siempre teniendo en mente que la distribuidora de gas natural cuenta con medidas de seguridad en la operación de distribución ya implantadas y establecidas a nivel interno, a la vez que estas medidas están originadas y basadas en el estricto cumplimiento de la NOM-003-SECRE-2011-Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos, y su cumplimiento en la red, será verificado anualmente a través de una Unidad de Verificación acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación y aprobada por la Comisión Reguladora de Energía.

Conclusiones Particulares

- En la medida en la que se dé seguimiento y cumplimiento estricto a las medidas mínimas de seguridad asentadas en la NOM-003-SECRE-2011, así como en los procedimientos internos de la Promovente, se abatirá considerablemente la ocurrencia de las desviaciones identificadas en el Sistema de Distribución de gas natural y con ello la operación será más confiable en cuanto a seguridad para la población establecida en áreas aledañas a la ubicación propuesta de la red de distribución e instalaciones auxiliares, para sí misma y para las operaciones de otras Organizaciones, sus bienes u otras instalaciones de servicios.
- Con base en las desviaciones que se presentaran con mayor frecuencia en el Sistema de Distribución de gas natural de la Promovente, se determina que estas estarán relacionadas directamente con rupturas parciales pequeñas o medianas de la tubería de acero en la red de distribución de gas natural, derivadas de efectos corrosivos sobre tubería de acero, pero esto puede prevenirse por medio de la instalación de sistemas de protección catódica a la red de tubería y detectarse de forma oportuna de acuerdo a la aplicación oportuna de las

especificaciones de los procedimientos y programas calendarizados de mantenimiento.

- Las causas principales de fuga de gas natural que derivan en eventos riesgosos en la red de distribución de acero y de polietileno, se atribuyen directamente a daños generados por terceros sobre la instalación de la promovente o a malas gestiones de interferencias por esos mismos terceros.
- La Promovente, cuenta con los recursos necesarios para gestionar de forma satisfactoria las situaciones de emergencia derivadas de su propio proceso de distribución o como resultado de daños de terceros sobre la red de distribución.

IV.2 Hacer un Resumen de la Situación General que presenta el Proyecto de Riesgo Ambiental

La red de distribución de gas natural, dada la naturaleza de su forma de instalación en el subsuelo y las protecciones mecánicas que aplicará la Promovente para la estabilidad y resguardo, se considera que la red de distribución estará ubicada en un área en la que se disminuye sobremanera su vulnerabilidad a intemperismos severos, a excepción de los casos en los que la trayectoria de la red, por su diseño, tenga que hacer el cruzamiento o paralelismo de fallas geológicas.

Con respecto a las interacciones de riesgo, no se observaron interacciones de importancia a lo largo de la red, debido a su ubicación y entorno.

Las bases y criterios contemplados para el diseño, operación, mantenimiento y abandono, de la Red de Distribución de gas natural se consideran suficientes para minimizar los riesgos intrínsecos a este tipo de instalaciones.

Para complementar el control de riesgo en la fuente, a través de la aplicación de las bases y criterios y normativa contemplados para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y abandono del Sistema de Distribución de la Promovente, misma que debe implementar todas las medidas técnico-operativas identificadas por este Estudio de Riesgo modalidad Ductos Terrestres.

IV.3 Presentar el Informe Técnico debidamente llenado

El informe técnico se anexa al presente Estudio de Riesgo Ambiental.

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

V.1 Formatos de Presentación

V.1.1 Planos de Localización

En las siguientes imágenes se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la escala nacional, estatal y local.

