

ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS

“PROYECTO GASODUCTO CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE

COORDENADAS

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

UBICADO EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, HIDALGO

Marzo 2019

CONTENIDO

1.1. Proyecto y/o Instalación.....	3
2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	13
3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	14
3.1 Ubicación del proyecto	14
3.3 Biodiversidad (flora y fauna)	16
3.5 Aspectos abióticos	20
3.5.1 Clima	20
3.5.1.1 Tipo de clima.	20
4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS	35
4.1. Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones similares	40
5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS	49
5.1. Análisis cualitativo de Riesgo.....	49
5.1.1. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.....	49
5.2 Análisis cuantitativo de Riesgo	88
5.2.1. Análisis detallado de frecuencias	88
5.2.2. Análisis detallado de consecuencias.....	107
5.2.3. Representación en planos de los resultados de la Simulación de consecuencia (radios potenciales de afectación)	173
5.3. Análisis de Riesgo	269
5.3.1. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo.....	269
5.3.2. Análisis de Vulnerabilidad	269
5.4. Determinación de medidas de reducción de Riesgo adicionales para Escenarios de Riesgo no tolerables y/o ALARP, (As Low As Reasonably Practicable, Tan bajo como sea razonablemente factible)	293
5.4.1. Nivel Integral de Seguridad (SIL, por sus siglas en inglés) del Proyecto y/o Instalación	293
5.4.2. Análisis de Capas de Protección (LOPA, por sus siglas en inglés) del Proyecto y/o Instalación	306
6. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO	314
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	340
8. RESUMEN EJECUTIVO	345
9. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGO (ANEXOS)	358

1.1. Proyecto y/o Instalación.

Características de los equipos de proceso principales y auxiliares

Características del gasoducto de CENAGAS

Gasoducto	Cempoala–Santa Ana
Diámetro	48 " D.N.
Punto de interconexión	
Coordenadas de la interconexión (UTM)	

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

Descripción del trazo Gasoducto

Tramo	Características de construcción
Interconexión - EMR interconexión	Acero al carbón tipo API 5L X 42 de 4" D.N. Espesor de pared 0.188" Enterrado a 0.75 m de profundidad a partir de la parte superior del ducto. Localización de la EMR: Km 0 + 040
EMR interconexión - EMR de usuario	Acero al carbón tipo API 5L X 42 de 4" D.N. Espesor de pared 0.188" Enterrado a 0.75 m de profundidad a partir de la parte superior del ducto. Localización: Avigrupo y Boing. HPP. Textiles, Alurgia, Nutrimentos
EMR de usuario	Acero al carbón tipo API 5L X 42 de 3" D.N. Espesor de pared 0.188" Enterrado a 0.75 m de profundidad a partir de la parte superior del ducto. Usuario.

El gasoducto CONSUMIDORA INDUSTRIAL HIDALGO contará con la siguiente infraestructura:

Casetas de medición y regulación de la interconexión	
Caseta de medición y regulación de la interconexión	Ubicada fuera de la franja de desarrollo (derecho de vía) del gasoducto de 48" de PGPB, en un predio propiedad de CIH.
Tipo de localización	3
Sección	Clase 600#
Presión de diseño	6,896.55 kPa (1000 psig)
MAOP de sección 600# de la caseta	6,896.55 kPa (1000 psig)
Presión de prueba	12,411 kPa (1800 psig)

La estación de medición y regulación en el punto de interconexión tendrá las siguientes funciones:

- Filtrar impurezas del gas transportado por el gasoducto de 48" D.N. Cempoala – Santa Ana para evitar daños en los equipos de medición.
- Medir y totalizar el flujo volumétrico y energético totalmente compensado por las variaciones de presión, temperatura y peso específico, supercompresibilidad y calor específico si se le introducen

los valores correspondientes en tiempo real (de analizadores) o se le programan mediante el software del equipo, sin necesidad de analizador.

- Regular la presión recibida del gasoducto Cempoala – Santa Ana para ser transportado por el gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo (regulará a 300 psig).
- Proteger al usuario del gasoducto de recibir una sobrepresión por medio de reguladores y la válvula de seguridad.
- Aplicar odorizante a todo el sistema para detectar posibles fugas.

Como medida preventiva para combate al fuego, la estación de medición y regulación contará con equipo contra incendio (extinguidor tipo PQS), el cual estará disponible, accesible, claramente identificado y en condiciones de operación.

Odorización

En la estación de medición y regulación de la interconexión se agregará mercaptano al gas natural por medio de un sistema de arrastre, para permitir detectar fugas en algún punto del ducto de distribución. La capacidad del depósito de mercaptano en la estación de medición y regulación será de 56.7 galones.

Tipo de localización

El ducto está enterrado a una profundidad de 0.75 m, más el diámetro del ducto. La máxima presión permisible de operación de la interconexión es de 1200 psig (84.39 kg/cm²), mientras que la máxima presión de operación permisible de la línea regular es de 740 psig (52.03 kg/cm²) y la presión de operación del ducto de la línea regular es de 300 psig (21.09 kg/cm²).

El tipo de localización es el área unitaria clasificada de acuerdo con la densidad de población para el diseño y se ha definido una localización Clase 3.

Casetas de medición y regulación de la interconexión

Características de operación

Máxima presión permisible de operación de la interconexión	1,200 psig (84.39 kg/cm ²)
Máxima presión de operación permisible de la línea regular	740 psig (52.03 kg/cm ²)
Presión de operación del ducto de la línea regular	300 psig (21.09 kg/cm ²)
Capacidad máxima	2.312 MMPCD (65 469.7 m ³ /d)
Odorizante (se adiciona en la interconexión)	Mercaptano

Casetas de medición y regulación de usuario

Presión requerida Caseta de Medición y Regulación de Avigrupo	30 psig
Presión requerida Caseta de Medición y Regulación de Boing	45 psig

Para el caso de los usuarios:

- Evelia Paula García Acevedo, en lo sucesivo Textiles, 30 psig
- Alurgia, S. de R.L. de C.V., en lo sucesivo Alurgia, 30 psig

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN

- HPP Systems de México, S.A. de C.V., en lo sucesivo HPP. 30 psig
- Nutrimientos Minerales de Hidalgo, S.A. de C.V. 30 psig
- Laminadora de Ángulos y perfiles, S.A. de C.V. 30 psig

Las características de los equipos a instalar en las casetas de regulación y medición son las siguientes:

Tabla 1.01 Características del equipo a instalar

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO:	USUARIOS
Filtro Y	2" Clase 150
Válvula de corte principal	Válvula bola de 2" Clase 150
Medidor de flujo	Rotatorio 3M175
Reguladores	2" 627, orificio ½", resorte 15-40 psi, roscado
Válvula de alivio	Mercer 2" MNPT x 2" FNPT Orificio G
Registrador	Módulo RTU, Modelo 3625-XF-3G
Notas:	El equipo arriba mencionado podría sufrir variaciones de acuerdo con los requerimientos del cliente, pero siempre cumplirá con los requerimientos de la NOM-003-ASEA-2016

Características de la instrumentación y control.

Caseta de medición y regulación de la interconexión

Características de instrumentación y control de la caseta de medición y regulación de la interconexión son las siguientes:

Tabla 1.02 Características de instrumentación

TAG	Descripción
SHV-01	Válvula de cierre automático Fisher OSE 2" ANSI 600 RF Set point ALTA: 379.5 psig Set pount BAJA: 270 psig Condición de fallo: Abierto
FQI-01	Computador de flujo SCADA Pack 350
FS-01	Filtro coalescedor 1480 psig ANSI 600# RF Eficiencia 99.99 % Sólidos 0.3 µm y mayores Capacidad: 4,746 MCFD
FS-02	Filtro de gas seco Modelo "Y" No. 782 2" ANSI 600# RF
FE-01	Rotario 3M1480
PCV-01/02	Regulador de Presión Mod.: EZR 2" X 1" Fisher Trim 30%

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN

TAG	Descripción
	Piloto PRX-120 435-1000 psig Piloto PRX-125 203-334 psig P normal de entrada = 4,910 kPa (712 psig) P de salida = 4,034 kPa (585 psig)
PCV-03/04	Regulador de presión Mod. EZR 2" x 1" Fisher Trim 30%
PSV-01	Piloto PRX 120 203-334 psig P de salida = 2,068.96 kPa (300 psig) Válvula de seguridad P ajuste = 2,379 kPa (345 psig)
PI-01/ PI-02/ PI-03/ PI-04	Manómetros
DPI-01	Indicador diferencial de presión

Sistema SCADA.- El gasoducto contará, en la caseta de medición y regulación de la interconexión, con un sistema supervisorio de control y adquisición de datos (SCADA) para control y monitoreo del sistema de transporte de gas natural en tiempo real, los 365 días de año, las 24 horas del día.

El Sistema SCADA contribuye a la seguridad del gasoducto, por lo cual se tiene considerado para la estación de medición y regulación de la interconexión, lo cual permitirá monitorear las condiciones de operación básicas (presión, flujo y temperatura) en forma remota.

En el caso de la estación de medición y regulación del gasoducto CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO, se tendrá un sistema SCADA tipo satelital, para monitorear las condiciones operativas en tiempo real, y en caso de que ocurra una condición anormal, se emitirán alarmas en la central del transportista (CIH). Esto permitirá que el operador de la central, emita las alarmas correspondientes a los operadores y se puedan tener tiempos de respuesta más cortos ante cualquier imprevisto.

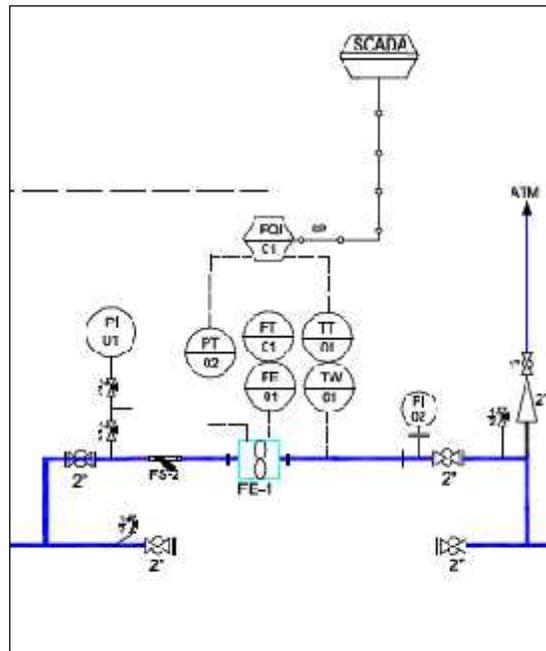


Figura 1.01. Diagrama sistema Scada

La información es enviada en tiempo real al centro de operaciones del transportista, el cual puede verificar los parámetros del proceso o puede ser almacenada en la memoria del equipo y ser consultada localmente por un operador.

Señalizaciones en la etapa de construcción.- Durante los trabajos de construcción, se utilizarán diferentes tipos de señalizaciones, con el propósito de salvaguardar la integridad física de los trabajadores y de la gente y vehículos que transiten por el lugar. De igual forma, se informará a las comunidades cercanas de los trabajos que se llevarán a cabo para la construcción del gasoducto de transporte de gas natural, mediante lonas y letreros informativos.

1.1.2. Ductos

El proyecto "Consumidora Industrial Hidalgo" consiste en un sistema de distribución de gas natural a través de un ducto de acero al carbón tipo API 5L X 42 de 4" (10.16 cm) de diámetro nominal y tendrá una longitud total aproximada de 13,862 metros (trece mil ochocientos sesenta y dos metros), con una capacidad máxima de 2.312 MMPCD (65 469.7 m³/d). El gasoducto se ubicará en su mayor trayecto en el Municipio de Tizayuca, en Hidalgo, para abastecer de gas natural a las siguientes empresas de la zona:

Los socios conectados son:

- Avícola San Andrés, S.A. de C.V., en lo sucesivo Avigrupo, cuya actividad principal es la producción de alimentos para el sector avícola por lo que requiere de gas natural para sus calderas.
- Sociedad Cooperativa Trabajadores de Pascual S.C.L., en lo sucesivo Boing, cuya actividad principal es la producción de bebidas gaseosas y no gaseosas, por lo que requiere de gas natural para sus calderas.

Los socios por conectarse son:

- Evelia Paula García Acevedo, en lo sucesivo Textiles, cuya actividad principal es la coloración de textiles, por lo que requiere de gas natural para su caldera y calentadores.
- Alurgia, S. de R.L. de C.V., en lo sucesivo Alurgia, cuya actividad principal es la industria básica de metales no ferrosos, por lo que requiere de gas natural para sus hornos.
- HPP Systems de México, S.A. de C.V., en lo sucesivo HPP, cuya actividad principal es la carrocería, partes y accesorios para vehículos automotores, por lo que requiere de gas natural para sus quemadores.
- Nutrimientos Minerales de Hidalgo, S.A. de C.V., en lo sucesivo Nutrimientos, cuya actividad principal es la manufacturación de minerales, por lo que requiere de gas natural para sus hornos.
- Laminadora de Ángulos y perfiles, S.A. de C.V., en lo sucesivo Laminadora, cuya actividad principal es el laminado de ángulos y perfiles de aluminios, por lo que requiere de gas natural para sus hornos.

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



El Proyecto "CONSUMIDORA INDUSTRIAL HIDALGO" estará construido desde la interconexión con el gasoducto de 48" de CENAGAS hasta la estación de medición y regulación de la interconexión, y del punto anterior hasta las casetas de los usuarios, en tubería de acero al carbón API 5L X42, de 4" de diámetro nominal y 0.188" de espesor de pared. Todo el ducto estará enterrado a 0.75 metros de profundidad más el diámetro del ducto, el ducto fue construido de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-2010, ya que se trataba de un Ducto de transporte, sin embargo, la ampliación de realizará de acuerdo a las especificaciones de la Nom 003- ASEA-2016. La máxima presión permisible de operación de la interconexión será de 1 200 psig (84.39 kg/cm²), mientras que la máxima presión de operación permisible de la línea regular será de 740 psig (52.03 kg/cm²) y la presión de operación del ducto de la línea regular es de 300 psig (21.09 kg/cm²).

El gasoducto tendrá una capacidad máxima de 2.312 MMPCD (65 469.7 m³/d). Para realizar la interconexión del ducto se realizarán trabajos de perforación en línea viva (hot-tap).

Trayectoria completa con ampliación:

El Gasoducto se interconectará con el ramal principal de aproximadamente en el km 320+500 en las coordenadas sucesivo "el punto de interconexión"); por lo cual será necesario realizar trabajos de perforación en línea viva (Hot tap), a partir de este punto correrá una línea de 4" DN de interconexión que se encontrará en las coordenada

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

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

El ducto de acero operará a 2,068.5 kPa, equivalentes a 300 psig. El ducto de acero de 4" de diámetro nominal que inicia a partir de la salida de la caseta de interconexión se dirigirá al Sudeste 5.3 metros y cambia de dirección hacia el Suroeste por aproximadamente por 277 metros. Después va hacia el Oeste Suroeste este por 317.7 metros para posteriormente avanzar 540 metros hacia el Oeste Noroeste y continuar en dirección Oeste Suroeste atravesando predios particulares hasta su km 1+140 para alojarse a un lado de la Av. 16 de enero hasta su km 2+060 en dirección Suroeste para llegar al cruce de un canal de agua, el ducto continúa su trayecto hasta el km 3+987 donde se ramifica, uno de estos ramales gira en dirección Este Sudeste para llegar a su km 4+594 metros, sobre el derecho de vía de la carretera Temascalapa-Tizayuca; continuando con 4" D.N AC, en este punto se desprende un ramal que en dirección sur por 12 metros hasta llegar a las instalaciones de la planta del usuario Avigrupo.

El otro ramal continúa por la Av. 16 de enero cruzando la carretera Temascalapa-Tizayuca, hasta su km 0+630 m alojándose a un lado de dicha avenida para cruzar la Av. 16 de enero por 18 metros en dirección Suroeste hasta llegar al predio del usuario Pascual.

En el km 0+630 del ramal a Pascual, antes del cambio de dirección para entrar a la planta, se desprende un ramal de 4" D.N AC que continua sobre la Av. 16 de enero por 9.3 metros en dirección Suroeste y continua en dirección Sudeste por 12.3 metros para cruza la calle y continua 160 metros en dirección Suroeste. El ducto avanza 350 metros en dirección Oeste Suroeste por los que atraviesa predios particulares y llega al cruce con la carretera México-Pachuca, el ducto continúa su trayectoria por 440 metros y cambia de dirección hacia el Oeste por 385 metros. Posteriormente avanza 380 metros en dirección Sur Suroeste y continua 73 metros en dirección Oeste Suroeste, continúa 257 metros hacia el Oeste Noroeste sobre la calle Eje Oriente poniente donde se aloja al lado derecho de la calle para posteriormente cruzarla 16.6 metros y continuar sobre la misma calle de lado izquierdo hacia el Oeste Noroeste por 87 metros y llegar al cruce con un Ducto de Igasamex, el ducto continúa su trayectoria sobre la misma calle por 304 metros y gira hacia la calle 6 Sur por 327 metros. Posteriormente gira hacia la calle Oriente 3 continua sobre está 730 metros y continua en dirección Oeste por 33 metros donde se ramifica:

Ramal 1. Continua en dirección Sur sobre la calle Sur 4 por 285 metros hasta llegar al cruce con un ducto de Igasamex donde cambia de dirección hacia el Oeste y continua por 400 metros sobre la calle Oriente 5. Posteriormente continua su trayecto sobre el derecho de vía de la Carretera Pachuca- México por 403 metros en

dirección Sur para llegar a un cruce con un canal de agua y continúa su trayectoria por 493 metros para llegar otro cruce con un canal de agua, el ducto continúa 904 metros hasta llegar a un cruce con CFE y continúa 777 metros en la misma dirección. Posteriormente cruza la carretera en dirección Este por 36 metros para ingresar al predio del Usuario HPP.

En el km 0 + 435 aproximadamente del Ramal 1 se da servicio a Nutrimientos y en el km 1 + 670, sobre la calle Hidalgo Caye Querétaro se desprende un ramal de acero de 3" DN por 735 metros de longitud para dar servicio al usuario Laminadora.

Ramal 2. Continúa su trayectoria por 130 metros en dirección Norte sobre la calle Sur 4 hasta la planta de Textiles, continúa su trayectoria en dirección Norte sobre la misma calle por 174 metros y cambia de dirección hacia el Oeste sobre la calle Eje Oriente poniente por 213 metros y avanza 5 metros dirección Norte para ingresar al predio del usuario Alurgia.

La profundidad a la que se realizarán ambos cruzamientos será de 2 m como mínimo, para cumplimiento de lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-003 ASEA-2016.

Se instalarán casetas de medición y regulación en los predios de los usuarios, apegándose a las distancias de seguridad que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016 con respecto a otras instalaciones. Las casetas estarán diseñadas de acuerdo al consumo de los usuarios.

El trazo propuesto para el proyecto, fue seleccionado con base en los objetivos del proyecto, en los estudios de reconocimiento en campo, a la accesibilidad al gasoducto de 48" de CENEGAS, y a la ubicación de las empresas usuarias.

Durante el proceso de selección de la ruta, se dio alta prioridad a maximizar el uso del derecho de vía de los caminos existentes [Carretera El Manantial-Tepojaco (o Av. de las Diligencias) y Carretera Tizayuca-Temascalapa] y la ubicación de las empresas contratantes del servicio, con la finalidad de reducir impactos al ambiente. La ruta propuesta evita en la medida de lo posible propiedades particulares, lugares históricos, monumentos, parques, áreas escénicas y áreas de vida silvestre decretadas, así como áreas de recreo.

Para la selección del sitio tentativo de instalación de la caseta de medición y regulación de los usuarios, se realizaron estudios previos, los cuales consistieron básicamente de la evaluación de la superficie disponible dentro del predio propiedad de la empresa contratante, así como de los requerimientos de la Norma NOM -007-SECRE-2010, para el caso del ducto y usuarios existentes (Avigrupo y Boing), para los nuevos trayecto y usuarios se elaborarán bajo los criterios establecidos en la NOM-003-ASEA-2016. que establece restricciones en la posición con respecto a otros servicios (calles, líneas de alta tensión, etc.).

Para dicha elección influyeron factores económicos, topográficos, operativos y de seguridad, así como sociales y ambientales. Dicha decisión contempló no sólo aspectos técnicos y de ingeniería, sino también de índole social y natural para provocar el menor impacto posible, por lo que se considera que la ubicación propuesta fue la más adecuada.

En este caso la elección del sitio obedece al plan de acción de Consumidora Industrial Hidalgo, considerándolo como adecuado y estratégico, por la infraestructura existente, el área libre utilizable y su ubicación respecto a los sitios disponibles.

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN

Tabla 1.03. Resumen de las características del ducto

INSTALACIÓN	ORIGEN (KM)	DESTINO (KM)	COORDENADAS UTM		ESPESOR (IN)	DIÁMETRO (IN)	UBICACIÓN DE INSTALACIÓN	PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA Kg/cm2	CÓDIGO DE DISEÑO	PRESIÓN KG/cm2			TEMPERATURA oC			
			X	Y						Min	Nor	Máx	Min	Nor	Máx	
Punto de interconex	0+000	0+000	<i>COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</i>		0.188	4	321+000	--	ASME B31.8		52.03	84.39	7	16	24	
Ducto de interconex	0+000	0+122			0.188	4	0+000 al 0+122	-	ASME B31.8					7	16	24
ERM de interconexión	0+122	0+122			0.188	4	0+122	126.56	-			70		7	16	24
Línea regular	0+122	3+980			0.188	4	3+980	-	ASME B31.8	-	300	350		7	16	24
Ducto ramal de servicio Avigrupo	0+000 (parte del 3+987)	0+630			0.188	4	0+630	-	ASME B31.8		300	350		7	16	24
ERM Avigrupo	0+630	0+630			-	2	0+630		ASME B31.8	-	30	40		7	16	24
Ducto ramal pascual (boing)	0+000	0+630			0.188	4	0+630	-	ASME B31.8	-	30	40		7	16	24
ERM Pascual Boing	0+630	0+630			-	2	0+630		ASME B31.8	-	45	55		7	16	24
Ducto de distribución	0+630	4+193			0.188	4	4+193	-	ASME B31.8	-	300	350		7	16	24
Ramal 1	0+000 Parte del 4+193	3+298			0.188	4	4+193	-	ASME B31.8	-	300	350		7	16	24
Salida a Nutrimientos (Ramal 1)	0+000	0+435			0.188	4	0+435	-	ASME B31.8	-	300	350		7	16	24
ERM Nutrimientos	0+435	0+435			-	2	0+435	-	-		30	40		7	16	24
Ramal 3"	0+000	0+735			0.188	3	0+735	-	ASME B31.8	-	300	350		7	16	24

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN

INSTALACIÓN	ORIGEN (KM)	DESTINO (KM)	COORDENADAS UTM		ESPESOR (IN)	DIÁMETRO (IN)	UBICACIÓN DE INSTALACIÓN	PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA KG/CM2	CÓDIGO DE DISEÑO	PRESIÓN KG/CM2			TEMPERATURA oC		
			X	Y						Min	Nor	Máx	Min	Nor	Máx
Servicio a laminadora	Parte de 1+670 del Ramal 1														
ERM HPP (ramal 1)	3+298	3+298	<i>COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP.</i>		-	3	3+298	-	-	-	30	40	7	16	24
Ramal 2	0+000 Parte del 4+193	0+522			0.188	4	0+522	-	ASME B31.8	-	300	350	7	16	24
ERM Textiles (Ramal 2)	0+130	0+130			-	3	0+130	-	-	-	30	40	7	16	24
ERM Alurgia (Ramal 2)	0+522	0+522			-	3	0+522	-	-	-	30	40	7	16	24

Se anexa Plano del trazo del ducto (Anexo 0.01) y pruebas no destructivas realizadas (Anexo 0.02)

2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

Por lo tanto, el Gasoducto se interconectará con el ramal principal de la Santa Ana aproximadamente en el km 320+500 en las coordenadas en el sucesivo "el punto de interconexión"); por lo cual se realizarán trabajos de perforación en línea viva (Hot tap), a partir de este punto correrá una línea de 4" DN en la caseta de interconexión que se encontrará en las coordenadas

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

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

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

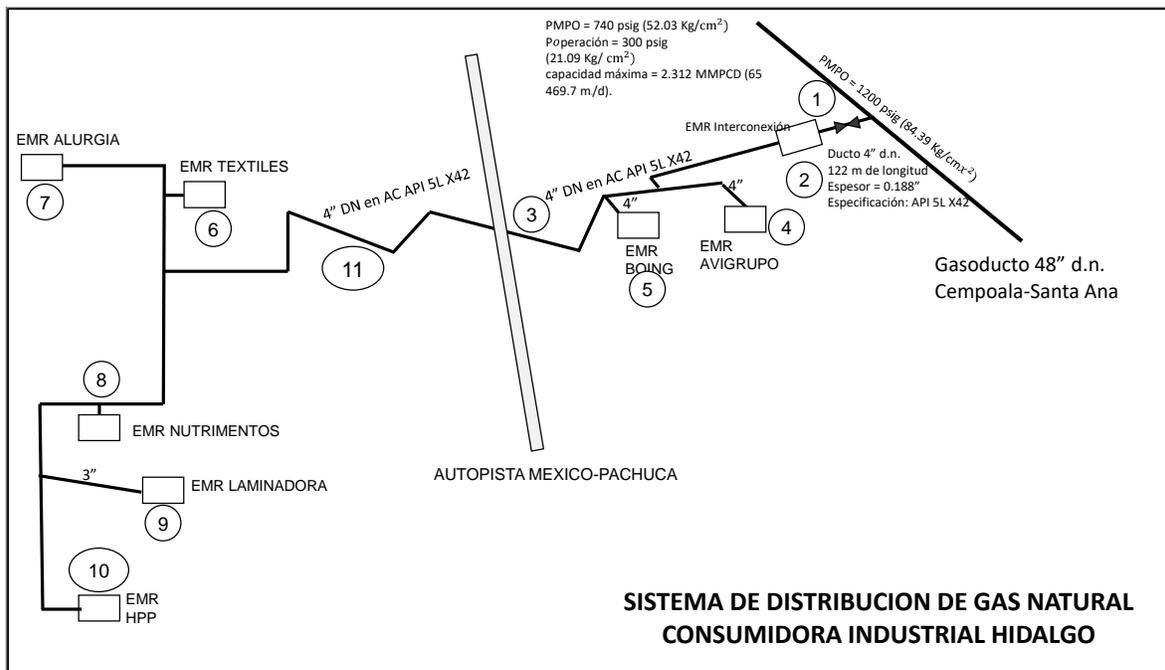


Figura 2.01 Diagrama de Distribución de Gas natural

3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

3.1 Ubicación del proyecto

En la Figura siguiente se incluye la ubicación del proyecto del gasoducto. En las fotografías se muestran las condiciones actuales del punto de interconexión con el gasoducto de CENAGAS. La trayectoria del gasoducto es la siguiente:

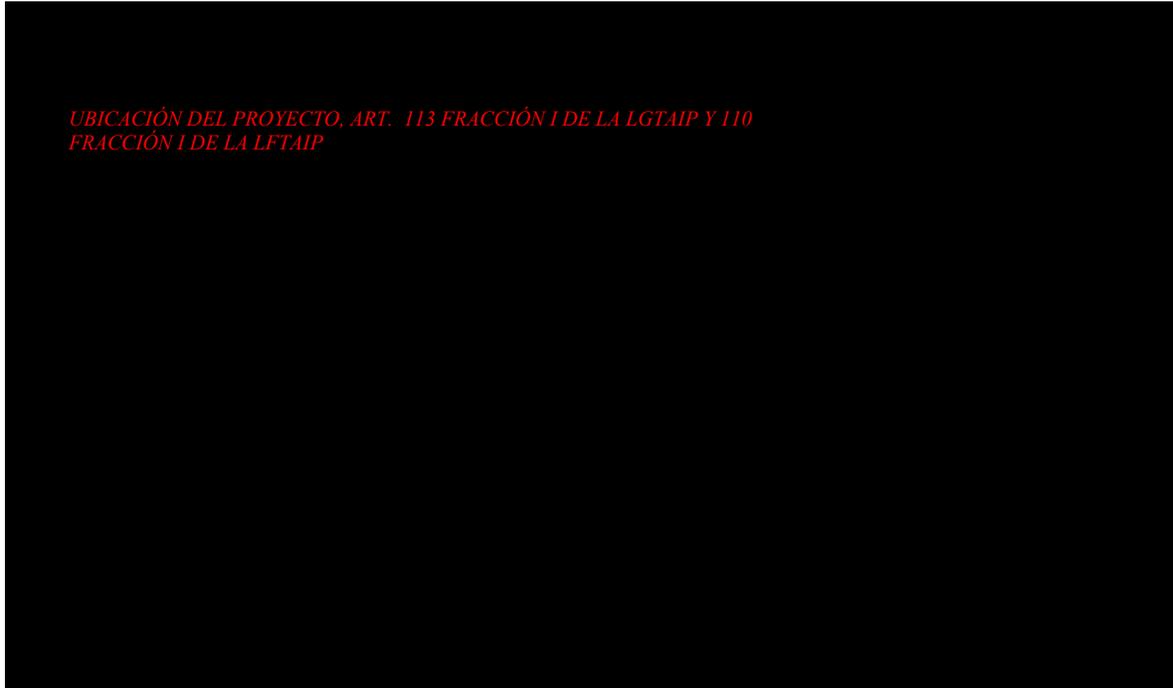


Figura 3.01: Ubicación del trazo del proyecto del gasoducto (en fotografía aérea de Google Earth)

El proyecto Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo se encuentra ubicado dentro de los límites del Municipio de Tizayuca, localizado al sur del Estado de Hidalgo, limita con los Municipios de Hueyoxtlá, Tecámac, Temascalapa y Zumpango en el Estado de México, y con el Municipio de Tolcayuca en el Estado Hidalgo. Tiene una superficie territorial de 92.5 km² aproximadamente y representa el 0.37% de la superficie del Estado. En 2010, contaba con 24 localidades rurales y siete urbanas de acuerdo con el Censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Está comunicado por la Carretera Federal México-Pachuca y la Autopista México-Pachuca.

Sus coordenadas geográficas, de acuerdo con INEGI, son:

- Paralelos 19° 48' 00" y 19° 54' 30" de latitud Norte.
- Meridianos 98° 54' 00" y 99° 1' 30" de longitud Oeste.
- Altitud entre 2,280 y 3,000 metros sobre el nivel medio del mar.

Los límites territoriales del polígono del Municipio fueron proporcionados por el Ayuntamiento de Tizayuca; a su vez, de acuerdo con la Cartografía del Marco Geoestadístico 2010, de los polígonos de localidades urbanas geoestadísticas se definieron los límites de la Zona Urbana de Tizayuca, Cabecera Municipal con Clave Geoestadística 130690001, y Tepojaco con Clave Geoestadística 130690019, localizadas al Centro del Municipio.

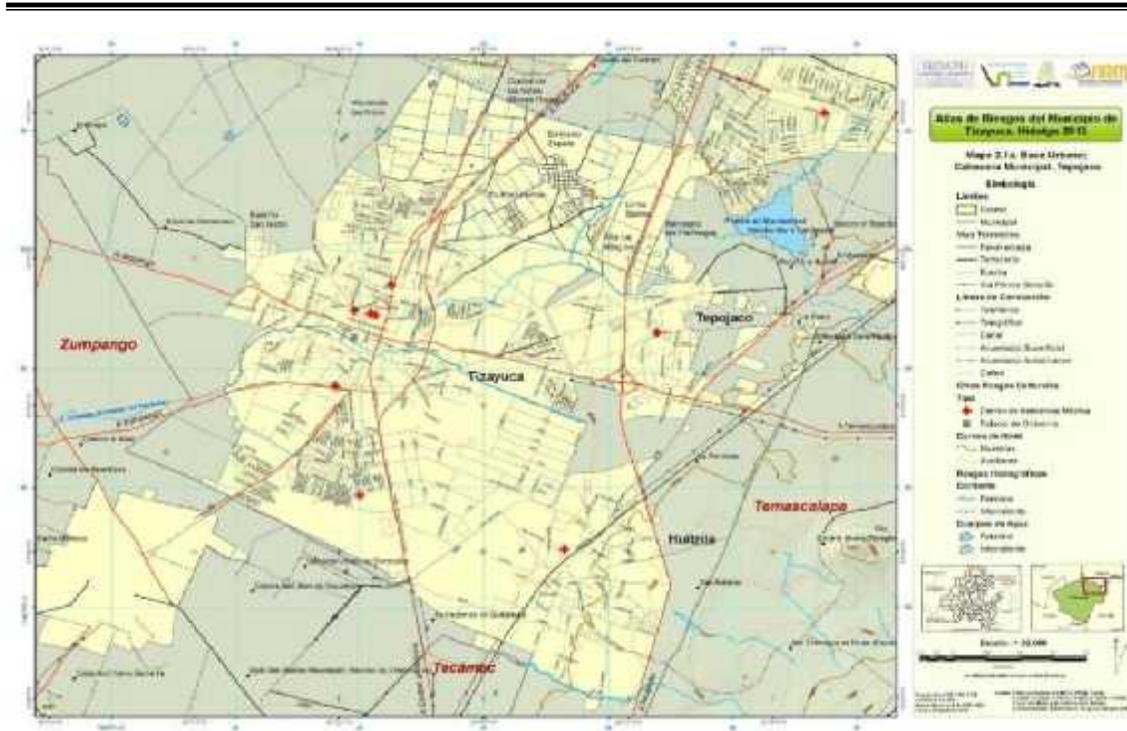


Figura 3.02 Ubicación del Municipio de Tizayuca

3.2 Asentamientos Humanos

De acuerdo al atlas de riesgo del CENAPRED en su atlas de riesgo se tiene una densidad de población de 23,209 personas, 10 colonias con 8,667 viviendas (figura 20). El cual contempla el trazo a través de los municipios de Tizayuca, Tecámuc y Zumpango.



Fuente: Atlas de Nacional de Riesgo CENAPRED

3.3 Biodiversidad (flora y fauna)

El porcentaje territorial destinado a la agricultura de riego y temporal es de 86% (79.55 km²), su cobertura se orienta en una franja que va de noroeste a sur, con lo cual se evidencia la disminución de la cobertura de las asociaciones vegetales para un cambio de Uso de Suelo orientado a actividades productivas primarias. La Cabecera Municipal es el límite entre las Zonas de agricultura de riego y de temporal; la primera se ubica hacia la zona suroeste del Territorio Municipal, en los alrededores del Rancho San Isidro, en donde es de gran utilidad el uso de las técnicas de riego. El resto del Municipio, con excepción de la Cabecera Municipal y Zonas Urbanas periféricas, presenta riesgo de temporal.

Las Zonas aisladas que aún conservan rasgos de la vegetación original presentan evidencias y rezagos de la existencia de vegetación baja y arbustiva, además de cactáceas como maguey, cactus y nopal, junto con huizache, capulín, además de vegetación media aislada compuesta por pirul y pino. Las condiciones edafológicas y climáticas permiten el florecimiento de árboles frutales y hierbas silvestres.

La tercera mayor cobertura territorial está definida por los Asentamientos Humanos, ocupando el 4.6% (4.25 km²), del total del Municipio, siendo la Cabecera Municipal la mayor área urbana, seguida de las localidades de Huitzila, Tepojaco, El Cid y El Carmen.

Por último, mencionar la presencia del cuerpo de agua Presa El Manantial, ubicada en la Zona noreste del Territorio Municipal, que representa el Uso de Suelo con menor cobertura. Ante lo anterior, es posible concluir que Tizayuca, no posee cobertura vegetal significativa y la mayor superficie está destinada a actividades humanas productivas de tipo primaria, en específico agricultura, y sus asentamientos. (Tabla 1.9.1.), sin embargo, la tendencia es el cambio de Uso de Suelo hacia ocupación habitacional, por lo que las Zonas Urbanas tienden a la expansión, modificando aún más el medio físico, con las alteraciones que esto representan y la potencialización de peligros, por ejemplo, inundaciones.

Tabla 3.01 Cobertura del Uso de Suelo y Vegetación

Unidad	Superficie en km ²	Porcentaje con respecto al Municipio
Agricultura de Riego	9.89	10.70
Agricultura de Temporal	70.78	76.52
Asentamientos Humanos	4.25	4.60
Cuerpo de Agua	0.41	0.45
Zona Urbana	7.15	7.73
Total	92.5	100.00

Fuente: INEGI, 2008

3.4 Instalaciones aledañas

En la siguiente tabla se aprecian las principales zonas colindantes del proyecto

Tabla 3.02 Zonas colindantes del proyecto

Kilometraje	Zonas de interés o cruzamiento	Dirección	Distancia	Descripción
Km 0 + 000 Interconexión a Km 0 + 287	Cultivo agrícola	N	100 m	Campos de cultivo de temporal
	Industria		174 m	Nave Industrial
	Carretera		460 m	Carretera Presa del Rey
	Cultivo agrícola	S	0 a 1000 m	Campos de cultivo
	Cultivo agrícola	E	0 a 3000 m	Campos de cultivo
	Industria	O	300 m	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V. (Confección de costales y productos de textiles recubiertos y de materiales sucedáneos)
	Cultivo agrícola	NO	250 m	Campos de cultivo
Instalación de transporte de GN	450 m		Estación de Medición y Regulación de Gas Natural, Subdirección de Ductos, Gerencia de Mantenimiento, Sector Venta de Carpio.	
Industria	170 m		Nave industrial	
Km 0 + 287	Industria	NO	100 m	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V.
Km 0 + 287 a Km 1 + 150	Industria	N	70 m	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V.
	Cultivo agrícola			Campos de cultivo
	Asentamiento urbano	S	250 m	Zona con algunas casas habitación, tienda de abarrotes y local con internet.
Km 1 + 150 a Km 1 + 750	Industria	SO	50 m	Biopapel
	Asentamiento urbano	N	190 m (zona más alejada)	Fraccionamiento El Manantial
	25 m (zona más alejada)			
	Cultivo agrícola	S	25 m	Campos de cultivo
Km 1 + 750 a Km 2 + 260	Cultivo agrícola	N, S	10 m	Campos de cultivo
Km 2 + 260 a Km 2 + 350	Asentamiento urbano	N	10 m	Casas habitación
Km 2 + 350 a Km 2 + 600	Asentamiento urbano	S	10 m	Casas habitación, locales comerciales (pollería, recaudería, tlapalería)
	Cultivo agrícola	N	10 m	Campos de cultivo
Km 2 + 600	Restaurant	N	10 m	Hostería Finca Merchan
Km 3 + 300	Industria	S	10 m	Fábrica de Estructura
Km 3 + 560	Industria	S	10 m	Nave industrial

III DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

Kilometraje	Zonas de interés o cruzamiento	Dirección	Distancia	Descripción
Km 3 + 860	Asentamiento urbano	O	50 m	Casas habitación
Km 3 + 900	Gasolinera	E	5 m	Gasolinera
Km 3 + 970	Asentamiento urbano	O	200 m	Locales comerciales (tiendas de abarrotes, locales de comida, farmacia, carpintería, papelerías, pequeños restaurantes, café internet, dulcería, tienda de materiales para construcción, herrería, vulcanizadora, tapicería, talleres mecánicos, herrajes, Oxxo,
Km 4+ 250	Cultivo agrícola	N y S	10 m	Campos de cultivo
Km 4+ 400	Industria	E	10 m	Solutec (empresa de productos para la construcción)
Km 4 + 640 Usuario Avigrupo	Industria	N	40 m	Cementos Tizayuca
Km 0 + 620 (Usuario Boing) (a partir del Km 4 + 004)	Cultivo agrícola	N y S	10 m	Campos de cultivo
	Industria	O	50 m	PLOT Parque Logística Tizayuca. Planta Pulcra Chemicals
Usuarios EMR Textiles	Industria	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta
Usuarios EMR Alurgia	Industria	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta
Usuarios EMR Nutrimentos	Industria	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta
Usuarios EMR Laminadora	Industria	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta
Usuarios EMR HPP	Industria	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta
Continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta llegada a EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP	Cruce con ducto	Cruce	0 m	Sobre Calle Sur 4 en el punto donde cambia de dirección al este sobre Oriente 5 cruza con ducto de Igasamex.
	Cruce cana del agua	Cruce	0	Sobre Carretera México – Pachuca en dirección sur, se tiene dos cruces con un canal de agua.
	Escuela	Este	196 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Jardín de Niños Jean Piacet
	Servicios	Oeste	15 m de la Carretera	Estación de carburación Drako Movil

Kilometraje	Zonas de interés o cruzamiento	Dirección	Distancia	Descripción
			85 Pachuca-México	
	Industria	Oeste	36 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Gasera Gas de Tizayuca
	Hotel	Oeste	30 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Auto hotel de Tizayuca
	Escuela	Este	196 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Escuela Primaria José María Morelos y Pavón
	Asentamiento urbano	Este	38 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Fraccionamiento Ex Hacienda de Guadalupe, Zumpango Edo. de Mex.
	Gasolinera	Oeste	15 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Estación de servicio 8277
	Hotel	Oeste	15 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Motel Reyes Eliete
	Servicios	Este y oeste	Carretera 85 Pachuca-México	Locales comerciales tales como: tiendas, restaurantes, farmacias, venta de autopartes, etc.

3.5 Aspectos abióticos

El trazo del gasoducto contempla el paso por tres municipios Tizayuca, Tecámac y Zumpango, el 88% del ducto se encuentra alojado en el Municipio de Tizayuca Hidalgo, motivo por el cual es del cual se describe a detalle los aspectos abióticos de dicho municipio.

3.5.1 Clima

Tizayuca

El Municipio de Tizayuca, se localiza en una Zona climática de tipo C (wo), clima templado sub-húmedo el cual se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales entre 12 y 18°C, en el cual la temperatura del mes más frío se encuentra entre los -3 y 18°C, por el contrario, el mes más cálido registra temperaturas de 22°C. En el caso de la precipitación, el mes más seco registra valores de 40 mm., dicha región climática tiene su régimen de lluvias en verano con un Índice P/T menor de 43.2, con un porcentaje invernal del 5% al 10.2%, del Total Anual.

La precipitación media del Municipio gira en torno a los 600 mm. anuales, valor relativamente bajo comparado con otras regiones del país, pero que se magnifica por el bajo nivel de escurrimiento superficial, la recepción de aguas provenientes de Zonas de mayor altitud en el Estado de México, lo que origina que Tizayuca se convierta en una zona de acumulación del agua precipitada. De este total de agua precipitada acumulada anualmente, alrededor del 75%, se concentra en las lluvias veraniegas, que van desde finales del mes de mayo hasta principios de octubre, por lo que en esta temporada se requiere de mayor atención ante escenarios de precipitaciones intensas.

Tecámac

El clima es templado y cálido en Tecámac de Felipe Villanueva. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. El clima aquí se clasifica como Cwb por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura promedio en Tecámac de Felipe Villanueva es 15.2 ° C. Hay alrededor de precipitaciones de 605 mm.

Zumpango

El clima es cálido y templado en Zumpango de Ocampo. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos en Zumpango de Ocampo. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Cwb. La temperatura promedio en Zumpango de Ocampo es 15.6 ° C. La precipitación media aproximada es de 622 mm.

3.5.1.1 Tipo de clima.

TEMPERATURAS MAXIMAS EXTREMAS

La temperatura Máxima Extrema, es la temperatura más alta que tiene lugar en cualquier momento de un período de tiempo determinado. La temperatura Máxima Extrema, se considera o maneja como el límite extremo que alcanza la temperatura en cualquier momento respecto a la época del año en que ocurra. Las elevadas temperaturas están relacionadas con Sistemas de Estabilidad Atmosférica principalmente en las estaciones de primavera y verano, así como, de la ocurrencia de olas de calor.

Para evaluar la presencia de este fenómeno en el Municipio de Tizayuca, se analizaron las Estaciones Meteorológicas más cercanas: "13091-TIZAYUCA", situada en la Cabecera Municipal; "13008-EL MANANTIAL", localizada tres kilómetros al este de la Cabecera; "15090-SAN JERONIMO XONOCAHUACAN", a 10 kilómetros al sur de la Cabecera; y "15274-NOPALA", situada 11 kilómetros al norte de Tizayuca.

A dichas Estaciones se determinaron el número de días totales y por año que presentan los efectos de altas temperaturas especificados en la Guía de Estandarización (SEDATU, 2013).

Tabla 3.03 Ocasionados por las Temperaturas Máximas

TEMPERATURA	DESIGNACIÓN	EFEECTO
28 a 31°C	Incomodidad	La evapo-transpiración de los seres vivos se incrementa. Aumentan dolores de cabeza en humanos.
31.1 a 33°C	Incomodidad Extrema	La deshidratación se torna evidente. Las tolvaneras y la contaminación por partículas pesadas se incrementan, presentándose en ciudades.
33.1 a 35°C	Comodidad de Estrés	Las plantas comienzan a evapo-transpirar con exceso y se marchitan. Los incendios forestales aumentan.
35°C	Límite de Tolerancia	Se producen golpes de calor, con inconciencia en algunas personas. Las enfermedades aumentan.

Los resultados del Análisis se presentan en la Tabla 2 y Gráfica 1.; como se puede apreciar la mayor parte del año (85%) no presenta temperaturas máximas extremas, y cuando se presentan suelen ser del efecto más leve (incomodidad) con un promedio de 40 días al año, (Figura 1.). Sin embargo en la Estación localizada en la Cabecera Municipal cinco días al año se observa una "condición de estrés" y una vez cada dos años se alcanza el "límite de tolerancia".

Tabla 3.04 Días con Temperaturas Máximas Extremas por Estación Meteorológica

EFECTO	EL MANANTIAL		TIZAYUCA		SAN JERONIMO		NOPALA	
	TOTALES POR AÑO		TOTALES POR AÑO		TOTALES POR AÑO		TOTALES POR AÑO	
No Aplica	12,538	338.9	3,186	279.7	10,415	285.9	5,898	340.6
Incomodidad	879	23.8	672	59.0	2,072	56.9	369	21.3
Incomodidad Extrema	92	2.5	235	20.6	633	17.4	44	2.5
Condición de Estrés	18	0.5	58	5.1	161	4.4	8	0.5
Límite de Tolerancia	1	0.0	6	0.5	15	0.4	2	0.1

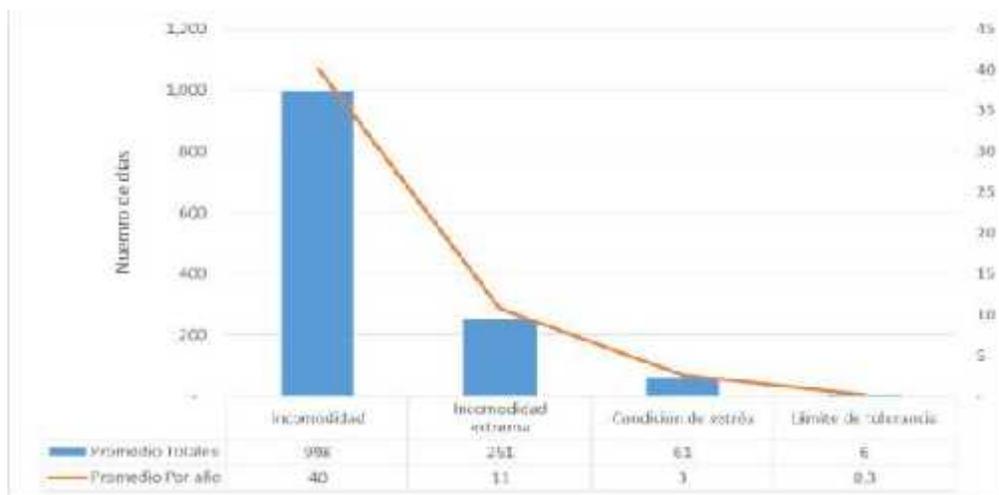


Figura 3.02 Promedio de Días con Temperaturas Máximas Extremas

Así mismo, se calculó el gradiente latitudinal para las temperaturas máximas de cada Estación, obteniendo la ecuación $T_{max} = - 25.421 (\text{Altitud}) + 3263.1$ ($R^2=0.6132$), lo que se interpreta que por cada decremento de 25 metros en altitud la temperatura máxima extrema aumenta en un grado. Con la ayuda de un modelo digital de terreno esta función puede expresarse espacialmente, pudiendo así a representar este peligro Cartográficamente.

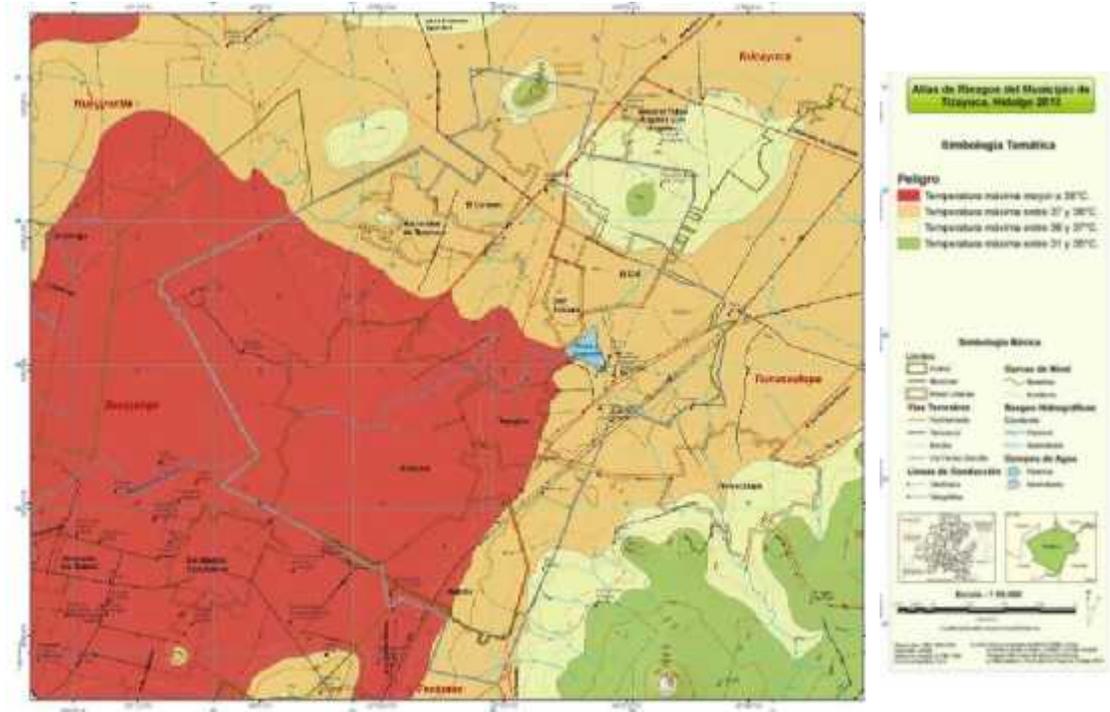


Figura 3.03 Zonas de peligro por temperaturas extremas

Se puede apreciar que dentro del Municipio se presentan cuatro categorías de peligro: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo. Dichas intensidades de peligro se distribuyen latitudinalmente, dominando el peligro Muy Alto, en la parte más baja donde se localiza la Cabecera Municipal y presentando Temperaturas Máximas Extremas de más de 38 °C. El segundo grado de peligro con mayor dominancia es el Alto, localizado principalmente en el norte del Municipio, presentando temperaturas máximas entre 37 y 38 °C. El peligro Medio y Bajo se asocian a las elevaciones del Municipio donde las temperaturas máximas no rebasan los 36 °C

Considerando lo anterior y tomando en cuenta que el Municipio presenta un clima semiárido, se concluye que en general el peligro por Temperaturas Máximas Extremas en Tizayuca va de Alto a Muy Alto.

RIESGO POR TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS

Como se menciona en la sección anterior, el peligro por Temperaturas Máximas Extremas puede tener repercusiones importantes sobre la población, por lo que resulta importante calcular el riesgo de la sociedad ante este fenómeno. De esta manera se contraponen los Mapas del Peligro analizado y la vulnerabilidad social, dando como resultado el riesgo ante Temperaturas Máximas Extremas.

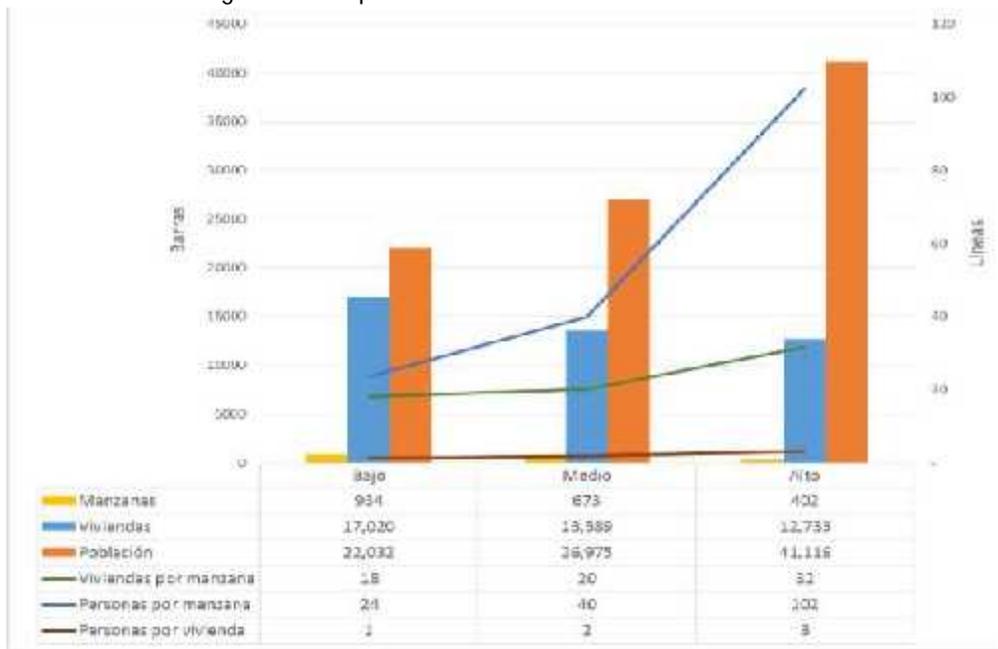


Figura 3.04 Temperaturas Máximas Extremas

Para Los municipios de Zumpango y Tecámac la Temperatura Máxima mensual en °C en el periodo de 1902 a 2015 del mes de Mayo (mes mas caluroso) según (UNIATMOS,2017) (extraído del Atlas Nacional de Riesgos) es de 34.1 a 38° C (Figura 3.05).



Figura 3.04 Temperaturas Máximas Extremas Tecámac y Zumpango

SEQUIAS

La Sequía es un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un período de tiempo es menor que el promedio, y cuando esta deficiencia de agua es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.

Este fenómeno se ve afectado por condiciones locales del Municipio de Tizayuca; en esta Sección se analizarán los caracteres de la Sequía y su relación al entorno.

Las condiciones propias al Municipio pueden ser inferidas a partir de los datos obtenidos de Estaciones Meteorológicas, se consultaron las Estaciones registradas en CONAGUA, de las cuales destacamos las más cercanas al Municipio; "13091-TIZAYUCA", situada en la Cabecera Municipal, "13008-EL MANANTIAL", localizada tres kilómetros al este de la Cabecera; "15090-SAN JERONIMO XONOCAHUACAN", a 10 kilómetros al sur de la Cabecera; y "15274-Nopala", situada 11 kilómetros al norte de Tizayuca. Dichas Estaciones presentan un Índice de Lang promedio de 35, lo cual las coloca en la categoría de climas semiáridos, susceptibles a la Sequía.

Tabla 3.05 Clasificación Climatológica y Datos Normales para las Estaciones Meteorológicas

Estaciones Meteorológicas										
Tizayuca Clima: BS1 Kw (I) Gw			Manantial		San Jerónimo Xonocahucan			Nopala		
Clima semi-árido, templado con verano cálido, lluvias en verano (lluvia invernal < 5%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura anual Tipo Ganges, presentación canícula en julio.			Clima semi-árido, templado con verano fresco, lluvias en verano (lluvia invernal < 5%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura anual Tipo Ganges.		Clima semi-árido, templado con verano cálido, lluvias en verano (lluvia invernal < 5%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura anual Tipo Ganges.			Clima semi-árido, templado con verano cálido, lluvias en verano (lluvia invernal < 5%), temperatura anual con poca oscilación, marcha de temperatura anual Tipo Ganges		
Mes más lluvioso	más	Junio (106 mm.)	Mes más lluvioso	más	Agosto (93.4 mm.)	Mes más lluvioso	Julio (114 mm.)	Mes más lluvioso	más	Junio (93.1 mm.)
Mes más seco		Diciembre (3.1 mm.)	Mes más seco		Febrero (7.5 mm.)	Mes más seco	Diciembre (6.8 mm.)	Mes más seco		Diciembre (3 mm.)
Mes más cálido		mayo (18 °C)	Mes más cálido		mayo (17.5 °C)	Mes más cálido	mayo (18 °C)	Mes más cálido		mayo (18.3 °C)
Mes más frío		enero (11.7 °C)	Mes más frío		enero (11.1 °C)	Mes más frío	enero (19.2 °C)	Mes más frío		diciembre (12.9 °C)
Precipitación Anual Total		559.9 mm.	Precipitación Anual Total		533.7 mm.	Precipitación Anual Total	591.7 mm.	Precipitación Anual Total		482.6 mm.
Temperatura Media Anual		15.3 °C	Temperatura Media Anual		14.8 °C	Temperatura Media Anual	16.4 °C	Temperatura Media Anual		15.8 °C
Índice de Lang		36.6	Índice de Lang		36.1	Índice de Lang	36.1	Índice de Lang		30.5



Figura 3.00 Riesgo por sequías Tuzayuca

RIESGO POR HELADAS

La presencia de heladas puede tener repercusiones importantes sobre la salud de la población, por lo que resulta importante calcular el riesgo de la sociedad ante este fenómeno. De esta manera se contraponen los mapas del peligro por heladas y la vulnerabilidad social, dando como resultado el riesgo ante este fenómeno.

El resultado del Análisis también se puede apreciar en la Gráfica 5.2.6., donde podemos observar que el riesgo bajo abarca 1,685 manzanas que corresponden a casi 34 mil viviendas y alrededor de 70 mil personas. El riesgo medio se localiza en 321 manzanas que contienen cerca de nueve mil viviendas y alrededor de 21 mil habitantes. El nivel alto de riesgo se restringe a tres manzanas que sostienen 11 viviendas y 38 personas. Para el caso de las heladas la mayor parte de la población se encuentra en un riesgo bajo, y prácticamente no hay población bajo un riesgo alto, sin embargo una cantidad importantes se localiza en un nivel medio de riesgo, en este caso con una mayor densidad de viviendas y personas por manzana, en relación con el peligro bajo

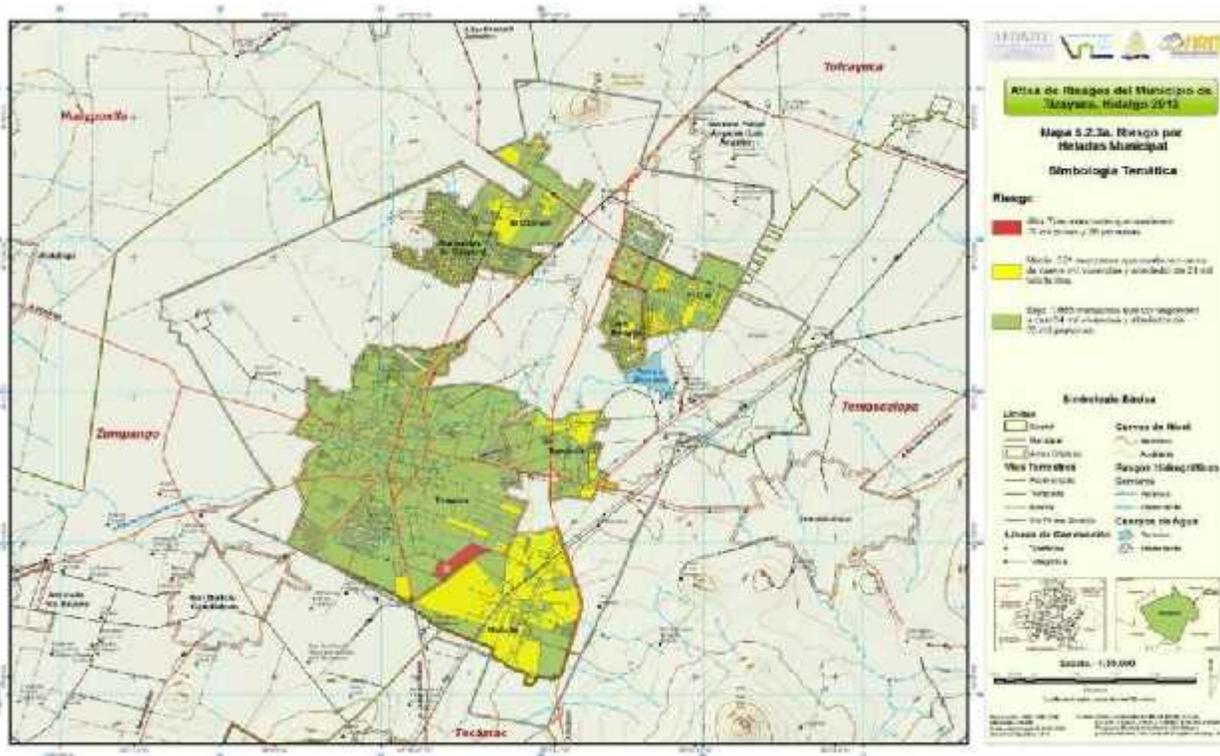


Figura 3.07 Riesgo por heladas

Tecámac y Zumpango

De acuerdo al CENAPRED el número de días con heladas en el municipio de Tecámac es mayor a 120 días al año y en el Municipio de Zumpango de 61 a 120 días al año.

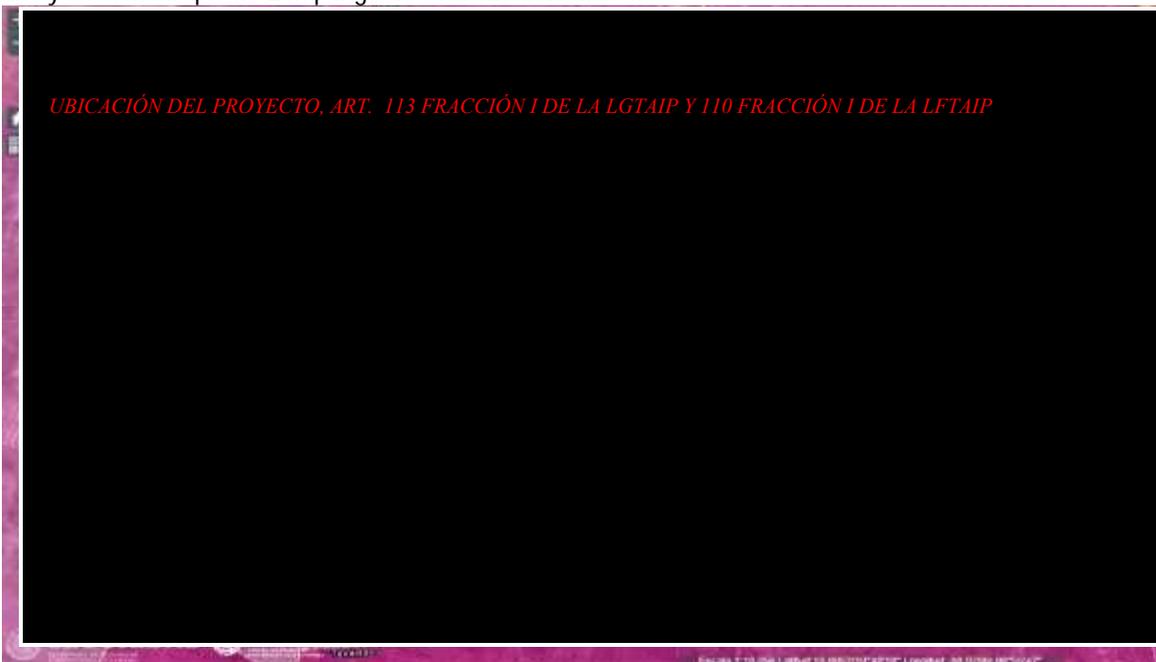


Figura 3.00 Número de días con heladas en los Municipios de Tecámac y Zumpango

CICLONES TROPICALES

La Organización Meteorológica Mundial OMM, define a los Ciclones Tropicales como sistemas con centros de baja presión de circulación organizada con un centro de aire tibio que se desarrolla en aguas tropicales y algunas veces aguas subtropicales; una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una Zona de baja presión. Se originan en el mar entre las latitudes 5° a 15°, tanto en el hemisferio norte como en el sur, en la época en que la temperatura del agua es mayor o igual a 26°C. Los Ciclones Tropicales tienen un Área casi circular con la presión más baja en el centro, transportan gran cantidad de humedad y frecuentemente se trasladan con velocidades comprendidas entre 10 a 40 kilómetros por hora (km/hr). Su principal afectación por efecto de los vientos y marea de tormenta, así como, lluvias extremas se presentan en las costas, por lo tanto, ESTE PELIGRO NO APLICA para el Municipio de Tizayuca

TORNADOS

Un Tornado se define en el Glossary of Meteorology, como "una columna de aire que gira violentamente sobre sí misma, estando en contacto con el suelo, ya sea colgando de o debajo de una nube cumuliforme, y frecuentemente (pero no siempre) visible como una nube embudo". Para ser clasificado como tornado, la columna de aire debe tener contacto tanto con el suelo como con la base de la nube.

El desarrollo de Tornados se localiza principalmente en las grandes llanuras de América del Norte (Estados Unidos), conocida como "callejón de los tornados", la cual se extiende desde la Zona Intertropical hasta las Áreas árticas, sin presencia de sistemas montañosos que impida el flujo de aire.

Estas condiciones bloquean la humedad y flujo atmosférico, permitiendo que exista aire más seco en los niveles intermedios de la tropósfera, causando la formación de un Área con presión baja al este de dichas montañas, por otra parte, en el Golfo de México (al este), proporciona abundante humedad en los niveles bajos de la atmósfera; la colisión de aire cálido con aire frío crean es la que forma tormentas fuertes y duraderas.

La ocurrencia de Tornados en México se concentra en el noreste del Territorio Nacional, sin embargo, la frecuencia e intensidad de estos meteoros no es representativa, debido a que no se presentan las condiciones descritas en el párrafo anterior. Por tal motivo, el Estudio de Tornados para otras regiones del país es limitado, de esta forma, para el Atlas de Riesgos Naturales de TIZAYUCA, Hidalgo; se consideró analizar el peligro por remolinos de polvo o arena.

REMOLINO DE POLVO O DE ARENA

A los Remolinos de Polvo o de Arena se les conoce en inglés como dust devil (demonio de polvo) se parece a un tornado dado que es una columna de aire vertical en rotación. No obstante, se forman bajo cielos despejados y rara vez alcanzan la fuerza de los tornados más débiles. Se desarrollan cuando una fuerte corriente ascendente convectiva se forma cerca del suelo durante un día caluroso.

Si hay suficiente cizalladura del viento en los niveles inferiores, la columna de aire caliente que está en ascenso puede desarrollar un pequeño movimiento ciclónico que puede distinguirse cerca del suelo. A estos fenómenos no se les considera tornados porque se forman cuando hay buen clima y no se asocian con nube alguna. Pueden, no obstante, causar ocasionalmente daños de consideración, especialmente en Zonas Áridas

Con base en las características del Municipio de Tizayuca, se realizó la Zonificación de Áreas susceptibles para formar Remolinos de Polvo considerando los siguientes factores:

- Zonas de Erosión Potencial: Influye en la disposición de materiales que pueden ser removidos por acción del agua, así como, por el viento.
- Pendiente del Terreno Inferior a 2°: La ausencia de relieve permite el flujo del viento.
- Zonas Agrícolas: Las prácticas relacionadas con esta actividad económica, principalmente bajo un régimen de temporal, generan condiciones para el desarrollo de Remolinos de Polvo

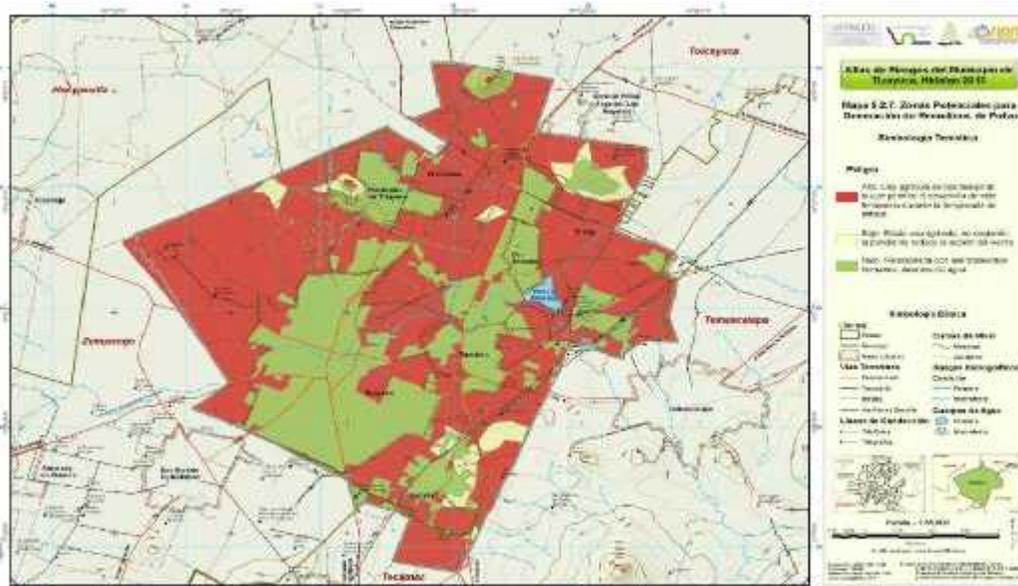


Figura 3.07 Zonas potenciales para la generación de remolinos de polvo

A partir del Método empleado (Sobre-Posición de Capas de Información), la representación Cartográfica señala las Zonas potenciales por Remolinos de Polvo.

TORMENTAS ELECTRICAS

Las Tormentas Eléctricas son la caída de rayos y se producen por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre, donde el rayo es la descarga eléctrica atmosférica a tierra. Es un Fenómeno Meteorológico en el que se presentan rayos que caen a la superficie, generalmente en Zonas boscosas, campos abiertos y en Zonas Urbanas. Se desconocen, sin embargo, las razones por las cuales las descargas eléctricas se producen de preferencia sobre los campos, de allí que es en estos lugares donde causan más daños humanos y materiales

Una Investigación realizada por Protección Civil Internacional, en países tropicales determinó la distribución de víctimas por efecto de los rayos en los siguientes Porcentajes

- 40% al aire libre;
- 30% dentro de las viviendas;

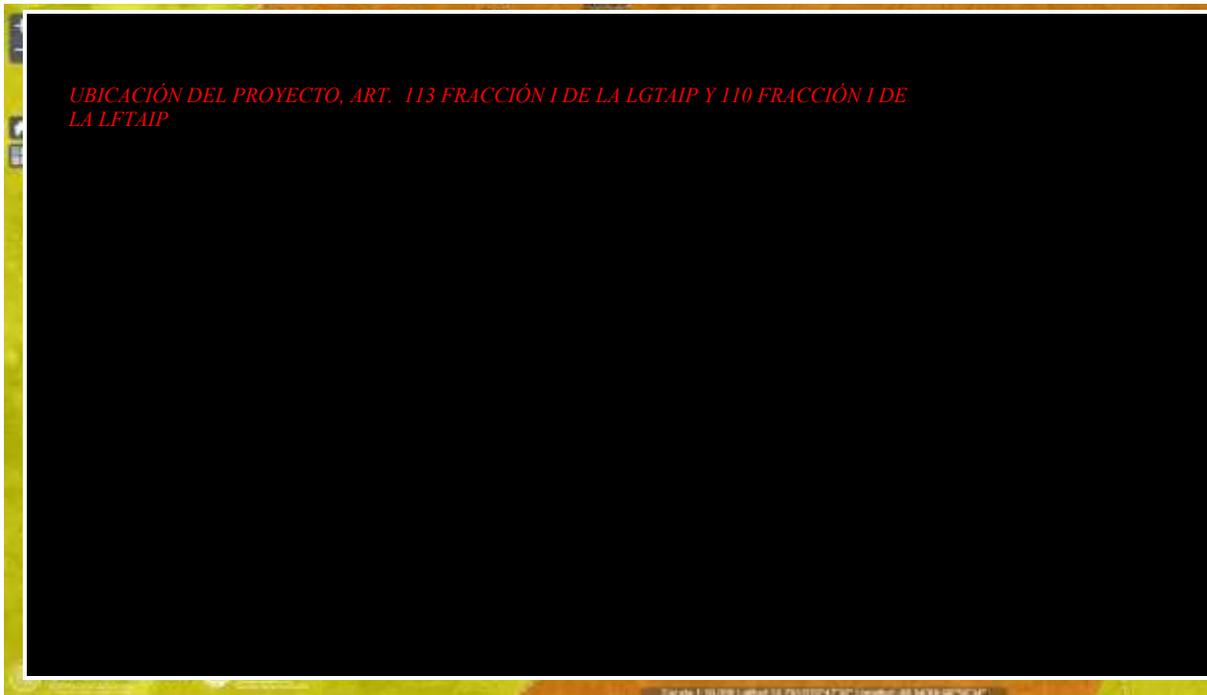


Figura 3.08 Peligro por tormentas eléctricas

INUNDACIONES PLUVIALES, FLUVIALES, COSTERAS Y LACUSTRES

Se define como Inundación al proceso mediante el cual, el flujo ó acumulación de agua sobrepasa el canal natural por el que discurre; en el caso de un río afecta casi toda la longitud, retomando principalmente las planicies de inundación formadas por eventos anteriores. Este tipo de fenómenos son recurrentes en México, causando pérdida de vidas, así como, daños a Infraestructura y Sectores Económicos

Para el Estudio de Inundaciones, se requiere analizar los elementos naturales que integran un territorio entre los que se encuentran la Litología, pendiente, tipo de suelo, régimen de precipitación; por otra parte, los cambios realizados por los habitantes en los componentes señalados pueden incrementar la probabilidad de ocurrencia.

Las modificaciones consisten principalmente en cambios de Uso de Suelo, con el objetivo de implementar actividades económicas ó procesos de ocupación del territorio con fines urbanos; no obstante, la falta de una planificación y ordenación del espacio produce alteraciones en la dinámica natural, lo que deriva en la presencia de fenómenos perturbadores, entre los que destacan las inundaciones.

PELIGRO POR INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO DE TIZAYUCA

El Análisis, Zonificación y Ponderación de este agente perturbador considera las condiciones naturales de la Zona de Estudio, el impacto generado por el crecimiento acelerado del Área urbana, registros históricos, información proporcionada por Protección Civil Municipal y trabajo de campo.

Otro elemento a considerar corresponde a la clasificación de inundaciones, debido a que los factores que intervienen establecen diferencias en la génesis, dinámica, intensidad y afectaciones que provocan. La Tipología retomada para el ATLAS DE RIESGOS DEL MUNICIPIO DE TIZAYUCA, es la siguiente:

Costeras: Corresponden a Áreas de costas bajas, incluyendo estuarios y deltas, por penetración de agua del mar superando los diques artificiales. Este Tipo de Inundaciones se presenta con mayor frecuencia durante el impacto de huracanes, debido a la marea de tormenta que se genera.

Fluviales y Pluviales: Se desarrollan a partir de cauces que presentan evidencias de desbordamiento (llanuras de inundación); la inundación se produce cuando la cantidad de agua sobrepasa la capacidad normal del cauce, por lo que existe la salida de agua y ocupa las zonas con pendiente que favorece la acumulación de agua. Por otra parte, la presencia de lluvias intensas sobre suelos con poca capacidad de infiltración, permite la saturación de agua en estas Zonas.

Súbitas: Están relacionadas con las características morfológicas de las Cuencas, asociadas a las modificaciones ambientales que se han realizado principalmente sobre la cobertura vegetal, de existir la eliminación de la vegetación, la capacidad de infiltración se reduce y la respuesta a la precipitación es rápida (avenidas o torrentes).

Con base en las características señaladas en esta Clasificación, así como, la Información generada a partir de los elementos incorporados, se establece la susceptibilidad a desarrollar INUNDACIONES FLUVIALES, PLUVIALES y SUBITAS en el Municipio de Tizayuca

INUNDACIONES PLUVIALES Y FLUVIALES

El desarrollo de este Tipo de Inundaciones, está en función de diversos factores entre los que destacan la Litología, pendiente, tipo de suelo, cantidad de precipitación y cambios realizados por el hombre; estas variables inciden de la siguiente forma.

Litología: La velocidad de infiltración del agua estará en función del tipo de material que constituya el basamento, este proceso dependerá de la compactación y presencia de fracturas en las rocas ó sedimentos presentes en la Zona de Estudio.

Pendiente: La inclinación del terreno permite que el agua producto de la precipitación se acumule ó discorra, de esta forma, valores menores a 3°, tienden a propiciar la acumulación de agua. Por otra parte, las Cuencas con pendientes superiores a los 15°, tienden a desarrollar torrentes.

Tipo de Suelo: Condiciones relacionadas con las propiedades físicas del suelo (textura y estructura), influyen en la infiltración del agua; por tal motivo, textura fina asociada con poco desarrollo de estructura, son elementos que facilitan la acumulación de agua y generan inundaciones.

Régimen de Precipitación: La presencia de agua mediante en sus diferentes formas (lluvia, granizo, nieve), así como, la intensidad y distribución durante el año, dependen directamente de los tipos de clima en el territorio.

Modificaciones Antrópicas: Las acciones humanas propician la ocurrencia de este peligro debido a la construcción de obras que alteran el funcionamiento natural del sistema o en el caso de Zonas Urbanas, la contaminación por residuos sólidos que inhabilita el servicio de drenaje y alcantarillado, ocasionando encharcamientos.

PENDIENTES RELACIONADAS CON INUNDACIONES

Para el Municipio de Tizayuca, la pendiente del terreno constituye una de las causas principales para desarrollar inundaciones, debido a que se encuentra sobre un territorio con menos de 3°, de inclinación, por lo que durante la presencia de lluvias, el agua acumulada presenta dificultad para ser drenada.

Las Zonas entre 1° y 3°, a pesar de que permiten la escorrentía, son ocupadas por agua cuando las áreas con menor pendiente se encuentran completamente cubiertas durante lluvias intensas, por lo que se extienden hacia estas Áreas. Por otra parte, la baja susceptibilidad a inundaciones se asocia con pendientes superiores a 3°, ya que la dinámica predominante es la escorrentía hacia las partes bajas.

La interrelación de las pendiente del terreno con las otras variables consideradas, deriva en la zonificación para este Tipo de Inundaciones en el Mapa 5.2.11b.; cabe señalar, que también se representan las Áreas correspondientes a inundaciones súbitas, las cuales se abordan más adelante. Las Categorías obtenidas son:

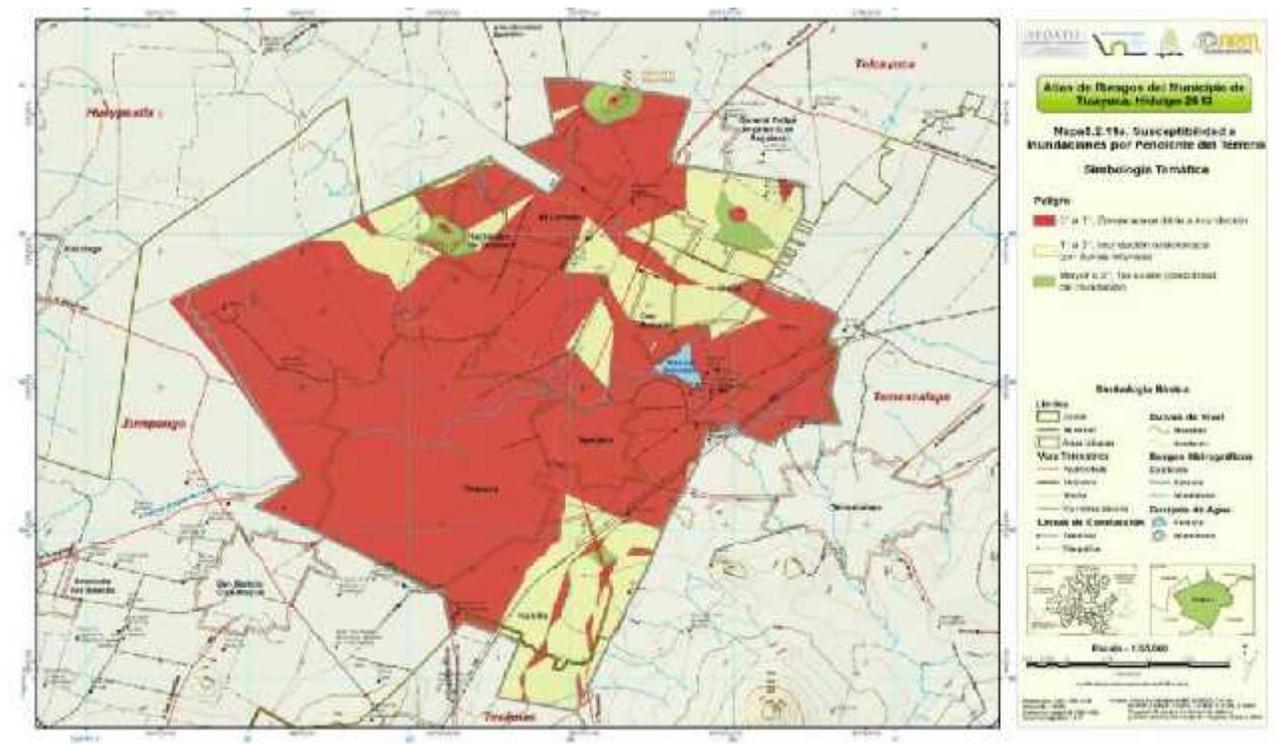


Figura 3.09 Susceptibilidad a inundaciones por pendiente de terreno

La vulnerabilidad para inundaciones en el área del proyecto es ALTA en la zona de Tizayuca y MUY ALTA en la zona de Tecámac y Zumpango de acuerdo a lo Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

El índice municipal de peligro por inundaciones para el área del proyecto muestra un grado muy importante. Puesto que solo se tiene el río las Avenidas en el municipio de Tizayuca, el riesgo de desbordamiento se da en las márgenes de este río y el resto de los casos son anegaciones, debido a las pendientes tan bajas menores al 2%, ya que, no existe vegetación que atenúe o absorba el agua de lluvia.

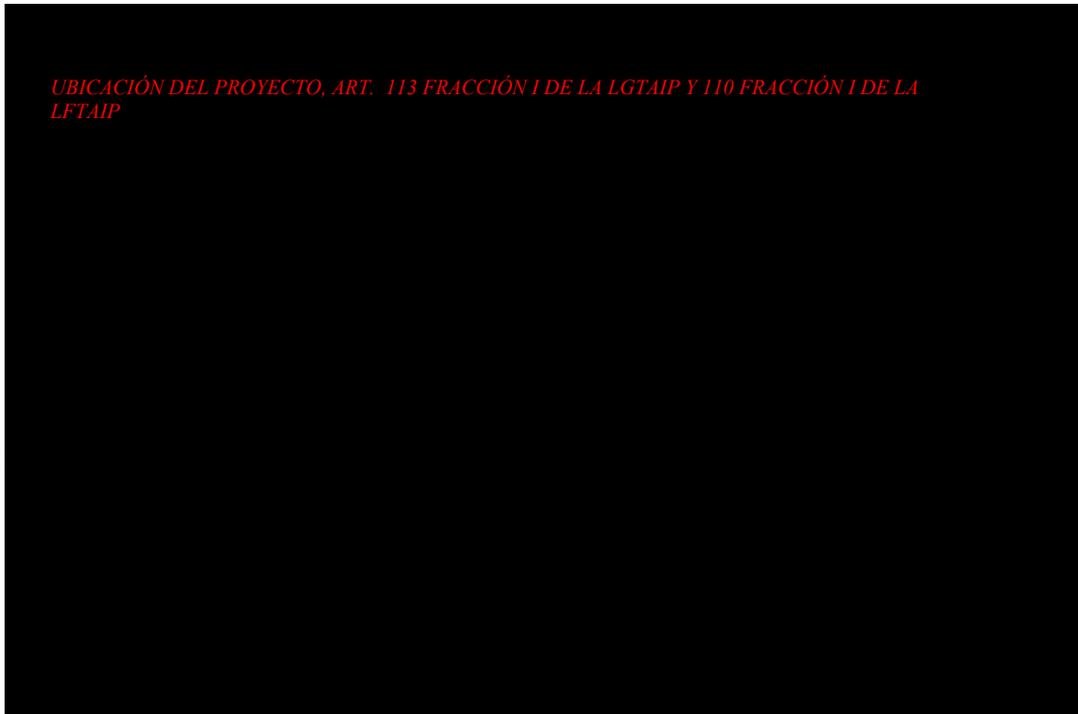


Figura 3.00. Índice de peligro por inundaciones del Municipio y área del proyecto
Fuente: CENAPRED

Riesgos ambientales

El sitio donde se ubicará el proyecto, como se ha mencionado anteriormente, se encuentra en el municipio de Tizayuca, atravesando las localidades de El Manantial, La Posta y Tepojaco, donde además de los asentamientos humanos existen zonas industriales y agrícolas. En consecuencia, en el sitio donde se instalará el gasoducto CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO, existe una modificación total de algunos componentes ambientales, principalmente de las condiciones bióticas originales, ya que existe infraestructura y vialidades (Carretera El Manantial-Tepojaco y Carretera Tizayuca-Temascalapa, donde se ubica la franja de desarrollo del gasoducto) como consecuencia del desarrollo urbano municipal.

Como parte de dicho desarrollo, en el área donde se instalará el gasoducto CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO no existe actualmente alguna zona que conserve el estado original. Los recursos bióticos naturales en el entorno de la franja de desarrollo del gasoducto se encuentran modificados de sus condiciones originales por diversas actividades antropogénicas, principalmente por los asentamientos humanos, las instalaciones industriales, así como a usos de suelo con fines agropecuarios realizados en la zona.

La unidad paisajística donde se encuentra ubicado el sitio donde se instalará el gasoducto CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO es un paisaje con calidad escénica baja. La presencia de estructuras industriales, asentamientos humanos, así como cuerpos de agua contaminados, le confieren alta fragilidad paisajística, ya que el relieve de muy poca pendiente y la escasa cobertura vegetal dejan expuesta visualmente esta infraestructura en la zona. Las alteraciones generadas por el proyecto no modificarán significativamente la calidad visual, actualmente ya deteriorada.

Con base en la descripción anterior, se puede determinar que el sistema ambiental donde se ubicará el proyecto del gasoducto CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO está alterado con un estado de conservación muy bajo, debido a que se encuentra en un área completamente modificada con fuerte influencia de actividad antropogénica. El sistema ambiental se considera como una zona de muy baja importancia ecológica debido al nivel de alteración y deterioro del sistema natural.

Las afectaciones potenciales que se pueden presentar en el caso de ocurrencia del evento indicado son las siguientes:

- No se prevén afectaciones al medio natural dado que el área está alterada, en un estado de conservación muy bajo debido a que se encuentra en un área con fuerte influencia de actividad antropogénica (urbana, industrial y agrícola).
- En lo social, las poblaciones más cercanas (El Manantial, La Posta y Tepojaco) se encuentran dentro de la distancia de alto riesgo por la potencial ocurrencia del evento riesgoso. La principal afectación se presentaría en las viviendas y comercios ubicados cerca de la franja de desarrollo del gasoducto, así como los clientes y trabajadores que se encuentren laborando en la Estación de Servicio (gasolinera) ubicada en el entronque de la Carretera Tizayuca-Temascalapa con la Carretera El Manantial-Tepojaco.

En la Tabla se describen los factores ambientales potencialmente afectados en caso de ocurrencia de un evento.

Tabla 3.07 Factores ambientales potencialmente afectados

FACTOR AMBIENTAL	INCENDIO (radiación térmica)
Aire	Partículas y gases de combustión (CO y CO ₂)
Suelo	Capa superior
Agua (hidrología)	No hay afectación
Vegetación	No hay afectación
Fauna	No hay afectación
Paisaje	Desolado y destruido temporalmente
Población	Quemaduras potenciales

En términos generales, en el caso de ocurrencia potencial del evento riesgoso catastrófico (incendio), las afectaciones al medio son en su mayoría temporales, por lo que el sistema ambiental local, en las condiciones actuales, tiene la capacidad de recuperar los valores normales en sus componentes ambientales.

4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

En los últimos 20 años se ha invertido un gran esfuerzo en la mejora de la seguridad en las industrias de procesos a través de esfuerzos de la industria, proyectos de investigación y legislación. Esto ha resultado en métodos enormemente mejorados para la evaluación de las consecuencias de incidentes, de los riesgos involucrados y para la selección de los sistemas más apropiados de prevención y protección.

Básico para el uso de estas técnicas es la necesidad de una profunda y sistemática identificación de peligros. Sin un robusto sistema de identificación de peligros es posible que un peligro sea pasado por alto y de esta manera la evaluación de riesgos y la selección de sistemas preventivos y de protección puede ser incompleta o fallida.

La identificación de peligros debe ser vista como un conjunto de herramientas que se usan en el momento apropiado durante el desarrollo particular de un proyecto. El momento de uso no siempre es crítico y puede haber varios puntos en un proyecto donde se puede usar ventajosamente un método.

También debe ser reconocido que un "proyecto" puede ser una tarea de mantenimiento, una modificación o un gran proyecto de construcción. Los métodos de identificación pueden ser considerados para cualquiera de ellos, con la única diferencia de la profundidad, el esfuerzo invertido y los registros. El método siempre debe ser seleccionado con adecuada consideración a la necesidad y el resultado final del estudio.

A partir del estudio y análisis de numerosa bibliografía (guías, libros y revistas especializadas) relacionada con las técnicas y estudios PHA y que ha permitido conocer el estado del arte de las mismas, se ha extraído y sintetizado la suficiente información para obtener los siguientes resultados:

- a) Una memoria, destinada a aquellas personas que están familiarizadas con la temática del proyecto y tienen conocimientos de ingeniería, en la que se desarrollan las bases teóricas de un método para seleccionar técnicas PHA y un sistema de gestión que permite describir la metodología a seguir para poder realizar estudios PHA con cada una de las técnicas PHA sobre las que versa el proyecto.
- b) Una guía gráfica y visual, que puede ser utilizada por usuarios con niveles de conocimiento muy dispares, en la que se desarrolla un sistema para gestionar, de manera sencilla, la realización de estudios PHA.

Por último, se ha podido constatar la importancia de realizar estudios PHA a lo largo de todo el ciclo de vida de una instalación industrial y la creciente utilización de programas informáticos que facilitan la realización de los mismos.

Los estudios HAZID son una herramienta para identificar riesgos y peligros, que se aplica al inicio de los proyectos en cuanto están listos los diagramas del flujo de procesos, los borradores de los balances de masa y temperatura y los gráficos de disposición óptima de componentes. También es necesario conocer las infraestructuras existentes, el clima y datos geotécnicos, puesto que pueden ser el origen de peligros externos. El método es una herramienta que facilita el diseño, que ayuda a organizar los entregables sobre Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de un determinado proyecto. En la técnica de brainstorming normalmente participa personal del diseñador y del cliente de los ámbitos de ingeniería, gestión de proyectos, operaciones y mantenimiento. Los hallazgos más destacables y los peligros que se hayan identificado permitirán poder cumplir con los requisitos en materia de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente, formando parte del Registro de Riesgos del proyecto que exigen las leyes de numerosos países. ¿Cuáles son sus ventajas principales? La correcta realización de un estudio HAZID permitirá identificar en las primeras fases del diseño de las instalaciones los peligros existentes y las

precauciones a tomar. El trabajo del equipo garantizará: Que se conozcan cuanto antes los peligros en materia de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente, antes de incurrir en gastos importantes. Que se registren los peligros identificados y se tomen las medidas para evitarlos, reducirlos o señalarlos durante la fase de diseño. Que las medidas tomadas puedan ser auditadas por la dirección de la empresa y las Inspecciones de la Administración. Que se eviten retrasos en el diseño o la construcción, así como desvíos Presupuestarios. Que se desconozcan menos peligros en el momento de entregar la planta y del inicio de su actividad,

Derivado de lo anterior, a continuación, se muestra la Hoja de Trabajo del HAZID realizado en la etapa de diseño del proyecto Gasoducto CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO.

4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

Tabla 4.01 Identificación preventiva de peligros hoja de trabajo Hazid

Equipo de Trabajo: Ing. Norma Beatriz Rodríguez Belman Ing. José Luis Pacheco Yáñez Biol. David Gasca Parra Ing. Arturo Vélez Mata	Fecha:	Dibujo:
Proyecto: GASODUCTO CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO	Ubicación: Zona Industrial Tizayuca, Hgo.	Equipo/instalación:

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PELIGROS IDENTIFICADOS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS DE CONTROL/SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES
1	Interconexión	Falla en soldadura del arreglo de interconexión	Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión	Personal calificado de acuerdo a código	Contar con Procedimientos de Soldadura y Calificación de Soldadores
		Operación inadecuada durante la perforación en línea viva (hot tap)		Personal calificado y con experiencia para realizar estos trabajos	Contar con Procedimientos de Hot Tap y Calificación de Personal Técnico
		Afectación por Terceras Partes (vandalismo, sabotaje)		Vigilancia sobre la Franja de Afectación	Elaborar e implementar procedimiento de vigilancia de la franja de afectación.
		Mala selección de los materiales del arreglo de interconexión		Selección de materiales de acuerdo a diseño	Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de materiales y equipo
		Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones)		Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión Probable desabasto de gas hacia el usuario	Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas
2	Filtrado	Taponamiento de filtros	Sobrepresión en el sistema	Instalación de By Pass	Elaborar procedimiento e Implementar Programa de mantenimiento a instalaciones
			Mala calidad del gas		

4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PELIGROS IDENTIFICADOS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS DE CONTROL/SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES
		Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones)	Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión Probable desabasto de gas hacia el usuario	Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas	Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas
3	Medición	Selección errónea de equipo de medición	Falla en la medición	Selección de materiales de acuerdo a diseño	Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de materiales y equipo
		Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones)	Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión Probable desabasto de gas hacia el usuario	Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas	Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas
4	Regulación EMR interconexión	Selección errónea de equipo	Falla en la regulación/Mal funcionamiento del equipo	Selección de materiales de acuerdo a diseño	Elaborar procedimiento de calidad para la adquisición de materiales y equipo
		Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones)	Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión Probable desabasto de gas hacia el usuario	Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas	Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas
5	Transporte	Afectación por Terceras personas	Fuga Incendio, Explosión	Vigilancia extrema de la Franja de Afectación	Elaborar procedimiento e Implementar Programa de vigilancia de la Franja de Afectación
		Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones)	Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión Probable desabasto de gas hacia el usuario	Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas	Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas

4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

ITEM	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	PELIGROS IDENTIFICADOS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS DE CONTROL/SALVAGUARDAS	RECOMENDACIONES
6	Regulación EMR usuarios	Selección errónea de equipo	Falla en la regulación	Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas	Elaborar e implementar procedimiento de calidad para la adquisición de materiales y equipo
		Afectación por clima y causas externas (deslaves, sismos, huracanes, vientos, inundaciones)	Probable desabasto de gas hacia el usuario Probabilidad de Fuga Incendio, Explosión	Diseño apegado a códigos, normas y Practicas Recomendadas	Revisar que el diseño se haya realizado a través de firmas certificadas y que se consideraron los aspectos de clima y fuerzas externas

4.1. Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones similares

En la siguiente tala se muestra un listado de Antecedentes de accidentes e incidentes en el transporte de Gas por ducto.

Tabla 4.02 Antecedentes de Accidentes e Incidentes

NO.	AÑO	CIUDAD Y/O PAÍS	INSTALACIÓN	SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN
1	10/01/2013	Querétaro	gasoducto	Gas natural	Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas	Afectación al medio ambiente; Evacuación de personas	Se suspende operación del ducto
2	17/01/2013	Distrito Federal	gasoducto	Gas natural	Por excavación se provoca fuga	Afectación al medio ambiente; Evacuación de personas	Se suspende operación del ducto
3	09/03/2013	Guanajuato	gasoducto	Gas natural	Toma Clandestina	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
4	25/03/2013	Tabasco	gasoducto	Gas natural	Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
5	15/05/2013	Guanajuato	gasoducto	Gas natural	Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas	2 personas lesionadas y Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
6	20/06/2013	Veracruz	gasoducto	Gas natural	Tormenta eléctrica	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
7	22/07/2013	Guanajuato	gasoducto	Gas natural	Por golpe de maquinaria se provoca una fuga de gas	fueron evacuadas 12 viviendas con un total de 50 personas	Se suspende operación del ducto
8	22/07/2013	Tamaulipas	gasoducto	Gas natural	Toma Clandestina	Afectación al medio ambiente	Cierre de válvula del arreglo de TC
9	28/08/2013	Estado de México	LPGducto	Gas LP	Toma Clandestina	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del LPGducto
10	07/09/2013	Chihuahua	gasoducto	Gas natural	Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas	Afectación al medio ambiente; Evacuación de personas	Se suspende operación del ducto

VI ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

NO.	AÑO	CIUDAD Y/O PAÍS	INSTALACIÓN	SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN
11	17/09/2013	Nuevo León	gasoducto	Gas natural	Crecida de río y arrastre de material	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
12	23/09/2013	Distrito Federal	gasoducto	Gas natural	Por golpe de maquinaria se provoca una fuga de gas	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
13	01/10/2013	Puebla	LPGducto	Gas LP	Toma Clandestina	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del LPGducto
14	16/10/2013	Jalisco	gasoducto	Gas natural	Fuga en la caja de válvulas	Afectación al medio ambiente; se evacuaron 1200 personas	Se suspende operación del ducto
15	28/10/2013	Veracruz	gasoducto	Gas natural	desprendimiento de tubería de gasoducto de 24"	Afectación al medio ambiente; Se afectó un área de 36 metros cuadrados de suelo natural	Se suspende operación del ducto
16	31/10/2013	Guanajuato	gasoducto	Gas natural	Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas	Afectación al medio ambiente; se evacuaron 103 personas	Se suspende operación del ducto
17	04/11/2013	Veracruz	gasoducto	Gas natural	Desconocidas	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
18	05/11/2013	Coahuila	gasoducto	Gas natural	Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
19	30/11/2013	Veracruz	LPGducto	Gas LP	Toma Clandestina	Afectación al medio ambiente; evacuación de familias cercanas al sitio de fuga	Se suspende operación del LPGducto
20	16/12/2013	Estado de México	LPGducto	Gas LP	Toma Clandestina	Afectación al medio ambiente; evacuación de población cercanas al sitio de fuga	Se suspende operación del LPGducto

NO.	AÑO	CIUDAD Y/O PAÍS	INSTALACIÓN	SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE E INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN
21	16/12/2013	Tamaulipas	gasoducto	Gas natural	Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
22	16/12/2013	Veracruz	LPGducto	Gas LP	Fractura de niple 1/2" pulgada	Afectación al medio ambiente; se evacuó al personal de oficinas de PGPB y Pemex Refinación al punto de reunión seguro	Se suspende operación del LPGducto
23	22/01/2014	Estado de México	LPGducto	Gas LP	Corrosión	Afectación al medio ambiente; evacuación de personal del sistema de agua del municipio de Tecamac	Se suspende operación del LPGducto
24	30/01/2014	Chihuahua	gasoducto	Gas natural	Toma Clandestina	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
25	09/02/2014	Tamaulipas	gasoducto	Gas natural	Sobrepresión del ducto	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
26	18/02/2014	Distrito Federal	gasoducto	Gas natural	Vandalismo	Afectación al medio ambiente	Se suspende operación del ducto
27	21/02/2014	Puebla	gasoducto	Gas natural	Por golpe de retroexcavadora se provoca una fuga de gas	Afectación al medio ambiente; se evacuaron cerca de 200 personas como medida preventiva	Se suspende operación del ducto

Accidentes con gas natural

Los accidentes con este energético son los segundos más recurrentes en el mundo, solo superados por los de petróleo. Los accidentes provocados con gas natural le dan la vuelta al mundo, no discriminan género ni edad ni fecha y en el instante de presentarse tampoco tienen en cuenta si es en un país desarrollado o no, en una ciudad o en área rural.

El pasado 4 de junio de 2014, el escape de gas de la tubería que pasa por debajo de la Universidad Nyack College en Nueva York (Estados Unidos) arrojó siete heridos y destrozos en las instalaciones de la institución educativa.

Días antes, el 25 de mayo, en Guraj (Pakistán) murieron 17 niños y una profesora como consecuencia del escape de la bombona de gas que movía la furgoneta en la que se movían y que provocó una explosión.

Ese mismo mes, en Celaya (México), dos mujeres resultaron gravemente heridas luego de que estallara una tubería de gas que fue golpeada accidentalmente por las herramientas que manipulaban unos trabajadores de la construcción.

En abril, un edificio quedó parcialmente destruido y dos personas resultaron muertas y nueve heridas tras producirse una explosión por fuga de gas en Reims (Francia).

Este es un repaso reciente de un listado que parece interminable por los cinco continentes y que muestra lo peligroso que puede ser el gas natural. Este energético de origen fósil que se encuentra en el subsuelo continental y marítimo también reportó muerte y destrucción en el pasado.

Su composición incluye varios hidrocarburos gaseosos, sobresaliendo el metano, elemento altamente inflamable, en una proporción superior al 93%. Los otros elementos que lo componen son: etano, dióxido de carbono, propano y nitrógeno.

Las pérdidas o escapes de gas ofrecen riesgos dependiendo si ocurren en un recinto cerrado o abierto. En el primero puede producir asfixia entre las personas y explosiones. En el segundo se pueden presentar deflagraciones, también denominadas incendios localizados.

Global

Los accidentes producidos por el gas natural son los segundos con mayor nivel de ocurrencia en el mundo, así lo reporta la base Mhidas del Health and Safety Executive del Reino Unido que, desde 1980, reporta incidentes en más de 95 países.

De acuerdo con el informe mundial, de los 2.884 incidentes reportados, el gas natural fue la segunda sustancia responsable, con el 11,29% y un total de 321 situaciones, casi una por día durante un año. Solo fueron superados por los producidos por el petróleo, con el 15,40% y 438 incidentes.

La mirada geográfica establece que el 45% de los registros se produjeron en dos países: Estados Unidos, con el 33,80%, y Gran Bretaña, con el 10,87%.

Entre los primeros diez del mundo se ubican dos países del grupo de los Brics. Rusia, en el tercer lugar, con el 4,33%, y China, en el quinto, con el 3,08%. El primer latinoamericano es México, en la séptima casilla.

Por tipo de incidente, el estudio muestra que son cuatro los básicos: explosión, fuga, fuego y nube de gas. El primero es el más frecuente para el gas natural y otras sustancias, con el 88,51% de los casos.

El análisis también reseña la existencia de incidentes específicos que involucran a esta sustancia, como la explosión al aire libre de una nube formada por una mezcla de gas o de vapor inflamable con el aire; explosión de una dispersión de líquido en gas, y rotura súbita de un depósito o sistema que contiene gas licuado debido al contacto con el fuego.

Desde que hace 6000 a.C. los persas hacían sus "fuegos eternos" con las fugas que salían de la tierra y se encendían, el gas natural ha sido el acompañante explosivo del hombre, pero sin el cual su vida tampoco tendría muchos de los beneficios que tiene.

Explosiones históricas

En la ciudad de Ufa, ubicada en los Montes Urales de Rusia, se produjo uno de los accidentes con gas natural de mayor impacto de los últimos cincuenta años. El 4 de junio de 1989, una fuga del gasoducto de la zona produjo una nube que causó una explosión en esta región ubicada a 150 kilómetros de Moscú. El impacto destruyó dos trenes de pasajeros que pasaban por la zona y según el reporte de las autoridades, de los 1.200 pasajeros que viajaban, la mitad pereció.

Cuatro años más tarde, el 22 de abril de 1992 otro accidente causó daños irreparables en Guadalajara (México). Entre las 10 de la mañana y 1 de la tarde de ese día, se produjeron 18 explosiones de gas (vapores de gasolina) en la capital jalisciense.