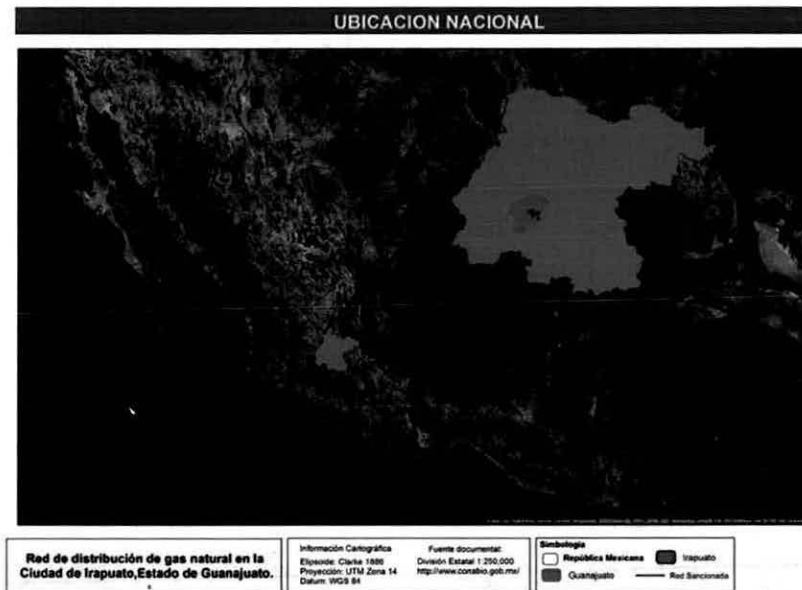


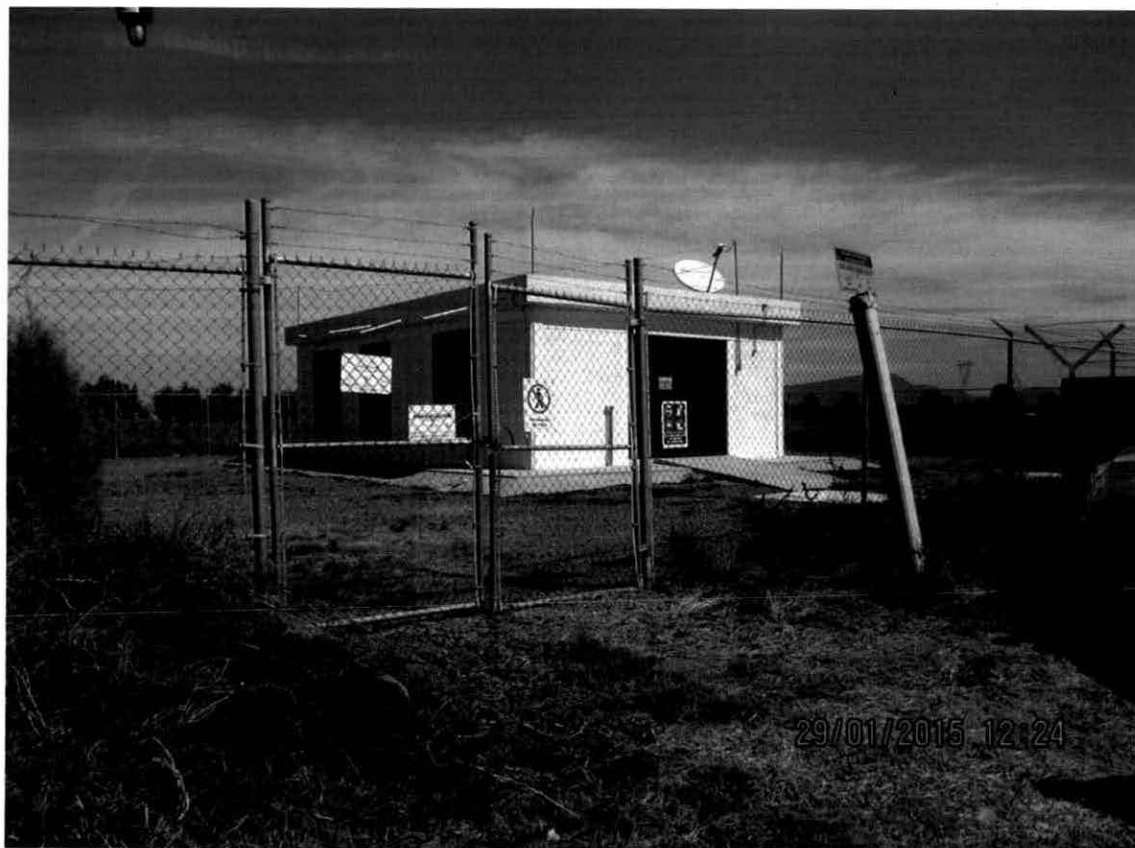
Figura 5. Ubicación geográfica del proyecto en escala Nacional.



Figura 6. Ubicación geográfica del proyecto en escala Estatal y Local.