El saldo dejó pérdidas humanas con más de 200 muertos y 100 heridos, y materiales con destrucción en 1.402 casas, 450 negocios, 600 vehículos y 10 kilómetros de calles. Según el reporte de las autoridades locales, el cálculo oficial de los daños ascendió a 5 millones de euros.

Los riesgos de accidentes

Una fuga de gas natural en un lugar cerrado puede causar asfixia a las personas ahí presentes debido a que este energético desplaza el oxígeno necesario para respirar. Si baja del 16 por ciento causa malestar, náuseas y dolor muscular, pero se desciende del 10 por ciento puede provocar pérdida del conocimiento y la muerte por asfixia.

Otra situación en espacio cerrado es la explosión. Al acumularse, el gas natural se mezcla con el aire, creando condiciones de inflamabilidad. En este ambiente una chispa puede precipitarla. En lugares abiertos, el gas natural puede ocasionar una deflagración o incendio localizado como consecuencia de su contacto con el aire y la creación de las condiciones para que una llama o chispa la produzca.⁽¹⁾

(1) Fuente: Revista Petróleo & Gas Enero 23 2014

En años recientes, algunas causas fundamentales del incremento de accidentes en los poliductos de Pemex han sido: la inadecuada evaluación de estos y la falta de gestión para erradicar esta problemática [1], adicionalmente no hay una base de datos histórica de accidentes en ductos de transporte de hidrocarburos disponible de manera oficial en el país, estas circunstancias repercuten negativamente en la funcionalidad de ductos en México. La tabla 1, muestra las incidencias recientes de Pemex en el territorio nacional [2].

De la tabla 1 se obtiene un total de 1 675 emergencias. Los estados con mayor número de accidentes registrados en ese periodo destacan: Veracruz con 502 casos, Campeche y Tabasco con 419 y 391 casos, respectivamente. Entre estos tres estados se presenta casi el 80% del total nacional.

Una de las demandas del desarrollo económico de toda nación es la prestación de servicios en el transporte de hidrocarburos y sus destilados, además, que ésta se realice de manera oportuna, confiable, con un riesgo controlado, sin afectación a terceros y al medio ambiente, entre otros aspectos [3]. Esta investigación facilitará el desarrollo de estudios de riesgos, con una propuesta metodológica basada en árboles de falla y datos de accidentes ocurridos en poliductos. Para ello son identificados los factores de riesgos como lo establece Kent Muhlbauer [4], y la probabilidad de ocurrencia.

Accidentabilidad de ductos en el mundo

Es difícil presentar una visión más o menos precisa de accidentes e incidentes registrados en ductos, ya que en ello intervienen muchas variables, como son: disparidad en los métodos de reporte, normatividad en tuberías, condiciones locales, personal operativo calificado, vigilancia, regulación efectiva del uso del suelo. De acuerdo con una investigación realizada por la Agencia de Seguridad de Inglaterra [5], los accidentes más trascendentes (accidentes mayores) identificados en ductos construidos a nivel mundial durante el periodo de 1970 a 1995, dejaron la siguiente información: incidentes (500), lesionados (3 000), muertes (2 000) y países afectados (97).

Como se observa, quinientos incidentes arrojaron 2 000 muertes, 3 000 lesionados en casi un centenar de países afectados. El 53% de los incidentes reportados se suscitaron en ductos de gas natural, 18% con gas licuado de petróleo, 17% con crudo y 7% con gasolina.

También esta agencia determinó los tipos de fallas más comunes ocurridos en ese mismo periodo de 1970 a 1995, con los porcentajes siguientes: daños por terceras partes con el 31%, seguido de causas no identificadas con el 22%, asimismo, la tercera causa más importante correspondió a operaciones incorrectas (error humano, falla de equipo, entre otros) con el 19% de los datos compilados.

Accidentabilidad de ductos en Estados Unidos

El uso de tuberías de transporte en los Estados Unidos de América, ha crecido gradual y constantemente. Inicia en el año de 1920 con el uso de tuberías de alta presión. Al final de la Segunda Guerra Mundial ya existían más de 131 000 kilómetros de tuberías interestatales en el país. Actualmente la industria del transporte de hidrocarburos ha crecido de tal manera que existen más de 482 700 km de tuberías interconectadas en redes de recolección y distribución, que suministran energéticos a más de 160 millones de consumidores. Esta información es obtenida por la Office of Pipelines Safety (OPS) de los Estados Unidos de América [6].

Las estadísticas en cuanto a incidentes en ductos de transporte de hidrocarburos publicadas por la OPS del Departamento de Transporte en los Estados Unidos (DOT) para el periodo de 1986 a 2004, indican que se registraron 3 358 accidentes, 37 muertes, 255 lesionados y pérdidas económicas por más de 859 millones 704 mil 423 dólares. Siendo la corrosión y los daños por terceras partes, las causas 1 y 2 respectivamente, con mayor número de registros.

Incidentes mayores en ductos de transporte de Petróleos Mexicanos Pemex)

El sistema de transporte por ductos en el país consta de más de 55 000 km de tuberías dependientes de las cuatro subsidiarias que conforman Pemex, los fluidos transportados son: crudo, gasolinas, Diesel, gas licuado, gas natural y productos petroquímicos, principalmente. Los diámetros de las tuberías varían desde 3" hasta 48" de diámetro, y comparten en gran medida los corredores de los derechos de vía (DDV's), donde se realizan las tareas y actividades de operación, mantenimiento e inspección principalmente [7].

Por otro lado, Profepa [2] monitoreó (durante el periodo comprendido entre los años de 1997 a 2001), los sistemas de transporte de hidrocarburos en tres diferentes medios, los cuales son: por ducto, marítimo y carretero, de donde se obtuvieron datos reveladores.

Pemex-Refinación opera y administra los poliductos en el territorio nacional; además de procesar el petróleo crudo, elabora productos refinados y distribuye: gas licuado, gasolinas, turbosina, diesel, combustóleo y otros, mediante una red de ductos, entre los que se encuentran los poliductos.

Se muestra en la figura 2 una explosión por fuga de gasolina debido a una toma clandestina en un poliducto del sureste del país. Estas actividades ilícitas provocan afectaciones a la población y grandes pérdidas económicas [8].

Cabe destacar que las principales causas que originaron emergencias y produjeron consecuencias importantes en el país durante el periodo 1994 a 2003 fueron: derrames de producto, contaminación y afectaciones a terceros (población civil).

Los casos más significativos, con mayor número de registros de accidentes, son debidos a: tomas clandestinas (304 casos), corrosión (125 casos) y golpe mecánico (6 casos), entre los más importantes [9].

Una compilación de estos registros y otros más que se presentaron en los sistemas de poliductos instalados en los derechos de vía del país durante el periodo 1994-2003 se muestran en la tabla 2.

Como causa principal de emergencias en Pemex, se destaca el robo de gasolina que durante 30 minutos puede llegar a los 30 mil litros en una toma clandestina (según estiman los especialistas en el tema) y se identifica al registrarse una baja sensible en la presión de los instrumentos de medición que dura por varios minutos. En ese momento se inicia la búsqueda del incidente.



Figura 4.01 Explosión por fuga de gasolina debido a una toma clandestina

Consecuentemente, detectar los robos de combustibles al analizar los reportes finales de distribución, no es posible, explican los operadores, porque son tan pequeños que pueden confundirse con los estimados de pérdidas aceptables en el bombeo [8].

Tabla 4.03 Emergencias ambientales ocurridas en Pemex en el periodo 1997-2001. Análisis estatal

Estado de la República Mexicana	Número de emergencias
Aguascalientes	3
Baja California	4

Estado de la República Mexicana	Número de emergencias
Baja California Sur	1
Campeche-Chiapas	419
Chihuahua	84
Estado de México	14
Guanajuato	10
Guerrero	32
Hidalgo	2
Jalisco	26
Michoacán	7
Morelos	1
Nayarit	0
Nuevo León	14
Oaxaca	43
Puebla	44
Querétaro	4
Quintana Roo	0
San Luis Potosí	0
Sinaloa	10
Sonora	6
Tabasco	391
Tamaulipas	35
Tlaxcala	0
Veracruz	502
Yucatán	2
Zacatecas	0
Zona Metropolitana	2

Datos de accidentes en poliductos (1994-2003). Subdirección de Distribución. Gerencia de Transportación por Ducto. Subgerencia Ductos Sureste. Pemex-Refinación, 2004 [9].

Tabla 4.04 Tabla de accidentes en ductos

CAUSAS	AÑOS										
	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	ST
Corrosión externa	7	7	23	19	35	27		3	1	3	125
Golpe Mecánico	2	1		1				2			6
Falla de la soldadura transversal	1		1								2
Tomas clandestinas	9	21	45	7	46	51	35	37	45	8	304
Golpe de ariete	1										1
Fisura por sobrepresión			1		1				2		4
Falla de la abrazadera			1			1					2
Material defectuoso								1			1
Sobreesfuerzo por movimiento de tierra								1			1
Fuga en la válvula									1		1
Ruptura de monoblock									1		1
Total											441

Fuente: Olivera-Villaseñor, Ruperto Enrique; Rodríguez-Castellanos, Alejandro
 Estudio del riesgo en ductos de transporte de gasolinas y diesel en México
 Científica, vol. 16, núm. 4, octubre-diciembre, 2012, pp. 159-165
 Instituto Politécnico Nacional
 Distrito Federal, México

[1] Sarmiento, T.M.R., Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales, COATEA, Profepa, 2003.

[2] Procuraduría Federal de Protección al Ambiente PROFEPA, Subprocuraduría de Auditoría Ambiental, Dirección General de Auditoría del Riesgo Ambiental y Prevención de Accidentes, 2001.

[3] NFR-030-PEMEX-2003, Diseño, construcción, inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos, 2003.

[4] Muhlbauser, W. K., Pipeline Risk Management Manual, 1996.

[5] Agencia de Seguridad de Inglaterra, 2000.

[6] Office of Pipeline Safety, OPS, USA, 2004. (Web http://ops.dot.gov/stats/tq_sum.htm). Acceso 12/08/2004.

[7] Anuario Estadístico de Pemex, pp. 11, 23, 29,37, 2005.

[8] Declaración de Cutberto Azuara Pavón al periódico El Universal, publicada el 11/junio/2001.

[9] Datos de Accidentes de Pemex-Refinación, Subdirección de Distribución. Gerencia de Transportación por Ducto, Subgerencia Ductos Sureste, 2004.

5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

5.1. Análisis cualitativo de Riesgo

5.1.1. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

PREMISAS Y CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIONAR LA(S) METODOLOGÍAS APLICADAS

Los criterios bajo los cuales se desarrolló el Análisis HazOp, para el "Proyecto Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo", se desglosan a continuación:

Los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) empleados para el desarrollo de la metodología HazOp, fueron los proporcionados por Consumidora Industrial de Hidalgo.

Para la estimación de valores de frecuencia y consecuencia se utilizó las tablas establecidas las Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso, Clave 800-16400-DCO-GT-75, Rev. 2, con fecha del 18/08/2015.

Metodología

Dependiendo de etapas en la que se encuentre el proyecto, se emplean diferentes metodologías y de acuerdo a las necesidades del proyecto se seleccionan las más adecuadas, las cuales están mencionadas en la siguiente tabla, la cual fue tomada de las Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso, Clave 800-16400-DCO-GT-75, Rev. 2, con fecha del 18/08/2015.

Tabla 5.01 metodologías de análisis de riesgo

ETAPA	LISTA DE VERIFICACIÓN	¿QUÉ PASA SI?	¿QUÉ PASA SI?/ LISTA DE VERIFICACIÓN	FMEA	HAZOP	AAE-ETA	AAF-FTA	AC
Investigación y Desarrollo		X	X					
Diseño Conceptual	X	X	X					
Operación de Planta Piloto	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniería de Detalle	X	X	X	X	X	X	X	X
Construcción y Arranque	X	X	X					
Operación Rutinaria	X	X	X	X	X	X	X	X
Expansión o Modificación	X	X	X	X	X	X	X	X
Desmantelamiento	X	X	X					

Para la identificación de los riesgos del proyecto "Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo", se aplicarán las siguientes técnicas:

- HAZOP (Hazardous Operability)
- Análisis What if? (¿Qué pasa si?)

ANÁLISIS DE RIESGO Y OPERABILIDAD HAZOP (HAZARDOUS OPERABILITY ANALYSIS)

La técnica de análisis de peligros y operabilidad "HazOp" se basa en el principio de que varios expertos con diferentes especialidades, pueden interactuar de una manera creativa y sistemática para identificar más problemas trabajando juntos que trabajando separados. La técnica de análisis "HazOp" fue originalmente desarrollada por el Dr. Trevor Kletz en la década de 1970 en la compañía Imperial Chemical Industries, para evaluar la operación de sus instalaciones industriales, posteriormente esta técnica fue adaptada de manera colegiada por el American Institute of Chemical Engineers y difundida a partir de 1992 a través de las Guías editadas por el Center for Chemical Process Safety, y es recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro, Aiche 1999.

Para desarrollar un estudio de HazOp, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de las mismas.

El HazOp (Hazard Operability Study) es una técnica cualitativa que permite identificar postulados de accidentes que pudieran ocurrir en la instalación. Para desarrollar un estudio de HazOp, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de las mismas.

La metodología consiste en dividir la instalación en subsistemas que tengan una identidad funcional propia y en seleccionar una serie de nodos en cada subsistema donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (presión, temperatura, caudal, etc.).

Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía que califican el tipo de desviación. Ejemplos de palabras guía más utilizadas son las siguientes:

Tabla 5.02 Palabras Guía Más Utilizadas en la Metodología HazOp

PALABRAS GUÍA	
No/ninguna	Negación del intento de diseño
Más	Incremento cuantitativo
Menos	Decremento cuantitativo
Además de	Incremento cualitativo
Parte de	Decremento cualitativo
Inversa	Opuesto lógico del intento
Otro que	Sustitución completa

Como se mencionó anteriormente, cuando la palabra guía se combinan con las variables de proceso, sugieren desviaciones o problemas potenciales.

Para cada desviación identificada se debe incluir la siguiente información:

1. La lista de las posibles causas.

2. La lista de las consecuencias.
3. La respuesta automática del sistema ante la desviación.
4. El tipo de señalización (acústica/visual) que puede permitir la detección de la anomalía.
5. Recomendaciones para evitar las causas o limitar las consecuencias.

La aplicación de esta metodología implica la formación de un equipo multidisciplinario (seguridad, operación, ingeniería, mantenimiento)

Terminología utilizada en el estudio HazOp:

Nodo: Son puntos o secciones donde el proceso cumple con una función específica de diseño. Los nodos normalmente son secciones de tubería, recipientes u otro equipo (la amplitud del nodo depende de la experiencia del equipo de trabajo y de la experticia que se tenga del proceso). La selección de nodos usualmente los define el líder del estudio antes de las reuniones de trabajo.

Parámetro: Es un aspecto del proceso que lo describe físicamente, químicamente o en términos que digan qué está sucediendo.

Intención: La intención define cómo se espera que el sistema opere en el nodo. La intención provee un punto de referencia para desarrollar desviaciones.

Palabra Clave: Esta es una palabra o frase utilizada para calificar o cuantificar la intención y asociada a parámetros para descubrir desviaciones.

Desviación: Es la pérdida de la intención de diseño y es descubierta aplicando sistemáticamente las palabras guía a cada parámetro en cada nodo.

Ejemplos:

No + Flujo = No flujo

Mas + Temperatura = Mayor Temperatura

Causas: Son las razones o situaciones por las cuales las desviaciones pueden ocurrir. Dado que no todas las desviaciones posibles son relevantes, el equipo de trabajo debe identificar aquellas desviaciones que sean significativas. Ejemplos de causas son falla de equipos, error humano, causas externas. Usualmente hay más de una causa por desviación.

Consecuencias: Son los resultados que pueden presentarse en caso de que ocurran las desviaciones (por ejemplo: una liberación de material tóxico). Note que las consecuencias de una desviación frecuentemente difieren para cada causa de la desviación.

Salvaguardas: Son los mecanismos y controles con los que cuenta la instalación para evitar o minimizar las consecuencias de cada desviación.

Recomendaciones: Son las acciones sugeridas por el equipo de trabajo HazOp para prevenir o aminorar las consecuencias establecidas. Nótese que habrá recomendaciones siempre que las salvaguardas sean insuficientes o poco confiables, así como también cuando se requiera mayor información o ejecución de estudios.

Los objetivos básicos del HazOp son:

- a) Identificación de Peligros, donde se identifica las características de los materiales de la planta, proceso, equipo, procedimiento, etc., que puedan representar accidentes potenciales.
- b) Identificación de Problemas de Operabilidad, donde se identifica los problemas potenciales operativos, los cuales podrían ocasionar que se falle en alcanzar la productividad y metas de diseño.

5.1.2 Jerarquización de Escenarios de Riesgos.

Para la jerarquización de riesgos, se utilizaron los criterios establecidos en las Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso, Clave 800-16400-DCO-GT-75, Rev. 2, con fecha del 18/08/2015.

La ponderación y/o jerarquización se realizó con el apoyo del grupo multidisciplinario de acuerdo a los siguientes pasos:

Se asignó para cada escenario una ponderación por tipo de consecuencia (daño al personal, daños a la población, a la instalación, impacto ambiental, pérdidas de producción) de acuerdo a la tabla Clasificación por Categorías de Consecuencias.

Los objetivos de la revisión de riesgos de las instalaciones son:

- Identificar, seleccionar, evaluar y clasificar los riesgos más importantes con el potencial de ocasionar daños al personal y/o a la población, el medio ambiente, el producto manejado y la instalación.
- Desarrollar recomendaciones para reducir los riesgos.
- Identificar los procesos y las áreas más importantes que requieren de una evaluación más detallada para determinar las medidas más efectivas destinadas a reducir el riesgo.

En la siguiente Tabla de categorías de consecuencias, se consideran cinco tipos de consecuencias: daños al personal, efectos en la población, impacto ambiental, pérdida de producción y daños a la instalación.

El grupo multidisciplinario es imprescindible a la hora de asignar categorías de consecuencia, ya que poseen el conocimiento del proceso y la experiencia necesaria; por ejemplo, el personal puede proporcionar información valiosa sobre las variables principales acerca de (1) los efectos en la vida y la salud del personal, (2) el impacto ambiental y (3) la evaluación económica, como pueden ser los costos de reparación o reemplazo de equipos, el tiempo muerto que se necesita para restaurar los sistemas después de paros, el tiempo de paralización necesario para volver a arrancar unidades de proceso y los costos asociados con interrupciones en la producción.

Tabla 5.03 Clasificación por Categorías de Consecuencias.

CATEGORÍA	DAÑOS AL PERSONAL	EFEECTO EN LA POBLACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	PÉRDIDA O DIFERIMIENTO DE PRODUCCIÓN [MILLONES DE USD]	DAÑOS A LA INSTALACIÓN [MILLONES DE USD]
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500'000,000	>500'000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 2 a 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la	>50'000,000 a 500'000,000	>50'000,000 a 500'000,000

5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN
Y ANÁLISIS DE RIESGOS

CATEGORÍA	DAÑOS AL PERSONAL	EFEECTO EN LA POBLACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	PÉRDIDA O DIFERIMIENTO DE PRODUCCIÓN [MILLONES DE USD]	DAÑOS A LA INSTALACIÓN [MILLONES DE USD]
		generar de 6 a 30 fatalidades	instalación. El control implica acciones de un día hasta 1 semana.		
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efecto fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas.	>5'000,000 a 50'000,000	>5'000,000 a 50'000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que puedan generar una incapacidad.	Ruido, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evaluación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5'000,000	>500,000 a 5'000,000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruido, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación	Fugas, y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos	No se esperan impactos lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos	>50,000	>50,000

Tabla 5.04 Clasificación por Categorías de Frecuencias.

CATEGORÍA DE FRECUENCIA	TIPO	DESCRIPCIÓN DE LA FRECUENCIA DE OCURRENCIA
F6	Muy frecuente	Puede Ocurrir una o más veces por año.
F5	Frecuente	Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 años y hasta 5 años.
F4	Poco Frecuente	Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.
F3	Raro	Puede Ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años.
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación.
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro.

Referencia: Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso, Clave 800-16400-DCO-GT-75, Rev. 2, con fecha del 18/08/2015

Una vez realizada la ponderación de los escenarios, se determina el nivel de riesgo mediante la categoría de frecuencia por las categorías de consecuencia:

5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN
 Y ANÁLISIS DE RIESGOS

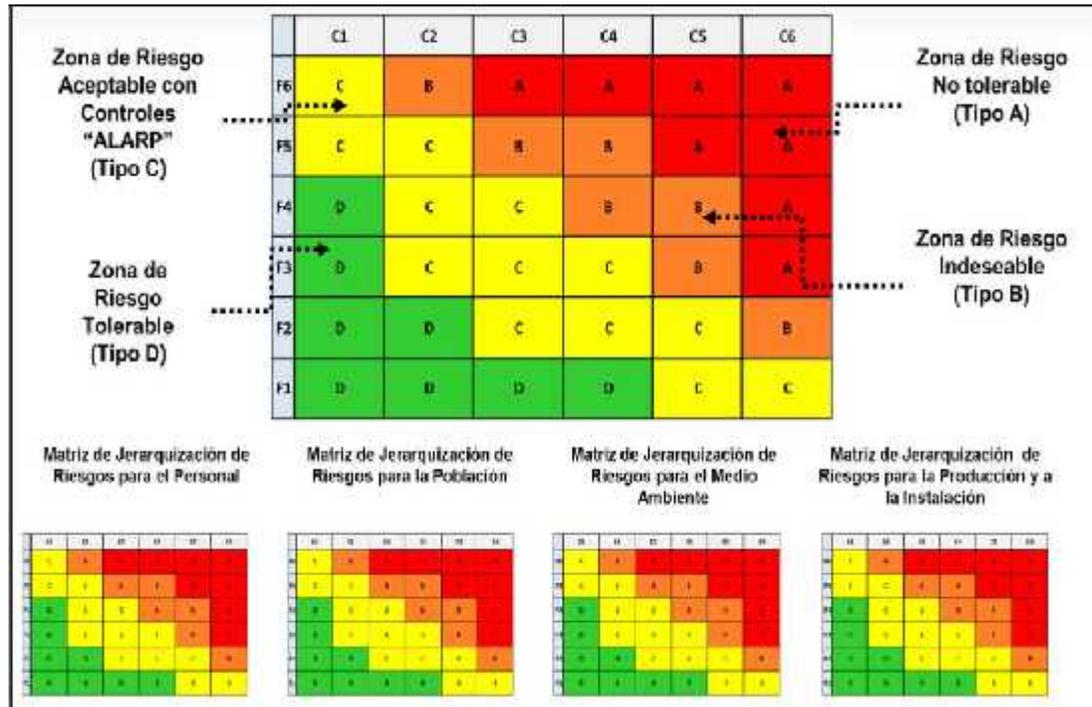


Figura 5.01 Matriz de Jerarquización de Riesgo de Proceso

Los índices de riesgo que contiene la matriz, se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5.05 Índices de Riesgo

ÍNDICE DE RIESGO	JERARQUIZACIÓN / ACEPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
A	Riesgo No Tolerable (Tipo A)	El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporales y permanentes por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "C".
B	Región Indeseable (Tipo B)	El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "B" representa una situación de riesgo Indeseable y deben establecerse Controles Permanentes Inmediatos. Se debe realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a Tipo "C" y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo "D".
C	Riesgo Aceptable con Controles (Tipo C)	El Riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un Riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos debe darse en un plazo no mayor a 180 días.

ÍNDICE DE RIESGO	JERARQUIZACIÓN / ACEPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
D	Riesgo Tolerable (Tipo D)	El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo tipo "D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

El presente informe es elaborado por la empresa Proambiente Ingeniería, S.C. con base a la información proporcionada del "Proyecto Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo", así como de la información derivada de las sesiones HazOp, llevadas a cabo por el grupo multidisciplinario de trabajo para identificar los posibles riesgos del proceso.

El presente reporte HazOp se enfoca únicamente a los resultados obtenidos durante el desarrollo de la metodología de identificación de riesgos HazOp, con la participación del grupo multidisciplinario, así como la evaluación cualitativa de frecuencia y consecuencia, sin considerar la estimación cuantitativa a través de un Análisis Frecuencial o un software matemático de simulación.

WHAT IF? (QUÉ PASA SI..?)

El análisis What if? se utilizará por la sencillez de su aplicación, la cual permite detectar de forma sencilla y rápida los riesgos más obvios que existen en la instalación, debido principalmente a que el proyecto a desarrollar es sencillo.

Para el análisis se consideran los siguientes nodos:

Tabla 5.06 Nodos desarrollados para el sistema gasoducto consumidora industrial hidalgo

Nodo	Condiciones de diseño/Parámetros	I.D. Equipos	Intenciones de diseño
1. Interconexión con gasoducto de CENAGAS Ducto de Ac longitud = 122 mt 4" ø especificación API 5L X42, espesor = 0.188" para llegar al área donde se localiza la Caseta de Interconexión	Capacidad = 4'491,000 pie ³ Std/día Pd = 1200 psig Pop = 740 – 300 psig Ac API 5L-X42 Interconexión Longitud = 122 m Temperatura Máxima promedio: 23.7 °C Mínima promedio: 11.5 °C		Suministrar de gas natural a la caseta de interconexión, que proviene del gasoducto de 48" ø propiedad de CENAGAS
2. Caseta de interconexión (ERM)	Condiciones de operación Pdiseño = 800 psig Pop'n = 350 psig T = 23.7 °C Flujo = 15'544,234 m3 Std/día Computador de Flujo Meter FLOBOSS RDC-104 Válvula de Cierre automático 3"ø 600# ANSI RF Por baja 280 psig; por alta 425 psig; Filtro coalescedor 3" 600# 6000 MCFD; Pop = 530 psi; i micrón y mayores	Computador de flujo FO-01 Válvula de cierre automático SHV-1 Filtro de gas coalescente FS-1 Filtro de gas seco FS-1 Medidor Rotatorio MR-1 Regulador de presión PCV-1/2 Válvula de seguridad PSV-1	Regular las condiciones de operación que llegan de la interconexión Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Envío del gas natural hacia línea regular de 6", 4" y 3" ø con destino hacia Estaciones de medición y regulación de los usuarios

5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN
 Y ANÁLISIS DE RIESGOS

Nodo	Condiciones de diseño/Parámetros	I.D. Equipos	Intenciones de diseño
	Filtro de gas seco tipo "Y" 3"ø 600# ANSI Y-strainer Roots style #764 100 Mesh; Reguladores Rotatorios 600# RF MODEL 7M1480 Regulador de presión MODELO EZR TRIM 60% PILOTO PRX/120 SPRING 319/435 PSI Psal = 350 psig Válvula de seguridad Pajuste = 385 psig		
3. Ducto de distribución de Ac 4" para suministrar gas natural a los usuarios	Ac API 5L X42 Espesor = 0.188" Longitud _{total} = 4+576 Pop = 350 psig		Suministrar gas natural a las ERM de los usuarios AVIGRUPO, Alfa Gamma, así como la caseta de Baja presión (transferencia Ac a PE).
4. Estación de Regulación y Medición AVIGRUPO	Filtro de gas seco Modelo "Y" No. 782 ANSI 300# RF Medidor Rotatorio ROOTS 3M740 RF ANSI 300 Regulador de presión Mod = 627; ANSI 300; Orificio ¼"; SPRING 35-80 psig Psalida = 45 psig Válvula de seguridad PSV-1 Pajuste = 55 psig Ø de salida = 2"	Caseta de medición y regulación CIO GRUMA Medidor rotatorio MR-1 Filtro de gas FS-1 Regulador de presión PCV-1/2 Válvula de seguridad PSV-1	Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de AVIGRUPO Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a AVIGRUPO
5. Estación de Regulación y Medición BOING	Medidor Rotatorio Modelo: IM 74 RF ANSI 300 Filtro de gas seco Modelo "Y" No. 782 ANSI 300# Regulador de presión Mod = 627; ANSI 300; Orificio ¼"; SPRING 15-40 psig Psalida = 30 psig Válvula de seguridad PSV-1 Pajuste = 40 psig Ø de salida = 2"	Caseta de medición y regulación 032-CIO BOING Medidor rotatorio ME-1 Filtro de gas FS-1 Regulador de presión PCV-1/2 Válvula de seguridad PSV-1	Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de BOING. Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a BOING
6. Estación de Regulación y Medición TEXTILES	Medidor Rotatorio ROOTS 3M175 RF ANSI 150# Filtro de gas seco Modelo "Y" No. 782 ANSI 150# RF Regulador de presión Mod = EZR; TRIM 60% SPRING 23-44 psig Psalida = 30 psig Válvula de seguridad PSV-1 Pajuste = 40 psig Orificio = "L"	Caseta de medición y regulación TEXTILES Medidor rotatorio ME-1 Filtro de gas FS-1 Regulador de presión PCV-1/2 Válvula de seguridad PSV-1	Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de TEXTILES. Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a TEXTILES
7. Estación de Regulación y Medición ALURGIA	Medidor Rotatorio ROOTS 2M175 RF ANSI 150# Filtro de gas seco Modelo "Y" No. 782 ANSI 150# RF	Caseta de medición y regulación ALURGIA Medidor rotatorio ME-1 Filtro de gas FS-1	Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural

5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN
Y ANÁLISIS DE RIESGOS

Nodo	Condiciones de diseño/Parámetros	I.D. Equipos	Intenciones de diseño
	Regulador de presión Mod = 1" 627 PORT 1/2 SPRING 5-20 psig Psalida = 15 psig Válvula de seguridad PSV-1 Pajuste = 25 psig Orificio = "G"	Regulador de presión PCV-1/2 Válvula de seguridad PSV-1	Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de ALURGIA. Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a ALURGIA
8. Estación de Regulación y Medición NUTRIMENTOS	Medidor Rotatorio Modelo: 3M 175 RF ANSI 150 Filtro de gas seco Modelo "Y" No. 782 ANSI 150# Regulador de presión Mod = 627; ANSI 150; Orificio 1/2"; SPRING 15-40 psig Psalida = 30 psig Válvula de seguridad PSV-1 Pajuste = 40 psig Ø de salida = 2" Orificio = "G"	Caseta de medición y regulación NUTRIMENTOS Medidor rotatorio FE-1 Filtro de gas FS-1 Regulador de presión PCV-1/2 Válvula de seguridad PSV-1	Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de NUTRIMENTOS. Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a NUTRIMENTOS
9. Estación de Regulación y Medición LAMINADORA	Medidor Rotatorio Modelo: 3M 175 RF ANSI 150 Filtro de gas seco Modelo "Y" No. 782 ANSI 150# Regulador de presión Mod = 627; ANSI 150; Orificio 1/2"; SPRING 15-40 psig Psalida = 30 psig Válvula de seguridad PSV-1 Pajuste = 40 psig Ø de salida = 2" Orificio = "G"	Caseta de medición y regulación LAMINADORA Medidor rotatorio FE-1 Filtro de gas FS-1 Regulador de presión PCV-1/2 Válvula de seguridad PSV-1	Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de LAMINADORA. Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a LAMINADORA
10. Estación de Regulación y Medición HPP	Medidor Rotatorio Modelo: 3M 175 RF ANSI 150 Filtro de gas seco Modelo "Y" No. 782 ANSI 150# Regulador de presión Mod = 627; ANSI 150; Orificio 1/2"; SPRING 15-40 psig Psalida = 30 psig Válvula de seguridad PSV-1 Pajuste = 40 psig Ø de salida = 2" Orificio = "G"	Caseta de medición y regulación HPP Medidor rotatorio FE-1 Filtro de gas FS-1 Regulador de presión PCV-1/2 Válvula de seguridad PSV-1	Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de HPP. Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a HPP
11. Ducto de distribución de Ac 4" para suministrar gas natural a los usuarios	Ac API 5L X42 Espesor = 0.188" Longitud total = 4+576 Pop = 350 psig		Suministrar gas natural a las ERM de los usuarios

5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN
Y ANÁLISIS DE RIESGOS

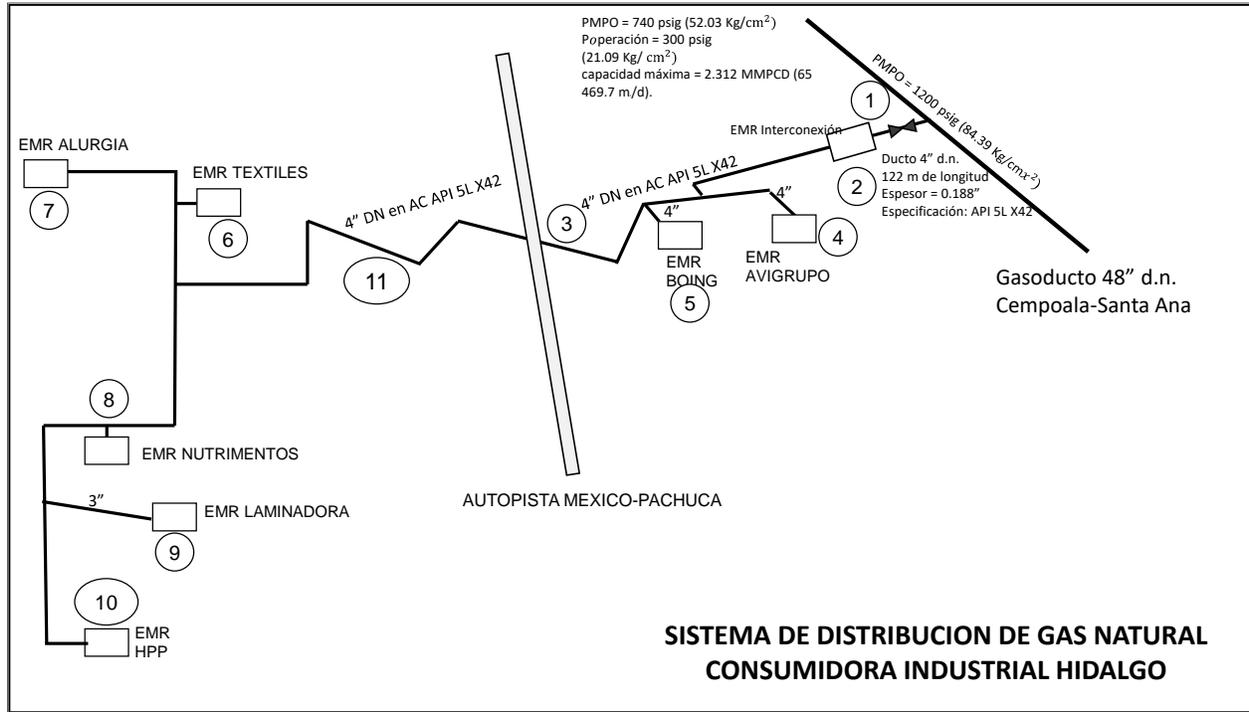


Figura 5.06 Esquema de Nodos HazOp

Tabla 5.07 Nodo 1. Interconexión con gasoducto CENAGAS

Nodo 1		Interconexión con gasoducto de CENEGAS																	
INTENCION DE DISEÑO: Suministrar de gas natural a través del gasoducto 48" d.n. de CENEGAS por medio de un ducto de 4" hacia la caseta de Medición y Regulación de interconexión																			
TIPO:									DIBUJO:										
Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
1.1. Mayor presión/flujo (> 740 psi)	Mayor aportación de gas natural en el gasoducto de CENEGAS	Posible riesgo de incendio y explosión por sobrepresión en línea de interconexión	Procedimientos Operativos CENEGAS/CIH	2	2		2	3		2	2		2	2		2	2		1.1.1. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
1.2. Menor presión/flujo	Fuga de gas en el gasoducto 48" d.n. CENEGAS aguas arriba de la interconexión	Falta de suministro de gas natural	Procedimientos Operativos CENEGAS/GIH	2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		1.2.1 Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
	Fuga de gas en el ducto 4" d.n. de interconexión	Falta de suministro de gas natural	Procedimientos Operativos CENEGAS/CIH	2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		1.1.1. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
		Posible riesgo de incendio y explosión	Programa de inspecciones preventivas	2	2		2	3		2	2		2	2		2	2		1.2. Cumplir con los programas de inspección preventiva
			Vigilancia de la franja de afectación	2	2		2	3		2	2		2	2		2	2		1.2.4. Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación
	Corrosión en ducto 4" d.n. de interconexión	Posible riesgo de incendio y explosión	Programa de inspecciones preventivas de protección catódica	2	2		2	3		2	2		2	2		2	2		1.2.5. Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica
	Cierre de válvula 4" de interconexión	Falta de suministro de gas natural	Vigilancia de la franja de afectación	2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		1.2.6. Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación
Fuga por afectación de terceras partes (golpe de maquinaria)	Posible riesgo de incendio y explosión	Vigilancia de la franja de afectación	2	2		5	3		2	2		2	2		2	2		1.2.7. Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	
1.3. Mayor/Menor Temperatura	Sin causas de interés																		

Tabla 5.08 Nodo 2. Estación de Medición y Regulación de interconexión

Nodo 2	Estación de Medición y Regulación de interconexión
INTENCION DE DISEÑO: Regular las condiciones de operación que llegan de la interconexión. Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Envío del gas natural hacia línea regular de 4" con destino hacia Estación de medición y regulación de los usuarios.	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
2.1. Mayor Presión/Flujo (>300 psig)	Mayor aportación de gas natural	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posibilidades de incendio y explosión	Sistema de regulación	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2.1.1. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
			Válvula de seguridad instalada a la salida de la estación	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2.1.2. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
	Falla en el sistema de regulación	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posibilidades de incendio y explosión	Válvula de seguridad instalada a la salida de la estación	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2.1.3. Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
	Falla en válvula de seguridad	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas	Línea regular de 4" X 4.997 kilómetros	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2.1.4. Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
2.2. Menor Presión/Flujo	Menor aportación de gas por parte de CENEGAS	Pérdida de producción por falta de gas natural	Procedimientos Operativos CENEGAS/CIH	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2.2.1. Aplicar procedimientos Operativos de control CENEGAS/CIH
	Fuga en línea de 4" d.n. de interconexión	Analizado en Nodo 1																	
2.3. Mayor/Menor Temperatura	Sin causa de interés																		

2.4. Composición del gas fuera de especificaciones	Entrega de gas natural fuera de especificaciones por parte de CENEGAS	Taponamiento de filtro coalecente	Control de calidad de CENEGAS	2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		2.4.1. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH		
			By Pass de filtro coalecente	2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		2	2	2.4.2. Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
			Mantenimiento e inspección preventiva	2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		2	2	2.4.3. Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo

Tabla 5.09 Nodo 3. Línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios

Nodo 3	Línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios
INTENCION DE DISEÑO: Transporte de gas natural de la salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
3.1. Mayor Presión/Flujo	Mayor aportación de gas natural desde la caseta de interconexión	Sobrepresionamiento de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión	Procedimientos Operativos CENEGAS/CIH	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	3.1.1. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
	Bloqueo o restricción corriente abajo	Sobrepresionamiento de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	3.1.2. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
3.2. Menor presión/Flujo	Menor aportación de gas natural desde la caseta de interconexión	Pérdida de producción por falta de gas natural	Procedimientos Operativos CENEGAS/CIH	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	3.2.1. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
	Fuga en cruce de carretera	Posible riesgo de incendio y explosión	Procesos constructivos adecuados (cruce direccional)	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	3.2.2. Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional
	Corrosión en línea regular	Fuga de gas natural con posibilidades de incendio y explosión	Programa de inspecciones preventivas de protección catódica	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	3.2.3. Cumplir con el programa de inspección de protección catódica
	Fuga por afectación de Terceras Partes	Posible riesgo de incendio y explosión	Programa de vigilancia del derecho de vía	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	3.2.4. Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación
3.3. Mayor/Menor Temperatura	Sin causa de interés																		

Tabla 5.10 Nodo 4 Estación de Medición y Regulación usuario Avigrupo

Nodo 4	Estación de Medición y Regulación usuario Avigrupo
INTENCION DE DISEÑO: Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural. Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de Envasadora Avigrupo Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a Envasadora Avigrupo	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
4.1. Mayor Presión/Flujo	Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	4.1.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión en filtro coalescente, con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	4.1.2. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	4.1.3. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas	Válvula de seguridad	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	4.1.4. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Rechazo de gas natural por el usuario	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	Válvula de seguridad	5	2	MR	5	3	MR	5	2	MR	5	2	MR	5	2	MR	4.1.5. Aplicar Procedimiento Operativo entre Usuario/CIH
4.2. Menor presión/Flujo	Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Pérdida de producción	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	4.2.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Fuga en línea regular de 4"	Analizado en Nodo 3																	

Tabla 5.11 Nodo 5 Estación de Medición y Regulación usuario Boing

Nodo 5	Estación de Medición y Regulación usuario Boing
INTENCION DE DISEÑO: Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de Boing Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a Boing	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
5.1. Mayor Presión/Flujo	Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	5.1.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	5.1.2. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	5.1.3. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas	Válvula de seguridad	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	5.1.4. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Rechazo de gas natural por el usuario	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	Válvula de seguridad	5	2	MR	5	3	MR	5	2	MR	5	2	MR	5	2	MR	5.1.5. Cumplir con Procedimiento Operativo entre Usuario/CIH
5.2. Menor presión/Flujo	Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Pérdida de producción	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	5.2.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Fuga en línea regular de 4"	Analizado en Nodo 3																	

Tabla 5.12 Nodo 6 Estación de Medición y Regulación usuario Textiles

Nodo 6	Estación de Medición y Regulación usuario Textiles
INTENCION DE DISEÑO: Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de Textiles Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a Textiles	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
6.1. Mayor Presión/Flujo	Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	6.1.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	6.1.2. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	6.1.3. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas	Válvula de seguridad	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	6.1.4. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Rechazo de gas natural por el usuario	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	Válvula de seguridad	5	2	MR	5	3	MR	5	2	MR	5	2	MR	5	2	MR	6.1.5. Cumplir con Procedimiento Operativo entre Usuario/CIH
6.2. Menor presión/Flujo	Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Pérdida de producción	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	6.2.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Fuga en línea regular de 4"	Analizado en Nodo 3																	

Tabla 5.13 Nodo 7 Estación de Medición y Regulación usuario Alurgia

Nodo 7	Estación de Medición y Regulación usuario Alurgia
INTENCION DE DISEÑO: Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de Alurgia Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a Alurgia	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
7.1. Mayor Presión/Flujo	Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	7.1.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	7.1.2. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	7.1.3. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas	Válvula de seguridad	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	7.1.4. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Rechazo de gas natural por el usuario	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	Válvula de seguridad	5	2	MR	5	3	MR	5	2	MR	5	2	MR	5	2	MR	7.1.5. Cumplir con Procedimiento Operativo entre Usuario/CIH
7.2. Menor presión/Flujo	Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Pérdida de producción	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	7.2.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Fuga en línea regular de 4"	Analizado en Nodo 3																	

Tabla 5.14 Nodo 8 Estación de Medición y Regulación usuario Textiles

Nodo 8	Estación de Medición y Regulación usuario Nutrimentos
INTENCION DE DISEÑO: Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de Nutrimentos Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a Nutrimentos	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
8.1. Mayor Presión/Flujo	Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	8.1.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	8.1.2. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	8.1.3. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas	Válvula de seguridad	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	8.1.4. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Rechazo de gas natural por el usuario	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	Válvula de seguridad	5	2	MR	5	3	MR	5	2	MR	5	2	MR	5	2	MR	8.1.5. Cumplir con Procedimiento Operativo entre Usuario/CIH
8.2. Menor presión/Flujo	Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Pérdida de producción	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	8.2.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Fuga en línea regular de 4"	Analizado en Nodo 3																	

Tabla 5.15 Nodo 9 Estación de Medición y Regulación usuario Laminadora

Nodo 9	Estación de Medición y Regulación usuario Laminadora
INTENCION DE DISEÑO: Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de Laminadora Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a Laminadora	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
9.1. Mayor Presión/Flujo	Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	9.1.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	9.1.2. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	9.1.3. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas	Válvula de seguridad	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	9.1.4. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Rechazo de gas natural por el usuario	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	Válvula de seguridad	5	2	MR	5	3	MR	5	2	MR	5	2	MR	5	2	MR	9.1.5. Cumplir con Procedimiento Operativo entre Usuario/CIH
9.2. Menor presión/Flujo	Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Pérdida de producción	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	9.2.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Fuga en línea regular de 4"	Analizado en Nodo 3																	

Tabla 5.16 Nodo 10 Estación de Medición y Regulación usuario HPP

Nodo 10	Estación de Medición y Regulación usuario HPP
INTENCION DE DISEÑO: Eliminar partículas sólidas y líquidas para cumplir con los parámetros de calidad del gas natural Acondicionamiento de Gas natural según los requerimientos de HPP Envío y Cuantificación del gas natural suministrado a HPP	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
10.1. Mayor Presión/Flujo	Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	10.1.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	10.1.2. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	10.1.3. Cumplir con Procedimiento Operativo
		Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas	Válvula de seguridad	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	10.1.4. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Rechazo de gas natural por el usuario	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	Válvula de seguridad	5	2	MR	5	3	MR	5	2	MR	5	2	MR	5	2	MR	10.1.5. Cumplir con Procedimiento Operativo entre Usuario/CIH
10.2. Menor presión/Flujo	Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	Pérdida de producción	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	10.2.1. Cumplir con Procedimiento Operativo
	Fuga en línea regular de 4"	Analizado en Nodo 3																	

Tabla 5.17 Nodo 11 Estación de Medición y Regulación usuario Textiles

Nodo 11	Continuación de Línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP
INTENCION DE DISEÑO: Transporte de gas natural de la salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP	
TIPO:	DIBUJO:

Desviación	Causas	Consecuencias	Protecciones	Daños al Personal			Impacto Ambiental			Daños a la Instalación			Pérdidas de Producción			Efectos a la Población			Recomendaciones
				F	DP	MR	F	IA	MR	F	DI	MR	F	PP	MR	F	EP	MR	
11.1. Mayor Presión/Flujo	Mayor aportación de gas natural desde la caseta de interconexión	Sobrepresionamiento de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión	Procedimientos Operativos CENEGAS/CIH	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	11.1.1. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
	Bloqueo o restricción corriente abajo	Sobrepresionamiento de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión	Monitoreo continuo de condiciones operativas	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	2	MR	2	2	MR	11.1.2. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
11.2. Menor presión/Flujo	Menor aportación de gas natural desde la caseta de interconexión	Pérdida de producción por falta de gas natural	Procedimientos Operativos CENEGAS/CIH	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	11.2.1. Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
	Fuga en cruce de carretera (Considerado en Nodo 3)	Posible riesgo de incendio y explosión	Procesos constructivos adecuados (cruce direccional)	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	11.2.2. Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional
	Corrosión en línea regular	Fuga de gas natural con posibilidades de incendio y explosión	Programa de inspecciones preventivas de protección catódica	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	11.2.3. Cumplir con el programa de inspección de protección catódica
	Fuga por afectación de Terceras Partes	Posible riesgo de incendio y explosión	Programa de vigilancia del derecho de vía	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	2	3	MR	2	2	MR	11.2.4. Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación
11.3. Mayor/Menor Temperatura	Sin causa de interés																		

ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SÍ?

El método utilizado para la identificación de riesgos se denomina ¿Qué pasa si...? (What-If Analysis?). Esta técnica permite identificar riesgos, situaciones riesgosas o acciones que conducen a accidentes específicos que podrían producir una consecuencia no deseable. Con esta técnica es posible identificar situaciones que conlleven a un accidente, pueden determinarse de forma cualitativa sus consecuencias, se analizan las medidas de seguridad consideradas y propone alternativas que permitan minimizar los riesgos.

Este método se aplicará porque permite identificar desviaciones realizadas en cualquier etapa del proyecto, considerando tanto las condiciones normales de operación como condiciones ambientales, errores humanos, factores sociales, entre otros.

Metodología

El análisis ¿qué pasa si? se realiza de la siguiente forma:

- a) Se selecciona un sistema.
- b) Utilizando una lluvia de ideas se elaboran preguntas iniciando con la frase ¿Qué pasa si?
- c) Las preguntas deben ir encaminadas a identificar situaciones de peligro.
- d) Se indica para cada una de las preguntas la causa probable y la o las consecuencias de las situaciones de peligro analizadas.
- e) Se indican las medidas de control que tiene el sistema para la situación de peligro determinada y las recomendaciones necesarias para cada una de las situaciones de riesgo identificadas.

Para obtener resultados más ilustrativos de éste análisis, se cuenta con columnas para evaluar la gravedad del riesgo identificado. La gravedad del riesgo se determinará con los mismos criterios utilizados para el análisis HazOp.

Tabla 5.18 Análisis What if?

ANÁLISIS WHAI IF? (QUÉ PASA SI..?)						
INSTALACIÓN: PROYECTO: GASODUCTO CIH MUNICIPIO TIZAYUCA ESTADO: HIDALGO			PROCESO O ÁREA O ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DUCTO DE 4" Ø			FECHA: JUNIO 2018
¿QUÉ PASA SI...?	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROTECCIONES	FRECUENCIA F	CONSECUENCIA C	NIVEL DE RIESGO
1. Se presenta un sismo superior a 8 grados.	<p>Poco probable</p> <p>De acuerdo al Atlas de Riesgos Naturales de Tizayuca, Hgo. - 2013, Tizayuca, se localiza en la Región B, de las Regiones Sísmicas de México, en la cual los niveles de sismicidad y de aceleración propios de las Zonas B y C, están acotados por los valores correspondientes de A y D (Zona A: corresponde a la Zona de menor peligro, en donde no se tienen registros históricos de sismos y donde las aceleraciones del terreno, se esperan menores al 10%, de la aceleración de la gravedad, y; Zona D: ocurren con frecuencia temblores de gran magnitud -M mayor a 7- y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores a 70%, de g.).</p> <p>En en el Mapa 5.1.2.a. Microzonación Sísmica, se observa que el proyecto se desarrollará en una zona con posibilidad de sismo Muy Baja, asociada a rocas ígneas extrusivas.</p>	Sin consecuencias importantes debido a la baja probabilidad de que se presenten sismos.	---	F2	3	C

ANÁLISIS WHAI IF? (QUÉ PASA SI..?)							
INSTALACIÓN: PROYECTO: GASODUCTO CIH MUNICIPIO TIZAYUCA ESTADO: HIDALGO			PROCESO O ÁREA O ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DUCTO DE 4" Ø			FECHA: JUNIO 2018	
¿QUÉ PASA SI...?	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROTECCIONES	FRECUENCIA F	CONSECUENCIA C	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
2. Ocurren deslizamientos de tierra en la zona del trazo de ducto	Con base en el Atlas de Riesgos del Municipio de Tizayuca, Hidalgo 2013, Mapa 5.1.4a Pendientes del Terreno, la zona del proyecto corresponde a zona plana y de acuerdo al Mapa 5.1.4c Peligro por deslizamientos, en la zona donde se encuentra el trazo del ducto no presenta riesgos.	Sin consecuencias.	•	F1	1	D	
3. Se presentan movimientos de creep en la zona de trazo del ducto.	Con base en el Atlas de Riesgos del Municipio de Tizayuca, Hidalgo 2013, Mapa 5.1.4d Peligro de Creep (Reptación)	No existe riesgo de reptación en la zona del trazo del ducto.	•	F1	1	D	

ANÁLISIS WHAI IF? (QUÉ PASA SI..?)							
INSTALACIÓN: PROYECTO: GASODUCTO CIH MUNICIPIO TIZAYUCA ESTADO: HIDALGO			PROCESO O ÁREA O ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DUCTO DE 4" Ø			FECHA: JUNIO 2018	
¿QUÉ PASA SI...?	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROTECCIONES	FRECUENCIA F	CONSECUENCIA C	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
4. El suelo donde corre el trazo del ducto presenta hundimientos.	<p>Según se indica en el Atlas de Riesgos del Municipio de Tizayuca, Hidalgo 2013, punto 5.1.7. Hundimientos,</p> <p>En el Municipio de Tizayuca, no se identificaron evidencias en el relieve, en las capas superficiales el suelo, en cambios drásticos en las formas del relieve, escalonamientos en Zonas planas ni daños estructurales en casas, edificaciones de carácter productivo ni en infraestructura que pudieran evidenciar la presencia de hundimientos.</p>	No existe riesgo de hundimientos en la zona del trazo del ducto.	•				
5. Se presentan tormentas eléctricas en la zona donde se ubicará el ducto.	El Atlas de Riesgos del Municipio de Tizayuca, Hidalgo 2013, señala en el Mapa 5.2.9 Peligro por Tormentas Eléctricas, que el trazo del ducto se ubica en una zona de peligro Alto por Tormentas Eléctricas.	Un rayo puede caer en la EMR de la interconexión, dañando los equipos u ocasionando fugas.	• Las instalaciones de la EMR cuentan con sistema de tierras.	F5	2	C	

ANÁLISIS WHAI IF? (QUÉ PASA SI..?)							
INSTALACIÓN: PROYECTO: GASODUCTO CIH MUNICIPIO TIZAYUCA ESTADO: HIDALGO			PROCESO O ÁREA O ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DUCTO DE 4" Ø			FECHA: JUNIO 2018	
¿QUÉ PASA SI...?	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROTECCIONES	FRECUENCIA F	CONSECUENCIA C	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
6. Se presenta una inundación en la zona del trazo del ducto.	El Atlas de Riesgos del Municipio de Tizayuca, Hidalgo 2013, señala en el Mapa 5.2.11.a Susceptibilidad a inundaciones por pendiente del terreno, señala que el trazo de ducto se localizará en una zona con Peligro Alto. Inundación producida en Zonas con pendiente menor a 1°, así como, presencia de suelos con capacidad de retención de agua. Se distribuye en la porción sur y sureste del Territorio Municipal abarcando una superficie aproximada del 40%. La Litología dominante es material aluvial, relacionada con los procesos de erosión y acumulación realizada por los ríos.	El trazo del ducto se encuentra en una zona con peligro alto de inundación, en caso de lluvias el caudal del arroyo puede crecer y deslavar la cubierta del ducto.	<ul style="list-style-type: none"> El ducto se encontrará en una zanja con profundidad de 75 cm más el diámetro del ducto. La instalación del ducto en el cruce con el arroyo será direccional. 	F4	3	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias. Aplicar los procedimientos de atención a emergencia.
7. Durante la operación del ducto, se instalan asentamientos humanos irregulares sobre el D.D.V.	La mayor parte del trazo correrá a lo largo de zonas dedicadas a la agricultura. Sin embargo, algunos tramos del gasoducto atraviesan zonas pobladas (aproximadamente en el tramo km 3 + 760, km 2 + 560, km 2 + 360)	Uso de maquinaria pesada para construcción de vivienda que puede golpear el cuerpo del ducto causando una fuga y posible incendio o explosión.	<ul style="list-style-type: none"> Vigilancia periódica del DDV. Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias 	F4	4	B	Realizar la vigilancia del DDV de acuerdo al Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.