V.1.2 Fotografías

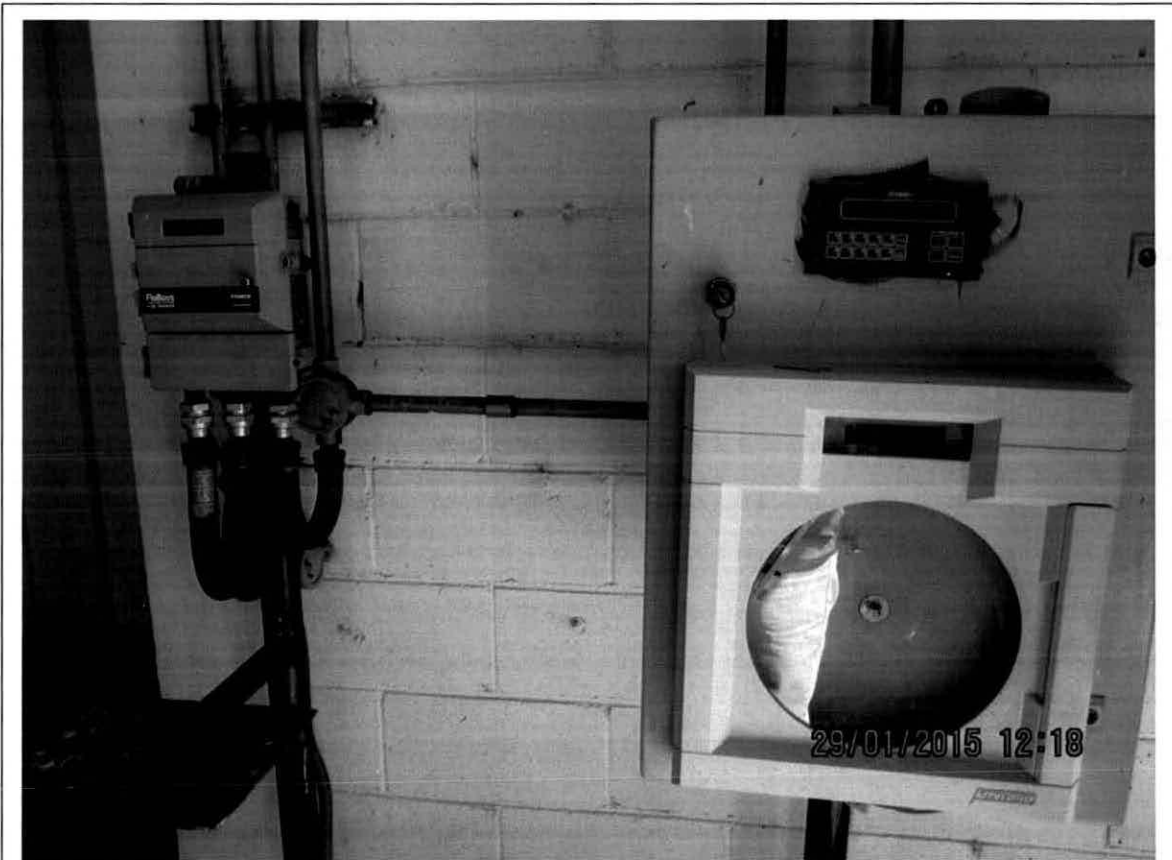
A continuación se presentan las siguientes fotografías de la visita al sitio. En el anexo ANX-10 se encuentran un reporte fotográfico.