ANÁLISIS WHAI IF? (QUÉ PASA SI..?)							
INSTALACIÓN: PROYECTO: GASODUCTO CIH MUNICIPIO TIZAYUCA ESTADO: HIDALGO			PROCESO O ÁREA O ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DUCTO DE 4" Ø				FECHA: JUNIO 2018
¿QUÉ PASA SI...?	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROTECCIONES	FRECUENCIA F	CONSECUENCIA C	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
8. Ocurre un accidente en la carretera Tizayuca-Temascalapa..	Terceras partes.	Afectaciones por el tipo de accidente, ejemplo: incendio, derrames o sobrecargas.	<ul style="list-style-type: none"> La instalación del ducto en el cruce de carretera será direccional y se construirá de acuerdo al Manual de Procedimientos de Construcción IGA/CONST/001. El ducto se encontrará en una zanja con profundidad de 75 cm más el diámetro del ducto. A esta profundidad no se tendrían afectaciones por accidentes en la carretera o caminos. 	F3	4	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias. Aplicar los procedimientos de atención a emergencia.
9. Existe interferencia por líneas de alta tensión.	El trazo del ducto no cruza líneas de alta tensión ni se observan en la cercanía del trazo.	Sin consecuencias	-	F2	2	D	-
10. Se presenta corrosión por contacto con el suelo.	Características del suelo.	Corrosión del ducto, principalmente en áreas con fallas en el revestimiento, comprometiendo la integridad del gasoducto, que puede derivar en fugas e interrupción del servicio.	El ducto contará con protección catódica.	F4	3	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.
11. Las instalaciones superficiales sufren sabotaje (interconexión, EMR de interconexión y EMR usuario).	Vandalismo.	Daños a los equipos localizados en las EMR de la interconexión y EMR de usuario. Daño a la integridad del ducto en zona de interconexión. Fugas y posible incendio o explosión.	Las instalaciones superficiales se encontrarán cercadas, con protección, barreras y señalamientos. Se realizará vigilancia constante	F3	5	B	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.

ANÁLISIS WHAI IF? (QUÉ PASA SI...?)							
INSTALACIÓN: PROYECTO: GASODUCTO CIH MUNICIPIO TIZAYUCA ESTADO: HIDALGO			PROCESO O ÁREA O ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE DUCTO DE 4" Ø				FECHA: JUNIO 2018
¿QUÉ PASA SI...?	CAUSAS	CONSECUENCIAS	PROTECCIONES	FRECUENCIA F	CONSECUENCIA C	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
12. El ducto se encuentra sometido a tránsito constante de vehículos, camiones pesados, etc.	En el trazo del ducto se tienen un cruce con la carretera Tizayuca-Temascalapa.	No se consideran consecuencias de interés debido al bajo nivel de actividad vehicular en el área.	La instalación del ducto en el cruce con la carretera, será direccional, de acuerdo al Manual de Procedimientos de Construcción IGA/CONST/001	F5	2	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.
13. Corrosión de instalaciones superficiales por exposición al medio ambiente.	Atmósfera con alta humedad.	Corrosión del ducto, principalmente en áreas con fallas en el revestimiento, comprometiendo la integridad del gasoducto, que puede derivar en fugas e interrupción del servicio.	El gasoducto estará enterrado en su mayor parte, estando solo expuestas la EMR de la interconexión, EMR del usuario e interconexión. El ducto contará con protección catódica.	F4	3	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.

F = Categoría de Frecuencia; C = Categoría de Consecuencias; Categoría de Riesgo = R

A continuación se procederá a realizar la identificación de los escenarios de riesgo, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5.19 Escenarios de Riesgo identificados

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
1	1.1	Posible riesgo de incendio y explosión por sobrepresión en línea de interconexión	C	1	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+000	Gas natural
2	1.2	Posible riesgo de incendio y explosión por fuga ducto 4" d.n. de interconexión	C	1	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+000 al 0+040	Gas natural
3	1.2	Posible riesgo de incendio y explosión, por Corrosión en ducto 4" d.n. de interconexión	C	1	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+000 al 0+040	Gas natural
4	1.2	Posible riesgo de incendio y explosión por afectación de terceras partes (golpe de maquinaria)	B	1	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+000 al 0+040	Gas natural
5	2.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posibilidades de incendio y explosión por Mayor aportación de gas natural	C	2	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Caseta de interconexión	Gas natural
6	3.1	Sobrepresionamiento de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión por mayor aportación de gas natural desde la caseta de interconexión	C	3	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Ducto de distribución	Gas natural
7	3.1	Sobrepresionamiento de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión por mayor aportación de gas	C	3	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+040 a 13+200	Gas natural

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
		natural desde la caseta de interconexión por Bloqueo o restricción corriente abajo					
8	3.2	Pérdida de producción por falta de gas natural por Menor aportación de gas natural desde la caseta de interconexión	C	3	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+040 al 13+200	Gas natural
9	3.2	Posible riesgo de incendio y explosión por Fuga en cruce de carretera	C	3	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+040 al 13+200	Gas natural
10	3.2	Fuga de gas natural con posibilidades de incendio y explosión por Corrosión en línea regular	C	3	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+040 al 13+200	Gas natural
11	3.2	Posible riesgo de incendio y explosión por Fuga por afectación de Terceras Partes	C	3	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+040 al 13+200	Gas natural
12	4.1	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	4	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Caseta de Usuario	Gas natural
13	4.1	Incremento de presión en filtro coalescente, con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	4	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Caseta de Usuario	Gas natural
14	4.1	Incremento de presión hacia línea de medición	C	4	Gasoducto Consumidor	Caseta de Usuario	Gas natural

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
		y regulación con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"			a Industrial de Hidalgo		
15	4.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	4	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Caseta de Usuario	Gas natural
16	4.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones por Rechazo de gas natural por el usuario	B	4	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Caseta de Usuario	Gas natural
17	4.2	Pérdida de producción por menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	4	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Caseta de Usuario	Gas natural
18	5.1	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	5	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Boing	Gas natural
19	5.1	Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	5	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Boing	Gas natural
20	5.1	Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas	C	5	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Boing	Gas natural

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
		por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"					
21	5.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	5	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Boing	Gas natural
22	5.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones POR Rechazo de gas natural por el usuario	B	5	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Boing	Gas natural
23	5.2	Pérdida de producción por Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	5	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Boing	Gas natural
24	6.1	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	6	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Textiles	Gas natural
25	6.1	Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	6	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Textiles	Gas natural
26	6.1	Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	6	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Textiles	Gas natural

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
27	6.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	6	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Textiles	Gas natural
28	6.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones POR Rechazo de gas natural por el usuario	B	6	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Textiles	Gas natural
29	6.2	Pérdida de producción por Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	6	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Textiles	Gas natural
30	7.1	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	7	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Alurgia	Gas natural
31	7.1	Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	7	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Alurgia	Gas natural
32	7.1	Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	7	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Alurgia	Gas natural
33	7.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas	C	7	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Alurgia	Gas natural

5. ANALISIS DE RIESGO

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
		natural desde la línea de 4"					
34	7.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones POR Rechazo de gas natural por el usuario	B	7	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Alurgia	Gas natural
35	7.2	Pérdida de producción por Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	7	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Alurgia	Gas natural
36	8.1	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	8	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Nutrimentos	Gas natural
37	8.1	Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	8	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Nutrimentos	Gas natural
38	8.1	Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	8	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Nutrimentos	Gas natural
39	8.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	8	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Nutrimentos	Gas natural
40	8.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones POR Rechazo de gas	B	8	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Nutrimentos	Gas natural

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
		natural por el usuario					
41	8.2	Pérdida de producción por Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	8	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Nutrimentos	Gas natural
42	9.1	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	9	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Laminadora	Gas natural
43	9.1	Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	9	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Laminadora	Gas natural
44	9.1	Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	9	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Laminadora	Gas natural
45	9.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	9	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Laminadora	Gas natural
46	9.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones POR Rechazo de gas natural por el usuario	B	9	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Laminadora	Gas natural
47	9.2	Pérdida de producción por Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	9	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario Laminadora	Gas natural

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
48	10.1	Incremento de presión en línea de entrada a estación de medición y regulación por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	10	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario HPP	Gas natural
49	10.1	Incremento de presión en filtro coalecente, con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	10	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario HPP	Gas natural
50	10.1	Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	10	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario HPP	Gas natural
51	10.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posible fuga de gas por Mayor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	10	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario HPP	Gas natural
52	10.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones POR Rechazo de gas natural por el usuario	C	10	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario HPP	Gas natural
53	10.2	Pérdida de producción por Menor aportación de gas natural desde la línea de 4"	C	10	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM Usuario HPP	Gas natural
54	11.1	Sobrepresionamiento de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión por Mayor aportación de gas natural desde la	C	11	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto - CIH	Gas natural

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	IDENTIFICACIÓN DEL NODO O SISTEMA	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
		caseta de interconexión					
55	11.1	Sobrepresionamiento de línea con posibilidades de fuga incendio y explosión por bloqueo o restricción corriente abajo	C	11	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto CIH	Gas natural
56	11.2	Pérdida de producción por falta de gas natural por Menor aportación de gas natural desde la caseta de interconexión	C	11	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto CIH	Gas natural
57	11.2	Posible riesgo de incendio y explosión por Fuga en cruce de carretera (Considerado en Nodo 3)	C	11	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto CIH	Gas natural
58	11.2	Fuga de gas natural con posibilidades de incendio y explosión por Corrosión en línea regular	C	11	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto CIH	Gas natural
59		Posible riesgo de incendio y explosión por Fuga por afectación de Terceras Partes	C	11	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto CIH	Gas natural

Tabla 5.20 Escenarios de Riesgo identificados What IF?

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
1	1	Se presenta un sismo superior a 8 grados.	C	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+000	Gas natural
2	5	Se presentan tormentas eléctricas en la zona donde se ubicará el ducto.	C	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+000 al 0+040	Gas natural
3	6	Se presenta una inundación en la zona del trazo del ducto.	C	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+000 al 0+040	Gas natural
4	7	Durante la operación del ducto, se instalan	B	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	0+000 al 0+040	Gas natural

NO	CLAVE DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO IDENTIFICADO	NIVEL DE RIESGO (FRECUENCIA POR CONSECUENCIA)	NOMBRE DE LA INSTALACIÓN O DUCTO	KM O INSTALACIÓN SUPERFICIAL	SUSTANCIA INVOLUCRADA
		asentamientos humanos irregulares sobre el D.D.V.				
5	8	Ocurre un accidente en la carretera Tizayuca-Temascalapa..	C	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto CIH	Gas natural
6	10	Se presenta corrosión por contacto con el suelo.	C	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto CIH	Gas natural
7	11	Las instalaciones superficiales sufren sabotaje (interconexión, EMR de interconexión y EMR usuario).	B	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto CIH	Gas natural
8	12	El ducto se encuentra sometido a tránsito constante de vehículos, camiones pesados, etc Carretera Tizayuca - Temascalapa	C	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	Gasoducto CIH	Gas natural
9	13	Corrosión de instalaciones superficiales por exposición al medio ambiente.	C	Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo	ERM del sistema y ERM de usuarios.	Gas natural

5.2 Análisis cuantitativo de Riesgo

5.2.1. Análisis detallado de frecuencias

A continuación, se realizará el análisis detallado de frecuencias utilizando la metodología Análisis árbol de Fallas de acuerdo a las características del Proyecto Gasoducto Consumidora Industrial Hidalgo.

Metodologías Árbol de Fallas.

El análisis de Árbol de Fallas es una técnica deductiva enfocada en un accidente o en la falla de un sistema importante, y su función es determinar las causas del evento.

El árbol de fallas es un método gráfico que muestra tanto las fallas en equipo como errores humanos que pueden ocurrir en la falla del sistema de interés. Este análisis calcula la frecuencia y/o la probabilidad de ocurrencia de un suceso culminante de aquí que sea una de las herramientas más útiles cuando se desea cuantificar riesgos.

Como método de Análisis de Riesgos es de los más estructurados y puede aplicarse a un solo sistema o a sistemas interconectados. La técnica supone que un suceso no deseado (un accidente o una desviación peligrosa cualquier tipo) ya ha ocurrido, y busca las causas del mismo y la cadena de sucesos que puede hacer que tenga lugar.

El Análisis de Árbol de Fallas descompone un accidente en sus elementos contribuyentes, ya sean estas fallas humanas, de equipos de planta o sucesos externos, etc.

El resultado es una representación lógica en la que aparecen cadenas de sucesos capaces de generar el suceso culminante que ocupa la cúspide de Árbol de Fallas.

Antes de empezar a construir el Árbol de Fallas es importante tener un amplio conocimiento del funcionamiento del sistema. Para esto deberá recopilar y entender la información relacionada con este sistema. La metodología empleada en la elaboración de un Análisis de Árbol de Fallas es la siguiente:

Identificar la falla del sistema (evento culminante o TOP) que va a ser analizada y ubicarla en la parte alta Árbol.

Proceder al próximo nivel del sistema que llamaremos subsistema e identificar las fallas del subsistema que podrían conducir a la falla del sistema.

Determinar la relación lógica entre las fallas del subsistema que son requeridas para producir la falla del sistema. Puede ser el resultado de la combinación de fallas o la ocurrencia de cualquiera de las fallas identificadas.

Usar la estructura lógica de puertas “Y” u “O” para mostrar la relación de fallas del subsistema producen la falla del sistema. La “Y” significa que las frecuencias o probabilidades deben ser multiplicadas y la “O” significa que estas deben ser sumadas.

Proceder al próximo nivel más bajo del sistema y repetir los pasos del 2 al 4 hasta que se hayan identificado todas las fallas del nivel de componentes.

Iniciar con datos de frecuencia o probabilidad de fallas en el nivel de componentes, calcular la frecuencia o probabilidad de las fallas descritas en el nivel ubicado arriba del nivel de componentes usando las puertas “Y” u “O”.

Continuar la estructura lógica indicada por las puertas “Y” u “O” en el Árbol de Fallas hasta que la probabilidad de la falla del sistema o evento culminante ha sido calculada.

Se tienen definidos 4 diferentes índices de importancia de la confiabilidad de un componente que permiten conocer la importancia del componente en el árbol de fallas, a continuación, se mencionan cada uno de ellos:

- Índice Birnbaum
- Índice Fussell-Vesely
- Importancia Crítica
- Medida de la Mejora Potencial

La selección de escenarios para el desarrollo de la Metodología de árbol de fallas es seleccionando de las mismas hipótesis generadas para la evaluación de consecuencias, de tal manera que se tengan las consecuencias y la probabilidad de cada hipótesis seleccionada, las hipótesis seleccionadas se presentan en la siguiente Tabla.

Selección de Hipótesis de Estudio

Hipótesis Seleccionadas

Tabla 5.21. Hipótesis seleccionadas

Hipótesis	Descripción
H1	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión
H2	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros.
H3	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros
H4	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo
H5	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing
H6	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles
H7	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia (golpe de maquinaria).
H8	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos.
H9	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora
H10	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP (golpe de maquinaria).
H11	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP

En el Anexo 15 se muestran los árboles de fallas y la solución matemática de los mismos. Los valores de tasas de falla se muestran a continuación en la Tabla 5.22

Tabla 5.22 Probabilidades de Falla utilizadas para las Hipótesis

Descripción	Tasas de Falla (año)	Referencia	Observaciones
Hipótesis H1			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión			
No actúa Sistema de alivio	2.258E-2	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 641	Falla al abrir en demanda
Mantenimiento y limpieza menor al requerido	1.0E-3	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no contar con un programa de mantenimiento
No existe programa de mantenimiento y limpieza	1.0E-3	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no contar con un programa de mantenimiento
Falla del sistema medición	1.0E-3	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 560	Falla durante su función.
No hay control de inventarios	1.0E-3	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no realizar una tarea previamente programada
Falta de capacitación a operadores de bombeo	1.0E-2	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no realizar una tarea previamente programada
Rotación de personal sin capacitación	1.0E-2	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no realizar una tarea previamente
Hipótesis H2			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión			
Falla de válvula SCADPACK 350	2.05 e-5	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989. p.200	Falla de comunicación
Falla válvula de alivio	2.12 E-4	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989. p.200	Falla durante su función
Falla sensor por baja presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989	Falla desconocida
Falla sensor por alta presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989	Falla desconocida
Falla actuador OSE	1.19E-3	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989. p.200	No hay cambio de posición en demanda
Falla mecánica de la OSE	3.5E-3	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 745	Falla al regular y no cierre
H3			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros			
No existe programa de mantenimiento	1.0E-3	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no contar con un programa de mantenimiento
Mantenimiento y limpieza menor al requerido	1.0E-3	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no contar con un programa de mantenimiento

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Descripción	Tasas de Falla (año)	Referencia	Observaciones
Vandalismo al ducto de interconexión	8.22 E-3	Dato estadístico obtenido en las sesiones HazOp	Por la ubicación de la zona, se consideran al menos 3 intentos de vandalismo al año
Mantenimiento menor al requerido	1.0E-3	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no contar con un programa de mantenimiento
No actúa PSV-01	2.258E-2	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 641	Falla al abrir en demanda
H4			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo			
Falla válvula de alivio	2.12 E-4	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989. p.200	Falla durante su función
Falla sensor por baja presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989	Falla desconocida
Falla sensor por alta presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989	Falla desconocida
Falla actuador OSE	5.20E-4	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989. p.200	No hay cambio de posición en demanda
Falla mecánica de la OSE	5.20E-4	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 745	Falla al regular y no cierre
H5			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing			
Falla válvula de alivio	2.12 E-4	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989. p.200	Falla durante su función
Falla sensor por baja presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989	Falla desconocida
Falla sensor por alta presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989	Falla desconocida
Falla actuador OSE	5.20E-4	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989. p.200	No hay cambio de posición en demanda
Falla mecánica de la OSE	5.20E-4	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 745	Falla al regular y no cierre
H6			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles			
Falla válvula de alivio	2.12 E-4	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989. p.200	Falla durante su función
Falla sensor por baja presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Reliability Data, 1989	Falla desconocida

Descripción	Tasas de Falla (año)	Referencia	Observaciones
Falla sensor por alta presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989	Falla desconocida
Falla actuador OSE	5.20E-4	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989. p.200	No hay cambio de posición en demanda
Falla mecánica de la OSE	5.20E-4	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 745	Falla al regular y no cierre
H7			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia			
Falla válvula de alivio	2.12 E-4	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989. p.200	Falla durante su función
Falla sensor por baja presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989	Falla desconocida
Falla sensor por alta presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989	Falla desconocida
Falla actuador OSE	5.20E-4	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989. p.200	No hay cambio de posición en demanda
Falla mecánica de la OSE	5.20E-4	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 745	Falla al regular y no cierre
H8			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos			
Falla válvula de alivio	2.12 E-4	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989. p.200	Falla durante su función
Falla sensor por baja presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989	Falla desconocida
Falla sensor por alta presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989	Falla desconocida
Falla actuador OSE	5.20E-4	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989. p.200	No hay cambio de posición en demanda
Falla mecánica de la OSE	5.20E-4	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 745	Falla al regular y no cierre
H9			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora			
Falla válvula de alivio	2.12 E-4	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989. p.200	Falla durante su función
Falla sensor por baja presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989	Falla desconocida
Falla sensor por alta presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989	Falla desconocida

Descripción	Tasas de Falla (año)	Referencia	Observaciones
Falla actuador OSE	5.20E-4	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989. p.200	No hay cambio de posición en demanda
Falla mecánica de la OSE	5.20E-4	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 745	Falla al regular y no cierre
H10			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP			
Falla válvula de alivio	2.12 E-4	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989. p.200	Falla durante su función
Falla sensor por baja presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989	Falla desconocida
Falla sensor por alta presión	2.51 E-2	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989	Falla desconocida
Falla actuador OSE	5.20E-4	Guidelines for Process Equipment Realibility Data, 1989. p.200	No hay cambio de posición en demanda
Falla mecánica de la OSE	5.20E-4	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 745	Falla al regular y no cierre
H11			
Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP			
No existe programa de mantenimiento	1.0E-3	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no contar con un programa de mantenimiento
Mantenimiento y limpieza menor al requerido	1.0E-3	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no contar con un programa de mantenimiento
Vandalismo al ducto de interconexión	8.22 E-3	Dato estadístico obtenido en las sesiones HazOp	Por la ubicación de la zona, se consideran al menos 3 intentos de vandalismo al año
Mantenimiento menor al requerido	1.0E-3	ANSI/ISA-84,00.01-2004 Parte 3.	Error por omisión al no contar con un programa de mantenimiento
No actúa PSV-01	2.258E-2	OREDA, Cuarta Edición, 2002 p. 641	Falla al abrir en demanda

Resultados de Arboles de Falla

Tabla 5.23 Resultados de Solución de Árboles de Fallas

Hipótesis	Descripción	Resultado	Probabilidad de Ocurrencia	Elementos que Contribuyen en Mayor Medida a la Falla
H1	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión	4.61E-5	0.0000461	No actúa sistema de alivio y no existe

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Hipótesis	Descripción	Resultado	Probabilidad de Ocurrencia	Elementos que Contribuyen en Mayor Medida a la Falla
				comunicación efectiva entre CENAGAS y CIH
H2	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros.	5.15e-2	0.0515	El vandalismo al ducto de interconexión y falla del sensor por baja presión.
H3	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros	7.03E-3	0.00703	Todos los eventos son contribuyentes.
H4	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo	1.07 E-05	0.0000107	No actúa sistema de alivio, así como el vandalismo de la zona
H5	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing	1.07 E-05	0.0000107	No actúa sistema de alivio, así como el vandalismo de la zona
H6	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles	1.07 E-05	0.0000107	No actúa sistema de alivio, así como el vandalismo de la zona
H7	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia (golpe de maquinaria).	1.07 E-05	0.0000107	No actúa sistema de alivio, así como el vandalismo de la zona
H8	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos.	1.07 E-05	0.0000107	No actúa sistema de alivio, así como el vandalismo de la zona
H9	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora	1.07 E-05	0.0000107	No actúa sistema de alivio, así como el vandalismo de la zona
H10	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP (golpe de maquinaria).	1.07 E-05	0.0000107	No actúa sistema de alivio, así como el vandalismo de la zona
H11	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP	7.03E-3	0.00703	Todos los eventos son contribuyentes.

El convenio COMERI 144 PEMEX especifica que la Matriz de Riesgos, (Que es la calificación inicial de riesgos y primera etapa de cuantificación) como correlación entre la Frecuencia y las Consecuencias y que en su contenido se encuentran valores con significado para la organización y apoyo en la toma de decisiones, debe contener los siguientes criterios bajo la descripción de frecuencias, categorías de riesgo y frecuencias:

<i>Categoría</i>	<i>Descripción de Frecuencia de ocurrencia.</i>	<i>Frecuencia/Año.</i>
F6 Muy frecuente	Ocurre una o más veces en un año.	>1
F5 Frecuente.	Ocurre una o más veces en un periodo de entre 1 y 5 años.	>0.2 a 1
F4 Poco frecuente.	Ocurre una vez en un periodo de entre 5 y 10 años.	0.1 a 0.2
F3 Raro.	Ocurre una vez en un periodo mayor a 10 años.	0.01 a 0.1
F2 Muy raro.	Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta.	0.001 a 0.01
F1 Extremadamente raro.	Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	0.0001 a 0.001

Figura 5.02. Criterios de Categoría, Descripción y Frecuencia en una Matriz de Riesgos según COMERI

Los valores obtenidos de la aplicación de los criterios de asignación de índices de frecuencias se observan en la Tabla 5.24

Tabla 5.24. Valores de frecuencia por hipótesis

Hipótesis	Descripción	Resultado	Probabilidad de Ocurrencia	Puntuación de Frecuencia
H1	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión	4.61E-5	0.0000461	F1
H2	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros.	5.15e-2	0.0515	F3
H3	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros	7.03E-3	0.00703	F2
H4	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo	1.07 E-05	0.0000107	F1
H5	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing	1.07 E-05	0.0000107	F1
H6	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles	1.07 E-05	0.0000107	F1

Hipótesis	Descripción	Resultado	Probabilidad de Ocurrencia	Puntuación de Frecuencia
H7	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia (golpe de maquinaria).	1.07 E-05	0.0000107	F1
H8	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos.	1.07 E-05	0.0000107	F1
H9	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora	1.07 E-05	0.0000107	F1
H10	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP (golpe de maquinaria).	1.07 E-05	0.0000107	F1
H11	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP	7.03E-3	0.00703	F2

Los criterios tomados para la evaluación de consecuencias se observan en la figura 5.03

Categoría de Consecuencia (Impacto)	Daños al personal.	Efecto en la población	Impacto ambiental.	Pérdida, daño, diferimiento de producción. [10 en USD]
C5 Catastrófico.	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a una semana.	*Mayor de 500
C5 Mayor.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día a 1 semana.	De 50 a 500
C4 Grave.	Lesiones o daños físicos con atención médica que pueden generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generan de 1 a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas.	De 5 a 50
C3 Moderado.	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía, se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica hasta 1 hora.	De 0.5 a 5
C2 Menor.	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueda detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con probabilidad de evacuación.	Fuga o derrame solamente perceptible al interior de la instalación, el control es inmediato.	De 0.05 a 0.5
C1 Despreciable.	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	Menor a 0.05

Figura 5.03. Criterios para la asignación de índices de consecuencias
 Fuente: COMERI 144 PEMEX

Los valores obtenidos de la aplicación de los criterios de los índices de consecuencias se observan en la tabla 5.25.

Tabla 5.25. Resultado de la aplicación de criterios de asignación de consecuencias

Hipótesis	Descripción	Personas	Población	Impacto Ambiental	Perdida o daño a la producción	Valor de consecuencias por Hipótesis
H1	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión	C1	C3	C1	C1	C1

5. ANALISIS DE RIESGO

Hipótesis	Descripción	Personas	Población	Impacto Ambiental	Perdida o daño a la producción	Valor de consecuencias por Hipótesis
H2	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros.	C1	C2	C1	C1	C1
H3	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros	C2	C2	C1	C2	C1
H4	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo	C2	C3	C2	C2	C2
H5	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing	C2	C3	C2	C2	C2
H6	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles	C2	C3	C2	C2	C2
H7	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia (golpe de maquinaria).	C2	C3	C2	C2	C2

Hipótesis	Descripción	Personas	Población	Impacto Ambiental	Perdida o daño a la producción	Valor de consecuencias por Hipótesis
H8	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos.	C2	C3	C2	C2	C2
H9	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora	C2	C3	C2	C2	C2
H10	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP (golpe de maquinaria).	C2	C3	C2	C2	C2
H11	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP	C1	C2	C1	C2	C1

La Matriz generada queda de la siguiente manera:

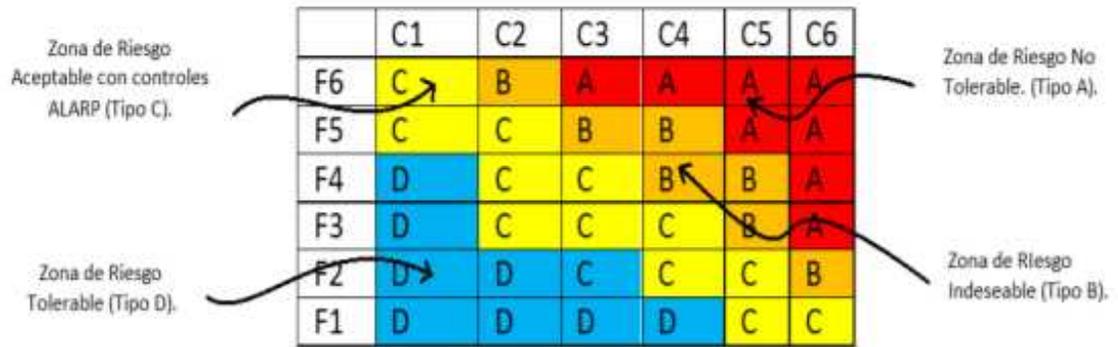


Figura 5.04. Matriz de Riesgos bajo el uso de los criterios COMERI.

Resultados de aplicación de la matriz del proyecto.
 Tabla 5.26. Resultados de la aplicación de la matriz de riesgo del proyecto

Hipótesis	Descripción	Personas			Población			Impacto Ambiental			Pérdida o daño a la producción			Valor de consecuencias por Hipótesis
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	R
H1	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión	F1	C1	D	F1	C1	D	F1	C3	D	F1	C1	D	D
H2	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros.	F3	C1	D	F3	C1	D	F3	C2	C	F3	C1	D	C
H3	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros	F2	C1	D	F2	C1	D	F2	C2	D	F2	C2	D	D

Hipótesis	Descripción	Personas			Población			Impacto Ambiental			Perdida o daño a la producción			Valor de consecuencias por Hipótesis
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	R
H4	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo	F1	C2	D	F1	C2	D	F1	C3	D	F1	C2	D	D
H5	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing	F1	C2	D	F1	C2	D	F1	C3	D	F1	C2	D	D
H6	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles	F1	C2	D	F1	C2	D	F1	C3	D	F1	C2	D	D
H7	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia (golpe de maquinaria).	F1	C2	D	F1	C2	D	F1	C3	D	F1	C2	D	D

Hipótesis	Descripción	Personas			Población			Impacto Ambiental			Perdida o daño a la producción			Valor de consecuencias por Hipótesis
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	R
H8	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos.	F1	C2	D	F1	C2	D	F1	C3	D	F1	C2	D	D
H9	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora	F1	C2	D	F1	C2	D	F1	C3	D	F1	C2	D	D
H10	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP (golpe de maquinaria).	F1	C2	D	F1	C2	D	F1	C3	D	F1	C2	D	D
H11	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular salida Estación de Medición y Regulación de	F2	C1	D	F2	C1	D	F2	C2	D	F2	C2	D	D

5. ANALISIS DE RIESGO

Hipótesis	Descripción	Personas			Población			Impacto Ambiental			Pérdida o daño a la producción			Valor de consecuencias por Hipótesis
		F	C	R	F	C	R	F	C	R	F	C	R	R
	interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP													

CONCLUSIONES:

De las hipótesis analizadas se puede concluir que:

- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.00000461, es decir, un 0.000461% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente el evento, la fuga se dará en 4 ocasiones.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0515, es decir, un 5.15% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 1,000 situaciones en que se presente el evento la fuga se dará en 5 ocasiones
- El evento de Fuga de gas en el ducto 4 h D.N. de interconexión por corrosión tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.00703, es decir, un 0.703% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 1000 situaciones en que se presente el evento la fuga se dará en 7 ocasiones.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga de gas en el ducto D.N. tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.00703, es decir, un 0.703% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 1000 situaciones en que se presente el evento la fuga se dará en 7 ocasiones.

En todos los eventos, lo que más contribuye a la generación de las fallas, son aquellos que dependen de la intervención humana, por lo que, se hace necesario reforzar los mecanismos de Disciplina Operativa (Disponibilidad, Calidad, Comunicación y Cumplimiento) en los procedimientos de operación, inspección, supervisión de los trabajos de mantenimiento, así como, el seguimiento de los programas de mantenimiento.

El resultado del riesgo identificado en el análisis cuantitativo resulta en Zona de Riesgo Aceptable con controles (ALARP) Tipo C. y Zona de riesgo tolerable (tipo D) en su gran mayoría.

5.2.2 Análisis detallado de consecuencias

Descripción de los Escenarios de Riesgo

De la aplicación de las metodologías la identificación de riesgo, se observa que el mayor riesgo encontrado corresponde a un Nivel de Riesgo B (Riesgo Indeseable) y corresponde a daños ocasionados por terceros en cualquier parte de ducto.

Para realizar las simulaciones se consideran los siguientes eventos:

Tabla 5.27 Hipótesis de eventos

Hipótesis	Descripción
H1	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión
H2	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros.
H3	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros
H4	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo
H5	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing
H6	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles
H7	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia (golpe de maquinaria).
H8	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos.
H9	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora
H10	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP (golpe de maquinaria).
H11	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP

Para la determinación de los radios potenciales de afectación, se emplea un software de modelación, que es un conjunto de herramientas para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y/o inflamables y daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones.

A continuación, se mencionan las características de cada uno de estos eventos:

Hipótesis 1): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N. causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria)

Descripción del evento:

Por causa de terceras partes (golpe de maquinaria pesada, accidente o sabotaje) en la interconexión con el gasoducto de CENEGAS de 48" D.N. se daña el cuerpo del de 4" de D.N. en la interconexión, ocasionando que el ducto fugue.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H1a.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H1a.2)
- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H1b.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H1b.2)

Características

Diámetro del ducto en la interconexión:	4" D.N. (0.1016 m)
Presión de operación:	8,273.709 kPa (1,200 Psig)
T° en la tubería:	291.15 °K

Hipótesis 2): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).

Descripción del evento:

Por causa de terceras partes (golpe de maquinaria pesada, accidente o sabotaje) en la EMR de la interconexión, se daña el cuerpo del de 4" de D.N., ocasionando que el ducto presente fuga.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H2a.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H2a.2)
- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto

1. Incendio tipo Jet Fire (H2b.1)
2. Explosión (después de 10 segundos de fuga (H2b.2))

Características

Diámetro del ducto en la interconexión:	4" D.N. (0.1016 m)
Presión de operación:	5,120.12 kPa (740 Psig)
T° en la tubería:	291.15 °K

Hipótesis 3): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).

Descripción del evento:

En cualquier parte del ducto, a partir de la salida de la EMR de la interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios, debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas u obras no supervisadas) se presenta una fuga de gas que puede incendiarse o estallar.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire (H3a.1)
 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H3a.2)
- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire (H3b.1)
 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H3b.2)

Características

Diámetro del ducto en la interconexión:	4" D.N. (0.1016 m)
Presión de operación:	2,068.43 kPa (300 Psig)
T° en la tubería:	291.15 °K

Hipótesis 4): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto posterior a la salida de la EMR del Avigrupo (golpe de maquinaria).

Descripción del evento:

En el ducto de salida de la EMR de Avigrupo, debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas u obras no supervisadas) se presenta una fuga de gas que se incendia o estalla.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H4a.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H4a.2)

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H4b.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H4b.2)

Características

Diámetro del ducto en la interconexión:	2" D.N. (0.0508 m)
Presión de operación:	206.84 kPa (30 Psig)
T° en la tubería:	291.15 °K

Hipótesis 5): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Boing (golpe de maquinaria).

Descripción del evento:

En el ducto de salida de la EMR de Boing, debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas u obras no supervisadas) se presenta una fuga de gas que se incendia o estalla.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H5a.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H5a.2)

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H5b.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H5b.2)

Características

Diámetro del ducto en la interconexión:	2" D.N. (0.0508 m)
Presión de operación:	310.26 kPa (45 Psig)
T° en la tubería:	291.15 °K

Hipótesis 6): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Textiles (golpe de maquinaria).

Descripción del evento:

En el ducto de salida de la EMR de Textiles, debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas u obras no supervisadas) se presenta una fuga de gas que se incendia o estalla.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1) Incendio tipo Jet Fire (H6a.1)
 - 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H6a.2)
- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
- c) Incendio tipo Jet Fire (H6ab.1)
- d) Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H6b.2)

Características

Diámetro del ducto en la interconexión:	3" D.N. (0.076 m)
Presión de operación:	208.84 kPa (30 Psig)
T° en la tubería:	291.15 °K

Hipótesis 7): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Alurgia (golpe de maquinaria).

Descripción del evento:

En el ducto de salida de la EMR de Alurgia, debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas u obras no supervisadas) se presenta una fuga de gas que se incendia o estalla.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1) Incendio tipo Jet Fire (H7a.1)
 - 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H7a.2)
- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 - 1) Incendio tipo Jet Fire (H7b.1)
 - 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H7b.2)

Características

Diámetro del ducto en la interconexión:	3" D.N. (0.076 m)
Presión de operación:	208.84 kPa (30 Psig)
T° en la tubería:	291.15 °K

Hipótesis 8): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Nutrimientos (golpe de maquinaria).

Descripción del evento:

En el ducto de salida de la EMR de Nutrimientos, debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas u obras no supervisadas) se presenta una fuga de gas que se incendia o estalla.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H8a.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H8a.2)
- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H8b.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H8b.2)

Características

Diámetro del ducto en la interconexión:	2" D.N. (0.0508 m)
Presión de operación:	208.84 kPa (30 Psig)
T° en la tubería:	291.15 °K

Hipótesis 9): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Laminadora (golpe de maquinaria).

Descripción del evento:

En el ducto de salida de la EMR de Laminadora, debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas u obras no supervisadas) se presenta una fuga de gas que se incendia o estalla.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H9a.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H9a.2)
- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H9b.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H9b.2)

Hipótesis 10): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP (golpe de maquinaria).

Descripción del evento:

En el ducto de salida de la EMR de HPP, debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas u obras no supervisadas) se presenta una fuga de gas que se incendia o estalla.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H10a.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H10a.2)

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire (H10b.1)
 - 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H10b.2)

Hipótesis 11): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la continuación de la línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).

Descripción del evento:

En cualquier parte del ducto, a partir de la la continuación de la línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas u obras no supervisadas) se presenta una fuga de gas que puede incendiarse o estallar.

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1) Incendio tipo Jet Fire (H11a.1)
 - 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H11a.2)

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 - 1) Incendio tipo Jet Fire (H11b.1)
 - 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga) (H11b.2)

Características

Diámetro del ducto en la interconexión:	4" D.N. (0.1016 m)
Presión de operación:	2,068.43 kPa (300 Psig)
T° en la tubería:	291.15 °K

A continuación, se muestran los formatos utilizado para llevar a cabo las simulaciones planteadas en los escenarios identificados. El nombre del simulador utilizado es SCRI FUEGO

En el formato mencionado se describen los datos utilizados para efectuar las simulaciones respectivas.

Tabla 5.29 Datos para el inventario de descarga

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (pulgadas)		Flujo Vol. (5)	Flujo másico (6)	Presión (7)	Temperatura (8)	Duración fuga (9)	Inventario (10)	Tasa de descarga (11)
	Clave (1)	Descripción (2)	Línea/Equipo (3)	Fuga (4)	MMPCSD	kg/h	kg/cm ²	°C	min	m ³	kg/h
	H1a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N	Total	1.0024077	176806	52.21	21	0.012	1.05	267,624
	H1a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N	Total	1.0024077	176806	52.21	21	0.012	1.05	267,516
	H1b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Incendio tipo Jet fire	Interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N	20%	1.0024077	6961.71	52.21	21	0.30	1.05	10,602
	H1b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N	20%	1.0024077	6961.71	52.21	21	0.30	1.05	10,584
	H2a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).	total	1.0024077	174043	52.21	21	0.0043	0.37	163,692
	H2a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).	Total	1.0024077	174043	52.21	21	0.0043	0.37	163,692
	H2b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).	20%	1.0024077	6961.71	52.21	21	0.10	0.37	0.376,343
	H2b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).	20%	1.0024077	6961.71	52.21	21	0.10	0.37	6,343
	H3a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).	Total	1.0024077	72146	21.095889	21	0.53	45.4	66,852
	H3a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).	Total	1.0024077	72146	21.095889	21	0.53	45.4	66,852
	H3b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Incendio	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la	20%	1.0024077	2885.84	21.095889	21	13.305	45.4	2,654

ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS
 “PROYECTO GASODUCTO CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO”

5. ANALISIS DE RIESGO

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (pulgadas)		Flujo Vol. (5)	Flujo másico (6)	Presión (7)	Temperatura (8)	Duración fuga (9)	Inventario (10)	Tasa de descarga (11)
	Clave (1)	Descripción (2)	Línea/Equipo (3)	Fuga (4)	MMPCSD	kg/h	kg/cm ²	°C	min	m ³	kg/h
		tipo Jet fire	interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).								
	H3b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).	20%	1.0024077	2885.84	21.095889	21	13.305	45.4	2,654
	H4a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Avigrupo (golpe de maquinaria).	total	0.0964	2551.23	2.11	21	0.016	0.366	1656
	H4a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Avigrupo (golpe de maquinaria).	Total	0.0964	2551.23	2.11	21	0.016	0.366	1,656
	H4b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Avigrupo (golpe de maquinaria).	20%	0.0964	102.04	2.11	21	0.404	0.366	64
	H4b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Incendio tipo Jet fire	20%	0.0964	102.04	2.11	21	0.404	0.366	65
	H5a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Explosión (después de 10 segundos de fuga)	total	0.2160	3472.69	2.11	21	0.004	0.091	2,508
	H5a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Boing (golpe de maquinaria).	Total	0.2160	3472.69	2.11	21	0.004	0.091	2,508
	H5b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Boing (golpe de maquinaria).	20%	0.2160	138.90	2.11	21	0.101	0.091	100
	H5b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Boing (golpe de maquinaria).	20%	0.2160	138.90	2.11	21	0.101	0.091	101
	H6a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Textiles (golpe de maquinaria).	Total	0.2000	5519.04	2.11	21	0.00080	0.039	3,767
	H6a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Textiles (golpe de maquinaria).	Total	0.200	5519.04	2.11	21	0.00080	0.039	3,766
	H6b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Textiles (golpe de maquinaria).	20%	0.2000	220.76	2.11	21	0.020	0.039	146
	H6b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR	20%	0.2000	220.76	2.11	21	0.020	0.039	148

ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS
 “PROYECTO GASODUCTO CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO”

5. ANALISIS DE RIESGO

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (pulgadas)		Flujo Vol. (5)	Flujo másico (6)	Presión (7)	Temperatura (8)	Duración fuga (9)	Inventario (10)	Tasa de descarga (11)
	Clave (1)	Descripción (2)	Línea/Equipo (3)	Fuga (4)	MMPCSD	kg/h	kg/cm ²	°C	min	m ³	kg/h
		Explosión (después de 10 segundos de fuga)	del Textiles (golpe de maquinaria).								
	H7a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Alurgia (golpe de maquinaria).	Total	0.1100	5519.04	2.11	21	0.00080	0.108	3,769
	H7a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Alurgia (golpe de maquinaria).	Total	0.1100	5519.04	2.11	21	0.00080	0.108	3,766
	H7b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Alurgia (golpe de maquinaria).	20%	0.1100	220.26	2.11	21	0.020	0.108	151
	H7b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Alurgia (golpe de maquinaria).	20%	0.1100	220.326	2.11	21	0.020	0.108	151
	H8a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Nutrimentos (golpe de maquinaria).	Total	0.1100	2551.23	2.11	21	0.0028	0.064	1,688
	H8a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Nutrimentos (golpe de maquinaria).	Total	0.11..	2551.23	2.11	21	0.0028	0.064	1,685
	H8b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Nutrimentos (golpe de maquinaria).	20%	0.100	102.04	2.11	21	0.0707	0.064	65
	H8b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Nutrimentos (golpe de maquinaria).	20%	0.100	102.04	2.11	21	0.0707	0.064	65
	H9a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Laminadora (golpe de maquinaria).	Total	0.100	2551.23	2.13	21	0.0060	0.137	1,688
	H9a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Laminadora (golpe de maquinaria).	Total	0.100	2551.23	2.13	21	0.0060	0.137	1,685
	H9b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Laminadora (golpe de maquinaria).	20%	0.100	102.04	2.13	21	0.15	0.137	65
	H9b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del Laminadora (golpe de maquinaria).	20%	0.100	102.04	2.13	21	0.15	0.137	65
	H10a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del HPP (golpe de maquinaria).	Total	0.1800	2551.23	2.11	21	0.0022	0.050	3,750
	H10a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del HPP (golpe de maquinaria).	Total	0.1800	2551.23	2.11	21	0.0022	0.050	3,766
	H10b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del HPP (golpe de maquinaria).	20%	0.1800	102.04	2.11	21	0.0555	0.0502	146

ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS
 “PROYECTO GASODUCTO CONSUMIDORA INDUSTRIAL DE HIDALGO”

5. ANALISIS DE RIESGO

Tipo de caso	Identificación de escenarios		Diámetro (pulgadas)		Flujo Vol. (5)	Flujo másico (6)	Presión (7)	Temperatura (8)	Duración fuga (9)	Inventario (10)	Tasa de descarga (11)
	Clave (1)	Descripción (2)	Línea/Equipo (3)	Fuga (4)	MMPCSD	kg/h	kg/cm ²	°C	min	m ³	kg/h
	H10b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en el ducto, posterior la EMR del HPP (golpe de maquinaria).	20%	0.180	102.04	2.11	21	0.0555	0.0502	148
	H11a1	Ruptura total del ducto Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la continuación de la línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).	Total	1.0024	72146.02	21.09	21	0.74	63.58	66,888
	H11a2	Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la continuación de la línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).	Total	1.0024	72146.02	21.09	21	0.74	63.58	66,852
	H11b1	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Incendio tipo Jet fire	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la continuación de la línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).	20%	1.0024	2885.84	21.09	21	18.63	63.58	2,655
	H11b2	Ruptura equivalente al 20% del diámetro Explosión (después de 10 segundos de fuga)	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la continuación de la línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).	20%	1.0024	2885.84	21.09	21	18.63	63.58	2,653

A continuación, se presenta los datos de cada escenario de riesgo simulado, los resultados obtenidos.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO											
Instalación:		CIH-GASODUCTO											
I. Datos del escenario.													
Clave		Nombre				Peor Caso		X					
H1A		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N. ruptura total.				Caso más probable							
Elaboró:	Olga Gómez M	Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N. por causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).				Fecha:	21/06/2018						
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).												
II. Sustancias involucradas.													
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico					
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)	
Gas Natural (metano)		100				X							
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación													
Presión: 52.21		kg/cm²		Temperatura: 21 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X		Líquido arriba de su p.e.	
Fase del material liberado:		Vapor		X		líquido		vapor y líquido					
Contenedor:		Cilindro		Esfera		Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X		Válvula de alivio	
Tubería		X		Otro:		Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro			
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 4		plg		Largo del recipiente:		122 m			
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	
Área del orificio:		4 plg		Coef. De pérdida del orificio:		0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica	
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada	
Tiempo estimado de liberación:		0.739 segundos		Masa estimada de liberación:		74.32 kg/seg						grados	
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.													
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X				Otro			
Temperatura atmosférica				21 °C									
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---									
Humedad atmosférica				10 %									
Presión atmosférica				582.80 mm Hg									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-									
Direcciones dominantes de viento				Nornoreste									
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural:		X		Urbana:		Industrial:		X		Marítima:	
												Otra: explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													

Sitio 1	Empresa Químicos y Plásticos Centurión 70 m		Sitio 2	Vías del tren 128 m		Sitio 3	ERM del sistema 80 m			
VI. Estados finales para análisis										
Dardo, antorcha o jet de fuego			X	Charco de fuego			Incendio de nube			
BLEVE/bola de fuego				Nube tóxica			Explosión de nube			
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Clase de evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento			Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV_{15 min}	TLV_{8h}	kW/m²			psi				
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5 – 37.5	5.0	1.4	3 - 10	1.0	0.5		
m			m			m				
			Jet fire	97.53	180.12	Early explosion	111.95	190.29		
			Early pool fire			Late Ignition				
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)				

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO									
Instalación:		CIH-GASODUCTO									
I. Datos del escenario.											
Clave		Nombre						Peor Caso		x	
H1b		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N. 20 %						Caso más probable			
Elaboró:	Olga Gómez M	Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N. por causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).					Fecha:	21/06/2018			
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).										
II. Sustancias involucradas.											
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico			
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)	
Gas Natural (metano)		100				X					
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación											
Presión: 84.37		kg/cm²		Temperatura: 18 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	
Líquido arriba de su p.e.										-	
Fase del material liberado:		Vapor		X		líquido		vapor y líquido		-	
Contenedor:		-		Esfera		-		Tipo de fuga:		X	
Tubería		X		Otro:				Falla catastrófica		X	
								Válvula de alivio		-	
								Cizalla de tubería, otro		-	
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 4		plg		Largo del recipiente:		122 m	
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:	
										Otra	
										Explique obra específica para ductos	
Área del orificio:		0.8 plg		Coef. De pérdida del orificio:		0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m	
								Altura hidráulica		-	
										m	
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		-		Hacia abajo	
										-	
								Golpea contra		-	
								Inclinada		-	
										- grados	
Tiempo estimado de liberación:		18.48 segundos		Masa estimada de liberación:		743.10 kg					
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.											
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro	
Temperatura atmosférica				21 °C							
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---							
Humedad atmosférica				10 %							
Presión atmosférica				582.80 mm Hg							
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-							
Direcciones dominantes de viento				Noreste							
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:		X		Urbana:			
								Industrial:		X	
								Marítima:			
								Otra:		explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)											
Sitio 1		Empresa Químicos y Plásticos Centurión 70 m				Sitio 2		Vías del tren 128 m		Sitio 3	
										ERM del sistema 80 m	
VI. Estados finales para análisis											

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X			
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica								
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Zona de seguridad			Zona de seguridad				
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase evento de	Otro	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase evento de	Otro	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		Alto Riesgo (daño a equipos)				Alto Riesgo		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		kW/m ²				psi		
m				12.5 – 37.5	5.0	1.4		3 - 10	1.0	0.5
-				m				m		
			Jet fire		20.84	38.47	Early explosion		38.25	64.84
			Early pool fire				Late Ignition			
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)				

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO										
Instalación:		CIH-GASODUCTO										
I. Datos del escenario.												
Clave		Nombre						Peor Caso		x		
H2a		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM de la interconexión se origina la ruptura total del ducto						Caso más probable				
Elaboró:	Olga Gómez M	Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM de la interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N. por causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).					Fecha:	21/06/2018				
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).											
II. Sustancias involucradas.												
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico				
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)
Gas Natural (metano)		100				X						
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación												
Presión:	52.03 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-	
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido		vapor y líquido		-			
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera	-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio		-
Tubería		X	Otro:		Orificio en cuerpo o tubería				X	Cizalla de tubería, otro		-
Alto del recipiente:	m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 4			plg		Largo del recipiente:		120 m			
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:			Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos
Área del orificio:	4 plg	Coef. De pérdida del orificio:			0.64	Elevación del punto de liberación:		0.75 m	Altura hidráulica		- m	
Dirección de la fuga:	Vertical	X	Horizontal	-	Hacia abajo		-	Golpea contra	-	Inclinada	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:	0.2599 segundos			Masa estimada de liberación:				45.47 kg				
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.												
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X	1.5 A-B		Otro			
Temperatura atmosférica				21 °C								
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---								
Humedad atmosférica				10 %								
Presión atmosférica				582.80 mm Hg								
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-								
Direcciones dominantes de viento				Noreste								
Tipo de área en que se encuentra la instalación			Rural:	X	Urbana:		Industrial:	X	Marítima:		Otra:	explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)												
Sitio 1	Empresa Químicos y Plásticos Centurión 160 m			Sitio 2	Vías del tren 23.06 m			Sitio 3	interconexión del sistema 80 m			
VI. Estados finales para análisis												

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X			
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica								
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Zona de seguridad			Zona de seguridad				
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase evento de	Otro Riesgo a	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase evento de	Otro Riesgo a	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		Alto Riesgo (daño equipos)	Alto Riesgo			Alto Riesgo (daño equipos)	Alto Riesgo	
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm			kW/m ²				psi	
m				12.5 – 37.5	5.0	1.4		3 - 10	1.0	0.5
-				m				m		
			Jet fire		76.82	142.24	Early explosion		95.04	161.55
			Early pool fire				Late Ignition			
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½ LFL (m)			LFL (m)		

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO														
Instalación:		CIH-GASODUCTO														
I. Datos del escenario.																
Clave		Nombre						Peor Caso		x						
H2b		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM de la interconexión se origina la ruptura equivalente al 20% del ducto.						Caso más probable								
Elaboró:	Olga Gómez M	Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM de la interconexión con el gasoducto CENEGAS de 48" D.N. por causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).					Fecha:	21/06/2018								
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).															
II. Sustancias involucradas.																
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico								
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)				
Gas Natural (metano)		100				X										
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación																
Presión:	52.03 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-				
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido		vapor y líquido									
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio		-			
Tubería		X	Otro:			Orificio en cuerpo o tubería				X	Cizalla de tubería, otro		-			
Alto del recipiente:	m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 4				plg		Largo del recipiente:		120 m						
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos			
Área del orificio:	0.8 plg	Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		- m		
Dirección de la fuga:		Vertical	X	Horizontal		-	Hacia abajo		-	Golpea contra		-	Inclinada		-	- grados
Tiempo estimado de liberación:		6.49 segundos				Masa estimada de liberación:				1.76 kg						
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.																
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)						1.5 F		X	1.5 A-B		Otro					
Temperatura atmosférica						21 °C										
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)						---										
Humedad atmosférica						10 %										
Presión atmosférica						582.80 mm Hg										
Tipo de suelo (rugosidad empleada)						-										
Direcciones dominantes de viento						Noreste										
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:	X	Urbana:		Industrial:	X	Marítima:		Otra:	explique			
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																
Sitio 1	Empresa Químicos y Plásticos Centurión 160 m				Sitio 2	Vías del tren 23.06 m				Sitio 3	interconexión del sistema 80 m					
VI. Estados finales para análisis																

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica					
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:							
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)							
Radios por toxicidad		Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión		
Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad	Clase de evento	Otro	Zona de seguridad
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min} TLV _{8h}		kW/m ²			psi	
xxx ppm	xxx ppm xxx ppm		12.5 – 37.5	5.0 1.4		3 - 10	1.0 0.5
	m		m			m	
		Jet fire		16.24 30.04	Early explosion		32.16 54.67
		Early pool fire			Late Ignition		
		Late pool fire					
		Flash fire					
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:			½ LFL (m)		LFL (m)		

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO									
Instalación:		CIH-GASODUCTO									
I. Datos del escenario.											
Clave		Nombre						Peor Caso			
H3a		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la línea regular se origina la ruptura total del ducto						Caso más probable			
Elaboró:		Olga Gómez M		Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la línea regular del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).				Fecha:		21/06/2018	
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).									
II. Sustancias involucradas.											
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico			
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA) TLV (15min, STEL)	
Gas Natural (metano)		100				X					
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación											
Presión:		21.09 kg/cm ²		Temperatura:		18 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e. X Líquido arriba de su p.e. -	
Fase del material liberado:		Vapor X		líquido -		vapor y líquido -					
Contenedor:		Cilindro -		Esfera -		Tipo de fuga:		Falla catastrófica X		Válvula de alivio -	
Tubería		X		Otro:		Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro -	
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 4 plg				Largo del recipiente: 120 m			
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto: Otra Explique obra específica para ductos	
Área del orificio:		4 plg		Coef. De pérdida del orificio:		0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m Altura hidráulica - m	
Dirección de la fuga:		Vertical X		Horizontal -		Hacia abajo -		Golpea contra -		Inclinada - - grados	
Tiempo estimado de liberación:		31.93 segundos				Masa estimada de liberación:		18.58 kg			
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.											
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F X		1.5 A-B		Otro			
Temperatura atmosférica				21 °C							
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---							
Humedad atmosférica				10 %							
Presión atmosférica				582.80 mm Hg							
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-							
Direcciones dominantes de viento				Noreste							
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural: X		Urbana:		Industrial: X		Marítima:		Otra: explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)											
Sitio 1		Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V. 300 m		Sitio 2		Fraccionamiento El Manantial 26 m		Sitio 3		Empresa Biopapel 50 m	
Sitio 4		Casas habitación, comercios, Hostería 10 m		Sitio 5		Gasolinera 5 m		Sitio 6		Solutec (empresa de productos para la construcción) 10 m	
Sitio 7		Cementos Tizayuca 40 m		Sitio 8		Parque Logístico Tizayuca 50 m		Sitio 9		Campos de cultivo de 5 a 50 m	

VI. Estados finales para análisis												
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube			Explosión de nube		X	
BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica									
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:												
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)												
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión					
Zona de seguridad			Clase de evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento			Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m ²			psi					
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		12.5 – 37.5	5.0		1.4	3 - 10	1.0	0.5		
m				m			m		m			
-	-	-		Jet fire	49.38		92.32	Early explosion		70.51	119.86	
			Early pool fire			Late Ignition						
			Late pool fire									
			Flash fire									
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)						

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO											
Instalación:		CIH-GASODUCTO											
I. Datos del escenario.													
Clave		Nombre						Peor Caso					
H3b		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la línea regular se origina la ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto						Caso más probable					
Elaboró:	Olga Gómez M	Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la línea regular del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:	21/06/2018				
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).												
II. Sustancias involucradas.													
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico					
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)	
Gas Natural (metano)		100				X							
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación													
Presión:	21.09 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-		
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido		-		vapor y líquido		-		
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio		
Tubería		X	Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X	Cizalla de tubería, otro			
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 4				plg		Largo del recipiente:		120 m	
Área del dique:	m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:			Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos
Área del orificio:	0.8 plg		Coef. De pérdida del orificio:			0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica	- m
Dirección de la fuga:		Vertical		X	Horizontal		-	Hacia abajo		-	Golpea contra		-
Tiempo estimado de liberación:		798.30 segundos				Masa estimada de liberación:				0.737 kg			
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.													
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro			
Temperatura atmosférica				21 °C									
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---									
Humedad atmosférica				10 %									
Presión atmosférica				582.80 mm Hg									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-									
Direcciones dominantes de viento				Noreste									
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural:		X		Urbana:				Industrial:		X	
										Marítima:			
												Otra: explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													
Sitio 1	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V. 300 m			Sitio 2	Fraccionamiento El Manantial 26 m			Sitio 3	Empresa Biopapel 50 m				
Sitio 4	Casas habitación, comercios, Hostería 10 m			Sitio 5	Gasolinera 5 m			Sitio 6	Solutec (empresa de productos para la construcción) 10 m				

Sitio 7	Cementos Tizayuca 40 m	Sitio 8	Parque Logístico Tizayuca 50 m	Sitio 9	Campos de cultivo de 5 a 50 m	
VI. Estados finales para análisis						
Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica		Explosión de nube	X	
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:						
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)						
Radios por toxicidad		Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión	
Zona de seguridad		Clase evento de	Otro		Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV_{15 min}	TLV_{8h}	kW/m²			psi
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5 – 37.5	5.0	1.4	3 - 10
m		m		m		
-	-	-	Jet fire	10.58	19.73	Early explosion
			Early pool fire			24.05
			Late pool fire			40.89
			Flash fire			
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:			½ LFL (m)		LFL (m)	

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO																		
Instalación:		CIH-GASODUCTO																		
I. Datos del escenario.																				
Clave		Nombre						Peor Caso												
H4a		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de avigrupo que se origina la ruptura total del ducto						Caso más probable												
Elaboró:		Olga Gómez M		Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura total del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).				Fecha:		21/06/2018										
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).																		
II. Sustancias involucradas.																				
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico												
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)								
Gas Natural (metano)		100				X														
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación																				
Presión:		2.11 kg/cm ²		Temperatura:		18 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.	-						
Fase del material liberado:		Vapor		X		líquido		-		vapor y líquido		-								
Contenedor:		Cilindro		-		Esfera		-		Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio	-				
Tubería		X		Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro		-						
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 2				plg		Largo del recipiente:										
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos					
Área del orificio:		2 plg		Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		-	m			
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		-		Hacia abajo		-		Golpea contra		-	Inclinada	-	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:		10		segundos				Masa estimada de liberación:				4.60 kg								
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.																				
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro										
Temperatura atmosférica				21 °C																
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---																
Humedad atmosférica				10 %																
Presión atmosférica				582.80 mm Hg																
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-																
Direcciones dominantes de viento				Noreste																
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:		X		Urbana:		Industrial:		X		Marítima:		Otra:		explique		
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																				
Sitio 1		Cementos Tizayuca 40 m				Sitio 2		Sitio 3												
VI. Estados finales para análisis																				
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube		X										

BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica							
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro		Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}			kW/m ²			psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm			12.5 – 37.5	5.0	1.4	3 - 10	1.0	0.5
m			m			m				
-	-	-	Jet fire		6.66	14.90			20.56	34.94
			Early pool fire							
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½ LFL (m)		LFL (m)			

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO										
Instalación:		CIH-GASODUCTO										
I. Datos del escenario.												
Clave		Nombre						Peor Caso				
H4b		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de avigrupo que se origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto						Caso más probable				
Elaboró:	Olga Gómez M	Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura equivalente al 20% del ducto del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).					Fecha:	21/06/2018				
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).											
II. Sustancias involucradas.												
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico				
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA) TLV (15min, STEL)		
Gas Natural (metano)		100				X						
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación												
Presión:	2.11 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-	
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido		-	vapor y líquido		-		
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica	X	Válvula de alivio		
Tubería		X	Otro:		Orificio en cuerpo o tubería			X	Cizalla de tubería, otro			
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería:				4 plg		Largo del recipiente:		
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:			Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos
Área del orificio:	0.39 plg	Coef. De pérdida del orificio:			0.64	Elevación del punto de liberación:		0.75 m	Altura hidráulica		- m	
Dirección de la fuga:		Vertical	X	Horizontal	-	Hacia abajo		-	Golpea contra	-	Inclinada	-
Tiempo estimado de liberación:		798.30segundos				Masa estimada de liberación:		0.18 kg				
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.												
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)						1.5 F	X	1.5 A-B		Otro		
Temperatura atmosférica						21 °C						
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)						---						
Humedad atmosférica						10 %						
Presión atmosférica						582.80 mm Hg						
Tipo de suelo (rugosidad empleada)						-						
Direcciones dominantes de viento						Noreste						
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:		Urbana:		Industrial:	X	Marítima:		Otra: explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)												
Sitio 1	Cementos Tizayuca 40 m				Sitio 2					Sitio 3		

VI. Estados finales para análisis											
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube			Explosión de nube		X
BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica								
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:											
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)											
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro		Zona de seguridad		
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase evento de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase evento de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}									kW/m ²
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5 – 37.5		5.0	1.4	3 - 10		1.0	0.5	
m					m				m		
-	-	-	Jet fire		1.31	3.01	Early explosion		6.95	11.82	
			Early pool fire				Late Ignition				
			Late pool fire								
			Flash fire								
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½ LFL (m)		LFL (m)				

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO																						
Instalación:		CIH-GASODUCTO																						
I. Datos del escenario.																								
Clave		Nombre						Peor Caso																
H5a		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de boing que se origina la ruptura total del ducto						Caso más probable																
Elaboró:		Olga Gómez M		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura total del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).				Fecha:		21/06/2018														
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).																						
II. Sustancias involucradas.																								
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico																
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)												
Gas Natural (metano)		100				X																		
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación																								
Presión:		3.16 kg/cm ²		Temperatura:		18 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.	-										
Fase del material liberado:		Vapor		X		líquido		-		vapor y líquido		-												
Contenedor:		Cilindro		-		Esfera		-		Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio	-								
Tubería		X		Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro			-									
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 2				plg		Largo del recipiente:														
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos									
Área del orificio:		2 plg		Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		-	m							
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		-		Hacia abajo		-		Golpea contra		-		Inclinada		-		-		- grados
Tiempo estimado de liberación:		0.2424 segundos				Masa estimada de liberación:				0.096 kg														
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.																								
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro														
Temperatura atmosférica				21 °C																				
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---																				
Humedad atmosférica				10 %																				
Presión atmosférica				582.80 mm Hg																				
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-																				
Direcciones dominantes de viento				Noreste																				
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:		X		Urbana:		Industrial:		X		Marítima:		Otra:		explique						
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																								
Sitio 1		Planta Pulcra Chemicals 50 m				Sitio 2		Parque logístico Tizayuca 50 m				Sitio 3												
VI. Estados finales para análisis																								
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego				Incendio de nube				Explosión de nube		X										

BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica							
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro		Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase evento de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase evento de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}								
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		12.5 – 37.5	5.0	1.4		3 - 10	1.0	0.5
m				m				m		
-	-	-	Jet fire		9	18.54	Early explosion		23.60	40.11
			Early pool fire							
			Late pool fire				Late Ignition			
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½ LFL (m)		LFL (m)			

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO											
Instalación:		CIH-GASODUCTO											
I. Datos del escenario.													
Clave		Nombre						Peor Caso					
H5b		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de boing que se origina la ruptura equivalente al 20% del ducto						Caso más probable					
Elaboró:	Olga Gómez M	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:	21/06/2018				
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).												
II. Sustancias involucradas.													
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico					
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)	
Gas Natural (metano)		100				X							
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación													
Presión:	3.16 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-		
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido		-	vapor y líquido		-			
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio		-
Tubería	X	Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X	Cizalla de tubería, otro			-	
Alto del recipiente:	m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 4				plg		Largo del recipiente:					
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos
Área del orificio:	0.39 plg	Coef. De pérdida del orificio:		0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		- m	
Dirección de la fuga:	Vertical	X	Horizontal	-	Hacia abajo		-	Golpea contra	-	Inclinada	-	- grados	
Tiempo estimado de liberación:	6.0612 segundos			Masa estimada de liberación:				0.028 kg					
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.													
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro			
Temperatura atmosférica				21 °C									
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---									
Humedad atmosférica				10 %									
Presión atmosférica				582.80 mm Hg									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-									
Direcciones dominantes de viento				Noreste									
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural:	X	Urbana:		Industrial:	X	Marítima:		Otra:	explique		
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													
Sitio 1	Planta Pulcra Chemicals 50 m			Sitio 2	Parque logístico Tizayuca 50 m			Sitio 3					
VI. Estados finales para análisis													

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X	
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica						
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:								
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)								
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión		
Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad		Otro	Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}	kW/m ²			psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5 – 37.5	5.0	1.4	3 - 10	1.0	0.5
m			m			m		
-	-	-	Jet fire	1.80	3.82	Early explosion	8.05	13.69
			Early pool fire					
			Late pool fire					
			Flash fire					
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)		

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO											
Instalación:		CIH-GASODUCTO											
I. Datos del escenario.													
Clave		Nombre						Peor Caso					
H6a		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de textiles que se origina la ruptura total del ducto						Caso más probable					
Elaboró:	Olga Gómez M	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura total del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:	21/06/2018				
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).												
II. Sustancias involucradas.													
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico					
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)	
Gas Natural (metano)		100				X							
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación													
Presión:	2.13 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-		
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido		-	vapor y líquido		-			
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio		
Tubería	X	Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro			
Alto del recipiente:	m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 3				plg		Largo del recipiente:					
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos
Área del orificio:	3 plg	Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica - m	
Dirección de la fuga:	Vertical	X	Horizontal	-	Hacia abajo		-	Golpea contra		-	Inclinada	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:	0.048 segundos				Masa estimada de liberación:				1.046 kg				
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.													
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro			
Temperatura atmosférica				21 °C									
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---									
Humedad atmosférica				10 %									
Presión atmosférica				582.80 mm Hg									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-									
Direcciones dominantes de viento				Noreste									
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:	X	Urbana:		Industrial:	X	Marítima:		Otra:	explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													
Sitio 1	Zona industrial 50 m				Sitio 2					Sitio 3			
VI. Estados finales para análisis													

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X	
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica						
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:								
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)								
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión		
Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad		Otro	Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}	kW/m ²			psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5 – 37.5	5.0	1.4	3 - 10	1.0	0.5
m			m			m		
-	-	-	Jet fire	9.85	21.98	Early explosion	27.03	45.95
			Early pool fire			Late Ignition		
			Late pool fire					
			Flash fire					
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)		

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO																					
Instalación:		CIH-GASODUCTO																					
I. Datos del escenario.																							
Clave		Nombre						Peor Caso															
H6b		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de textiles que se origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto						Caso más probable															
Elaboró:		Olga Gómez M		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:		21/06/2018											
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).																					
II. Sustancias involucradas.																							
Nombre de la sustancia:			Composición:			% molar			% másico			% volumétrico											
Componente			%			Toxicidad			Inflamabilidad			IDLH											
Gas Natural (metano)			100						X														
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación																							
Presión:		2.13 kg/cm ²		Temperatura:		18 °C		Estado:		Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X		Líquido arriba de su p.e.		-					
Fase del material liberado:				Vapor		X		líquido		-		vapor y líquido		-									
Contenedor:		Cilindro		-		Esfera		-		Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X		Válvula de alivio		-					
Tubería		X		Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro		-									
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería:				3		plg		Largo del recipiente:											
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:				Tierra húmeda:				Concreto:				Otra		Explique obra específica para ductos	
Área del orificio:		0.59 plg		Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		-		m					
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		-		Hacia abajo		-		Golpea contra		-		Inclinada		-		- grados	
Tiempo estimado de liberación:				1.2122 segundos				Masa estimada de liberación:				0.041 kg											
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.																							
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)						1.5 F		X		1.5 A-B		Otro											
Temperatura atmosférica						21 °C																	
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)						---																	
Humedad atmosférica						10 %																	
Presión atmosférica						582.80 mm Hg																	
Tipo de suelo (rugosidad empleada)						-																	
Direcciones dominantes de viento						Noreste																	
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:		Urbana:		Industrial:		X		Marítima:		Otra:		explique							
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																							
Sitio 1		Zona industrial 50 m				Sitio 2						Sitio 3											
VI. Estados finales para análisis																							
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego				Incendio de nube				Explosión de nube		X									

BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica							
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m ²				psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		12.5 – 37.5	5.0	1.4		3 - 10	1.0	0.5
m				m				m		
-	-	-	Jet fire		1.98	4.53	Early explosion		9.18	15.65
			Early pool fire				Late Ignition			
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)				

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO																	
Instalación:		CIH-GASODUCTO																	
I. Datos del escenario.																			
Clave		Nombre						Peor Caso											
H7a		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de alurgia que se origina la ruptura total del ducto						Caso más probable											
Elaboró:		Olga Gómez M		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura total del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).				Fecha:		21/06/2018									
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).																	
II. Sustancias involucradas.																			
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico											
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)							
Gas Natural (metano)		100				X													
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación																			
Presión:		2.13 kg/cm ²		Temperatura:		18 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.	-					
Fase del material liberado:		Vapor		X		líquido		-		vapor y líquido		-							
Contenedor:		Cilindro		-		Esfera		-		Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio	-			
Tubería		X		Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro		-					
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 3				plg		Largo del recipiente:									
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos				
Área del orificio:		3 plg		Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		-	m		
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		-		Hacia abajo		-		Golpea contra		-	Inclinada	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:		0.1333 segundos				Masa estimada de liberación:				1.046 kg									
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.																			
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro									
Temperatura atmosférica				21 °C															
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---															
Humedad atmosférica				10 %															
Presión atmosférica				582.80 mm Hg															
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-															
Direcciones dominantes de viento				Noreste															
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:		X		Urbana:		Industrial:		X		Marítima:		Otra: explique			
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																			
Sitio 1		Zona industrial 50 m				Sitio 2		Sitio 3											
VI. Estados finales para análisis																			
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube		X									

BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica							
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro		Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}			kW/m ²			psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm			12.5 – 37.5	5.0	1.4	3 - 10	1.0	0.5
m					m			m		
-	-	-	Jet fire		9.87	22.03	Early explosion		27.03	45.95
			Early pool fire				Late Ignition			
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½ LFL (m)		LFL (m)			

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO																					
Instalación:		CIH-GASODUCTO																					
I. Datos del escenario.																							
Clave		Nombre						Peor Caso															
H7b		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de alurgia que se origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto						Caso más probable															
Elaboró:	Olga Gómez M	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:	21/06/2018														
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).																						
II. Sustancias involucradas.																							
Nombre de la sustancia:			Composición:			% molar			% másico			% volumétrico											
Componente			%			Toxicidad			Inflamabilidad			IDLH			TLV (8 h, TWA)			TLV (15min, STEL)					
Gas Natural (metano)			100						X														
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación																							
Presión:	2.13 kg/cm ²		Temperatura:	18 °C		Estado: Vapor			Líquido abajo de su p.e.			X			Líquido arriba de su p.e.			-					
Fase del material liberado:			Vapor			X			líquido			-			vapor y líquido			-					
Contenedor:	Cilindro		-		Esfera		-		Tipo de fuga:			Falla catastrófica			X			Válvula de alivio			-		
Tubería	X		-		Otro:				Orificio en cuerpo o tubería			X			Cizalla de tubería, otro			-					
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 3						plg		Largo del recipiente:											
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:				Tierra húmeda:				Concreto:				Otra		Explique obra específica para ductos	
Área del orificio:		0.59 plg		Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:			0.75 m		Altura hidráulica		-		m				
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		-		Hacia abajo		-		Golpea contra		-		Inclinada		-		- grados	
Tiempo estimado de liberación:			3.333segundos			Masa estimada de liberación:			0.042 kg														
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.																							
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)						1.5 F		X		1.5 A-B		Otro											
Temperatura atmosférica						21 °C																	
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)						---																	
Humedad atmosférica						10 %																	
Presión atmosférica						582.80 mm Hg																	
Tipo de suelo (rugosidad empleada)						-																	
Direcciones dominantes de viento						Noreste																	
Tipo de área en que se encuentra la instalación			Rural:				Urbana:				Industrial:		X		Marítima:				Otra:		explique		
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																							
Sitio 1		Zona industrial 50 m				Sitio 2						Sitio 3											
VI. Estados finales para análisis																							

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X	
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica						
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:								
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)								
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión		
Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad		Otro	Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}	kW/m ²			psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5 – 37.5	5.0	1.4	3 - 10	1.0	0.5
m			m			m		
-	-	-	Jet fire	2.01	4.60	Early explosion	9.25	15.72
			Early pool fire			Late Ignition		
			Late pool fire					
			Flash fire					
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)		

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO																		
Instalación:		CIH-GASODUCTO																		
I. Datos del escenario.																				
Clave		Nombre						Peor Caso												
H8a		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de Nutrimientos que se origina la ruptura total del ducto						Caso más probable												
Elaboró:		Olga Gómez M		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura total del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).				Fecha:		21/06/2018										
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).																		
II. Sustancias involucradas.																				
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico												
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)								
Gas Natural (metano)		100				X														
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación																				
Presión:		2.13 kg/cm ²		Temperatura:		18 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.	-						
Fase del material liberado:		Vapor		X		líquido		-		vapor y líquido		-								
Contenedor:		Cilindro		-		Esfera		-		Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio	-				
Tubería		X		Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro		-						
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 2				plg		Largo del recipiente:										
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos					
Área del orificio:		2 plg		Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		-	m			
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		-		Hacia abajo		-		Golpea contra		-	Inclinada	-	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:		0.1697 segundos				Masa estimada de liberación:				0.468 kg										
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.																				
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro										
Temperatura atmosférica				21 °C																
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---																
Humedad atmosférica				10 %																
Presión atmosférica				582.80 mm Hg																
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-																
Direcciones dominantes de viento				Noreste																
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:		X		Urbana:		Industrial:		X		Marítima:		Otra:		explique		
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																				
Sitio 1		Zona industrial 50 m				Sitio 2		Sitio 3												
VI. Estados finales para análisis																				
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego				Incendio de nube				Explosión de nube		X						

BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica							
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase evento de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase evento de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m ²				psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5 – 37.5			5.0	1.4	3 - 10	1.0	0.5
m			m			m				
-	-	-	Jet fire		6.74	15.04	Early explosion		20.67	35.14
			Early pool fire				Late Ignition			
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)				

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO											
Instalación:		CIH-GASODUCTO											
I. Datos del escenario.													
Clave		Nombre						Peor Caso					
H8b		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de Nutrimientos que se origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto						Caso más probable					
Elaboró:	Olga Gómez M	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:	21/06/2018				
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).												
II. Sustancias involucradas.													
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico					
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)	
Gas Natural (metano)		100				X							
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación													
Presión:	2.13 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-		
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido		-	vapor y líquido		-			
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio		-
Tubería	X	Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X	Cizalla de tubería, otro			-	
Alto del recipiente:	m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 2				plg		Largo del recipiente:					
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos
Área del orificio:	0.39 plg	Coef. De pérdida del orificio:		0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		- m	
Dirección de la fuga:	Vertical	X	Horizontal	-	Hacia abajo		-	Golpea contra	-	Inclinada	-	- grados	
Tiempo estimado de liberación:	4.24 segundos			Masa estimada de liberación:				0.018 kg					
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.													
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro			
Temperatura atmosférica				21 °C									
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---									
Humedad atmosférica				10 %									
Presión atmosférica				582.80 mm Hg									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-									
Direcciones dominantes de viento				Noreste									
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural:	Urbana:	Industrial:	X	Marítima:	Otra:	explique					
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													
Sitio 1	Zona industrial 50 m			Sitio 2				Sitio 3					
VI. Estados finales para análisis													

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X	
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica						
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:								
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)								
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión		
Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad		Otro	Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}	kW/m ²			psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5 – 37.5	5.0	1.4	3 - 10	1.0	0.5
m			m			m		
-	-	-	Jet fire	1.32	3.02	Early explosion	6.98	11.86
			Early pool fire			Late Ignition		
			Late pool fire					
			Flash fire					
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)		

Flash fire = flamazo; Jet fire = Chorro de fuego; Early pool fire = Charco de fuego temprano; Late pool fire = Charco de fuego tardío; Early explosión = Explosión temprana; Late Ignition = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO																		
Instalación:		CIH-GASODUCTO																		
I. Datos del escenario.																				
Clave		Nombre						Peor Caso												
H9a		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de Laminadora que se origina la ruptura total del ducto						Caso más probable												
Elaboró:		Olga Gómez M		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura total del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).				Fecha:		21/06/2018										
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).																		
II. Sustancias involucradas.																				
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico												
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)								
Gas Natural (metano)		100				X														
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación																				
Presión:		2.13 kg/cm ²		Temperatura:		18 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.	-						
Fase del material liberado:		Vapor		X		líquido		-		vapor y líquido		-								
Contenedor:		Cilindro		-		Esfera		-		Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio	-				
Tubería		X		Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro		-						
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 2				plg		Largo del recipiente:										
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos					
Área del orificio:		2 plg		Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		-	m			
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		-		Hacia abajo		-		Golpea contra		-	Inclinada	-	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:		0.3636 segundos				Masa estimada de liberación:				0.0468 kg										
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.																				
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro										
Temperatura atmosférica				21 °C																
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---																
Humedad atmosférica				10 %																
Presión atmosférica				582.80 mm Hg																
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-																
Direcciones dominantes de viento				Noreste																
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:		X		Urbana:		Industrial:		X		Marítima:		Otra:		explique		
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																				
Sitio 1		Zona industrial 50 m				Sitio 2		Sitio 3												
VI. Estados finales para análisis																				
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego				Incendio de nube				Explosión de nube		X						

BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica							
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)		
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m ²				psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		12.5 – 37.5	5.0	1.4		3 - 10		
m				m				m		
-	-	-	Jet fire		6.74	15.04	Early explosion		20.67	35.14
			Early pool fire							
			Late pool fire				Late Ignition			
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		LFL (m)				

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO												
Instalación:		CIH-GASODUCTO												
I. Datos del escenario.														
Clave		Nombre						Peor Caso						
H9b		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de Laminadora que se origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto						Caso más probable						
Elaboró:	Olga Gómez M	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:	21/06/2018					
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).													
II. Sustancias involucradas.														
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar			% másico		% volumétrico					
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)		
Gas Natural (metano)		100				X								
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación														
Presión:	2.13 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor			Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-		
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido			-	vapor y líquido		-			
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio		-	
Tubería	X	Otro:			Orificio en cuerpo o tubería			X	Cizalla de tubería, otro			-		
Alto del recipiente:	m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 2				plg		Largo del recipiente:						
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos	
Área del orificio:	0.39 plg	Coef. De pérdida del orificio:			0.64	Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		-	m	
Dirección de la fuga:		Vertical	X	Horizontal	-	Hacia abajo		-	Golpea contra		-	Inclinada	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:		9.091 segundos				Masa estimada de liberación:			0.018 kg					
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.														
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro				
Temperatura atmosférica				21 °C										
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---										
Humedad atmosférica				10 %										
Presión atmosférica				582.80 mm Hg										
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-										
Direcciones dominantes de viento				Noreste										
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural:		Urbana:		Industrial:		X	Marítima:		Otra:		explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)														
Sitio 1	Zona industrial 50 m			Sitio 2				Sitio 3						
VI. Estados finales para análisis														

Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X			
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica								
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad		Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m ²				psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		12.5 – 37.5	5.0	1.4		3 - 10	1.0	0.5
m				m				m		
-	-	-	Jet fire		1.32	3.02	Early explosion		6.98	11.86
			Early pool fire				Late Ignition			
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)			LFL (m)			

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO																		
Instalación:		CIH-GASODUCTO																		
I. Datos del escenario.																				
Clave		Nombre						Peor Caso												
H10a		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de HPP que se origina la ruptura total del ducto						Caso más probable												
Elaboró:		Olga Gómez M		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura total del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).				Fecha:		21/06/2018										
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).																		
II. Sustancias involucradas.																				
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico												
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)								
Gas Natural (metano)		100				X														
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación																				
Presión:		2.13 kg/cm ²		Temperatura:		18 °C		Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.	-						
Fase del material liberado:		Vapor		X		líquido		-		vapor y líquido		-								
Contenedor:		Cilindro		-		Esfera		-		Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio	-				
Tubería		X		Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X		Cizalla de tubería, otro		-						
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 3				plg		Largo del recipiente:										
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos					
Área del orificio:		3 plg		Coef. De pérdida del orificio:				0.64		Elevación del punto de liberación:		0.75 m		Altura hidráulica		-	m			
Dirección de la fuga:		Vertical		X		Horizontal		-		Hacia abajo		-		Golpea contra		-	Inclinada	-	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:		0.1333 segundos				Masa estimada de liberación:				1.041 kg										
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.																				
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F		X		1.5 A-B		Otro										
Temperatura atmosférica				21 °C																
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---																
Humedad atmosférica				10 %																
Presión atmosférica				582.80 mm Hg																
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-																
Direcciones dominantes de viento				Noreste																
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:		X		Urbana:		Industrial:		X		Marítima:		Otra:		explique		
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)																				
Sitio 1		Zona industrial 50 m				Sitio 2		Sitio 3												
VI. Estados finales para análisis																				
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego				Incendio de nube				Explosión de nube		X						

BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica									
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:												
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)												
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión					
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro		Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de evento	de	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}			kW/m ²					psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm			12.5 – 37.5	5.0	1.4			3 - 10	1.0	0.5
m					m					m		
-	-	-	Jet fire			9.87	21.98	Early explosion			27.03	45.95
			Early pool fire					Late Ignition				
			Late pool fire									
			Flash fire									
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½ LFL (m)		LFL (m)					

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO											
Instalación:		CIH-GASODUCTO											
I. Datos del escenario.													
Clave		Nombre						Peor Caso					
H10b		Fuga con incendio y/o explosión en la ERM de hpp que se origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto						Caso más probable					
Elaboró:	Olga Gómez M	Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la ERM que origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:	21/06/2018				
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).												
II. Sustancias involucradas.													
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar			% másico		% volumétrico				
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA)		TLV (15min, STEL)	
Gas Natural (metano)		100				X							
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación													
Presión:	2.13 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor			Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-	
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido			-	vapor y líquido		-		
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica		X	Válvula de alivio		-
Tubería	X	Otro:			Orificio en cuerpo o tubería			X	Cizalla de tubería, otro			-	
Alto del recipiente:	m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 3				plg		Largo del recipiente:					
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos
Área del orificio:	0.59 plg	Coef. De pérdida del orificio:			0.64	Elevación del punto de liberación:		0.75 m	Altura hidráulica		-	m	
Dirección de la fuga:		Vertical	X	Horizontal	-	Hacia abajo		-	Golpea contra	-	Inclinada	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:		3.3336 segundos				Masa estimada de liberación:			0.04057 kg				
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.													
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)				1.5 F	X	1.5 A-B			Otro				
Temperatura atmosférica				21 °C									
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)				---									
Humedad atmosférica				10 %									
Presión atmosférica				582.80 mm Hg									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)				-									
Direcciones dominantes de viento				Noreste									
Tipo de área en que se encuentra la instalación			Rural:		Urbana:		Industrial:	X	Marítima:		Otra:	explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													
Sitio 1	Zona industrial 50 m				Sitio 2				Sitio 3				
VI. Estados finales para análisis													
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube			Explosión de nube		X		

BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica							
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)		
IDLH	TLV _{15 min}	TLV _{8h}		kW/m ²				psi		
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		12.5 – 37.5	5.0	1.4		3 - 10		
m				m				m		
-	-	-	Jet fire		1.98	4.53	Early explosion		9.18	15.61
			Early pool fire							
			Late pool fire				Late Ignition			
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)				LFL (m)		

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO										
Instalación:		CIH-GASODUCTO										
I. Datos del escenario.												
Clave		Nombre						Peor Caso				
HI 1a		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la línea regular se origina la ruptura total del ducto en la continuación de la línea regular salida EMR de interconexión hasta llegada EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP.						Caso más probable				
Elaboró:	Olga Gómez M	Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la línea regular del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:	21/06/2018			
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).											
II. Sustancias involucradas.												
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico				
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA) TLV (15min, STEL)		
Gas Natural (metano)		100				X						
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación												
Presión:	21.09 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-	
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido		-	vapor y líquido		-		
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica	X	Válvula de alivio		
Tubería	X	Otro:				Orificio en cuerpo o tubería		X	Cizalla de tubería, otro			
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 4 plg				Largo del recipiente:		120 m		
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:			Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra:	Explique obra específica para ductos
Área del orificio:	4 plg	Coef. De pérdida del orificio:			0.64	Elevación del punto de liberación:		0.75 m	Altura hidráulica:		- m	
Dirección de la fuga:		Vertical	X	Horizontal	-	Hacia abajo		-	Golpea contra	-	Inclinada	- grados
Tiempo estimado de liberación:		44.718 segundos				Masa estimada de liberación:		18.570 kg				
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.												
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)					1.5 F	X	1.5 A-B		Otro			
Temperatura atmosférica					21 °C							
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)					---							
Humedad atmosférica					10 %							
Presión atmosférica					582.80 mm Hg							
Tipo de suelo (rugosidad empleada)					-							
Direcciones dominantes de viento					Noreste							
Tipo de área en que se encuentra la instalación			Rural:	X	Urbana:		Industrial:	X	Marítima:		Otra:	explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)												
Sitio 1	Sobre Calle Sur 4 en el punto donde cambia de dirección al este sobre Oriente 5 cruza con ducto de Igasamex. 0m			Sitio 2	Sobre Carretera México – Pachuca en dirección sur, se tiene dos cruces con un canal de agua. 0 m			Sitio 3	Estación de carburación Drako Movil 15 m			

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Sitio 4	Gasera Gas de Tizayuca 36 m	Sitio 5	Auto hotel de Tizayuca 30 m	Sitio 6	Fraccionamiento Ex Hacienda de Guadalupe, Zumpango Edo. de Mex. 38 m					
Sitio 7	Estación de servicio 8277 15 m	Sitio 8	Motel Reyes Eliete 15 m	Sitio 9	Locales comerciales tales como: tiendas, restaurantes, farmacias, venta de autopartes, etc. 15 y 30 m					
VI. Estados finales para análisis										
Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube						
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica		Explosión de nube	X					
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:										
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Otro			Zona de seguridad				
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase evento de	Alto Riesgo (daño equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase evento de	Alto Riesgo (daño equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV_{15 min}	TLV_{8h}								
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		kW/m²				psi		
	m			12.5 – 37.5	5.0	1.4		3 - 10	1.0	0.5
				m				m		
			Jet fire		49.38	92.32	Early explosion		70.51	119.86
			Early pool fire				Late Ignition			
			Late pool fire							
			Flash fire							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:					½ LFL (m)		LFL (m)			

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO											
Instalación:		CIH-GASODUCTO											
I. Datos del escenario.													
Clave		Nombre						Peor Caso					
H11b		Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la línea regular se origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en la continuación de la línea regular salida EMR de interconexión hasta llegada EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP.						Caso más probable					
Elaboró:	Olga Gómez M	Descripción: Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la línea regular del ducto causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).						Fecha:	21/06/2018				
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).												
II. Sustancias involucradas.													
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico		% volumétrico					
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad		IDLH		TLV (8 h, TWA) TLV (15min, STEL)			
Gas Natural (metano)		100				X							
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación													
Presión:	21.09 kg/cm ²	Temperatura:	18 °C	Estado: Vapor		Líquido abajo de su p.e.		X	Líquido arriba de su p.e.		-		
Fase del material liberado:		Vapor		X	líquido		-	vapor y líquido		-			
Contenedor:	Cilindro	-	Esfera		-	Tipo de fuga:		Falla catastrófica	X	Válvula de alivio		-	
Tubería	X	Otro:			Orificio en cuerpo o tubería		X	Cizalla de tubería, otro			-		
Alto del recipiente:		m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería: 4				plg		Largo del recipiente: 120 m			
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:				Tierra seca:		Tierra húmeda:		Concreto:		Otra	Explique obra específica para ductos
Área del orificio:	0.8 plg	Coef. De pérdida del orificio:				0.64	Elevación del punto de liberación:		0.75 m	Altura hidráulica		-	m
Dirección de la fuga:		Vertical	X	Horizontal	-	Hacia abajo		-	Golpea contra	-	Inclinada	-	- grados
Tiempo estimado de liberación:		1117.969 segundos				Masa estimada de liberación:		0.737 kg					
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.													
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)						1.5 F	X	1.5 A-B		Otro			
Temperatura atmosférica						21 °C							
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)						--							
Humedad atmosférica						10 %							
Presión atmosférica						582.80 mm Hg							
Tipo de suelo (rugosidad empleada)						-							
Direcciones dominantes de viento						Noreste							
Tipo de área en que se encuentra la instalación				Rural:	X	Urbana:		Industrial:	X	Marítima:		Otra:	explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)													
Sitio 1	Sobre Calle Sur 4 en el punto donde cambia de dirección al este sobre Oriente 5 cruza con ducto de Igasamex. 0m			Sitio 2	Sobre Carretera México – Pachuca en dirección sur, se tiene dos cruces con un canal de agua. 0 m			Sitio 3	Estación de carburación Drako Movil 15 m				

Sitio 4	Gasera Gas de Tizayuca 36 m	Sitio 5	Auto hotel de Tizayuca 30 m	Sitio 6	Fraccionamiento Ex Hacienda de Guadalupe, Zumpango Edo. de Mex. 38 m	
Sitio 7	Estación de servicio 8277 15 m	Sitio 8	Motel Reyes Eliete 15 m	Sitio 9	Locales comerciales tales como: tiendas, restaurantes, farmacias, venta de autopartes, etc. 15 y 30 m	
VI. Estados finales para análisis						
Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica		Explosión de nube	X	
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:						
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)						
Radios por toxicidad		Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión	
Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad	Otro	Zona de seguridad
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV_{15 min}		kW/m²		psi	
xxx ppm	xxx ppm		12.5 – 37.5	5.0	3 - 10	1.0
	TLV_{8h}			1.4		0.5
	xxx ppm					
	m			m		m
		Jet fire		10.58	19.73	
		Early pool fire				24.05
		Late pool fire				40.89
		Flash fire				
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:			½ LFL (m)		LFL (m)	

Flash fire = flamazo; **Jet fire** = Chorro de fuego; **Early pool fire** = Charco de fuego temprano; **Late pool fire** = Charco de fuego tardío; **Early explosión** = Explosión temprana; **Late Ignition** = Efectos de sobrepresión que causaría en caso de encontrar una fuente de ignición tardía.

5.2.3. Representación en planos de los resultados de la Simulación de consecuencias (radios potenciales de afectación)

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	1.4 kW/m² —	Zona de amortiguamiento	180.12
	5 kW/m² —	Zona de alto riesgo	97.53
	Condiciones climaticas	Instalación: Interconexión de 48" D.N. de CENEGAS	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)	
		No. de Escenario: 1.a.1	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la interconexión con el gasoducto de 48" D.N. de CENEGAS, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. por terceros. La fuga se incendia		

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	217JUN72018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H1a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yañez		

- a) Ruptura total del ducto
 1. Explosión (después de 10 segundos de fuga)

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en interconexión ruptura total		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en la interconexión con el ducto de CENEGAS, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		743,10 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		238,31 kg
Distancia mínima de cálculo		0,42
Distancia máxima de cálculo		247,99
Distancia total del cálculo		247,58

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	14,47	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	16,49	2,86	103,32	2,48
70,00	10,15	23,84	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	28,54	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	38,52	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	50,17	16,43	37,99	4,47
15,00	2,18	61,42	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	111,95	44,28	17,52	5,76
3,45	0,50	190,29	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

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

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento	190.29
1.0 psi 	Zona de alto riesgo	111.95
Condiciones climáticas	Instalación: Interconexión de 48" D.N. de CENEGAS	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 1.a.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la interconexión con el gasoducto de 48" D.N. de CENEGAS, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. por terceros. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	217JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H1a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire Rupt 20% Interconexion		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta una ruptura equivalente al 20% de diámetro del ducto de 4" D.N. en la interconexión con el gasoducto de CENEGAS antes de la estación de medición y regulación.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARÁMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-181,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,020 m
Presión en la tubería		8273,709 kPa
Coefficiente de descarga		0,840
Longitud de la flama		4,31 m
Tasa de emisión de masa		2,94950 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0,00 s
1,40	38,47	2,82 E+07	
5,00	20,84	1,54 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	1.4 kW/m ² —	Zona de amortiguamiento	38.47
	5 kW/m ² —	Zona de alto riesgo	20.84
	Condiciones climáticas	Instalación: Interconexión de 48" D.N. de CENEGAS	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 1.b.1	
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la interconexión con el gasoducto de 48" D.N. de CENEGAS, se origina la ruptura equivalente al 20% diámetro del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H1b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en interconexión ruptura 20% del D.N.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en la interconexión con el ducto de CENEGAS, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N ALCANOS (N ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia		
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		29,40 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMF)		4683,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		0,43 kg
Distancia mínima de cálculo		0,14
Distancia máxima de cálculo		84,50
Distancia total de cálculo		84,36

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	4,03	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	5,61	2,86	103,32	2,48
70,00	10,15	8,12	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	9,73	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	13,13	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	17,10	16,43	37,00	4,47
15,00	2,18	20,93	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	38,15	44,26	17,52	5,76
3,45	0,50	64,84	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

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

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento	68.84
1.0 psi 	Zona de alto riesgo	38.15
Condiciones climáticas	Instalación: Interconexión de 48" D.N. de CENEGAS	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas	
	No. de Escenario: 1.b.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la interconexión con el gasoducto de 48" D.N. de CENEGAS, se origina la ruptura equivalente al 20% diámetro del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H1b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso 2): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

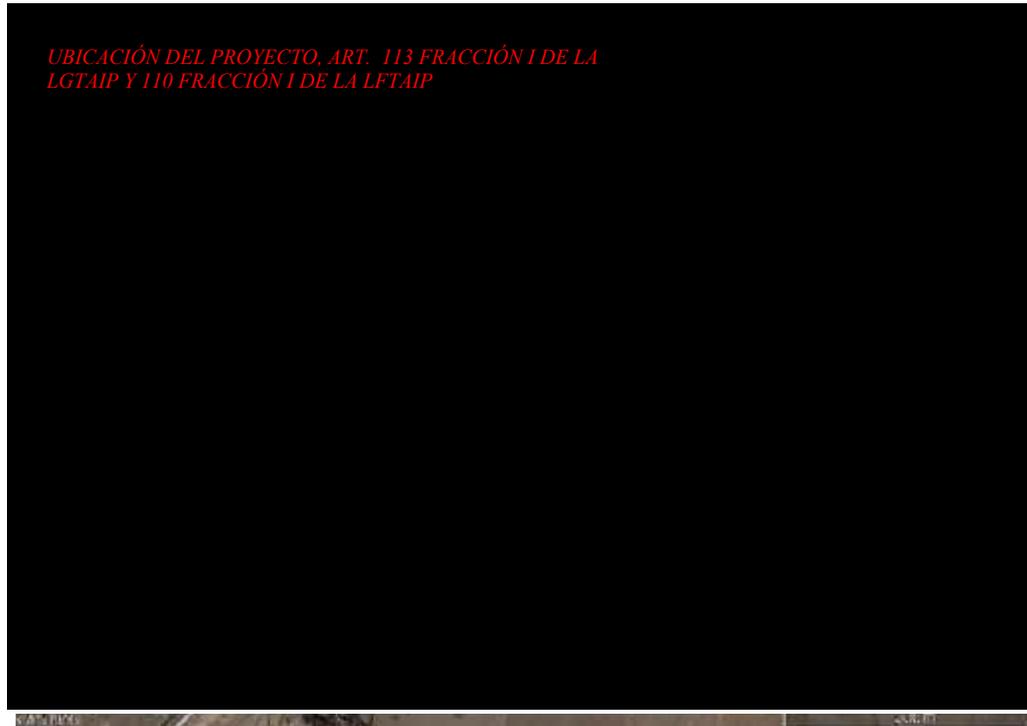
Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire Ruptura Total EMR interconexión		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 4" D.N. en la EMR de la interconexión.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,102 m
Presión en la tubería		5102,120 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		21,57 m
Tasa de emisión de masa		45,47151 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0,00 s
1,40	142,24	2,62 E+07	
5,00	76,82	1,54 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica



Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento	142.24
5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo	76.82
Condiciones climaticas	Instalación: EMR de la Interconexión	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 2.a.1	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de la interconexión, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. por terceros. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H2a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura total del ducto
- 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACION	
Explosión en la EMR de la interconexión ruptura total	
DESCRIPCIÓN	
Se presenta la ruptura total del ducto en la EMR de la interconexión, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
Nº CAS	74-80-8
Nombre CAS	METHANF
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH4
Estructura	CH4
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
PARAMETROS DE ENTRADA	
Peso del material en la nube	454,70 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0,03
Límite Inferior de Explosividad	5,0 %
Límite Superior de Explosividad	15,0 %
Calor de Combustión	50079,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4690,00 kJ/kg
Masa Fragmentaria en TNT	145,82 kg
Distancia mínima de cálculo	0,35
Distancia máxima de cálculo	210,54
Distancia total del cálculo	210,18

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	12,28	7,26	118,33	2,17
150,00	21,76	13,98	7,86	103,70	2,48
70,00	10,15	20,24	5,42	74,05	3,35
50,00	7,25	24,23	7,25	63,76	3,86
30,00	4,35	32,71	11,39	49,06	4,10
20,00	2,90	42,00	16,43	37,99	4,47
15,00	2,13	52,15	21,38	31,29	4,77
6,39	1,00	95,04	44,28	17,52	5,75
3,45	0,50	161,55	80,91	10,38	6,55

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

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

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento	161.55
1.0 psi 	Zona de alto riesgo	95.04
Condiciones climáticas	Instalación: EMR de la Interconexión	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 2.a.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de la interconexión, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. por terceros. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H2a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire Rup 20% EMR interconexión		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta una ruptura equivalente al 20% de diámetro del ducto de 4" D.N. en la EMR de la interconexión.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029.000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		0,6 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,020 m
Presión en la tubería		5102.120 kPa
Coficiente de descarga		0,610
Longitud de la flama		4,25 m
Tasa de emisión de masa		1,76202 kg/s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{1/3} s tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{1/3} s tiempo de duración= 0,03 s
1,40	30,04	2,82 E+07	
5,00	16,74	1,54 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

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

Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento	30.04
5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo	16.24
Condiciones climáticas	Instalación: EMR de la Interconexión	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 2.b.1	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de la interconexión, se origina la ruptura equivalente al 20% diámetro del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H2b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
- 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

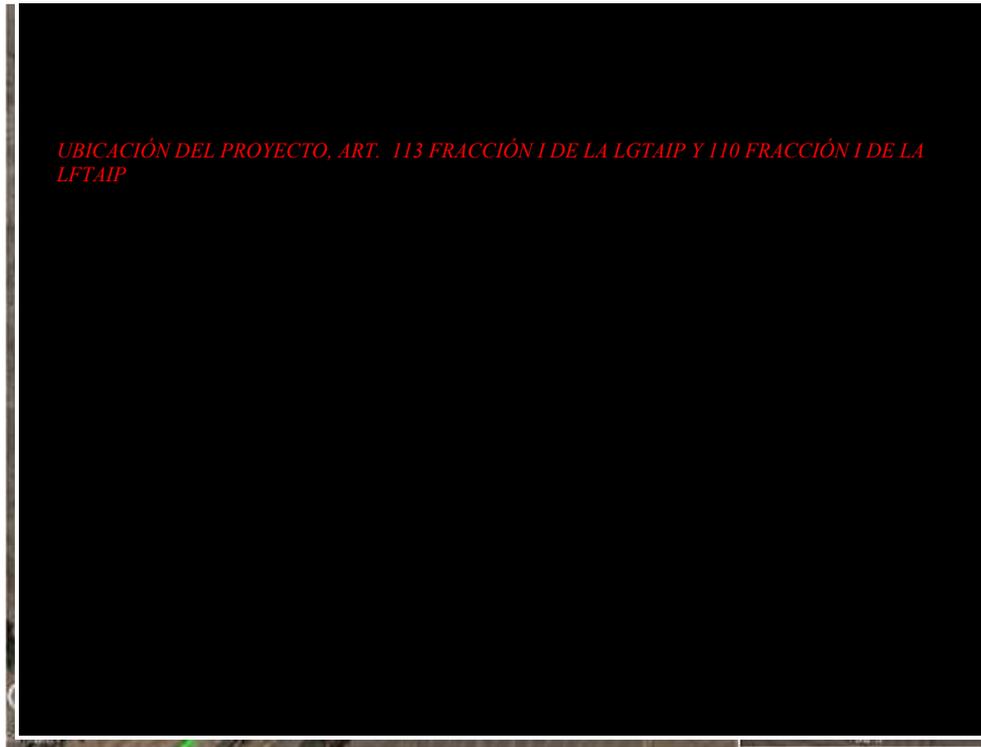
Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en la EMR de la interconexión ruptura 20% del D.N.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en la EMR de la interconexión, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-6	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		17.62 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0.03
Límite Inferior de Explosividad		5.0 %
Límite Superior de Explosividad		15.0 %
Calor de Combustión		50020.00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMF)		4680.00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		5.65 kg
Distancia mínima de cálculo		0.12
Distancia máxima de cálculo		71.26
Distancia total del cálculo		71.13

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200.00	29.01	4.16	2.26	116.33	2.17
150.00	21.76	4.73	2.66	103.32	2.49
70.00	10.15	6.85	5.42	74.65	3.35
50.00	7.25	8.20	7.25	63.76	3.55
30.00	4.35	11.07	11.30	43.66	4.10
20.00	2.90	14.41	16.43	37.99	4.47
15.00	2.13	17.65	21.38	31.29	4.77
6.89	1.00	32.16	44.28	17.52	5.75
3.45	0.50	54.67	80.91	10.38	8.85

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas



Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de amortiguamiento	54.67
1.0 psi	Zona de alto riesgo	32.16
Condiciones climáticas	Instalación: EMR de la Interconexión	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 2.b.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de la interconexión, se origina una ruptura del 20% de diámetro del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H2b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso H3): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarios debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JFTFIRF)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire Ruptura Total en Línea Regular de 4" D.N.		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 4" D.N. en cualquier parte de la línea regular del ducto.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-3	FIRE DAM™
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	D	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARÁMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,6 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,102 m
Presión en la tubería		2068,430 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		21,65 m
Tasa de emisión de masa		18,57986 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0,90 s
1,40	97,37	2,87 E+07	
5,00	49,38	1,54 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

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

Radio potenciales de afectación por radiación térmica				
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)			
1.4 kW/m ² 	Zona de amortiguamiento	92.32		
5 kW/m ² 	Zona de alto riesgo	49.38		
Condiciones climáticas	Instalación: En la línea regular del ducto			
Velocidad del viento: 2.5 m/s	<table border="1"> <tr> <td>Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)</td> </tr> <tr> <td>No. de Escenario: 3.a.1</td> </tr> </table>		Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)	No. de Escenario: 3.a.1
Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)				
No. de Escenario: 3.a.1				
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la línea regular del ducto, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia.			