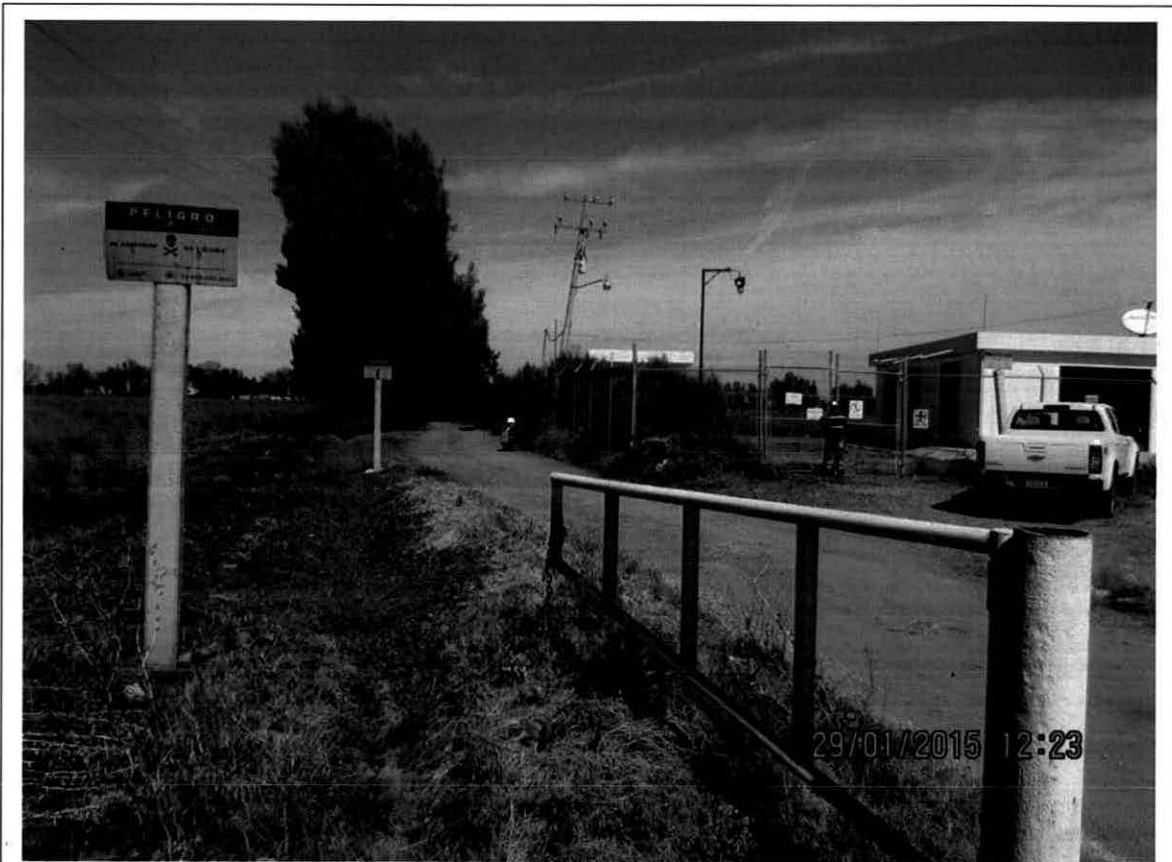
Fotografía No. 1.- City Gate Irapuato. Se encuentra ubicada en una zona despoblada que no cuenta con construcciones habitacionales, comerciales o industriales.



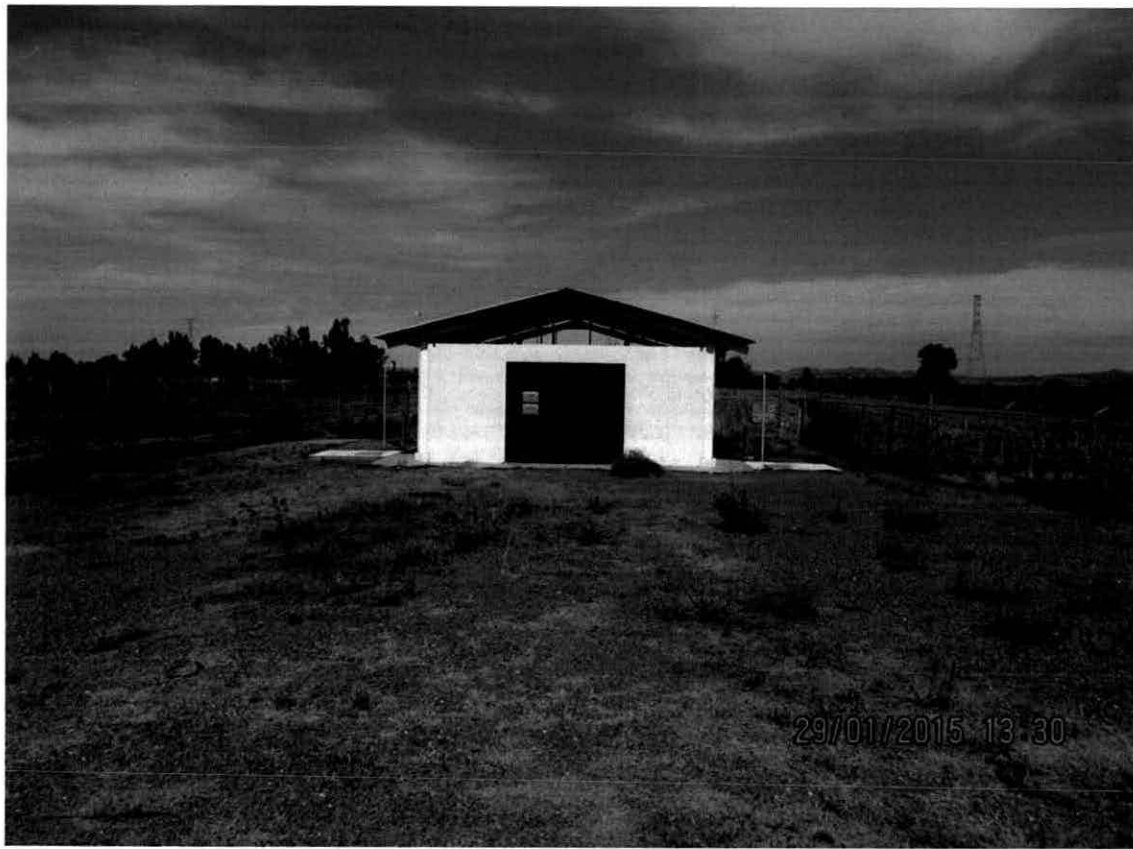
Fotografía No. 2.- Tren de regulación y filtración de la City Gate Irapuato. El tren de filtración está compuesto por filtros coalescedores, y el tren de regulación, está conformado por reguladores pilotados. Adicionalmente se observa que dichos sistema se encuentran conectados al sistema SCADA.