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H3a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- B) Ruptura total del ducto
 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

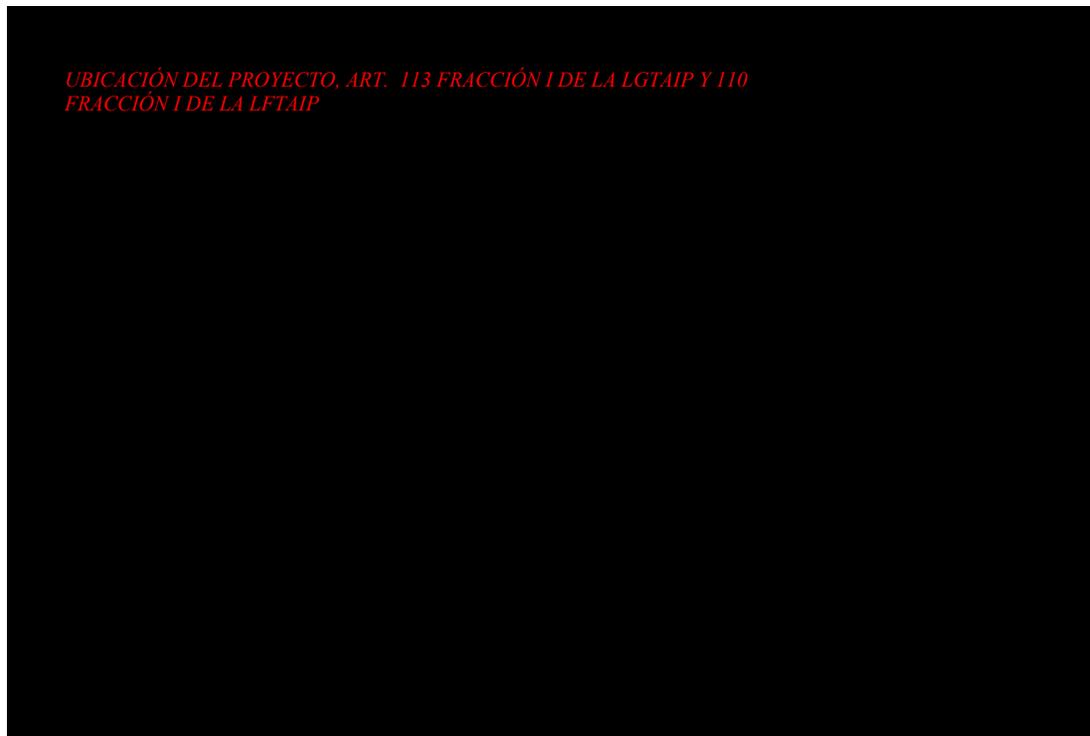
Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en línea regular del ducto		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en cualquier punto de la línea regular, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Poco de material en la nube		185,70 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		59,55 kg
Distancia mínima de cálculo		0,20
Distancia máxima de cálculo		155,21
Distancia total del cálculo		155,04

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	9,11	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	10,38	2,36	103,32	2,48
70,00	10,15	15,02	5,42	74,05	3,35
50,00	7,25	17,98	7,25	63,76	3,95
30,00	4,35	24,27	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	31,50	16,43	37,99	4,47
15,00	2,18	38,69	21,38	31,29	4,77
5,09	1,00	70,51	44,20	17,52	5,76
3,45	0,50	119,86	80,91	10,38	6,35

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas



Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de amortiguamiento	54.67
1.0 psi	Zona de alto riesgo	32.16
Condiciones climáticas	Instalación: En la línea regular del ducto	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 3.a.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la línea regular del ducto, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H3a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- C) Ruptura total equivalente al 20% del diámetro del ducto
 2. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

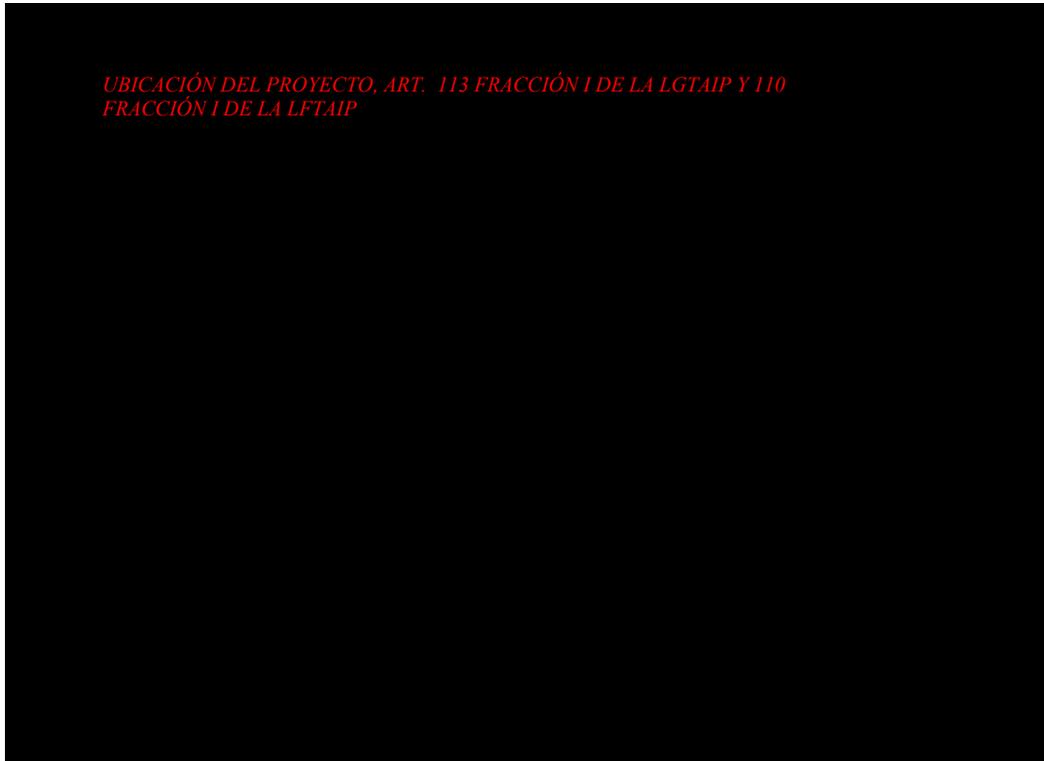
Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire ruptura equivalente al 20% en Línea Regular de 4" D.N.		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta una ruptura equivalente al 20% del diámetro ducto de 4" D.N. en cualquier parte de la línea regular del ducto.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	0	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,020 m
Presión en la tubería		2068,430 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		4,31 m
Tasa de emisión de masa		0,73738 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} a tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} a tiempo de duración= 0,06 s
1,40	19,73	2,82 E+07	
5,00	10,56	1,54 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica



Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento	19.73
5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo	10.58
Condiciones climáticas	Instalación: En la línea regular del ducto	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)	
	No. de Escenario: 3.b.1	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la línea regular del ducto, se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H3b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 3. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

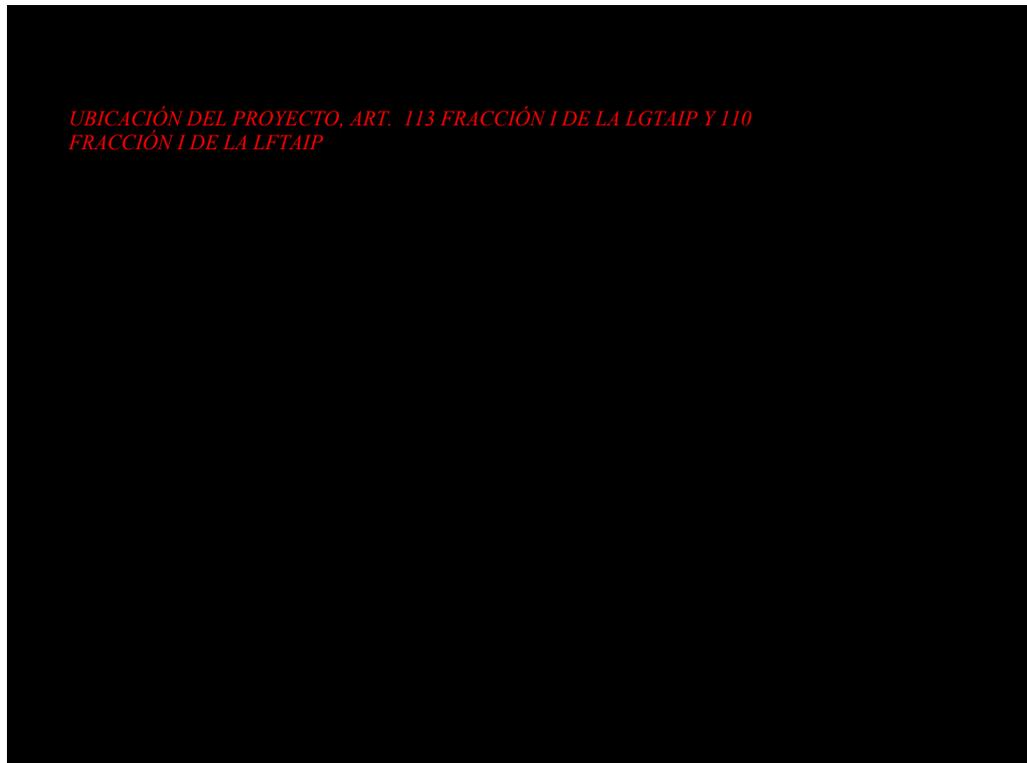
Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas:

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en línea regular del ducto por fuga en orificio 20% del diámetro del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en cualquier punto de la línea regular, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		7,37 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		2,36 kg
Distancia mínima de cálculo		0,09
Distancia máxima de cálculo		53,28
Distancia total del cálculo		53,19

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	3,11	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	3,54	2,86	103,32	2,48
70,00	10,15	5,12	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	6,13	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	8,28	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	10,78	18,43	37,99	4,47
15,00	2,18	13,20	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	24,05	44,26	17,52	5,76
3,45	0,50	40,89	80,91	10,36	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas



Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de amortiguamiento	40.89
1.0 psi	Zona de alto riesgo	24.01
Condiciones climáticas	Instalación: En la línea regular del ducto	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas	
	No. de Escenario: 3.b.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la línea regular del ducto, se origina la ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H3b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso H4): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Avigrupo (golpe de maquinaria).

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire ruptura total en EMR Avigrupo		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 4" D.N. en la EMR de Avigrupo.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nu. CAS	74-82-6	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANOS)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CIH4	
PARÁMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (161,6 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,051 m
Presión en la tubería		206,843 kPa
Coefficiente de descarga		0,610
Longitud de la flama		10,76 m
Tasa de emisión de masa		0,46066 kg/s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 1800,00 s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0,00 s
1,40	14,90	2,82 E+07	
5,00	6,86	1,54 E+08	
9,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica	
	Distancia (m)	
	1.4 kW/m ² —	Zona de amortiguamiento 14.9
	5 kW/m ² —	Zona de alto riesgo 6.66
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Avigrupo
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 4.a.1
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Avigrupo se origina la ruptura total del ducto por terceros. La fuga se incendia

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H4a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura total del ducto
 - 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN	
Explosión en EMR de Avigrupo por ruptura total del ducto.	
DESCRIPCIÓN	
Se presenta la ruptura total del ducto en la EMR de Avigrupo, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANE
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH ₄
Estructura	CH ₄
Sinónimos	FIRE DAMP MORSH GAS METHYL HYDRIDE KCHIGERANIBU
PARAMÉTRICOS INICIAL	
Peso del material en la nube	4,60 kg
Factor de Eficiencia Explosiva	0,03
Límite inferior de Explosividad	5,0 %
Límite Superior de Explosividad	15,0 %
Calor de Combustión	60020,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)	4830,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT	1,48 kg
Distancia mínima de cálculo	0,03
Distancia máxima de cálculo	45,50
Distancia total del cálculo	45,40

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	2,06	2,23	110,33	2,17
150,00	21,76	3,03	2,85	103,32	2,48
100,00	14,51	4,38	3,42	74,80	3,30
60,00	8,69	6,24	4,75	63,78	3,68
30,00	4,35	7,07	11,38	48,88	4,10
20,00	2,90	9,21	16,43	37,99	4,47
15,00	2,18	11,28	21,38	31,29	4,77
8,82	1,27	20,56	44,28	17,52	5,78
3,45	0,50	31,91	80,01	10,38	6,85

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento	34.95
1.0 psi 	Zona de alto riesgo	20.56
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Avigrupo	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 4.a.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la línea regular del ducto, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H4a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRIFUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire (ruptura equivalente al 20% en EMR Avigrupo)		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta una ruptura equivalente al 20% del diámetro ducto de 4" D.N. en la EMR de Avigrupo.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nº. CAS	74 82 8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16.042 kg/kmol
Calor de combustión		80230.000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9.5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,010 m
Presión en la tubería		208,843 kPa
Coefficiente de descarga		0,610
Longitud de la flama		2,12 m
Tasa de emisión de masa		0,01786 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA A LA CUAL ADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} c tiempo de exposición= 1000,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} c tiempo de duración= 0,00 s
1,40	3,01	2,82 E+07	
5,00	1,31	1,54 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
		Distancia (m)	
	1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento	3.01
	5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo	1.31
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Avigrupo	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 4.a.1	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la línea regular del ducto, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia		

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H4b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de Avigrupo por fuga en orificio 20% del diámetro del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en la EMR de Avigrupo, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	M- I ANE I (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		0,18 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,33
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50025,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4690,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		0,28 kg
Distancia mínima de cálculo		0,33
Distancia máxima de cálculo		15,40
Distancia total del cálculo		15,38

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGUN LAS PRESIONES DE INTERES					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	0,90	2,26	116,33	2,17
100,00	14,50	1,02	2,86	103,32	2,48
70,00	10,15	1,48	5,47	74,65	3,25
50,00	7,25	1,77	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	2,39	11,39	48,00	4,10
20,00	2,90	3,12	15,43	37,99	4,47
15,00	2,18	3,81	21,38	31,29	4,77
8,89	1,28	6,96	41,28	17,62	5,76
3,45	0,50	11,02	80,51	10,06	8,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento 11.82
1 psi 	Zona de alto riesgo 6.95
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Avigrupo
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 4.b.2
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Avigrupo se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto por terceros. Despues de 10 segundos de fuga, la nube explota.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H4b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso H5): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Boing (golpe de maquinaria).

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire ruptura total en EMR Boing		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se produce la ruptura total del ducto de 2' de Boing		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nº CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT G0
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16.042 kg/kmol
Valor de combustión		89029.000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9.5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,6 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21.0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,051 m
Presión en la tubería		310,260 kPa
Coefficiente de descarga		0,340
Longitud de la flama		10,53 m
Masa de emisión de masa		0,69673 Kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m²)	Distancia (m)	Dosis (W/m²)^(4/3) s tiempo de exposición= 1000,000 s	Dosis (W/m²)^(4/3) s tiempo de duración= 0,001 s
1,10	18,61	2,82 E+07	
0,00	3,00	1,54 E+08	
1,10			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	18.54
	5 kW/m ²	Zona de alto riesgo	9
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Boing	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 5.a.1	
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Boing se origina la ruptura total del ducto por terceros. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H5a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura total del ducto
 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de Boing por ruptura total del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en la EMR de Boing, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nº CAS	74-82-8	FIRE GAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		6,36 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50025,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4690,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		2,33 kg
Distancia mínima de cálculo		0,09
Distancia máxima de cálculo		52,28
Distancia total del cálculo		52,19

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGUN LAS PRESIONES DE INTERES					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	3,05	2,20	176,33	2,17
150,00	21,76	3,47	2,86	103,37	2,48
70,00	10,15	5,03	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	6,02	7,20	60,70	3,60
30,00	4,35	8,12	11,39	48,00	4,10
20,00	2,90	10,58	16,43	37,00	4,47
15,00	2,18	12,06	21,38	31,20	4,77
0,69	1,00	23,00	44,28	17,02	5,70
3,45	0,50	40,11	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento	40.11
1 psi 	Zona de alto riesgo	23.6
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de boing	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 5.a.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Boing se origina la ruptura total del ducto. Despues de 10 segundos de fuga, la nube explota	

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

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H5a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRIFUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en la EMR Boeing		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto de 2" de Boeing.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE GAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT G0
Sufijo	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARÁMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16.042 kg/kmol
Calor de combustión		50029.000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,010 m
Presión en la tubería		310,250 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		2,16 m
Tasa de emisión de masa		0,02765 kg/s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0,00 s
1,40	3,82	2,82 E+07	
6,00	1,80	1,61 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	3.82
	5 kW/m ²	Zona de alto riesgo	1.8
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Boing	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 5.b.1	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Boing se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto. La fuga se incendia		

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H5b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en FHM de King por ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en la EMR de Deing, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	U	
Fórmula	CH4	
Estructura	CIH	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		0,28 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		0,09 kg
Distancia mínima de cálculo		0,03
Distancia máxima de cálculo		17,84
Distancia total del cálculo		17,81

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	1,04	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	1,13	2,06	100,32	2,48
70,00	10,15	1,71	5,42	74,00	3,35
50,00	7,25	2,05	7,25	63,75	3,66
30,00	4,35	2,77	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	3,81	16,43	37,00	4,17
15,00	2,18	4,42	21,30	31,29	4,77
6,89	1,00	8,05	44,28	17,52	5,76
3,45	0,50	13,69	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	0.5 psi ——	Zona de amortiguamiento	13.69
	1 psi ——	Zona de alto riesgo	8.05
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de boing	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 5.b.2	
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Boing se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto. Despues de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H5b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso H6): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles (golpe de maquinaria).

a) Ruptura total del ducto

1. Incendio tipo Jet Fire



SCRÍ-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire por ruptura total en EMR de Textiles		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 3" D.N. a la salida de EMR de Textiles		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	0	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARÁMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-191,6 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,076 m
Presión en la tubería		208,840 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		15,13 m
Tasa de emisión de masa		1,04148 kg/s
Clase de emisión		Flujo Sónico
RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS		

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{1/2} s tiempo de exposición= 1800,00 s	Dosis (W/m ²) ^{1/2} s tiempo de duración= 0,00 s
1,40	21,08	2,82 E+07	
5,00	9,85	1,54 E+08	
0,00			

Radios potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento	21.98
	5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo	9.85
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Textiles	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 6.a.1	
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Textiles se origina la ruptura total del ducto por terceros. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H6a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura total del ducto
2) Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRIFUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de Textiles por ruptura total del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presentó la ruptura total del ducto en la EMR de Textiles, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	MFTANO (MFTHANF)	Sinónimos
No. CAS	74-87-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	MFTHANF	MARSH GAS
Nombre IUPAC	MFTHANF	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALCANFS)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		10,46 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,33
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		3,35 kg
Distancia mínima de cálculo		0,10
Distancia máxima de cálculo		59,88
Distancia total del cálculo		59,78

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	3,40	2,26	116,33	2,17
150,00	21,75	3,98	2,36	103,32	2,43
70,00	10,15	5,76	3,42	74,66	3,35
50,00	7,25	6,80	4,25	63,76	3,65
30,00	4,36	9,30	6,39	48,66	4,10
20,00	2,90	12,11	9,43	37,99	4,47
15,00	2,18	14,83	12,38	31,29	4,77
6,89	1,00	27,03	24,28	17,52	5,76
3,45	0,50	45,95	40,91	10,38	6,65

Radios potenciales de afectación por nubes explosivas

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento 45.95
1 psi 	Zona de alto riesgo 27.03
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Textiles
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 6.a.2
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Textiles se origina la ruptura total del ducto. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H6a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
1) Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

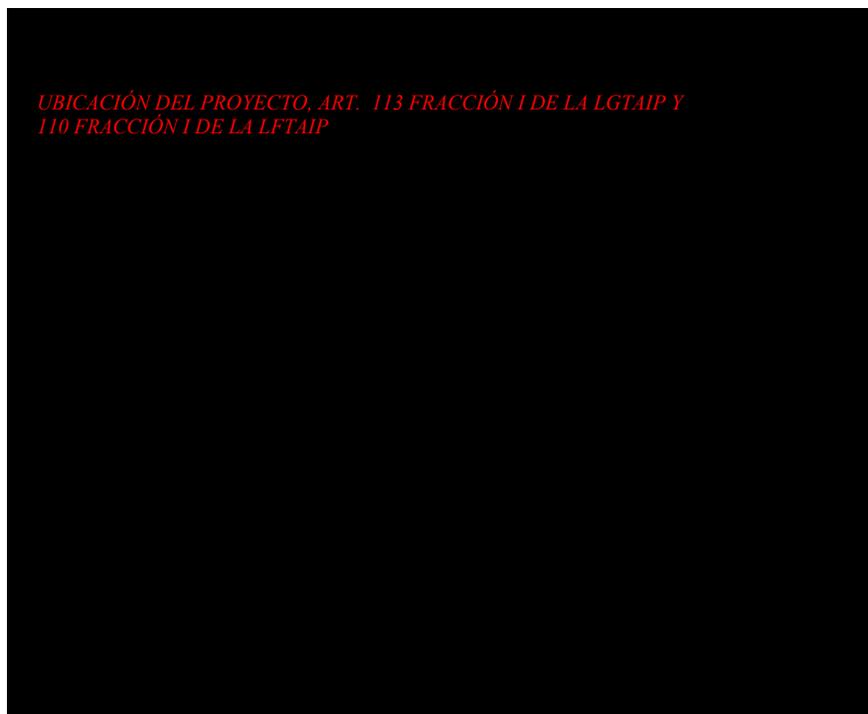
Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire por fuga equivalente al 20% del diámetro del ducto en EMR de Textiles.		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 3" de D.N. a la salida de la EMR de Textiles		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,016 m
Presión en la tubería		208,840 kPa
Coefficiente de descarga		0,540
Longitud de la llama		3,18 m
Tasa de emisión de masa		0,04057 kg /s
Caso de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s Tiempo de exposición= 1000.00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s Tiempo de duración= 0,00 s
1,40	4,93	2,82 E+07	
5,00	1,98	1,54 E+08	
0,00			

Radios potenciales de afectación por radiación térmica



Radio potenciales de afectación por radiación térmica	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento 4.53
5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo 1.98
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Textiles
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)
	No. de Escenario: 6.b.1
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Textiles se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto por terceros. La fuga se incendia

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H6b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en CMR de Textiles por fuga equivalente al 20% del diámetro del ducto		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en la EMR de Textiles, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		0,41 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50020,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4690,00 kJ/kg
Mass Equivalente en TNT		0,13 kg
Distancia mínima de cálculo		0,03
Distancia máxima de cálculo		20,34
Distancia total del cálculo		20,31

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,31	1,19	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	1,35	2,66	103,32	2,48
70,00	10,15	1,96	3,42	74,63	3,35
50,00	7,25	2,34	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	3,16	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	4,12	16,43	37,99	4,47
15,00	2,18	5,04	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	9,18	44,28	17,52	5,76
3,45	0,50	15,61	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento 15.65
1 psi 	Zona de alto riesgo 9.18
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Textiles
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 6.b.2
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Textiles se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H6b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso H7): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Alurgia (golpe de maquinaria).

- a) Ruptura total del ducto
- b) Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire ruptura total en EMR Alurgia		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas golpe con maquinaria, se presenta la ruptura total del ducto de 3" D.N. de la salida de la EMR Alurgia		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERISTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,076 m
Presión en la tubería		205,840 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la tubería		18,18 m
Tasa de emisión de masa		1,04695 kg/s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 100,00 s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0,00 s
1,10	22,09	2,82 E+07	
5,00	9,37	1,54 E+08	
0,00			

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica	
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
	1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento
	5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Alurgia
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 7.a.1
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Alurgia se origina la ruptura total del ducto por terceros. La fuga se incendia

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H7a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura total del ducto
- c) Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de Alurgia por ruptura total del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en la EMR de Alurgia, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74 82 8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MAKSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	0	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		10,48 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4000,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		3,35 kg
Distancia mínima de cálculo		0,10
Distancia máxima de cálculo		59,88
Distancia total del cálculo		59,70

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa.s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	3,49	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	3,98	2,36	103,30	2,48
10,00	10,15	5,76	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	6,89	7,25	63,76	3,96
30,00	4,35	9,30	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	12,11	16,43	37,99	4,47
16,00	2,18	14,83	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	27,03	44,28	17,52	5,76
3,45	0,60	46,06	80,0*	10,38	6,36

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
	0.5 psi —	Zona de amortiguamiento 45.05
	1 psi —	Zona de alto riesgo 27.03
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Alurgia
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 7.a.2
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Alurgia se origina una ruptura total del ducto. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H7a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
1) Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

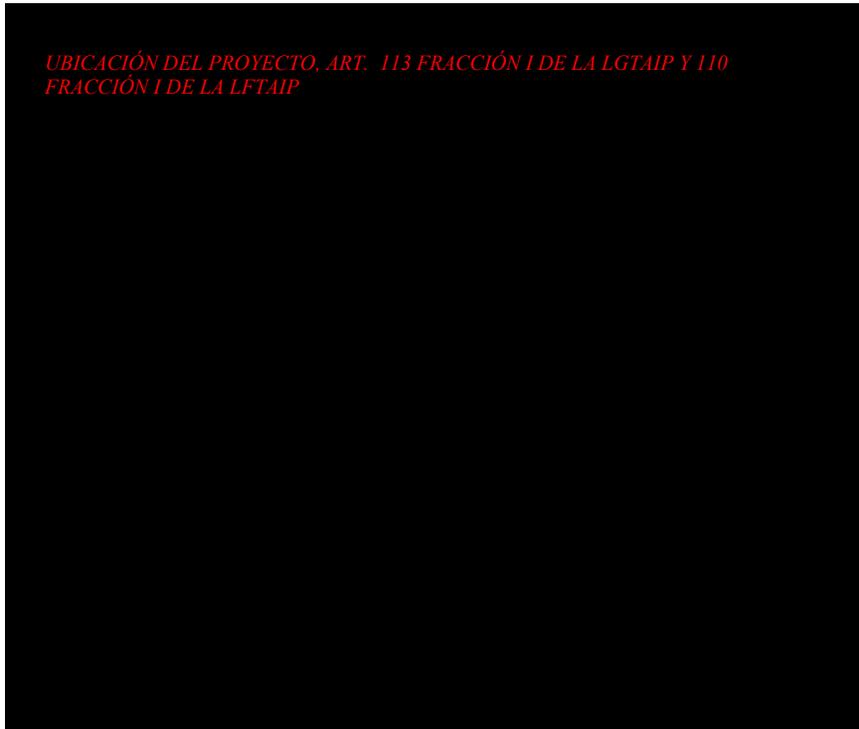
Modelos de simulación para el análisis de consecuencias por fuego y explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire fuga 20% en FMR Alurgia		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura equivalente al 20% del ducto de 3" D.N. a la salida de la EMR Alurgia		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,015 m
Presión en la tubería		208,840 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		0,24 m
Tasa de emisión de masa		0,04188 kg/s
Caso de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s Tiempo de exposición= 1500,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s Tiempo de duración= 0,00 s
1,40	4,60	2,32 E+07	
5,00	2,01	1,54 E+08	
0,00			



Radio potenciales de afectación por radiación térmica	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento 4.6
5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo 2.01
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Alurgia
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 7.b.1
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Alurgia se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto. La fuga se incendia

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H7b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de Alurgia por fuga equivalente al 20% del diámetro del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta fuga equivalente al 20% del diámetro del ducto en la EMR de Alurgia, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH CAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 5)
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		0,42 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,08
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50009,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		0,13 kg
Distancia mínima de cálculo		0,00
Distancia máxima de cálculo		20,48
Distancia total del cálculo		20,48

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa.s)	Duración del impulso (ms)
200,00	28,91	1,19	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	1,36	2,86	103,32	2,48
100,00	14,51	1,97	5,42	74,55	3,35
50,00	7,25	3,36	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	3,18	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	4,14	16,43	37,99	4,47
15,00	2,10	5,07	21,00	31,29	4,77
6,89	1,00	8,25	44,28	17,52	5,76
3,45	0,50	15,72	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	0.5 psi	Zona de amortiguamiento	15.72
	1 psi	Zona de alto riesgo	9.25
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Alurgia	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 7.b.2	
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Alurgia se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto. Despues de 10 segundos de fuga, despues de 10 segundos de fuga, la nube explota	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H7b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso H8): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Nutrimentos (golpe de maquinaria).

- a) Ruptura total del ducto
1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (.JFTFIRF)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire por ruptura total en EMR de Nutrimentos		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 2" D.N. a la salida de EMR de Nutrimentos.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Dámetro del orificio		0,051 m
Presión en la tubería		208,840 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		10,83 m
Tasa de emisión de masa		0,46696 kg/s
Casa de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ⁴ /3 s tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ⁴ /3 s tiempo de duración= 0,00 s
1,10	15,01	2,92 E+07	
5,00	6,74	1,54 E+08	
0,00			

Radios potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica	
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
	1.4 kW/m ² —	Zona de amortiguamiento 15.04
	5 kW/m ² —	Zona de alto riesgo 6.74
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Nutrimentos
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 8.a.1
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Nutrimentos se origina la ruptura total del ducto por terceros. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H8a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura total del ducto
2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de Nutrimientos por ruptura total del ducto		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en la EMR de Nutrimientos, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Sinónimos	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		4,88 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (EMR)		4680,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		1,60 kg
Distancia mínima de cálculo		0,08
Distancia máxima de cálculo		45,30
Distancia total del cálculo		45,72

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del Impulso (ms)
200,00	29,01	2,67	2,26	115,33	2,17
150,00	21,76	3,04	2,00	100,02	2,40
70,00	10,15	4,40	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	5,27	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	7,11	11,30	48,66	4,10
20,00	2,90	9,27	16,43	37,09	4,47
15,00	2,18	11,34	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	20,67	44,29	17,52	5,76
3,45	0,50	35,14	80,91	10,38	6,65

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
	0.5 psi —	Zona de amortiguamiento 35.14
	1 psi —	Zona de alto riesgo 20.67
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Nutrimentos
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 8.a.2
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Nutrimentos se origina una ruptura total del ducto. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H8a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Módulos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire por fuga equivalente al 20% del diámetro del ducto en EMR de Nutrimentos		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto de 2" D.N. a la salida de la EMR de Nutrimentos		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nc. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH CAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50020,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,010 m
Presión en la tubería		200,840 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		2,12 m
Tasa de emisión de masa		0,01803 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s Tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s Tiempo de duración= 0,00 s
1,40	3,10	2,80 E+07	
5,00	1,32	1,54 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

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

Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
1.4 kW/m ² 	Zona de amortiguamiento	3.02
5 kW/m ² 	Zona de alto riesgo	1.32
Condiciones climáticas	Instalación: En la EMR de Alurgia	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)	
	No. de Escenario: 8.b.1	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Nutrimientos se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H8b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de Nutrimientos por ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en la EMR de Nutrimientos, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nc. CAS	74-82-8	FIRE GAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-AL CANOS (N-AL KANFS)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		0,18 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,00
Límite inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		8026,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Mass Equivalente en TNT		0,06 kg
Distancia mínima de cálculo		0,03
Distancia máxima de cálculo		15,46
Distancia total del cálculo		15,43

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del Impulso (ms)
200,00	29,01	0,90	2,26	116,33	2,17
160,00	23,19	1,03	2,86	103,32	2,48
70,00	10,15	1,49	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	1,78	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	2,10	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	3,13	16,43	37,96	4,47
15,00	2,18	3,83	21,38	31,28	4,77
6,89	1,00	6,98	44,28	17,52	5,76
3,45	0,50	11,86	80,91	10,36	6,65

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

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento	11.86
1 psi 	Zona de alto riesgo	6.98
Condiciones climaticas	Instalación:	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas	
	No. de Escenario: 8.b.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Nutrimentos se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto. Despues de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H8b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso 9): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR del Laminadora (golpe de maquinaria).

- a) Ruptura total del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire por ruptura total en EMR de Laminadora		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 2" D.N. a la salida de la EMR de Laminadora		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARKS GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,9 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,061 m
Presión en la tubería		238,840 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		10,63 m
Tasa de emisión de masa		0,46868 kg/s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de exposición= 1800 00s	Dosis (W/m2) ^{4/3} s tiempo de duración= 0,00 s
1,40	15,04	2,82 E+07	
5,00	6,74	1,54 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	15.04
	5 kW/m ²	Zona de alto riesgo	6.74
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Laminadora	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 9.a.1	
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Laminadora se origina la ruptura total del ducto por terceros. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H9a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura total del ducto
2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Módulo de Simulación para el Análisis de Conocimientos por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de Laminadora por ruptura total del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en la EMR de Laminadora, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nc. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH CAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH ₄	
Estructura	CH ₄	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del materia en la nube		1,68 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		1690,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		1,50 kg
Distancia mínima de cálculo		0,08
Distancia máxima de cálculo		45,80
Distancia total del cálculo		45,72

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	2,67	2,26	116,33	2,17
160,00	23,17	3,04	2,86	103,32	2,48
70,00	10,15	4,40	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	5,27	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	7,11	11,34	48,66	4,10
20,00	2,90	9,27	16,43	37,99	4,47
15,00	2,18	11,34	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	20,67	44,28	17,52	5,76
3,45	0,50	35,14	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas



Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi —	Zona de amortiguamiento	35.14
1 psi —	Zona de alto riesgo	20.67
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Laminadora	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 9.a.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Laminadora se origina una ruptura total del ducto. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H9a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

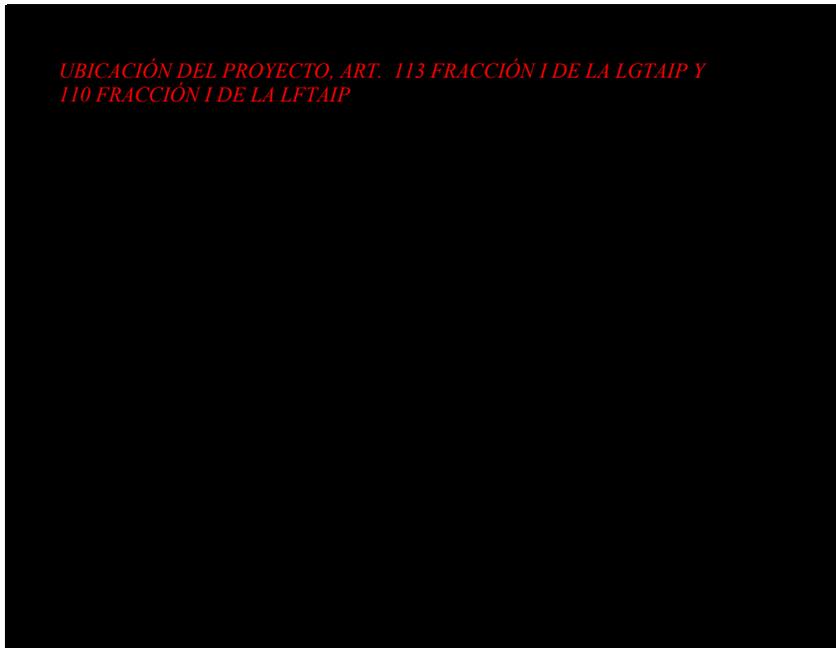
Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODIFICACIÓN	
Jet Fire por fuga equivalente al 20% del diámetro del ducto en EMR de Laminadura	
DESCRIPCIÓN	
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto de 2" D.N.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANE
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N ALKANOS (N ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH ₄
Estructura	CH ₄
Sinónimos	FIRE DAMP METHANE GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
PARAMETROS DE ENTRADA	
Peso molecular	16,042 kg/kmol
Calor de combustión	50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica	9,5 %
Temperatura de ebullición	111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa	10 %
Temperatura ambiente	294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO	
Diámetro del orificio	0,010 m
Presión en la tubería	208,840 kPa
Coefficiente de descarga	0,640
Longitud de la flama	2,12 m
Masa de emisión de masa	0,01903 kg /s
Clase de emisión	Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{1/3} s tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{1/3} s tiempo de duración= 0,00 s
1,10	3,02	2,82 E+07	
5,00	1,32	1,54 E+08	
0,00			



Radio potenciales de afectación por radiación térmica				
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)			
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	3.02		
5 kW/m ²	Zona de alto riesgo	1.32		
Condiciones climáticas	Instalación: En la EMR de Laminadora			
Velocidad del viento: 2.5 m/s	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)</td> </tr> <tr> <td>No. de Escenario: 9.b.1</td> </tr> </table>		Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)	No. de Escenario: 9.b.1
Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)				
No. de Escenario: 9.b.1				
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Laminadora se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto. La fuga se incendia			

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H9b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de Laminadora por ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en la EMR de Laminadora, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nc. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH CAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Sinfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del materia en la nube		0,18 kg
Factor de Eficiencia explosiva		0,03
Límite inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Mass Equivalente en TNT		0,06 kg
Distancia mínima de cálculo		0,03
Distancia máxima de cálculo		15,46
Distancia total del cálculo		15,43

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	0,90	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	1,03	2,86	103,32	2,48
70,00	10,15	1,49	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	1,78	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	2,40	11,36	48,66	4,10
20,00	2,90	3,13	16,43	37,99	4,47
10,00	1,45	3,83	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	6,98	44,28	17,52	5,76
3,45	0,50	11,86	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento	11.86
1 psi 	Zona de alto riesgo	6.98
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de Laminadora	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 9.b.2	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de Laminadora se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto. Despues de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H9b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso 10): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP (golpe de maquinaria).

Para este evento se consideran dos escenarios:

- a) Ruptura total del ducto
 - 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN	
Jet Fire por ruptura total en EMR de HPP	
DESCRIPCIÓN	
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 3" D.N. a las salidas de la EMR de HPP.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	METANO (METHANE)
No. CAS	74-82-8
Nombre CAS	METHANF
Nombre IUPAC	METHANE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)
Subfamilia	()
Fórmula	CH ₄
Estructura	CH ₄
Sinónimos	FIRE DAMP MARSH GAS METHYL HYDRIDE REFRIGERANT 50
PARAMETROS DE ENTRADA	
Peso molecular	16,042 kg/kmol
Calor de combustión	50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica	9,5 %
Temperatura de ebullición	111,7 K (-101,5 °C)
Humedad relativa	10 %
Temperatura ambiente	294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO	
Diámetro del orificio	0,076 m
Presión en la tubería	208,840 kPa
Coefficiente de descarga	0,640
Longitud de la flama	16,13 m
Tasa de emisión de masa	1,04116 kg/s
Clase de emisión	Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{0.4/3 s} Tiempo de exposición- 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{0.4/3 s} Tiempo de duración- 0,00 s
1,40	21,98	2,32 E+07	
5,00	9,85	1,54 E+08	
0,00			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica	
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
	1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento 21.98
	5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo 9.85
	Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de HPP
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 10.a.1
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de HPP se origina la ruptura total del ducto por terceros. La fuga se incendia

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H10a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura total del ducto
 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de HPP por ruptura total del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en la EMR de HPP, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nc. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARÁMETROS DE ENTRADA		
Peso del materia en la nube		10,46 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Mass Equivalente en TNT		3,35 kg
Distancia mínima de cálculo		0,10
Distancia máxima de cálculo		59,88
Distancia total de cálculo		59,78

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,31	3,49	2,26	116,33	2,17
150,00	21,76	3,98	2,86	103,32	2,48
70,00	10,15	5,76	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	6,39	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	9,30	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	12,11	16,43	37,99	4,47
15,00	2,18	14,83	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	27,03	44,28	17,52	5,76
3,45	0,50	45,95	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento 45.95
1 psi 	Zona de alto riesgo 27.03
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de HPP
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 10.a.2
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de HPP se origina una ruptura total del ducto. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H10a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 1. Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

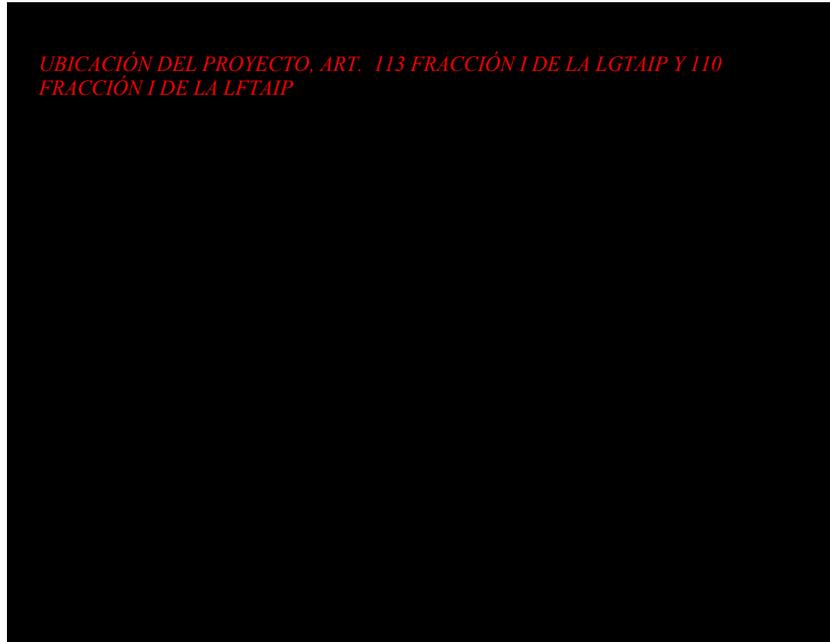
Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODIFICACIÓN		
Jet Fire por fuga equivalente al 20% del diámetro del ducto en EMR de HPP		
DESCRIPCIÓN		
Debido a ocurrencias externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 3" D.N. a las cañales de la EMR de HPP.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74 82 8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N ALKANOS (N ALKANES)	REFRIGERANT 60
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	C1H4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmo
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-161,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		284,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,215 m
Presión en la tubería		208.840 cPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la llama		3,18 m
Tasa de emisión de masa		0,04057 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s Tiempo de exposición= 1500,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s Tiempo de duración= 0,00 s
1,10	4,63	2,80 E+07	
5,00	1,98	1,54 E+08	
0,30			

Radio potenciales de afectación por radiación térmica



Radio potenciales de afectación por radiación térmica	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento 4.53
5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo 1.98
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de HPP
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 10.b.1
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de HPP se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto. La fuga se incendia

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H10b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 2. Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en EMR de HPP por fuga equivalente al 20% del diámetro del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en la EMR de HPP, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		0,41 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite Inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		50029,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		0,13 kg
Distancia mínima de cálculo		0,03
Distancia máxima de cálculo		20,34
Distancia total del cálculo		20,31

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200,00	29,01	1,19	2,26	116,33	2,17
150,00	21,75	1,35	2,86	103,32	2,48
70,00	10,15	1,96	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	2,34	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	3,16	11,39	48,66	4,10
20,00	2,90	4,12	16,43	37,99	4,47
15,00	2,18	5,04	21,38	31,29	4,77
6,89	1,00	9,18	44,28	17,52	5,76
3,45	0,50	15,61	80,91	10,38	6,65

Radios potenciales de afectación por nubes explosivas

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

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento 15.61
1 psi 	Zona de alto riesgo 9.18
Condiciones climaticas	Instalación: En la EMR de HPP
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 10.b.2
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la EMR de HPP se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto. Despues de 10 segundos de fuga, la nube explota.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H10b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Caso H11): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la continuación de la línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).

- a) Ruptura total del ducto
 - 1) Incendio tipo Jet Fire
 - 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire Ruptura Total en Línea Regular de 4" D.N. final		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta la ruptura total del ducto de 4" D.N. de la línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	0	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		16,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-181,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,102 m
Presión en la tubería		2068,430 kPa
Coefficiente de descarga		0,640
Longitud de la flama		21,85 m
Tasa de emisión de masa		18,57988 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0,00 s
1,40	92,32	2,82 E+07	
5,00	49,38	1,54 E+08	
0,00			

Radios potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica			
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)		
	1.4 kW/m² ———	Zona de amortiguamiento 92.32		
	5 kW/m² ———	Zona de alto riesgo 49.38		
	Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios		
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">No. de Escenario: 11.a.1</td> </tr> </table>	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)	No. de Escenario: 11.a.1
	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)			
No. de Escenario: 11.a.1				
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia			

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11a1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Radios potenciales de afectación por radiación térmica

Radio potenciales de afectación por radiación térmica	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
1.4 kW/m ² 	Zona de amortiguamiento 92.32
5 kW/m ² 	Zona de alto riesgo 49.38
Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 11.a.1 parte 2
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11a1 parte 2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Radios potenciales de afectación por radiación térmica

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

Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
1.4 kW/m ² 	Zona de amortiguamiento	19.73
5 kW/m ² 	Zona de alto riesgo	10.58
Condiciones climáticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)	No. de Escenario: 11.a.1 parte 3
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11a1 parte 3
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- a) Ruptura total del ducto
 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en línea regular del ducto de 4"D.N. final		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta la ruptura total del ducto en cualquier punto de la línea regular línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrientos, Laminadora y HPP , formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos:
No. CAS	74-82-6	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		185.70 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0.03
Límite Inferior de Explosividad		5.0 %
Límite Superior de Explosividad		15.0 %
Calor de Combustión		30029.00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680.00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		56.56 kg
Distancia mínima de cálculo		0.25
Distancia máxima de cálculo		156.21
Distancia total del cálculo		156.34

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
200.00	20.01	9.11	2.26	116.33	2.17
150.00	21.76	10.38	2.86	103.32	2.48
70.00	10.16	16.02	6.42	74.65	3.35
50.00	7.26	17.98	7.25	63.75	3.66
30.00	4.35	24.27	11.39	48.65	4.10
20.00	2.90	31.60	16.43	37.99	4.47
16.00	2.18	38.69	21.38	31.29	4.77
6.89	1.00	70.51	44.28	17.52	5.76
3.45	0.50	119.86	80.91	10.38	6.65

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento 119.86
1 psi 	Zona de alto riesgo 70.51
Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 11.a.2
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11a2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
	0.5 psi —	Zona de amortiguamiento 119.86
	1 psi —	Zona de alto riesgo 70.51
	Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 11.a.2 parte 2
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11a2 parte 2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Radios principales de afectación por nubes explosivas

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	0.5 psi	Zona de amortiguamiento	40.89
	1 psi	Zona de alto riesgo	24.01
	Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 11.a.2 parte 3	
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11a2 parte 3
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 1) Incendio tipo Jet Fire



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

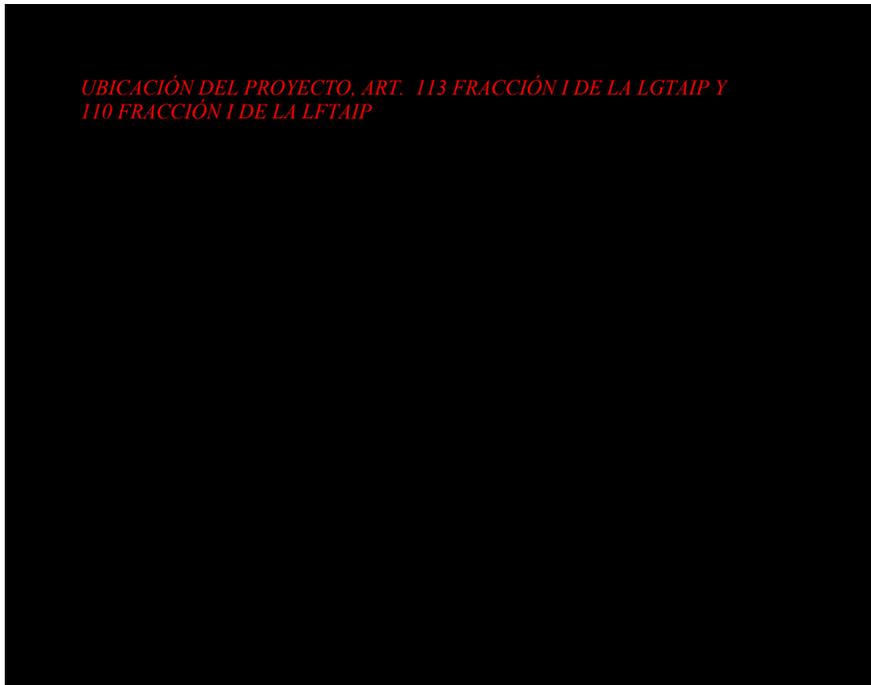
Modelo de radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Jet Fire ruptura equivalente al 20% en Línea Regular de 4" D.N. final		
DESCRIPCIÓN		
Debido a causas externas (golpe con maquinaria), se presenta una ruptura equivalente al 20% del diámetro ducto de 4" D.N. línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de Interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
No. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso molecular		18,042 kg/kmol
Calor de combustión		50029,000 kJ/kg
Concentración estequiométrica		9,5 %
Temperatura de ebullición		111,7 K (-181,5 °C)
Humedad relativa		10 %
Temperatura ambiente		294,2 K (21,0 °C)
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO		
Diámetro del orificio		0,020 m
Presión en la tubería		2068,430 kPa
Coefficiente de descarga		0,840
Longitud de la flama		4,31 m
Tasa de emisión de masa		0,73738 kg /s
Clase de emisión		Flujo Sónico

Resultados

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS			
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de exposición= 1800,00s	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s tiempo de duración= 0,00 s
1,40	19,73	2,82 E+07	
5,00	10,58	1,54 E+08	
0,00			

Radios potenciales de afectación por radiación térmica



Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	19.73
5 kW/m ²	Zona de alto riesgo	10.58
Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios	
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE)	
	No. de Escenario: 11.b.1	
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11b1
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Radios potenciales de afectación por radiación térmica

Radio potenciales de afectación por radiación térmica	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
1.4 kW/m ² 	Zona de amortiguamiento 19.73
5 kW/m ² 	Zona de alto riesgo 10.58
Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 11.b.1 parte 2
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina una ruptura equivalente al 20% del diametro del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11b1 parte 2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Radio potenciales de afectación por radiación térmica

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por radiación térmica		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	1.4 kW/m ² ———	Zona de amortiguamiento	92.32
	5 kW/m ² ———	Zona de alto riesgo	49.38
	Condiciones climáticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Radiación térmica por chorro de fuego (JETFIRE) No. de Escenario: 11.b.1 parte 3	
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto de 4" D.N. La fuga se incendia	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11b1 parte 3
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

- b) Ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto
 2) Explosión (después de 10 segundos de fuga)



SCRI-FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

Modelo de sobrepresión provocada por nubes explosivas

TÍTULO DE LA MODELACIÓN		
Explosión en línea regular final del ducto por fuga en orificio 20% del diámetro del ducto.		
DESCRIPCIÓN		
Se presenta una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto en cualquier punto de la línea regular de salida de la Estación de Medición y Regulación de Interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, formando una nube explosiva la cual, después de 10 segundos, entra en contacto con una fuente de ignición.		
DATOS DE LA SUSTANCIA		
Nombre	METANO (METHANE)	Sinónimos
Nº. CAS	74-82-8	FIRE DAMP
Nombre CAS	METHANE	MARSH GAS
Nombre IUPAC	METHANE	METHYL HYDRIDE
Familia	N-ALCANOS (N-ALKANES)	REFRIGERANT 50
Subfamilia	()	
Fórmula	CH4	
Estructura	CH4	
PARAMETROS DE ENTRADA		
Peso del material en la nube		1,31 kg
Factor de Eficiencia Explosiva		0,03
Límite inferior de Explosividad		5,0 %
Límite Superior de Explosividad		15,0 %
Calor de Combustión		60320,00 kJ/kg
Calor de Combustión del TNT (RMP)		4680,00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT		2,35 kg
Distancia mínima de cálculo		0,09
Distancia máxima de cálculo		53,28
Distancia total del cálculo		53,19

Resultados

DISTANCIAS CALCULADAS SEGÚN LAS PRESIONES DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del Impulso (ms)
200,00	29,01	3,11	2,26	116,33	2,17
150,00	21,70	3,54	2,60	100,92	2,40
70,00	10,15	5,12	5,42	74,65	3,35
50,00	7,25	6,13	7,25	63,76	3,66
30,00	4,35	8,28	11,30	48,66	4,10
20,00	2,90	10,78	16,43	37,99	4,47
15,00	2,18	13,20	21,38	31,29	4,77
8,89	1,00	24,05	44,78	17,57	5,78
3,45	0,50	40,89	80,91	10,38	6,65

Radio potenciales de afectación por nubes explosiva

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

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento 40.89
1 psi 	Zona de alto riesgo 24.01
Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 11.b.2
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Radios potenciales de afectación por nubes explosivas

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP	Radio potenciales de afectación por nubes explosivas		
	Niveles de radiación térmica	Distancia (m)	
	0.5 psi	Zona de amortiguamiento	40.89
	1 psi	Zona de alto riesgo	24.01
	Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios	
	Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas	No. de Escenario: 11.b.2 parte 2
	Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11b2 Parte 2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas

Radio potenciales de afectación por nubes explosivas	
Niveles de radiación térmica	Distancia (m)
0.5 psi 	Zona de amortiguamiento 119.86
1 psi 	Zona de alto riesgo 70.51
Condiciones climaticas	Instalación: Línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR de Usuarios
Velocidad del viento: 2.5 m/s	Modelo: Sobrepresión provocada por nubes explosivas No. de Escenario: 11.b.2 parte 3
Estabilidad Pasquill: F	Descripción del escenario: En la continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta la llegada a la EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. Después de 10 segundos de fuga, la nube explota.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o Número de Plano
0	21/JUN/2018	Elaboro: Ing. Olga Gómez M		H11b2
		Reviso: Ing. Arturo Vélez M		Parte 3
		Aprobó: Ing. José Luis Pacheco Yáñez		

5.3. Análisis de Riesgo

5.3.1. Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo

Como se puede observar en el análisis HAZOP realizado, en el proyecto Gasoducto Consumidora industrial de Hidalgo se identificaron escenarios de riesgos clasificados como ALARP (Tan Bajo como Razonablemente sea Posible) Riesgo Tipo C y Riesgo Tolerable Tipo D de acuerdo a la tabla de jerarquización de riesgos de proceso.

Del Análisis de Frecuencia llevado a cabo, utilizando la metodología de Árbol de Fallas, para el proyecto, se pudo determinar para todos los escenarios de riesgo identificados lo siguiente: El resultado del riesgo identificado en el análisis cuantitativo resulta en Zona de Riesgo Aceptable con controles (ALARP) Tipo C. y Zona de riesgo tolerable (tipo D) en su gran mayoría.

Considerando que el análisis de riesgo por ambos métodos dan como resultado que la estimación del riesgo se encuentra en en Riesgo Aceptable con controles (ALARP), no se considera necesario realizar el reposicionamiento del riesgo, sin embargo, se desarrolla más adelante el análisis del Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) y el análisis de Capas de Protección (LOPA).

5.3.2. Análisis de Vulnerabilidad

Tabla 5.30 Interacciones de riesgo

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
H1a1 H1a2 H1b1 H1b2 H2a1 H2a2 H2b1 H2b2 H3a1 H3a2 H3b1 H3b2	Km 0 + 000 Interconexión a Km 0 + 287	Gas Natural	N	100 m	Campos de cultivo	No se presentan interacciones de riesgo.	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
174 m				Nave Industrial	Afectada por la onda de sobrepresión de 0.5 psi sin causar daños importantes, por lo cual no se consideran interacciones de riesgo.	Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	
460 m				Carretera Presa del Rey	No se presentan interacciones de riesgo.	Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo	

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas		
			S	0 a 1000 m	Campos de cultivo	No se presentan interacciones de riesgo.	Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional		
			E	0 a 3000 m	Campos de cultivo	No se presentan interacciones de riesgo.			
		Gas Natural	O	300 m	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V. (Confección de costales y productos de textiles recubiertos y de materiales sucedáneos)	La empresa Coagulados Textiles se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento, es decir, resultaría afectada por la onda de sobrepresión de 0.5 psi, sin embargo se encuentra fuera de la zona de amortiguamiento.	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación		
					NO	250 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.	Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica
						450 m	Estación de Medición y Regulación de Gas Natural, Subdirección de Ductos, Gerencia de Mantenimiento, Sector Venta de Carpio.	No existen interacciones de riesgo ya que la estación no es alcanzada por la onda de sobrepresión.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional
				170 m	Nave industrial	La nave industrial sería alcanzada solo por la onda de sobrepresión de 0.5 psi, por lo cual se tendrían afectaciones menores, sin interacciones de riesgo.			
H1a1 H1a2 H1b1 H1b2 H2a1 H2a2	Km 0 + 287		NO	100 m	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V.	La onda de sobrepresión de 1 psi afectaría solo parte de las bodegas de Coagulados y	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH		
	Km 0 + 287 a Km 1 + 150	Gas Natural	N	70 m	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V.				

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
H2b1 H2b2 H3a1 H3a2 H3b1 H3b2			S	250 m		Textiles, por lo que no se consideran interacciones de riesgo.	Cumplir con los programas de inspección preventiva
		Gas Natural			Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.	Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación
					Zona con algunas casas habitación, tienda de abarrotes y local con internet.	Las casas habitación no son alcanzadas por las ondas de sobrepresión.	Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional
H1a1 H1a2 H1b1 H1b2 H2a1 H2a2 H2b1 H2b2 H3a1 H3a2 H3b1 H3b2		Gas Natural	SO	50 m	Biopapel	Se encuentra dentro de la zona de riesgo por sobrepresión y dentro de la zona de riesgo por radiación. En caso de presentarse un evento, la empresa Biopapel resultaría afectada, pudiendo generarse un incendio en sus instalaciones.	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
H3a1 H3a2 H3b1 H3b2	Km 1 + 150 a Km 1 + 750	Gas Natural	N	190 m (zona más alejada) 25 m (zona más alejada)	Fraccionamiento El Manantial	Las casas que se localizan más cercanas a la carretera resultarían afectadas por la radiación de 5	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
						kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios. Por las características de las instalaciones, no se consideran interacciones de riesgo.	Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
		Gas Natural	S	25 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.	
H3a1 H3a2 H3b1 H3b2	Km 1 + 750 a Km 2 + 260	Gas Natural	N, S	10 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
	Km 2 + 260 a Km 2 + 350	Gas Natural	N	10 m	Casas habitación	Sin interacciones de riesgo.	Cumplir con los programas de inspección preventiva
	Km 2 + 350 a Km 2 + 600	Gas Natural Gas Natural	S	10 m	Casas habitación, locales comerciales (pollería, recaudería, tlapalería)	Las casas que se localizan más cercanas a la carretera resultarían afectadas por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios. Por las características de las instalaciones, no se consideran interacciones de riesgo.	Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
		Gas Natural				N	10 m
H3a1 H3a2 H3b1 H3b2	Km 2 + 600	Gas Natural	N	10 m	Hostería Finca Merchan	La finca sería afectada por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
						de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios.	Cumplir con los programas de inspección preventiva
H3a1 H3a2 H3b1 H3b2	Km 3 +300	Gas Natural	S	10 m	Fábrica de Estructura	La Fábrica de Estructuras sería afectada por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios. Si la empresa maneja combustibles, podría generar un incendio mayor en sus instalaciones.	Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
H3a1 H3a2 H3b1 H3b2	Km 3 + 560		S	10 m	Nave industrial	Afectaciones por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras e incendios.	
	Km 3 + 860	Gas Natural	O	50 m	Casas habitación	Las casas resultarían afectadas por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios. Por las características de las instalaciones, no se consideran	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
						interacciones de riesgo	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
H3a1 H3a2 H3b1 H3b2	Km 3 + 900	Gas Natural	E	5 m	Gasolinera	La gasolinera sería afectada por radiación superior a 5 kw/m ² (zona de riesgo) y ondas de sobrepresión mayores a 1 psi, ocasionando daños en las estructuras (derrumbes) e incendios. Los dispensarios podrían ser derribados por la explosión y afectados por la radiación, al igual que los vehículos que se encuentren en la gasolinera en el momento del evento. Debido a que los tanques de gasolina en la estación de servicio se encuentra enterrados, no resultarían afectados de forma inmediata.	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
H3a1 H3a2 H3b1 H3b2	Km 3 + 970	Gas Natural	O	200 m	Locales comerciales (tiendas de abarrotes, locales de comida, farmacia, carpintería, papelerías, pequeños restaurantes,	Ni la radiación ni las ondas de sobrepresión alcanzarían los locales, ya que se encuentran a una distancia mayor a 120 m, en es el Radios de la zona de amortiguamiento.	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
					café internet, dulcería, tienda de materiales para construcción, herrería, vulcanizadora, tapicería, talleres mecánicos, herrajes, Oxxo,		Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
H3a1 H3a2 H3b1 H3b2	Km 4+ 250	Gas Natural	N y S	10 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH
	Km 4+ 400	Gas Natural	E	10 m	Solutec (empresa de productos para la construcción)	Afectaciones por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras e incendios.	Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional
H4A1 H4a2 H4b1 H4b2	Km 4 + 640 Usuario Avigrupo		N	40 m	Cementos Tizayuca	Afectaciones por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras e incendios.	Cumplir procedimiento operativo

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
H5a1 H5a2 H5b1 H5b2	Km 0 + 620 (Usuario Boing) (a partir del Km 4 + 004)	Gas Natural	N y S	10 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.	Cumplir procedimiento operativo
Gas Natural		O	50 m	PLOT Parque Logística Tizayuca. Planta Pulcra Chemicals	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.	Cumplir procedimiento operativo	
H6a1 H6a2 H6b1 H6b2	Usuarios EMR Textiles	Gas Natural	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.	Cumplir procedimiento operativo
H7a1 H7a2 H7b1 H7b2	Usuarios EMR Alurgia	Gas Natural	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.	Cumplir procedimiento operativo
H8a1 H8a2 H8b1 H8b2	Usuarios EMR Nutrimentos	Gas Natural	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.	Cumplir procedimiento operativo
H9a1 H9a2 H9b1 H9b2	Usuarios EMR Laminadora	Gas Natural	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.	Cumplir procedimiento operativo
H10a1 H10a2 H10b1 H10b2	Usuarios EMR HPP	Gas Natural	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.	Cumplir procedimiento operativo
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2	Continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta llegada a EMR	Gas Natural	Cruce	0 m	Sobre Calle Sur 4 en el punto donde cambia de dirección al este sobre Oriente 5 cruza con ducto de Igasamex.	Posible efecto dominó en caso de que alguno de los ductos presente un accidente. Las afectaciones serían a las industrias que	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP					se localizan en el entorno.	Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2		Gas Natural	Cruce	0	Sobre Carretera México – Pachuca en dirección sur, se tiene dos cruces con un canal de agua.	No se tienen interacciones de riesgo importantes ni riesgo de contaminación grave en caso de fuga, incendio o explosión, debido a que se trata de combustible gaseoso. En caso de incendio o explosión, las afectaciones serían a los vehículos que circularan al momento del accidente y a las industrias cercanas. La mayor parte del entorno en ese punto son terrenos sin construcciones y sin uso específico.	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2		Gas Natural	Este	196 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Jardín de Niños Jean Piacet	Las instalaciones de la escuela, así como la población en su interior, no tendrían afectaciones a su integridad física. En caso de que se presente una explosión, la onda de sobrepresión en este punto sería menor a 0.5 psi.	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación
			Oeste	15 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Estación de carburación Drako Movil	El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 15 m de la estación de	Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
						<p>carburación de gas L.P. A 15 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, la estación de carburación y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones.</p>	<p>mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2		Gas Natural	Oeste	36 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Gasera Gas de Tizayuca	<p>El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 36 m de los tanques de almacenamiento de gas L.P. En caso de una explosión por ruptura total del ducto, los tanques recibirían una onda de sobrepresión de 2 psi aproximadamente, pudiendo ocasionar colapso parcial del muro de la gasera, pudiendo dañar el cuerpo de los tanques de gas L.P.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2		Gas Natural	Oeste	30 m de la Carretera 85	Auto hotel de Tizayuca	<p>El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 30 m de la zona de</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p>

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
				Pachuca-México		habitaciones del hotel. A 30 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, se tendría los efectos de una onda de sobrepresión de 3 psi, lo que podría ocasionar la destrucción de muros de concreto.	<p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2		Gas Natural	Este	196 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Escuela Primaria José María Morelos y Pavón	Las instalaciones de la escuela, así como la población en su interior, no tendrían afectaciones a su integridad física. En caso de que se presente una explosión, la onda de sobrepresión en este punto sería menor a 0.5 psi.	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p>
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2		Gas Natural	Este	38 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Fraccionamiento Ex Hacienda de Guadalupe, Zumpango Edo. de Mex.	La primer calle del fraccionamiento sería afectada por la onda de sobrepresión de 2 psi aproximadamente, pudiendo ocasionar colapso parcial del muro del fraccionamiento,	<p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los</p>

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
						con daños leves a la población.	trabajos de construcción del cruce direccional
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2		Gas Natural	Oeste	15 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Estación de servicio 8277	El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 15 m de la estación de servicios. A 15 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, la estación de servicio y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2		Gas Natural	Oeste	15 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Motel Reyes Eliete	El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 15 m de la estación de servicios. A 15 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, el hotel sería afectado por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones	Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional
H11a1 H11a2 H11b1 H11b2		Gas Natural	Este y oeste	Carretera 85 Pachuca-México	Locales comerciales tales como: tiendas, restaurantes, farmacias, venta	Los locales se localizan a ambos lados de la carretera, a una distancia de 15 m y 30 m del ducto.	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva

5. ANÁLISIS DE RIESGO

Clave de Escenario de riesgo	Kilometraje	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
					de autopartes, etc.	En caso de que se presente una explosión, los daños pueden ir desde la destrucción total de la instalación, hasta muros fracturados.	<p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>

TABLA 5.31 Descripción de los posibles receptores de riesgo

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
H1a1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: Se observan daños por radiación por incendio tipo jet fire a las instalaciones de la empresa Coagulados Textiles y zonas de cultivo de temporal.</p> <p>Ambiente: en el caso de incendio tipo Jet fire se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños sobre el ducto y la interconexión con el Ducto de CENAGAS.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p>
H1a2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: Se observan daños por la onda de sobrepresión a las instalaciones de la empresa Coagulados Textiles y zonas de cultivo de temporal.</p> <p>Ambiente: La onda de sobre presión se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños sobre el ducto y la interconexión con el Ducto de CENAGAS.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p>
H1b1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p>

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	<p>Población: Se observan daños por la onda de sobrepresión a las instalaciones de la empresa Coagulados Textiles y zonas de cultivo de temporal.</p> <p>Ambiente: La onda de sobre presión se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños sobre el ducto y la interconexión con el Ducto de CENAGAS.</p>	<p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p>
H1b2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: Se observan daños por la onda de sobrepresión a zonas de cultivo de temporal.</p> <p>Ambiente: La onda de sobre presión se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños sobre el ducto y la interconexión con el Ducto de CENAGAS.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p>
H2a1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan interacciones de riesgo con personas</p> <p>Ambiente: Se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en la ERM del sistema y las vías del ferrocarril.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p>
H2a2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan interacciones de riesgo con personas</p> <p>Ambiente: La onda de sobre presión se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en la ERM del sistema y las vías del ferrocarril, afectando el suministro de GN a las empresas usuarias.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p>
H2b1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan interacciones de riesgo con personas</p> <p>Ambiente: Se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en la ERM del sistema y las vías del ferrocarril. Afectando el suministro de GN a las empresas usuarias.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p>
H2b2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan interacciones de riesgo con personas</p> <p>Ambiente: Se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en la ERM del sistema y las vías del ferrocarril. Afectando el suministro de GN a las empresas usuarias</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p>
H3a1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: personal dela empresa de biopapel, En caso de presentarse un evento, la empresa Biopapel resultaría afectada, pudiendo generarse un incendio en sus instalaciones;</p> <p>Fraccionamiento el manantial, Las casas que se localizan más cercanas a la carretera resultarían afectadas por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Casas habitación, locales comerciales</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p>

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	<p>(pollería, recaudería, tlalalería), Las casas que se localizan más cercanas a la carretera resultarían afectadas por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Hostería Finca Merchan, La finca sería afectada por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Fábrica de Estructura, La Fábrica de Estructuras sería afectada por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Nave industrial, La Fábrica de Estructuras sería afectada por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Casas habitación, La Fábrica de Estructuras sería afectada por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Gasolinera, La gasolinera sería afectada por radiación superior a 5 kw/m2 (zona de riesgo); Solutec (empresa de productos para la construcción, Cementos Tizayuca,</p> <p>Ambiente: Se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el gasoducto afectando el suministro de GN a las empresas usuarias</p>	<p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>
H3a2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: Nave industrial, La nave industrial sería alcanzada solo por la onda de sobrepresión de 0.5 psi, por lo cual se tendrían afectaciones menores, sin interacciones de riesgo; Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V., La onda de sobrepresión de 1 psi afectaría solo parte de las bodegas de Coagulados y Textiles, por lo que no se consideran interacciones de riesgo; Biopapel, Se encuentra dentro de la zona de riesgo por sobrepresión, En caso de presentarse un evento, la empresa Biopapel resultaría afectada, pudiendo generarse un incendio en sus instalaciones; Fraccionamiento El Manantial, Casas habitación, locales comerciales (pollería, recaudería, tlalalería) daños, Hostería Finca Merchan, Fábrica de Estructura, casas habitación, gasolinera, Solutec (empresa de productos para la construcción), Cementos Tizayuca, y PLOT Parque Logística Tizayuca.</p> <p>Planta Pulcra Chemicals presentarían por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios;</p> <p>Ambiente: Se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal, emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto Afectando el suministro de GN a las empresas usuarias.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>
H3b1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: personal de la empresa de biopapel, En caso de presentarse un evento, la empresa Biopapel resultaría afectada, pudiendo generarse un incendio en sus instalaciones; Fraccionamiento el manantial, Las casas que se localizan más cercanas a la carretera resultarían afectadas por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Casas habitación, locales comerciales (pollería, recaudería, tlalalería), Las casas que se localizan más cercanas a la carretera resultarían afectadas por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Hostería Finca Merchan, La finca sería afectada por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Fábrica de Estructura, La Fábrica de Estructuras sería afectada por la radiación de 5 kw/m2 (zona de riesgo); Nave industrial, La Fábrica de Estructuras sería afectada por la radiación de 5 kw/m2 (zona de</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	<p>riesgo); Casas habitación, La Fábrica de Estructuras sería afectada por la radiación de 5 kw/m² (zona de riesgo); Gasolinera, La gasolinera sería afectada por radiación superior a 5 kw/m² (zona de riesgo); Solutec (empresa de productos para la construcción, Cementos Tizayuca,</p> <p>Ambiente: Se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el gasoducto afectando el suministro de GN a las empresas usuarias</p>	
H3b2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: Nave industrial, La nave industrial sería alcanzada solo por la onda de sobrepresión de 0.5 psi, por lo cual se tendrían afectaciones menores, sin interacciones de riesgo; Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V., La onda de sobrepresión de 1 psi afectaría solo parte de las bodegas de Coagulados y Textiles, por lo que no se consideran interacciones de riesgo; Biopapel, Se encuentra dentro de la zona de riesgo por sobrepresión, En caso de presentarse un evento, la empresa Biopapel resultaría afectada, pudiendo generarse un incendio en sus instalaciones; Fraccionamiento El Manantial, Casas habitación, locales comerciales (pollería, recaudería, tlalalería) daños, Hostería Finca Merchan, Fábrica de Estructura, casas habitación, gasolinera, Solutec (empresa de productos para la construcción), Cementos Tizayuca, y PLOT Parque Logística Tizayuca.</p> <p>Planta Pulcra Chemicals presentarían por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios;</p> <p>Ambiente: Se presentaría en áreas impactadas dedicadas al cultivo de temporal, emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto Afectando el suministro de GN a las empresas usuarias.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>
H4a1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan daños a la población</p> <p>Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Avigrupo Afectando el suministro de GN a la empresa Avigrupo y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.</p>	<p>Cumplir con Procedimiento Operativo</p>
H4a2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan daños a la población</p> <p>Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la ERM de Avigrupo afectando el suministro de GN a la empresa Avigrupo y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa afectando las operaciones de logística de la empresa.</p>	<p>Cumplir con Procedimiento Operativo</p>
H4b1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p>	<p>Cumplir con Procedimiento Operativo</p>

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	<p>Población: No se presentan daños a la población</p> <p>Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Avigrupo Afectando el suministro de GN a la empresa Avigrupo y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.</p>	
H4b2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan daños a la población</p> <p>Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la ERM de Avigrupo afectando el suministro de GN a la empresa Avigrupo y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.</p>	Cumplir con Procedimiento Operativo
H5a1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan daños a la población, Afectación a la carretera (camino del rey)</p> <p>Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN y afectación a 4 árboles de pirul (Schinus molle Linnaeu). Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Boing Afectando el suministro de GN a la empresa Boing y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa afectando las operaciones de logística de la empresa.</p>	Cumplir con Procedimiento Operativo
H5a2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan daños a la población, Afectación a la carretera (camino del rey)</p> <p>Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN y afectación a 8 árboles de pirul (Schinus molle Linnaeu). Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Boing Afectando el suministro de GN a la empresa Boing y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa afectando las operaciones de logística de la empresa.</p>	Cumplir con Procedimiento Operativo
H5b1	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan daños a la población, Afectación a la carretera (camino del rey)</p> <p>Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN.</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Boing Afectando el suministro de GN a la empresa Boing y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.</p>	Cumplir con Procedimiento Operativo
H5b2	<p>Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal.</p> <p>Población: No se presentan daños a la población, Afectación a la carretera (camino del rey)</p>	Cumplir con Procedimiento Operativo

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN y afectación a 4 árboles de pirul (<i>Schinus molle</i> Linnaeu). Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Boing Afectando el suministro de GN a la empresa Boing y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.	
H6a1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Textiles, Afectación de la calle Sur 4. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Textiles Afectando el suministro de GN a la empresa Textiles y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa (calle Sur 4) afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H6a2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Textiles, Afectación de la calle Sur 4. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Textiles Afectando el suministro de GN a la empresa Textiles y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa (calle Sur 4) afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H6b1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Textiles, Afectación de la calle Sur 4. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Textiles Afectando el suministro de GN a la empresa Textiles y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa (calle Sur 4) afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H6b2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Textiles, Afectación de la calle Sur 4. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Textiles Afectando el suministro de GN a la empresa Textiles y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa (calle Sur 4) afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H7a1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Textiles, Afectación de la calle Oriente Poniente	Cumplir con Procedimiento Operativo

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Alurgia Afectando el suministro de GN a la empresa Alurgia y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa (calle Oriente Poniente) afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.	
H7a2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Alurgia Afectación de la calle Oriente Poniente. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Alurgia Afectando el suministro de GN a la empresa Alurgia y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa (calle Oriente Poniente) afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H7b1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Alurgia, Afectación de la calle Oriente Poniente. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Alurgia Afectando el suministro de GN a la empresa Alurgia y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa (calle Oriente Poniente) afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H7b2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Alurgia, Afectación de la calle Oriente Poniente. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Alurgia Afectando el suministro de GN a la empresa Alurgia y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en el camino de acceso a la empresa (calle Oriente Poniente) afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H8a1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Nutrimentos Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Nutrimentos Afectando el suministro de GN a la empresa Nutrimentos y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H8a2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Nutrimentos. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Nutrimentos Afectando el suministro	Cumplir con Procedimiento Operativo

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	de GN a la empresa Nutrimentos y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.	
H8b1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Nutrimentos. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Nutrimentos Afectando el suministro de GN a la empresa Nutrimentos y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H8b2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Nutrimentos. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Nutrimentos Afectando el suministro de GN a la empresa Nutrimentos y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H9a1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Laminadora Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Laminadora Afectando el suministro de GN a la empresa Laminadora y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H9a2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Laminadora Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Laminadora Afectando el suministro de GN a la empresa Laminadora y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H9b1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Laminadora Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Laminadora Afectando el suministro de GN a la empresa Laminadora y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H9b2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa Laminadora Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa Laminadora Afectando el suministro de GN a la empresa Laminadora y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias.	Cumplir con Procedimiento Operativo
H10a1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa HPP, Afectación de la Carretera México Pachuca, afectando la vialidad de la zona.	Cumplir con Procedimiento Operativo

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa HPP Afectando el suministro de GN a la empresa HPP y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.	
H10a2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa HPP, Afectación de la Carretera México Pachuca, afectando la vialidad de la zona. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa HPP Afectando el suministro de GN a la empresa HPP y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas	Cumplir con Procedimiento Operativo
H10b1	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa HPP, Afectación de la Carretera México Pachuca, afectando la vialidad de la zona. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa HPP Afectando el suministro de GN a la empresa HPP y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas	Cumplir con Procedimiento Operativo
H10b2	Personal: al no ser una instalación tripulada no se consideran daños al personal. Población: Posible daños al personal de la empresa HPP, Afectación de la Carretera México Pachuca, afectando la vialidad de la zona. Ambiente: Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto y la EMR de la empresa HPP Afectando el suministro de GN a la empresa HPP y paro del ducto afectando el suministro de GN al resto de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas	Cumplir con Procedimiento Operativo
H11a1	Personal: No existe riesgo del personal ya que en el ducto no se encuentra personal. Población: en caso de interacción con el cruce del ducto se presentarían afectaciones con las demás empresas, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, la estación de carburación y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones. Afectando al personal de la estación, gasera Tizayuca, afectación al personal de la gasera Tizayuca por radiación. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas y población en general. Ambiente: En el cruce de dos canales de agua No se tienen interacciones de riesgo importantes ni riesgo de contaminación grave en caso de fuga, incendio o explosión, debido a que se trata de	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH Cumplir con los programas de inspección preventiva Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	<p>combustible gaseoso. : Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto Afectando el suministro de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.</p>	
H11a2	<p>Personal: No existe riesgo del personal ya que en el ducto no se encuentra personal.</p> <p>Población: en caso de interacción con el cruce del ducto se presentarían afectaciones con las demás empresas, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, la estación de carburación y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones. Afectando al personal de la estación; gasera Tizayuca, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, los tanques recibirían una onda de sobrepresión de 2 psi aproximadamente, pudiendo ocasionar colapso parcial del muro de la gasera, pudiendo dañar el cuerpo de los tanques de gas L.P. y al personal que hay en ella., Autohotel A 30 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, se tendría los efectos de una onda de sobrepresión de 3 psi, lo que podría ocasionar la destrucción de muros de concreto. Fraccionamiento Ex Hacienda de Guadalupe, Zumpango Edo. de Mex. La primer calle del fraccionamiento sería afectada por la onda de sobrepresión de 2 psi aproximadamente, pudiendo ocasionar colapso parcial del muro del fraccionamiento, con daños leves a la población.</p> <p>El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 15 m de la estación de servicios A 15 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, la estación de servicio y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones</p> <p>Motel reyes A 15 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, el hotel sería afectado por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones.</p> <p>Locales comerciales Los locales se localizan a ambos lados de la carretera, a una distancia de 15 m y 30 m del ducto. en caso de que se presente una explosión, los daños pueden ir desde la destrucción total de la instalación, hasta muros fracturados. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas y población en general.</p> <p>Ambiente: En el cruce de dos canales de agua No se tienen interacciones de riesgo importantes ni riesgo de contaminación grave en caso de fuga, incendio o explosión, debido a que se trata de combustible gaseoso. Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto Afectando el suministro de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
H11b1	<p>Personal: No existe riesgo del personal ya que en el ducto no se encuentra personal.</p> <p>Población: en caso de interacción con el cruce del ducto se presentarían afectaciones con las demás empresas, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, la estación de carburación y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones. Afectando al personal de la estación, gasera Tizayuca, afectación al personal de la gasera Tizayuca por radiación. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas y población en general.</p> <p>Ambiente: En el cruce de dos canales de agua No se tienen interacciones de riesgo importantes ni riesgo de contaminación grave en caso de fuga, incendio o explosión, debido a que se trata de combustible gaseoso. : Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto Afectando el suministro de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>
H11b2	<p>Personal: No existe riesgo del personal ya que en el ducto no se encuentra personal.</p> <p>Población: en caso de interacción con el cruce del ducto se presentarían afectaciones con las demás empresas, en caso de una explosión por ruptura del ducto, la estación de carburación y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción parcial de las instalaciones. Afectando al personal de la estación; gasera Tizayuca, en caso de una explosión por ruptura parcial del ducto, los tanques recibirían una onda de sobrepresión pudiendo ocasionar colapso parcial del muro de la gasera, pudiendo dañar el cuerpo de los tanques de gas L.P. y al personal que hay en ella., Autohotel A 30 m, en caso de una explosión por ruptura parcial del ducto, se tendría los efectos de una onda de sobrepresión lo que podría ocasionar la destrucción de muros de concreto. Fraccionamiento Ex Hacienda de Guadalupe, Zumpango Edo. de Mex. La primer calle del fraccionamiento sería afectada por la onda de sobrepresión, pudiendo ocasionar colapso parcial del muro del fraccionamiento, con daños leves a la población.</p> <p>El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 15 m de la estación de servicios A 15 m, en caso de una explosión por fuga 20% del diámetro del ducto, la estación de servicio y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión, con posible destrucción parcial de las instalaciones</p> <p>Motel reyes A 15 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, el hotel sería afectado por una onda de sobrepresión con posible destrucción parcial de las instalaciones.</p> <p>Locales comerciales Los locales se localizan a ambos lados de la carretera, a una distancia de 15 m y 30 m del ducto. en caso de que se presente una explosión, los daños pueden ir desde la destrucción total de la instalación, hasta muros fracturados. Se presentarían</p>	<p>Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva</p> <p>Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación</p> <p>Cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica</p> <p>Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo</p> <p>Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional</p>

Clave de Escenario de riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y medidas preventivas
	<p>afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas y población en general.</p> <p>Ambiente: En el cruce de dos canales de agua No se tienen interacciones de riesgo importantes ni riesgo de contaminación grave en caso de fuga, incendio o explosión, debido a que se trata de combustible gaseoso. Se presentaría emisiones a la atmósfera por combustión y/o fuga de GN</p> <p>Producción/Instalación: se presentarían daños en el ducto Afectando el suministro de empresas usuarias. Se presentarían afectaciones en la carretera México Pachuca afectando las operaciones de logística de la empresa y empresas aledañas.</p>	

El ducto se localiza en un área que ya ha sido impactada considerablemente, no se aprecian ecosistemas conservados, debido a que se localiza en una zona industrial y/o comercial, por lo tanto no se afecta la integridad funcional de los ecosistemas.

Las principales afectaciones se darían sobre la población que labora en dicha zona industrial, existe afectación en zonas habitacionales de densidad poblacional baja. Por lo tanto, como principal medida de mitigación es la elaboración y difusión del Programa para la Prevención de Accidentes.

5.4. Determinación de medidas de reducción de Riesgo adicionales para Escenarios de Riesgo no tolerables y/o ALARP, (As Low As Reasonably Practicable, Tan bajo como sea razonablemente factible)

5.4.1. Nivel Integral de Seguridad (SIL, por sus siglas en inglés) del Proyecto y/o Instalación

Para el Estudio del SIL se consideró lo siguiente:

- a. Las Normas Internacionales: ANSI/ISA-84.00.01-2004 (Seguridad Funcional - Sistemas Instrumentados de Seguridad para los Procesos del Sector Industrial), La IEC 61511- 1:2003 (Seguridad Funcional - Sistemas Instrumentados de Seguridad para el Sector de la Industria de Procesos), NOM-028-STPS-2004 y Guías para realizar Estudios de Riesgos de la ASEA.
- b. Se aplicó una metodología cuantitativa que tiene como objetivo determinar el SIL del proyecto de la interconexión de CIH; además se aplicó una metodología semi- cuantitativa para evaluar si se requieren CPI en otros escenarios. También permite determinar si se requieren o no capas de protección adicionales en los escenarios de alto riesgo (clasificación A y B sin considerar protecciones o en caso de no existir A y/o B el grupo técnico podrá proponer escenarios que considere relevantes, reportados previamente por el Análisis Hazop.
- c. Esta metodología semi-cuantitativa está basada en el análisis de capas de protección (LOPA), y fundamentada en la aplicación de las mejores prácticas del American Institute Of Chemical Engineers (AIChE).
- d. El estudio de la determinación del Nivel de Integridad de Seguridad incluyó al menos lo siguiente por área de operación:
 - Revisión de los nodos del estudio HazOp para revisar las capas de protección (protecciones con que se cuentan) en el área de operación de la instalación.
 - Revisión de Matrices Frecuencia vs. Consecuencia para la selección de los riesgos de mayor grado del Estudio de Riesgo.
 - La identificación de las capas de protección que consisten en el conjunto de equipos, instrumentos y/o controles administrativos, los cuales interactúan y controlan los riesgos de los procesos, de los riesgos identificados que no tengan CPI's.
 - Cálculo del Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) de las CPI's del tipo SIS existentes en el área de operación de la instalación, mediante la técnica de árboles de fallas de los riesgos identificados como no tolerables por el análisis de riesgo.
 - Comparar los Niveles de Integridad de Seguridad determinado y requerido con los Indicados en la Norma ANSI/ISA-84.00.01-2004.
 - Comentarios y conclusiones de los niveles de integridad de seguridad de los sistemas existentes como mejoras, cambios de tecnología, cambios de procedimientos, incremento de periodos de mantenimiento, etc.

Por lo que, para cumplir con el alcance arriba mencionado, el equipo de Trabajo del proyecto llevó a cabo la determinación del SIL en dos partes principales:

- 1) Análisis cuantitativo de las Capas de Protección Independientes del Sistema
-
-

Instrumentado (SIS) del proyecto de interconexión CIH, mediante la aplicación de la técnica de Árboles de Falla (FTA) para obtener la PFD avg y el nivel SIL respectivo.

2) Análisis Semi-cuantitativo, a través de la evaluación de Análisis de Capas de Protección (LOPA) de los riesgos "C" identificados con base al Hazop existente-

De acuerdo con la Norma Internacional ANSI/ISA-84.00.01-2004. "Seguridad Funcional – Sistemas Instrumentados de Seguridad Para los Procesos del Sector Industrial" define los pasos que conforman el ciclo de vida de un Sistema Instrumentado de Seguridad, mismos que se muestran en la figura 5.05, donde se define la concepción inicial hasta el desmantelamiento de un Sistema Instrumentado de Seguridad.

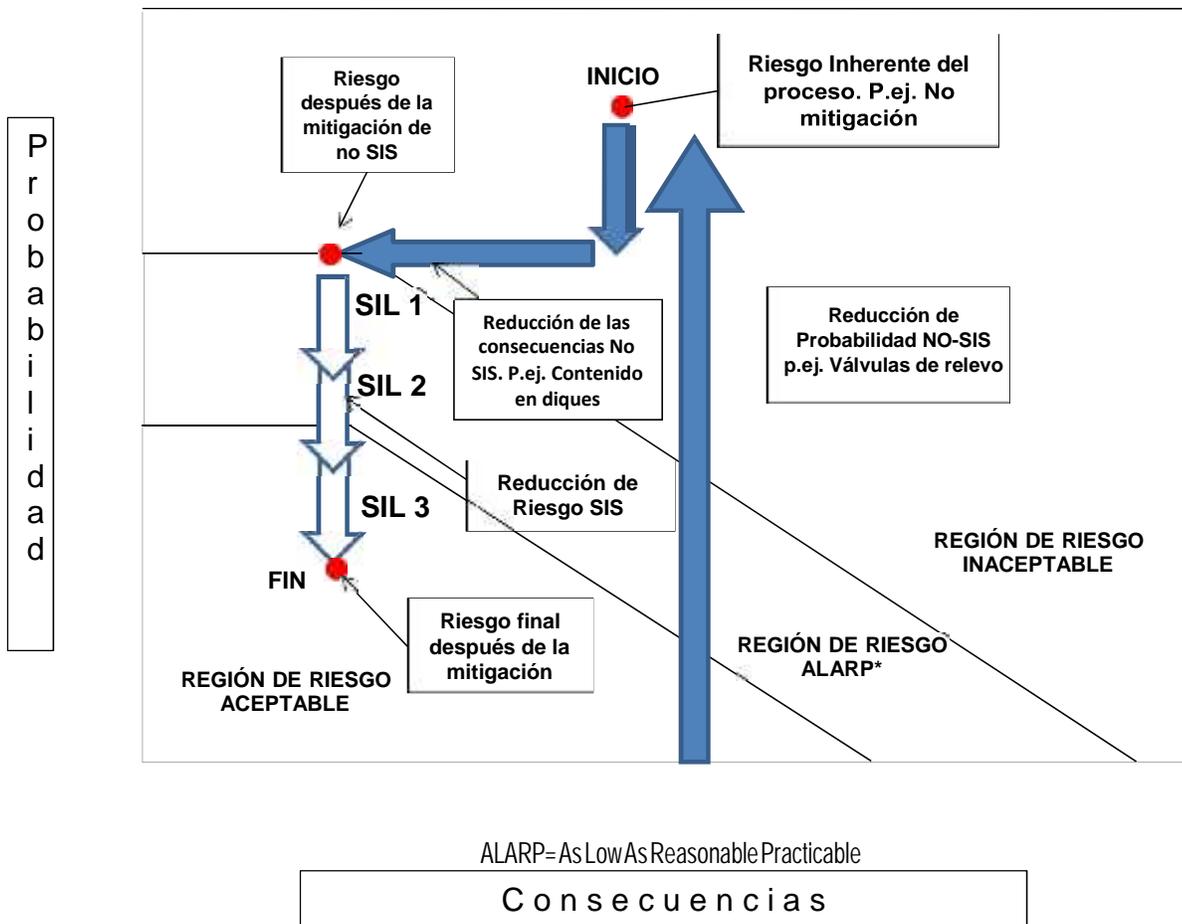


Figura 5.05 Efecto de un Sistema Instrumentado en el Riesgo de un Proceso.
Fuente: Courtesy Process Safety Progress, American Institute of Chemical Engineers, © 1999 AIChE

Para llevar a cabo el diseño del SIS es necesario determinar el Nivel de Integridad de Seguridad (SIL).

Nivel de Integridad de Seguridad (SIL)

El Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) para la ANSI/ISA-84.00.01-2004 se define en términos de Probabilidad de Falla en Demanda promedio (PFD_{avg}) para una particular Función Instrumentada de Seguridad (FIS), en solo tres categorías y por la IEC-61511-1-2003 Parte 1 contempla hasta cuatro categorías.

En la Tabla 5.32 se muestran los rangos de PFD_{avg} y los rangos de disponibilidad de Seguridad asociado que corresponden a cada SIL.

Tabla 5.32. Niveles de Integridad de Seguridad (SIL).

NIVEL DE INTEGRIDAD DE SEGURIDAD (SIL)	1	2	3
Requerimientos de Desempeño del SIS	Rango de Disponibilidad de Seguridad		
	90% a 99%	99% a 99.9%	99.9% a 99.99%
	Rangos de Probabilidad de Falla en Demanda (PFD _{avg})		
	10 ⁻¹ a 10 ⁻²	10 ⁻² a 10 ⁻³	10 ⁻³ a 10 ⁻⁴

Para diseñar un equipo apropiadamente, dos especificaciones son requeridas:

- La especificación de la función a realizar por el equipo (¿qué hace?) y,
- La especificación de efectividad de esa función en el equipo (¿Qué tan bien lo hace?).

El Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) aborda la segunda especificación, demostrando la probabilidad mínima de que el equipo hará lo que está diseñado hacer cuando es requerido hacerlo con éxito.

Asimismo, es importante mencionar que el Nivel de Integridad de Seguridad está relacionado con la tolerancia de falla mínima de un sub-sistema, herramienta muy útil para diseñar la arquitectura del SIS.

Es una práctica organizar los dispositivos de un Sistema Instrumentado de Seguridad en modo de "Disparo des-energizado", la tolerancia de la falla de un dispositivo y sistema cuando es modo de "Disparo energizado" es como lo muestra la Tabla 5.33.

Tabla 5.33. Tolerancia de falla mínima en hardware de resolvers lógicos PE, sensores y elementos finales

Niveles de Integridad de Seguridad (SIL)	Subsistemas que comprenden dispositivos complejos, incluyendo microprocesadores. <ul style="list-style-type: none"> • Sensores Como transmisores inteligentes. • Elementos de Actuación final como válvulas Inteligentes. 	Subsistemas que comprenden dispositivos complejos, incluyendo microprocesadores. <ul style="list-style-type: none"> • Resolvedor lógico programable como son PLC's 		
		SFF < 6 0%	SFF 60% A 90%	SFF > 9 0%
SIL 1	0	1	0	0
SIL 2	1	2	1	0
SIL 3	2	3	2	1
SIL 4	Requerimientos Especiales ver IEC 61508			

Fuente: IEC 61511-1-2003 Pág 101 y 103

En general, para la IEC, en la Industria química el SIL 4 no es recomendable ya que implica una gran inversión económica en los SIS y existen otras capas de protección que pueden ayudar a mitigar el riesgo a un nivel tolerable. Ante esta situación se requiere un rediseño del sistema. El SIL 4 usualmente es utilizado en Plantas nucleares.

Función Instrumentada de Seguridad (FIS)

De acuerdo con la terminología de la IEC-61511-1:2003, la Función Instrumentada de Seguridad (FIS) es una acción que un Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) proporciona a un proceso o equipo bajo control para pasar a un estado seguro. Esta función es un conjunto de acciones que protege contra un peligro específico. Un Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) en otras palabras, es un conjunto de sensores, resolvedores (Procesadores) lógicos y actuadores que ejecutan una o más Funciones Instrumentadas de Seguridad (FIS's) que son implementadas para un propósito común, el cual es proteger el equipo o proceso a una condición segura. El FIS regularmente se refiere al equipo que lleva un conjunto de acciones en respuesta a un solo peligro, además como un conjunto particular de acciones mismas. Por ejemplo:

IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN EN EL SISTEMA DE INTERCONEXION CONSUMIDORA INDUSTRIAL HIDALGO

El especialista en seguridad funcional y el Grupo Técnico, se reunieron para la revisión y validación, con la finalidad de involucrar en la toma de decisiones al personal responsable de la operación y mantenimiento estación de interconexión. En la Tabla 5.34 se lista al personal que conformó el Grupo Técnico.

Tabla 5.34 . Personal Especialista

INSTITUCION	NOMBRE	PUESTO
Grupo Técnico de Análisis y Evaluación de Riesgos	JOSE LUIS PACHECO YANEZ	DIRECTOR
	OLGA GOMEZ MAQUEDA	ESPECIALISTA RIESGO
	ARTURO VELEZ MATA	ESPECIALISTA RIESGO
	BEATRIZ RODRIGUEZ B.	ESPECIALISTA RIESGO

Para efectos de desarrollar la metodología para determinación del SIL, a continuación, se describen de manera general las capas de protección del proyecto Consumidora Industrial Hidalgo

Los sistemas de protección o capas de protección pueden ser divididos en protecciones activas y protecciones pasivas.

Para la determinación del SIL las protecciones importantes de una instalación son las protecciones activas, pasivas y humanas, se desglosarán de la siguiente forma:

- 1 válvulas de Seguridad (PSV's)
- 2 estación de Medición y Regulación CIH
- 3 estación de Medición y Regulación Usuario.

Para cada uno de ellos es importante conocer la forma como se inspeccionan, revisan, prueban y mantienen para garantizar su eficacia ante un evento no deseado. A continuación, se hace una breve descripción de la forma como se realizan las actividades para cada una de las protecciones arriba listadas.

1 Válvulas de Seguridad (PSV's)

Se tienen 2 válvulas de seguridad, para proteger de sobrepresiones sobre las líneas de suministro de gas natural una en la Estación de Medición y Regulación CIH y otras en la Estación de Medición y Regulación de los usuarios y las cuales son dimensionadas adecuadamente para proteger el suministro de gas natural.

La función más importante del relevo de presión es evitar sobrepresiones las cuales podrán ocasionar la rotura de la línea y fugas de producto.

2 Estación de Medición y Regulación Gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo.

El gas entra a la caseta y el primer elemento por el que pasará es un calentador de gas que aumentará la temperatura de este para prevenir la formación de hidratos¹, posteriormente será la Válvula de corte automática la cual cortará automáticamente el suministro de gas en caso de una fuga, protegiendo en todo momento el sistema. El propósito de la válvula OSE es cortar en forma total y rápida el flujo de gas, en caso de presentarse una presión igual o menor o mayor a la ajustada respectivamente (set point) en el mecanismo de cierre; los set point de dicha válvula serán de 270 psig (baja) y 379.5 psig (alta).

Se instalarán dos sensores (por alta y baja presión), ambos censarán la presión a la salida de los reguladores, en caso de que los reguladores fallen abiertos, la presión que dejen pasar será mayor a la normal y, en este caso, se activará primero la válvula de seguridad y a falla de esta se producirá un corte por alta presión. En caso de que haya una fuga en el ducto se registrará una caída de presión y, en este caso, se activará el corte por baja presión.

El gas entrará a la estación de regulación y medición, y el primer elemento que pasará será el filtro coalescente. El filtro contará con un by-pass que permitirá dar mantenimiento a dicho elemento. Posterior a la etapa de filtración, el gas entrará al medidor rotatorio su principio de operación es de desplazamiento positivo, el equipo tiene internamente dos lóbulos encerrados dentro de una cámara de medición rígida que cada vez que dan una vuelta desplazan una cantidad definida de gas, cada vez que se completa una vuelta se registra tanto en el contador mecánico como en el corrector un volumen constante; sin embargo, el volumen que pasa por el medidor depende de la presión y la temperatura; la corrección a condiciones estándar se hace por medio del computador de flujo que corrige por P y T. La sección de medición cuenta con una línea de arranque para la adecuada operación del medidor y un medidor de respaldo (FE-02). Después de cada medidor se encuentra un arreglo bridado el cual se usará en el momento que se pueda hacer la calibración del medidor en campo.

Enseguida, el gas pasará por el equipo de regulación, donde se regulará el gas en dos etapas de regulación. En la operación normal con una presión mínima de entrada de 712 psig, el flujo entrará al primer regulador y este entregará una presión intermedia de 585 psig, será el primer paso de regulación, esta será la presión de entrada del segundo regulador y este entregará una presión final de 300 psig, será el segundo paso de regulación.

La presión a la entrada de la regulación puede variar, lo que provocará ajustes en la presión intermedia, sin embargo, la presión a la salida se conservará en 300 psi.

Finalmente, se instalará una válvula de seguridad marca Mercer la cual relevará el gas a la atmósfera en caso de que llegara a existir alguna falla en los equipos de regulación. Siendo el set point de está a 345 psig.

Tabla 5.35 . Equipos de Estación de Medición y Regulación

EQUIPO	TAG	DESCRIPCION
Calentador de gas	E-01 Calentador catalítico	Calentador catalítico Bruest Freez-Fiter Model S12000 Certificado para Clase 1 División 1 Grupo D
Válvula de corte automático	SHV-01	OSE BM 2"ANSI 6002
Filtro coalescente	FC-01	77V-1-336-6-1480
Medidor de flujo	FE-01/02	2" medidor rotatorio Dresser
Reguladores	PCV-01/02/03/04	Reguladores en serie Primer paso: 2" 627H ANSI 600, Orificio: ¼" Resorte 140-250 psi Primer paso: 2" 627 ANSI 600, Orificio: 3/8" Resorte 70-150 psi
Válvula de seguridad	PSV-01 Mercer 2" G 2"	PSV-01 Mercer 2" G 2"
Odorizador		Peerless 57 Gal capacidad

Estación de Medición y Regulación Consumidora Industrial Hidalgo

Estaciones de Usuarios

El primer elemento por el que pasará el gas al entrar a la estación de regulación y medición, en su línea principal, será el filtro tipo "Y" (Y-Strainer) que protegerá los equipos posteriores al retener suciedad, escorias u otras partículas acumulando estos en su rejilla de filtrado, permitiendo una limpieza periódica; posteriormente el gas entrará al sistema de medición y en seguida a la sección de regulación que regulará la presión a las condiciones requeridas por los usuarios. La línea secundaria (by-pass) cuenta con un sistema de regulación, y sólo operará en caso de falla de algún elemento de la línea principal o por mantenimiento de éstos.

La presión a la entrada de la regulación puede variar, sin embargo, la presión a la salida se conservará la presión requerida por el usuario.

Finalmente, se instalará una válvula de seguridad, la cual relevará el gas a la atmósfera en caso de que llegara a existir alguna falla en los equipos de regulación.

Los usuarios tienen los siguientes requerimientos

Tabla 5.36. Requerimientos Usuarios

NOMBRE QUÍMICO DE LA SUSTANCIA (IUPAC)*	No. CAS**	DENSIDAD (g/cm ³)	FLUJO (L/s)	LONGITUD DE LA TUBERÍA (Km)	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (cm)	PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²)	ESPESOR (mm)	DESCRIPCIÓN DE LA TRAYECTORIA
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	7577.51	0.122 km (122 m)	10.16	84.37	0.188	De la interconexión con Ducto de 48" D.N. de CENAGAS a Estación de Medición y Regulación de la Interconexión.
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	328.53	4.606 (4606 m)	10.16	21.095889	0.188	Estación de Medición y Regulación de la Interconexión a EMR Avigrupo
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	31.594	No especificado	-	2.109	-	De la salida de la Estación de Medición y Regulación del Usuario (AVIGRUPO) a los equipos de AVIGRUPO.
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	328.53	0.630 (630 m)	10.16	21.095889	0.188---	De km 3+980 (ramificación hacia Avigrupo) a EMR Usuario Pascual
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	70.3793	No especificado	-	3.164	--	De la salida de la Estación de Medición y Regulación del Usuario (Pascual) a los equipos de Pascual
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	328.53	4.177 (4,177 m)	10.16	21.095889	0.188---	De la salida a Pascual a Ramificación
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	328.53	0.435 (435 m)	10.16	21.095889	0.188---	Ramal 1 a EMR Nutrimientos Minerales de Hidalgo
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	32.77	No especificado	-	3.164	--	De la salida de la Estación de Medición y Regulación del Usuario (Nutrimientos) a los equipos de Nutrimientos
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	328.53	1.670 (1670 m)	10.16	21.095889	0.188---	Ramal 1 a Ramificación de 3" D.N. Laminadora
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	328.53	0.735 (735 M)	7.62	21.095889	0.188---	Ramal 1 a Ramificación de 3" D.N. A ERM Laminadora
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	32.77	No especificado	-	3.164	--	De la salida de la Estación de Medición y Regulación del Usuario (Laminadora) a los equipos de Laminadora
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	328.53	3.298 (3298 m)	10.16	21.095889	0.188	De la Interconexión a ERM HPP

NOMBRE QUÍMICO DE LA SUSTANCIA (IUPAC)*	No. CAS**	DENSIDAD (g/cm ³)	FLUJO (L/s)	LONGITUD DE LA TUBERÍA (Km)	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (cm)	PRESIÓN DE OPERACIÓN (Kg/cm ²)	ESPESOR (mm)	DESCRIPCIÓN DE LA TRAYECTORIA
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	58.99	No Disponible	-	2.109	-	De la salida de la ERM (HPP) a los equipos de HPP
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	328.56	0.130 (130 m)	7.62	21.09	0.188	De ramificación ramal 2 a ERM Textiles
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	65.54	No disponible	7.62	2.129	-	De la salida de la ERM (Textiles) a los equipos de Textiles
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	328.56	0.522 (522 m)	7.62	21.09	0.188	De ramificación ramal 2 a ERM Alurgia
GAS NATURAL	74-82-8	0.00065	36.05	No disponible	7.62	2.129	-	De la salida de la ERM (Alurgia) a los equipos de Alurgia

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS CPI's EXISTENTES PARA DETERMINAR EL SIL.