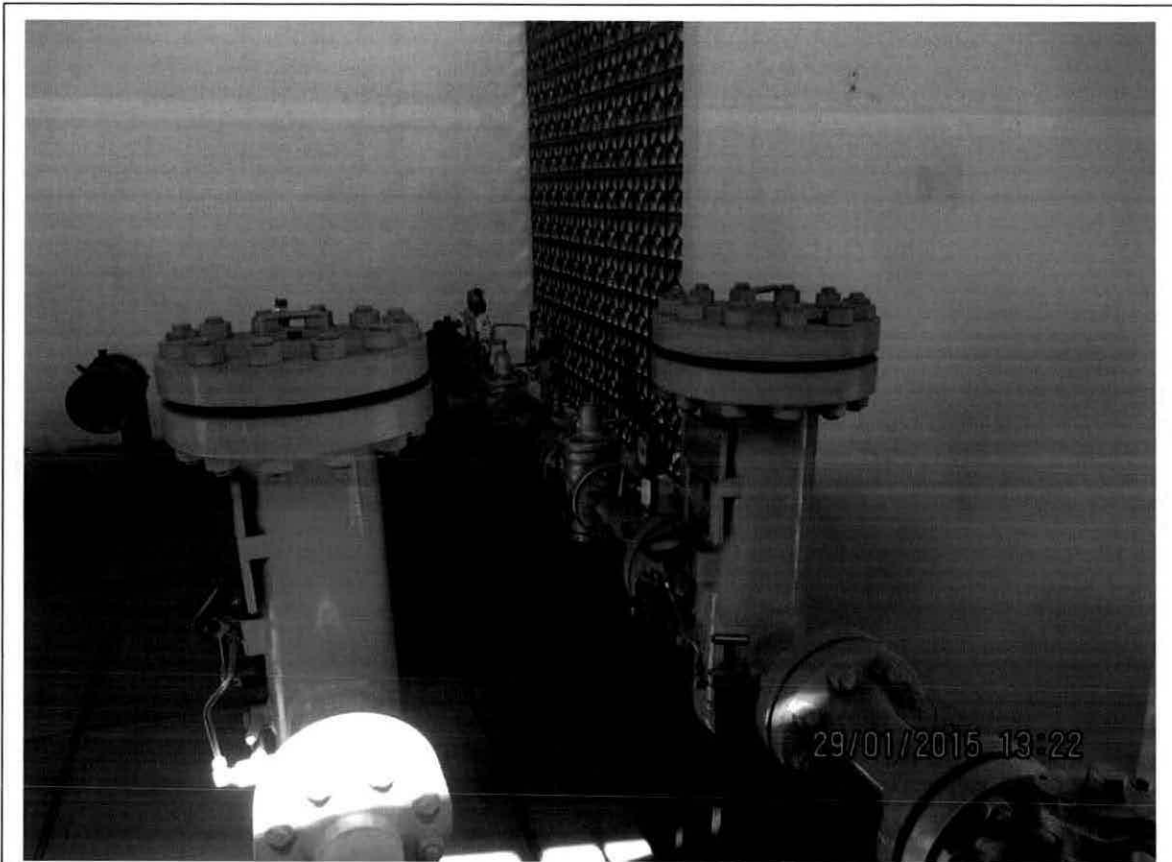
Fotografía No. 3.- Sistema de adquisición de datos de operación de la City Gate Irapuato. A la derecha se observa el sistema de adquisición gráfico a base de papel circular (fuera de operación) y a la izquierda el sistema digital de captura de datos.



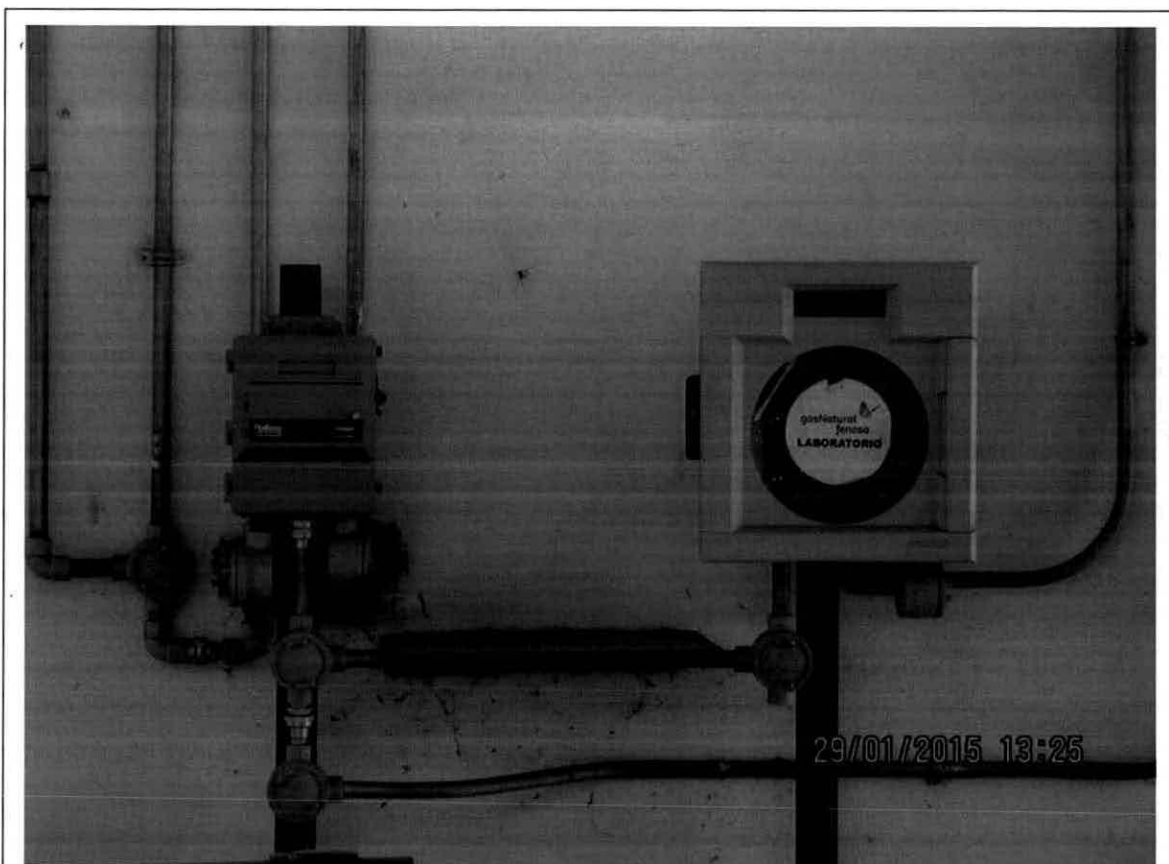
Fotografía No. 4.- Derecho de vía del gasoducto a la salida de la City Gate Irapuato.



Fotografía No. 5.- City Gate Apolo. Se encuentra ubicada en una zona despoblada que no cuenta con construcciones habitacionales, comerciales o industriales.



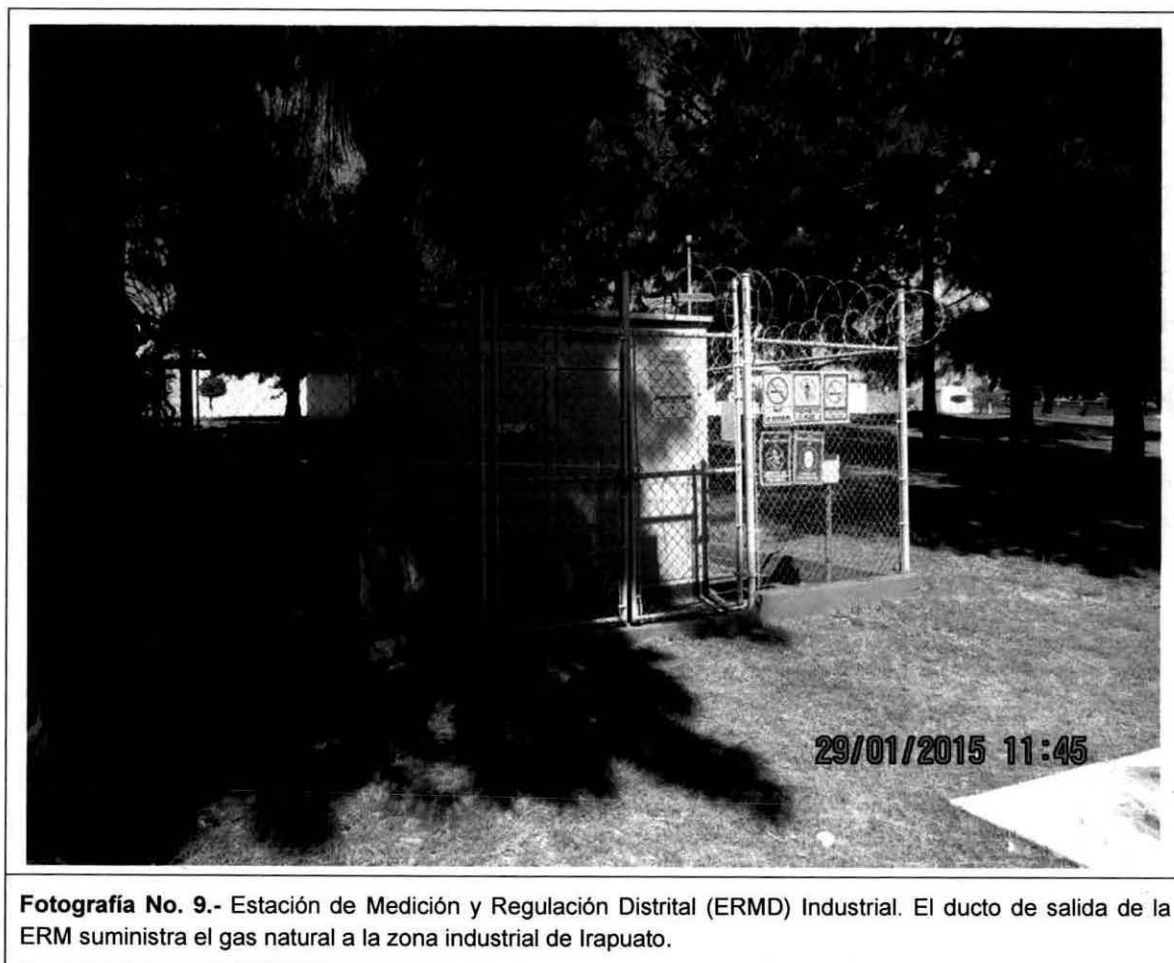
Fotografía No. 6.- Tren de regulación y filtración de la City Gate Apolo. El tren de filtración está compuesto por filtros coalescedores, y el tren de regulación, está conformado por reguladores pilotados. Adicionalmente se observa que dichos sistema se encuentran conectados al sistema SCADA.



Fotografía No. 7.- Sistema de adquisición de datos de operación de la City Gate Apolo. A la derecha se observa el sistema de adquisición gráfico a base de papel circular (fuera de operación) y a la izquierda el sistema digital de captura de datos.



Fotografía No. 8.- El acceso a la City Gate Apolo. Se encuentra junto a la carretera a Irapuato.



V.1.3 Videos

No se tomaron videos de la red de distribución de gas natural.

V.2 Otros Anexos

No se generaron otros anexos.