De acuerdo con los referenciales teóricos descritos en el apartado 5 de este estudio, el Nivel de Integridad de Seguridad o SIL es la medida de la reducción de riesgo que provee un Sistema Instrumentado de Seguridad. El (SIL) se calcula para cada Función Instrumentada de Seguridad (FIS) o para cada Capa de Protección Independiente CPI del tipo SIS, que conforme un Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS).

Por lo que la metodología propuesta para la determinación del SIL de cada CPI que conforma el SIS de la interconexión CIH- Usuarios, SI APLICA, DEBIDO A QUE SE CUENTA CON UN SISTEMA INSTRUMENTADO PROTECCION POR SOBREPRESIÓN, los pasos del flujograma de la metodología a desarrollarse se describen a continuación:

El Paso 1.- El primer punto dentro de la metodología consiste en listar todas las Capas de Protección Independientes del tipo SIS.

El Paso 2.- Para realizar este listado se realiza evaluando los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), los lógicos existentes, programas de mantenimiento y programas de pruebas funcionales, entre otros.

El paso 3.- Consiste en la aplicación del análisis de árboles de fallas para obtener la PFD avg de las Capas de Protección Independientes analizadas.

El análisis de Arboles de Falla es la técnica cuantitativa de riesgo que se utilizó para calcular la probabilidad o la frecuencia con que puede ocurrir un evento no deseado (Falla) de cada CPI del Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS), ante una demanda de actuación de la CPI. A partir de la Probabilidad de Falla en Demanda (PFD)avg obtenida, se determina el valor del SIL del sistema.

El evento culminante (falla de la CPI) se puede dar por una falla o una combinación de fallas de los elementos básicos que conforman las funciones instrumentadas que forman el SIS. Tales combinaciones son llamados conjuntos de cortes mínimos (Minimal Cut Set o MOCUS).

Un conjunto de cortes mínimos es la combinación más pequeña de los componentes de falla, si todos ocurren, el evento superior ocurre; es decir es la intersección de los eventos primarios. Los cuales son suficientes para desencadenar el evento principal no deseado.

"Si una de las fallas en el conjunto de cortes no ocurre, entonces el evento superior no ocurrirá".

Es importante mencionar que la confiabilidad de un componente en un sistema depende de dos factores:

- o La localización del componente en el sistema
- o La confiabilidad del componente

El paso 4.- Consiste en comparar el resultado obtenido del árbol de fallas de la CPI, con una relación entre la probabilidad obtenida del cálculo del árbol de fallas con el nivel del SIL para el modo de operación demanda baja o (en demanda) como se muestra en la Tabla 745. Para el valor de SIL este se fija de forma corporativa basándose en cualquiera de los criterios de riesgo (individual, social, corporativo), es entendible que para cada área de proceso sea refinación, petroquímico, extracción, etc., no se tiene el mismo nivel de riesgo. Es por esto que se debe ajustar el valor de FRT (**Frecuencia de Riesgo Tolerable u Objetivo**). Por lo tanto, el SIL estará en función de:

$$SIL\ Objetivo = \frac{FRT}{FEI}$$

Dónde:

FRT = Frecuencia de Riesgo Tolerable u Objetivo.

FEI = Frecuencia del Evento Iniciador.

Por lo tanto la frecuencia de riesgo tolerable FRT es a la cual se puede esperar que un individuo reciba un nivel sostenido de daño, derivado de la existencia de peligros determinados.

El paso 5.- Proponer las opciones necesarias para llegar al Nivel del SIL de acuerdo con el grado de riesgo, ya sea modificando tiempos de pruebas funcionales, mantenimientos, adicionando nuevos elementos o modificando su configuración.

El paso 6.- Realizar las recomendaciones del estudio para la interconexión CIH que se está analizando.

Tabla 5.37. Guías de Riesgo Tolerable.

RIESGO INDIVIDUAL PARA FATALIDADES	FRECUENCIA POR AÑO	
	TRABAJADORES	TERCEROS
Intolerable	>10 ⁻³	> 10 ⁻⁴
Tolerable	10 ⁻³ a 10 ⁻⁵	< 10 ⁻⁴
Ampliamente aceptable	< 10 ⁻³	

PASO 1.- La interconexión a CIH, cuenta con Capas de Protección Independientes de Seguridad.

PASO 2. Consistió en la revisión de Planos de Instrumentación y tuberías que se muestra en la Tabla 41.

Tabla 5.38. Diagramas de Tuberías e Instrumentación consultados.

NO. DTI	PROCESO	FECHA DE ELABORACIÓN	REVISIÓN
FSCI 7.3.4	DIS-006-CIH-INTERCONEXION	7-09-2018	1
FSCI 7.3.4	DIS-006-CIH-usuarios	9-08-2018	0

Asimismo, se consultó la información perteneciente a la filosofía de operación de los sistemas de interconexión con CENAGAS y con el usuario CIH

A continuación, se muestra un listado de las funciones de seguridad identificados.

Tabla 5.39 Funciones de Seguridad encontradas en la Interconexión CIH

SISTEMA DE DETECCION	UBICACION		
	PROTECCIÓN POR SOBREPRESIÓN EN EMR	TIPO DE CAPA DE PROTECCION	PERIODO DE MANTENIMIENTO
SCADAPACK-350	Estacion de Medición y Regulación CIH	Activa	1 año
Válvula de Cierre Automático SHV-01	Estacion de Medición y Regulación CIH	Activa	1 año
PSV-01	Estacion de Medición y Regulación CIH	Activa	3 años

En el Anexo "15" se muestran los diagramas de las Capas de Protección Independientes del Sistema de interconexión CIH

Tabla 5.40. Capas de Protección Independientes

CPI	DESCRIPCIÓN
CP1-1	Alta presión en Estación de Medición y Regulación

Para la CPI listada, se desarrolló un Árbol de Fallas y se calculó la PFDavg utilizando las siguientes ecuaciones según los datos obtenidos de cada elemento que conforman la CPI:

$$PFD \text{ avg} = \lambda^{DU} \times \frac{TI}{2}$$

$$\lambda = \frac{1}{MTTF^D}$$

PFD avg = Probabilidad de Falla Bajo Demanda Promedio

λ^{DU} = Tasa de Falla Peligrosa No Detectada
 MTTFD = Tiempo Promedio de Falla Detectada

Las ecuaciones están clasificadas en función de la arquitectura instalada en cada CPI y deben ser revisadas para cada elemento de la CPI, para más detalles sobre las ecuaciones anteriores y las técnicas de evaluación del SIL vía árboles de falla y vía ecuaciones simplificadas consultar ISA- TR84.00.02-2002 Parte 2 y 3. A continuación se muestran las Probabilidades de Falla en Demanda Promedio (PFD avg) en forma genérica utilizadas para los elementos con que cuentan las CPI's, en la Tabla 5.41 se muestran las PFD avg genéricas y sus fuentes bibliográficas.

Tabla 5.41. Probabilidades de Falla en Demanda Promedio utilizadas

DESCRIPCIÓN	PFD avg ANUAL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
VÁLVULA (FALLA MECÁNICA)	5.20E-04	GUIDELINES FOR PROCESS EQUIPMENT	FALLA CRÍTICA
VÁLVULA (FALLA ACTUADOR)	5.20E-04	GUIDELINES FOR PROCESS EQUIPMENT	OPERACIÓN INCORRECTA
INTERRUPTOR DE PRESIÓN	2.51E-02	OREDA 2002	DEGRADADO
MÓDULO DE COMUNICACIÓN DEL SCADAPACK 350	2.50E-05	GUIDELINES FOR PROCESS EQUIPMENT	VALOR DE CONTROLADOR GENERICO AL NO ENCONTRARSE DATOS DE FABRICANTE
VÁLVULA DE PRESIÓN DE SEGURIDAD	2.12 E-04	CCPS & HSE UK database	FALLA EN APERTURA

PASO 3. Se elaboraron los Árboles de falla, obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla 5.42. se muestran los árboles generados, los reportes de cortes mínimos, de las importancias y el resultado del cálculo de PFD para cada CPI.

Tabla 5.42 Resultados del Cálculo del SIL para cada CPI

CPI	DESCRIPCIÓN	PFD PROM	FRR	SIL CALCULADO
CPI-1	ALTA PRESIÓN EN ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN	5.15E-02	19.43	SIL 1

La tasa de falla de los instrumentos y equipos utilizada en este análisis es tomada de diferentes fuentes bibliográficas. Esta base de datos es resultado de la compilación de datos de fallas recopilada de varias fuentes públicas y privadas (confidenciales), y representa un promedio de la industria y FMEDA de los fabricantes. La tasa de falla de cada instrumento es utilizada en el árbol de fallas correspondiente para la CPI analizada.

CONCLUSIONES DE SIL.

Para la CPI relacionada a un Nivel de Integridad de Seguridad SIL, deberán de emplearse buenas prácticas de ingeniería para minimizar la posibilidad de degradación a Nivel SIL 0, una falla de estas CPI provocará que no se mitiguen las consecuencias para las que fueron diseñadas.

SIL 1 significa deberá de tener los siguientes atributos de diseño:

- a. El sistema deberá emplear dispositivos de campo simples (entradas sencillas, en votación 1oo1), a menos que existan requerimientos especiales para evitar paros indeseados (en falso), que requieren el uso de esquemas de votación más complicados.
- b. El sistema deberá ser probado según la frecuencia que determine el equipo de diseño como la más adecuada, típicamente igual a la frecuencia de paro de la planta para labores de mantenimiento mayor
- c. Para todas aquellas funciones de seguridad designadas con valor de SIL 1 se deberá realizar una prueba funcional completa de todo el lazo de mitigación (sensores, procesadores de lógica y elemento final) a intervalos de lo programado en el Plan de mantenimiento.

ANÁLISIS CUANTITATIVO PARA DETERMINAR LAS CAPAS ADICIONALES EN LOS ESCENARIOS DE ALTO RIESGO

Con base a los estándares Internacionales ANSI/ISA-84.00.01-2004, IEC 61511-3-2003, IEC 61508-5- 1998, así como una amplia revisión de la información existente referente al Nivel de Integridad de Seguridad (SIL), personal especialista de Análisis de, propone la siguiente Metodología para determinar el SIL.

El Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS) puede tener dentro de su lógica de actuación una o más funciones de seguridad y estas deberán cumplir con un Nivel de Integridad de Seguridad (SIL). El Procesador Lógico del SIS deberá tener la capacidad de cumplir con el requerimiento del SIL más alto de todas las funciones de seguridad que lo componen.

Antes de pasar a determinar que SIL debería cumplir cada CPI, se debe determinar si es necesario por la operación y por la infraestructura actual de la instalación, instalar o no una Función de Seguridad y por ende un SIS.

Esto se logra mediante un análisis semi-cuantitativo de las capas de protección existentes de los riesgos detectados del análisis de Riesgos (Hazop) para alcanzar un riesgo en un rango tolerable.

Los pasos a seguir en la metodología son los siguientes:

- Paso 1.-Partiendo del estudio de riesgo de la instalación, se deberán seleccionar los riesgos de mayor grado Categorías A y B o, en caso de no existir A y/o B, el grupo técnico podrá proponer los escenarios que considere relevantes para aplicar la metodología.
 - Paso 2.-Identificar de los riesgos seleccionados sus eventos iniciadores, consecuencias, así como sus protecciones y las capas de protección existentes en la planta.
-
-

- Paso 3.-Aplicar la Metodología de Capas de Protección (LOPA) para determinar si con las capas existentes (NO SIS) se alcanza a disminuir el riesgo de la instalación.

La operatividad de la hoja LOPSIL, requiere de identificar el evento no deseado (Consecuencia de tipo Catastrófico o de Mayor Grado), la causa inicial que desencadeno el evento no deseado y las protecciones (Capas NO-SIS) con las que actualmente cuenta la instalación.

Es indispensable contar con la información del Análisis de Riesgo, por tanto, se utilizó el HazOp actualizado con que cuenta la instalación. Así mismo los DTI's son otros elementos de gran ayuda para detectar las Capas de Protección que tienen los Equipos o Sub-sistemas.

Para la obtención de la frecuencia del evento inicial se tomó como referencia lo indicado en la IEC- 61511-3:2003 Pág 48; ver Tabla 52.

Los datos de Frecuencias y Probabilidad de Falla en Demanda (PFD), se obtuvieron mediante fuentes bibliográficas como son la "Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Análisis (CCPS, 1989a)" y la "Segunda Edición (CCPS, 2000a)", "Guidelines for Process Equipment Reliability Data (CCPS, 1989b)", y otras publicaciones de dominio público como son IEEE (1984), EuReData(1989), OREDA(1989, 1992,1997 y 2002, así como los manuales de seguridad del fabricante de diferentes instrumentos.

De esta forma se pueden utilizar los resultados del análisis de Riesgos de la instalación y proponer una frecuencia objetivo corporativo comúnmente utilizado en la industria del petróleo y gas.

Tabla 5.43 Probabilidad del evento inicial

Baja	Una falla o serie de fallas con una probabilidad muy baja de ocurrencia esperada dentro del tiempo de vida de la planta.	$f < 10^{-4}$ /año
Media	Una falla o serie de fallas con una baja probabilidad de ocurrencia esperada dentro del tiempo de vida de la planta. EJEMPLOS: <ul style="list-style-type: none"> • Fallas en instrumentos duales o válvulas • Combinación de fallas de instrumentos y errores de operadores • Fallas sencillas de pequeñas líneas de proceso y accesorios. 	$10^{-4} < f < 10^{-2}$, / año

Alta	Una falla que se espera que ocurra dentro del tiempo de vida de la planta. EJEMPLOS: <ul style="list-style-type: none"> • Fugas en el proceso • Fallas en instrumentos sencillos o válvulas • Errores humanos que pueden resultar en liberaciones de materiales 	$10^{-2} < f, /\text{año}$
------	---	----------------------------

FUENTE: IEC-61511-3:2003 Pág 48

Es importante señalar que en la fuente citada de la tabla anterior se menciona que la experiencia del personal a cargo de la instalación es muy importante para la determinación de la frecuencia de un evento inicial. Por lo tanto, la determinación de las causas o eventos iniciales son identificadas durante el análisis de riesgos HAZOP y son identificadas como "posibles causas" y se transfieren a LOPA bajo el nombre de evento inicial, por consiguiente, para complementar aún más la tabla de arriba hay tres formas típicas de obtener la frecuencia del evento inicial:

- Métodos Cuantitativos (FTA, FMEA)
- Bases de Datos
- Juicio o experiencia de los Expertos (se obtiene del Hazop actualizado de la instalación).

Paso 4.- Se efectúa una comparación de la frecuencia calculada (hoja LOPSIL) contra la frecuencia de riesgo tolerable.

Paso 5.- Si la frecuencia calculada es mayor que la frecuencia de riesgo tolerable se analizará si existe la factibilidad de proponer capas No SIS adicionales de protección.

Paso 6.- Se realizará una descripción de capas de protección No-SIS sugeridas para alcanzar la frecuencia de riesgo Tolerable.

Paso 7.- Si con las capas adicionales de protección no se alcanza el nivel de riesgo requerido respecto al riesgo objetivo de la instalación, entonces se propondrá la adición de una Función de Seguridad, y por ende un SIS.

Paso 8.- Se generan conclusiones a partir de los resultados obtenidos y la justificación de la adición de instrumentación, disminución de tiempo de mantenimiento o adición de capas de protección NO SIS.

5.4.2. Análisis de Capas de Protección (LOPA, por sus siglas en inglés) del Proyecto y/o Instalación

El Análisis de Capas de Protección (LOPA) es una herramienta semi-cuantitativa para análisis y evaluación de Riesgos y sirve para determinar si se requiere una CPI mediante la evaluación de las capas de protección, activas y pasivas con que cuenta cada CPI seleccionada.

Así mismo, LOPA puede determinar si el riesgo es tolerable en un proceso y si una CPI es requerida para determinar el SIL respectivo.

A continuación se describen algunas definiciones que son importantes para efectuar el análisis (LOPA).

- Evento Inicial. Es el comienzo de la cadena de eventos no deseados. Una causa raíz es definida como "un sistema subyacente - la razón (más básica) relacionada por qué ocurrió un accidente" (Guidelines for Investigating Chemical Process Incidents; CCPS, 1992).

Los eventos iniciales como se muestra en la figura 5.08 están agrupados en tres tipos generales:

- ✓ Eventos externos.
- ✓ Eventos de falla mecánica.
- ✓ Fallas humanas (también llamada acciones inapropiadas).

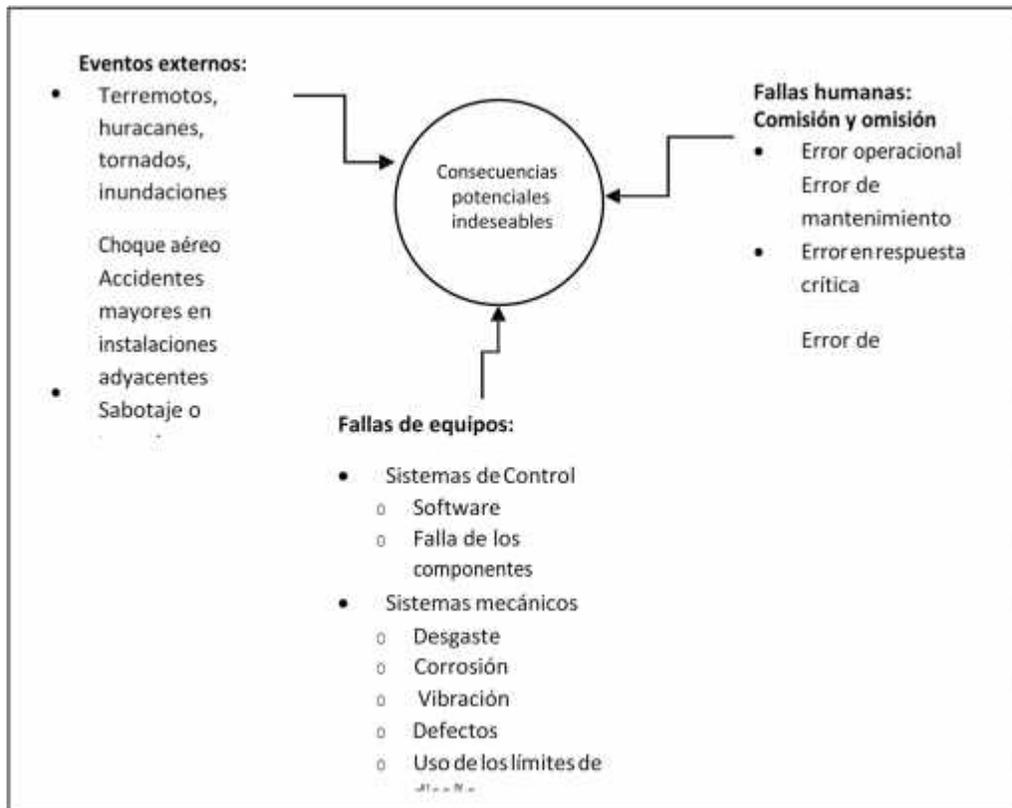


Figura 5.08. Tipos de eventos iniciales.

Fuente: CCPS.AIChE . 2001." Layer of Protection Analysis Simplified process Assessment".

- Capas de Protección Independiente (CPI). Son dispositivos, sistemas o acciones que son capaces de prevenir un escenario indeseable procedente de un evento o acción inicial de otras capas de protección asociadas.

La distinción entre Capa de Protección Independiente y una Salvaguarda es importante, ya que una salvaguarda es un dispositivo, sistema o acción que muy probable interrumpe la cadena de eventos generados por el evento inicial.

Sin embargo, la efectividad de algunas salvaguardas no puede ser cuantificable debido a la carencia de datos, a la incertidumbre en cuanto a la independencia, eficacia y otros factores.

La eficacia de una Capa de Protección Independiente es cuantificada en términos de probabilidad de falla bajo demanda (PFD), la cual es definida como la probabilidad que un sistema falle (en este caso la Capa de Protección Independiente) en el desarrollo de una función específica en demanda. La PFD es un número de dimensión pequeña entre 0 y 1.

Para que un dispositivo, sistema o acción sea considerado como Capa de Protección Independiente deberá cumplir con las siguientes características:

Efectividad: En prevenir la consecuencia cuando funciona como se diseñó.

Independiente: Del evento inicial y los componentes de alguna otra Capa de Protección requeridos por el mismo escenario.

Auditable: La eficacia en términos de prevención de consecuencias y de la PFD asimismo deberá ser capaz de ser validada de cierta manera.

A continuación, se listan algunos ejemplos de salvaguardas que normalmente NO SON CONSIDERADOS como Capas de Protección Independiente:

- Capacitación y certificación
- Procedimientos
- Pruebas e inspecciones de rutina
- Mantenimiento
- Comunicaciones
- Señales

Las Capas de Protección Independientes son clasificadas como:

PASIVAS: Una Capa de Protección Independiente que no requiere tomar una acción para alcanzar su función en la reducción del riesgo. Por ejemplo, un dique, sistemas de drenaje, diseño inherente de seguridad.

ACTIVAS: Requiere de un movimiento de un estado a otro en respuesta a un cambio en una propiedad de medición del proceso (ejemplo Temperatura o Presión) o la señal desde otra fuente (como un botón de accionamiento o un interruptor). Una Capa de Protección Independiente activa generalmente está compuesta de:

- Un sensor de algún tipo (instrumental y mecánico)
- Una decisión- proceso de ejecución (lógico, re-transmisor, y dispositivo mecánico)
- Una acción (automática o mecánica).
- **HUMANAS:** Involucra la dependencia en operadores u otro personal para tomar acciones para prevenir una consecuencia indeseada, en respuesta a una alarma o después de un chequeo rutinario del sistema.

PASO 1. Consiste en la selección de los riesgos categorizados como catastróficos o mayores identificado en el desarrollo del HazOp realizado.

Para la interconexión de CIH se localizaron 3 escenarios significativos con categoría de riesgo B.

En la Tabla 5.44 se muestran el evento iniciador y consecuencias de los riesgos seleccionados de categoría B encontrados.

Tabla 5.44. Riesgos Detectados en el Estudio de Riesgos

NO	NODO	DESVIACIÓN	GRADO DE RIESGO	EVENTO INICIAL	CONSECUENCIA ESPERADA
1	Nodo 1	Baja presión	B	Falla en el sistema de regulación	1. Posible riesgo de incendio y explosión
2	Nodo 2	Baja presión	B	Falla en el sistema de regulación	1. Posible riesgo de incendio y explosión
3	Nodo 4	Alta presión	B	Rechazo de gas natural por el usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones
4	Nodo 5	Alta presión	B	Rechazo de gas natural por el usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones
5	Nodo 6	Alta presión	B	Rechazo de gas natural por el usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones
6	Nodo 7	Alta presión	B	Rechazo de gas natural por el usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones
7	Nodo 8	Alta presión	B	Rechazo de gas natural por el usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones
8	Nodo 9	Alta presión	B	Rechazo de gas natural por el usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones
9	Nodo 10	Alta presión	B	Rechazo de gas natural por el usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones

Para aplicar la metodología LOPA se seleccionaron los escenarios Categoría B donde se involucran Capas de Protección Independientes (CPI), por lo tanto, se aplicará el análisis LOPA a los escenarios arriba mostrados.

En la Tabla 5.45, se muestra el riesgo involucrado y las protecciones existentes en el equipo por la desviación operativa identificada en el HazOp de los escenarios categoría C.

Tabla 5.45 Riesgos involucrados y protecciones existentes

NO.	NODO	EQUIPO	RIESGOS INVOLUCRADOS	PROTECCIONES EXISTENTES
1	Nodo 1	Interconexión con gasoducto de CENAGAS Ducto 4" Ac	1. Posible riesgo de incendio y explosión por sobrepresión en línea de interconexión	1. Procedimientos Operativos, CENAGAS/CIH. 2. Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación
2	Nodo 2	Estación de Medición y Regulación de interconexión	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones con posibilidades de incendio y explosión	1. Sistema de regulación. 2. Válvula de seguridad instalada a la salida de la estación.
3	Nodo 4	Estación de Medición y Regulación usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	1. Válvula de seguridad PSV-1
4	Nodo 5	Estación de Medición y Regulación usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	1. Válvula de seguridad PSV-1
5	Nodo 6	Estación de Medición y Regulación usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	1. Válvula de seguridad PSV-1
6	Nodo 7	Estación de Medición y Regulación usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	1. Válvula de seguridad PSV-1
7	Nodo 8	Estación de Medición y Regulación usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	1. Válvula de seguridad PSV-1
8	Nodo 9	Estación de Medición y Regulación usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	1. Válvula de seguridad PSV-1
9	Nodo 10	Estación de Medición y Regulación usuario	1. Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	1. Válvula de seguridad PSV-1

PASO 2. Una vez identificados los riesgos de los escenarios categoría B, se identificaron las consecuencias y capas de protección existentes, para determinar si los riesgos y equipos involucrados requieren o no una Capa de Protección Independiente Instrumentada SIS.

Las protecciones generales identificadas para la instalación son:

- Procedimientos operativos
- Procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Procedimientos de paro por emergencia.
- Procedimientos de paro y arranque.
- Programa de inspección visual a tuberías y equipos.
- Programas de inspección preventivas de riesgo.

PASO 3. Mediante la aplicación de las Hojas LOPSIL se determinó la frecuencia no mitigada de los escenarios de riesgo identificados de la Tabla 5.46 En el Anexo se muestran las hojas de trabajo generadas.

PASO 4. Se realizó una comparación de los resultados de frecuencia obtenida de las hojas LOPSIL con la frecuencia objetivo de acuerdo con el grado de riesgo, en la Tabla 5.46 se muestran las frecuencias obtenidas y la frecuencia objetivo.

Tabla 5.46. Resultados de la aplicación del método LOPA para los riesgos identificados

NODO	EQUIPO	EVENTO INICIADOR	FRECUENCIA DE CONSECUENCIA	FRECUENCIA DE CONSECUENCIA MITIGADA	FRECUENCIA A OBJETIVO	REQUIERE CPI ADICIONAL	REQUIERE SIL
1	Interconexión con gasoducto de CENAGAS	Baja presión	1.00 E0	0.0	1.00E-03	SI	NO
2	Estación de Medición y Regulación de interconexión	Baja presión	1.00 E0	6.89E-13	1.00E-03	NO	NO
4	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
5	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
6	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO

NODO	EQUIPO	EVENTO INICIADOR	FRECUENCIA DE CONSECUENCIA	FRECUENCIA DE CONSECUENCIA MITIGADA	FRECUENCIA A OBJETIVO	REQUIERE CPI ADICIONAL	REQUIERE SIL
7	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
8	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
9	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
10	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO

CONCLUSIONES

El nodo 1 en la Interconexión con gasoducto de CENAGAS Ducto, no se tienen identificadas capas de protección instrumentadas, para el evento de alta presión, por lo que la aplicación LOPA recomienda un sistema de alivio de presión (PSV), en caso de presentarse el escenario descrito.

En los nodos 4,5,6,7,8,9, y 10 la frecuencia de la consecuencia mitigada de los escenarios de riesgo de categorías B es menor a la frecuencia objetivo de acuerdo con los resultados de la aplicación LOPA, no se requiere ningún tipo de capa de protección adicional.

CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Con base al estudio de Riesgo Hazop existente y a la metodología para la determinación del SIL, así como el análisis de la información disponible:

- La CPI analizadas en la metodología LOPA para los escenarios no arrojan la necesidad de llevar a cabo la implementación de una capa de mitigación de tipo instrumentada, en las estaciones de medición y regulación, sin embargo para la interconexión se recomienda instalar un sistema de alivio de presión.

Tabla 5.47. Tabla de recomendaciones LOPA

No.	Recomendación LOPA	Área Responsable del Regulado	Elemento del SASISOPA
-----	--------------------	-------------------------------	-----------------------

1	Instalar un sistema de alivio de presión	2. La evaluación de la integridad física y operativa de las instalaciones mediante procedimientos, instrumentos y metodologías reconocidos en el Sector Hidrocarburos; 8. El control de actividades y procesos	
---	--	---	--

- La instalación cuenta con un Sistema de control de sobrepresión en la Estación de Medición y regulación de la interconexión de CENAGAS-CIH y la Estación de Medición y Regulación del Usuario el cual alcanza un nivel de integridad SIL 1 cuya disponibilidad es del 100% según datos del manual de seguridad del fabricante.
- Se analizaron 1 Capa de Protección Independientes, obteniendo como resultados los mostrados arriba en la tabla 5.47, que nos permite observar que se alcanza un valor de SIL 1

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

Protección contra la corrosión.

Todo el ducto de acero, así como la tubería aérea tanto de la estación de medición y regulación del punto de interconexión como de las casetas de medición y regulación de los usuarios, se protegerán con un primario y acabado adecuados para el ambiente de la zona. Las casetas serán prefabricadas y pintadas en la planta del fabricante. Se instalarán ánodos de magnesio preempacados de 32 libras para proteger la tubería de acero que queda subterránea.

La protección que se instalará para evitar la corrosión de la tubería de acero y de las tuberías expuestas en el área de las casetas de medición y regulación será de dos tipos: mecánica y catódica.

- Protección mecánica: Para el control de corrosión externa, la tubería cuenta con un recubrimiento epóxico, cumpliendo con las especificaciones de la Asociación Nacional de Aplicadores de Recubrimientos de Tubería (National Associated of Pipe Coating Applicators, NAPCA) y será realizado en planta del fabricante; sólo se cubrirán en el sitio los accesorios y las soldaduras de campo. La protección que se instalará para evitar la corrosión de las tuberías expuestas en el área de la caseta de medición y regulación será mecánica.
- Protección catódica: La protección catódica es el procedimiento electroquímico para proteger las estructuras metálicas enterradas o sumergidas contra la corrosión exterior, el cual consiste en establecer una diferencia de potencial para que convierta a las estructuras metálicas en cátodo mediante el paso de corriente directa proveniente del sistema seleccionado. Existen dos tipos de sistemas de protección catódica, los cuales pueden emplearse en forma individual o combinada:
 - a) Ánodos galvánicos o de sacrificio
 - b) Corriente impresa.

Para el proyecto del gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo, se protegerá el ducto de acero desde la interconexión con el ducto de CENEGAS de 48", hasta las casetas de los usuarios utilizando ánodos de sacrificio de magnesio de alta potencia y 32 libras de peso, con una distancia entre cada uno de 180 metros aproximadamente; enterrados a un costado del ducto en la interconexión, a la salida de la caseta de interconexión y a la entrada de las casetas de los usuarios, de acuerdo con los cálculos a realizar conforme al "Pipe Line Rules of Thumb Handbook".

La fuente de corriente de este sistema utiliza la diferencia de potencial de oxidación entre el material del ánodo y la tubería. La protección de las tuberías se produce a consecuencia de la corriente que drena el ánodo durante su consumo. Toda la protección catódica se realizará de acuerdo a la norma NOM-003-ASEA-2016.

Se instalarán aproximadamente 6 estaciones de prueba de tipo autosoportado (una en la interconexión, otra a la salida de la caseta de interconexión y uno más a la entrada de cada caseta de los 2 usuarios), protegidos para servicio de intemperie e identificados adecuadamente, para lecturas periódicas de voltaje (potencial tubo/suelo), mediante cables eléctricos de medición, para verificar la eficiencia de la protección catódica, al inicio y al final del ducto o cuando el ducto se encuentre en sitios donde el riesgo de corrosión o daños es alto, como por ejemplo cruces de autopistas, vías férreas, etc.

Los cables eléctricos para medición serán fijados directamente sobre la tubería, empleando un proceso de soldadura por aluminotermia y recubriendo el punto de conexión con la tubería mediante material aislante eléctrico compatible con la protección mecánica y con el aislamiento del alambre. Las conexiones eléctricas de las estaciones de prueba o de

registro de potencial se colocarán sobre la estructura del poste de señalamiento. La medición de corriente en sistemas de ánodos galvánicos, se realizará utilizando un amperímetro de alta ganancia. Todas las soldaduras a la tubería de acero se realizan por aluminotermia. La protección que se instalará para evitar la corrosión de las tuberías expuestas en el área de las casetas de medición y regulación será mecánica.

Todas las soldaduras de protección catódica, deben realizarse con el método Cadwell. En el caso de uniones de cables, estas se hacen trenzando los cables y sellando la unión con soldadura 60/40. Se recomienda el uso de selladores termofundentes para las uniones. Debe verificarse la instalación de las juntas aislantes tipo Micarta a la entrada y salida de la estación de interconexión

Por último, se instalarán juntas aislantes tipo Micarta en las bridas a la entrada y salida de las casetas de medición de los usuarios, y antes de la válvula roja a la salida de las mismas, para aislar eléctricamente la tubería de la protección catódica que aplique cada usuario a su red interna.

ACCESORIOS Y ADITAMENTOS

Accesorios y aditamentos.- Los tubos, válvulas, bridas y conexiones soldables serán de especificación conocida, y cumplirán con los estándares y especificaciones de composición, fabricación y calidad aplicables.

Todas las válvulas utilizadas en el sistema de tubería serán fabricadas cumpliendo con los estándares o normas aprobadas dentro de la NOM-003-ASEA-2016.

Las válvulas estarán dimensionadas al libraje requerido por ANSI para la presión de diseño del sistema. Las válvulas bridadas deberán ser fijadas con espárragos ASTM A-193 GR87 Clase 2A, y material de empaque de Flexitalic o Garlock de 1/406.4 mm (16") de espesor.

Reguladores de presión.- Los reguladores deberán fabricarse de acuerdo con las especificaciones contenidas dentro de la NOM-003-ASEA-2016 para reguladores en condiciones de servicio similares.

Los reguladores de presión deberán mantener la presión esperada a la salida de ellos. La caída de presión máxima a través de un regulador de presión no excederá las recomendaciones del fabricante.

El regulador de presión deberá diseñarse para contener y soportar la presión máxima en un sistema o segmento de sistema. El asiento o diafragma del regulador se hará de material adecuado (también hay sellos metal-metal) diseñado para soportar las condiciones de operación, la abrasión de gas, las impurezas presentes en el mismo y la deformación propias que sufre cuando es presionado por el gas.

Medidor de flujo.- Se contará con un medidor de flujo 7M1480 en la caseta del punto de interconexión. La medición se realiza con la ayuda de un rotor, cuyas revoluciones son proporcionales al caudal que pasa a través del medidor, mediante el cual se infiere el volumen consumido.

Protección por sobre presión (válvula de alivio).- Se instalará un dispositivo para evitar la sobre presión en todos los sistemas, segmentos e instalaciones donde la falla del equipo pueda causar sobre presión. En las casetas de los usuarios se contará con este tipo de dispositivo.

Las válvulas de protección por sobre presión (válvulas de alivio) han sido dimensionadas al 100% de la capacidad del sistema.

Los tipos adecuados de dispositivos de protección para prevenir sobrepresión en dichas instalaciones incluyen:

- Válvulas de desfogue accionadas por resorte que cumplan las disposiciones de API 520
- Reguladores pilotados, diseñados para regular la presión en configuración "Working Monitor"

La máxima presión de operación permisible (MPOP, presión máxima a la cual un ducto puede ser operado de acuerdo con lo establecido en la NOM-003-ASEA-2016) para establecer la presión de relevo, debe ser igual a la MPOP del equipo y/o componente más débil, de los conectados dentro del sistema o segmento del sistema.

Deberá asegurarse en posición abierta cualquier válvula de bloqueo que se encuentre aislando una válvula de alivio que ha sido diseñada para proteger el sistema.

Válvula Slam Shut.- Como medida de seguridad en caso de una caída o subida de presión anormal en el sistema, se instalará una válvula Slam Shut, que es un dispositivo que cuenta con un sensor de presión que dispara automáticamente el cierre de la válvula en el caso de una brusca caída o subida de presión, condición que puede indicar una fuga o ruptura en el gasoducto o en el caso contrario, una sobre presión. Protege al sistema por alta y baja presión hacia un 10% por debajo de la presión de entrega o puede ajustarse conforme a la experiencia en la operación lo determine. Si detecta esta condición, la válvula es activada y se cierra, bloqueando el flujo.

Válvulas de seccionamiento.- Dada la longitud del gasoducto Consumidora Industrial Hidalgo (4 997 m) y que la trayectoria está considerada dentro de una localización de Clase 3, no se requieren válvulas de seccionamiento para este proyecto. De acuerdo con la norma NOM-003-ASEA-2016 , punto 6.6.3. Válvulas de seccionamiento. 6.6.3.1. En los Sistemas de distribución se deben instalar Válvulas de seccionamiento, las cuales deben estar espaciadas de tal manera que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia. Las válvulas se deben localizar en lugares de fácil acceso que permitan su mantenimiento y operación. 6.6.3.2. Se deben instalar Válvulas de seccionamiento antes y después de los casos: a) Cruces de ríos, canales y arroyos, yb) Cruces de vías férreas, carreteras y autopistas, el sistema de transporte contará con válvulas de corte en la tubería que funcionan como válvulas de seccionamiento, estratégicamente localizadas al principio (punto de interconexión) y al final del ducto, así como en cada una de las derivaciones que pudieran tener dentro del predio cada uno de los usuarios.

Aterrizajes.- Todos los equipos de las casetas de medición, tanto en el punto de interconexión como de los usuarios, estarán debidamente aterrizados para evitar descargas por electricidad estática. Deben cumplir, al menos, con los valores indicados por la NOM-001-SEDE-2005. Las tomas de potencial deben quedar pintadas en color naranja eléctrico, para mejorar su visualización.

Sistema SCADA.- Como parte del sistema de medición que contribuye a la seguridad del proyecto, se tiene considerado que la estación de medición y regulación del punto de interconexión, incluyendo el equipo conexo, será monitoreada por un sistema automático de supervisión, control y adquisición de datos (Supervisory, Control and Data Acquisition - SCADA), que permite monitorear las condiciones de operación básicas (presión, flujo y temperatura) en forma remota.

Un SCADA es un sistema basado en equipos de monitoreo (sensores, computadores, etc.) que permite supervisar y, en su caso, controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. El proyecto contará con un sistema de monitoreo y control SCADA, que permitirá visualizar cualquier cambio significativo en las condiciones de operación normal de la estación y en un momento determinado, poder emitir una alarma a un centro de control central, dependiendo de la tecnología que se emplee en su diseño y construcción.

En el caso de la estación de medición y regulación del gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo, se tendrá un sistema SCADA tipo satelital, el cual permitirá monitorear las condiciones operativas en tiempo real, y en caso de que ocurra una condición anormal, se emitirán alarmas en la central del transportista. Esto permitirá que el operador

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

de la central, emita las alarmas correspondientes a los operadores y se puedan tener tiempos de respuesta más cortos ante cualquier imprevisto.

Un sistema SCADA recolecta datos de los transmisores de proceso (presión, temperatura y flujo) y los recolecta en un computador electrónico de flujo (CEF), el cual realiza una serie de cálculos con base en los estándares de la American Gas Association (AGA) y totaliza el volumen corregido, acumulándolo en su base de datos.

Esta información es enviada en tiempo real, si el sistema lo permite, al centro de operaciones del transportista, el cual puede verificar los parámetros del proceso o puede ser almacenada en la memoria del equipo y ser consultada localmente por un operador.

Los datos son convertidos a un protocolo de comunicaciones adecuado y enviados por un modem conectado a una antena satelital y en el otro extremo existe otra terminal similar que los recibe, desempaqueta y muestra en las pantallas del operador. El enlace satelital lo suministra una empresa dedicada a esa función.

Sistema de medición electrónica.- El sistema de medición electrónica para el proyecto del gasoducto Consumidora Industrial de Hidalgo, se propone alrededor de un Computador de Flujo GE SCADAPACK 350, con protocolo de comunicación MODBUS PEMEX, que cumple con los aspectos siguientes:

- El computador de flujo Fisher GE ScadaPack 350, aprobado y utilizado por PGPB para su instalación en transferencia de custodia.
- El computador cumple con el estándar API 21.1.
- El equipo puede calcular la cantidad de flujo con base en los métodos AGA 3, AGA 7, NX-19 y AGA 8, entre otros.

Tabla 6.01. Recomendaciones derivadas del Análisis HazOp

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
1.1.1,	Elaborar e implementar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	1	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	1.1 1.2	Mayor aportación de Gas Natural con posible riesgo de incendio y explosión.	Dirección y personal de operación	C
1.2.1,	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH	1	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales	1.2	Fuga de gas , falla de suministro de Gas.		D

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.				
1.2.2	Cumplir con los programas de inspección preventiva	1, 2, 3 y 4	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	1.2	Fuga de gas en el ducto de interconexión, posible riesgo de incendio y/ explosión	Dirección, Gerencia y personal operativo	C
1.2.4	Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	1 y 2	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad	1.2	Fuga de Gas por posible riesgo de Incendio y explosión.	Gerencia operativa, personal operativo	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8: Control de documentos y registros. Requisito 9: Mejores prácticas y estándares. Requisito 10: Control de actividades y Procesos. Requisito 11: Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas				
1.2.5.	Implementar y cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica	1	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8: Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10: Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	1.2	Corrosión posible riesgo de incendio y explosión.	Gerencia operativa, personal operativo	C
1.2.6	Implementar y cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	1	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales	1.2	Cierre de Válvula 4", falla de suministro e Gas natural	Gerencia operativa, personal operativo	D

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas				
1.2.7	Implementar y cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	1	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	1.2	Fuga por afectación de terceras partes, posible riesgo de incendio y explosión	Gerencia operativa, personal operativo	B
2.1.1	Aplicar procedimientos Operativos de	2	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales	2.1	Mayor aportación de Gas Natural,	Gerencia operativa, personal operativo	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
	control entre CENAGAS/CIH		Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.		posible fuga en accesorios		
2.1.2	Elaborar e implementar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	2	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	2.1	Mayor aportación de Gas Natural, posible fuga en accesorios	Gerencia operativa, personal operativo	C
2.1.3	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo	2	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros.	2.1	Falla en sistema de regulación, posible fuga en accesorios	Gerencia operativa, personal operativo	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas				
2.1.4	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo	2	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	2.1	Falla en válvula de seguridad, posible fuga en accesorios	Gerencia operativa, personal operativo	C
2.2.1	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	2	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros.	2.2	Menor aportación Gas, perdida de producción	Gerencia operativa, personal operativo	D

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.				
2..4.1	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	2	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	2.4	Taponamiento de filtro, pérdida de producción	Gerencia operativa, personal operativo	D
2.4.2	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo	2	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	2.4	Entrega de GN fuera de especificaciones taponamiento de By Pass de filtro coalescente	Gerencia operativa, personal operativo	D
3.1.1.	Aplicar procedimientos	3	Requisito 1. Política	3.1	Sobrepresión de	Gerencia operativa,	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
	Operativos de control entre CENAGAS/CIH		Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.		línea con posibilidad de fuga, incendio y explosión por mayor aportación de GN desde la caseta de interconexión	personal operativo	
3.1.2	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	3	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	3.1	Sobrepresionamiento de línea con posibilidad de fuga, incendio y explosión por bloqueo o restricción corriente abajo	Gerencia operativa, personal operativo	C
3.2.1	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	3	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares.	3.2	Perdida de producción (falta de GN) por menor aportación desde la caseta de interconex.	Gerencia operativa, personal operativo	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 10. Control de actividades y Procesos.				
3.2.2	Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional	3	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	3.2	Posible riesgo de incendio y explosión por fuga en cruce de carretera	Gerencia, supervisión, construcción y personal operativo y construcción	
3.2.3	Cumplir con el programa de inspección de protección catódica	3	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	3.2	Fuga de GN con posibilidad de incendio y explosión por corrosión en la línea regular	Gerencia y supervisión y personal operativo y de mantenimiento	C
3.2.4	Implementar y cumplir con el programa de	3	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo	3.2	Posible riesgo de incendio y explosión	Gerencia, supervisión y personal operativo	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
	vigilancia de franja de afectación		Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas		por fuga por afectación de tercera partes		
4.1.1. 5.1.1. 6.1.1. 7.1.1. 8.1.1. 9.1.1. 10.1.1	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	4 5 6 7 8 9 10	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	4.1 5.1 6.1 7.1 8.1 9.1 10.1	Incremento de presión en línea de entrada a ERM por incremento de presión en línea de entrada a ERM	Gerencia, supervisión y personal operativo	C
4.1.2 5.1.2 6.1.2 7.1.2 8.1.2 9.1.2 10.1.2	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	4 5 6 7 8 9 10	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento.	4.1 5.1 6.1 7.1 8.1 9.1 10.1	Incremento de presión en filtro coalescente con posible fuga de gas por mayor aportación de GN a	Gerencia, supervisión y personal operativo	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.		línea de distribución		
4.1.3 5.1.3 6.1.3 7.1.3 8.1.3 9.1.3 10.1.3	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	4 5 6 7 8 9 10	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	4.1 5.1 6.1 7.1 8.1 9.1 10.1	Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas por mayor aportación de GN a línea de distribución	Gerencia, supervisión y personal operativo	C
4.1.4 5.1.4 6.1.4 7.1.4 8.1.4 9.1.4 10.1.4	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	4 5 6 7 8 9 10	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	4.1 5.1 6.1 7.1 8.1 9.1 10.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones por mayor aportación de GN	Gerencia, supervisión y personal operativo	C
4.1.5 5.1.5 6.1.5 7.1.5 8.1.5 9.1.5	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	4 5 6 7 8 9	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad	4.1 5.1 6.1 7.1 8.1 9.1	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones	Gerencia, supervisión y personal operativo	B

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
10.1.5		10	Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8: Control de documentos y registros. Requisito 9: Mejores prácticas y estándares. Requisito 10: Control de actividades y Procesos.	10.1	spor rechazo de GN de Usuario		
4.2.1 5.2.1 6.2.1 7.2.1 8.2.1 9.2.1 10.2.1	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	4 5 6 7 8 9 10	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8: Control de documentos y registros. Requisito 9: Mejores prácticas y estándares. Requisito 10: Control de actividades y Procesos.	4.2 5.2 6.2 7.2 8.2 9.2 10.2	Perdida de producción por menor aportación de GN desde la línea de distribución	Gerencia, supervisión y personal operativo	C
11.1.1.	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	11	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8: Control de documentos y registros. Requisito 9: Mejores prácticas y estándares. Requisito 10: Control de actividades y Procesos.	11.1	Sobrepresionamiento de línea con posibilidad de fuga, incendio y explosión por mayor aportación de GN desde la caseta de interconexión	Gerencia operativa, personal operativo	C
11.1.2	Aplicar procedimientos Operativos de	11	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales	11.1	Sobrepresionamiento de línea con	Gerencia operativa,	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
	control entre CENAGAS/CIH		Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.		posibilidad de fuga, incendio y explosión por bloqueo o restricción corriente abajo	personal operativo	
11.2.1	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	11	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	11.2	Perdida de producción (falta de GN) por menor aportación desde la caseta de interconex.	Gerencia operativa, personal operativo	C
11.2.2	Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional	11	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros.	11.2	Posible riesgo de incendio y explosión por fuga en cruce de carretera	Gerencia, supervisión, construcción y personal operativo y construcción	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas				
11.2.3	Cumplir con el programa de inspección de protección catódica	11	Requisito 1. Política Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	11.2	Fuga de GN con posibilidad de incendio y explosión por corrosión en la línea regular	Gerencia y supervisión y personal operativo y de mantenimiento	C
11.2.4	Implementar y cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	11	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y	11.2	Posible riesgo de incendio y explosión por fuga por afectación de tercera partes	Gerencia, supervisión y personal operativo	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas				

Tabla 6.02 Recomendaciones de análisis What if?

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
6	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias. Aplicar los procedimientos de atención a emergencia.	6	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	6	Se presenta una inundación en la zona del trazo del ducto	Personal operativo	C
7	Realizar la vigilancia del DDV de acuerdo al Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	7	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	7	Durante la operación del ducto, se instalan asentamientos o humanos irregulares sobre el D.D.V	Gerencia operativa Personal operativo y personal de respuesta emergencias	B
8	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación,	8	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales	8	Ocurre un accidente en la carretera Tizayuca-	Gerencia operativa Personal operativo y	C

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
	Mantenimiento y Atención a Emergencias. Aplicar los procedimientos de atención a emergencia.		Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas		Temascalapa..	personal de respuesta emergencias	
10	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	10	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	10	Se presenta corrosión por contacto con el suelo	Gerencia operativa Personal operativo y personal de respuesta emergencias	
11	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	11	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos.	11	Las instalaciones superficiales sufren sabotaje (interconexión, EMR de interconexión y EMR usuario	Gerencia operativa Personal operativo y personal de respuesta emergencias	B

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas				
12	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	12	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	12	El ducto se encuentra sometido a tránsito constante de vehículos, camiones pesados, etc.	Gerencia operativa Personal operativo y personal de respuesta emergencias	
13	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	13	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas	13	Corrosión de instalaciones superficiales por exposición al medio ambiente.	Gerencia operativa Personal operativo y personal de respuesta emergencias	
14	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	14	Requisito 1. Política Requisito 2: Identificación de peligros y análisis de riesgo Requisito 3. Requisitos legales Requisito 5. Funciones, responsabilidades y autoridad	14	Se presenta un golpe de ariete.	Gerencia operativa Personal operativo y personal de respuesta	

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

NO.	RECOMENDACIÓN	IDENTIFICACIÓN DEL NODO	ELEMENTO DE SASISOPA	ESCENARIO DE RIESGO		RESPONSABLE	NIVEL DE RIESGO
				NO.	DESCRIPCIÓN		
			Requisito 6: Competencia, capacitación y entrenamiento. Requisito 7: comunicación, participación y consulta. Requisito 8. Control de documentos y registros. Requisito 9. Mejores prácticas y estándares. Requisito 10. Control de actividades y Procesos. Requisito 11. Integridad mecánica y Aseguramiento de la calidad Requisito 12: Contratistas			emergencias	

Programa calendarizado para la implementación de las recomendaciones

A continuación, se presenta la tabla del calendario de implementación de recomendaciones HazOp

Tabla 6.03 Calendario de implementación

NO.	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
1.1.1,	Mayor aportación de Gas Natural con posible riesgo de Incendio y explosión.	C	Elaborar e implementar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Dirección y de personal operación	Permanente
1.2.1,	Fuga de gas , falla de suministro de Gas.	D	Aplicar procedimiento Operativo de control CENEGAS/CIH	Dirección y de personal operación	Permanente
1.2.2	Fuga de gas en el ducto de interconexión , posible riesgo de incendio y/ explosión	C	Cumplir con los programas de inspección preventiva	Dirección, Gerencia y personal operativo	Permanente
1.2.4	Fuga de Gas por posible riesgo de Incendio y explosión.	C	Cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
1.2.5.	Corrosión posible riesgo de incendio y explosión.	C	Implementar y cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
1.2.6	Cierre de Válvula 4", falla de suministro e Gas natural	D	Implementar y cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente

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

NO.	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
1.2.7	Fuga por afectación de terceras partes, posible riesgo de incendio y explosión	B	Implementar y cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
2.1.1	Mayor aportación de Gas Natural, posible fuga en accesorios	C	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
2.1.2	Mayor aportación de Gas Natural, posible fuga en accesorios	C	Elaborar e implementar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
2.1.3	Falla en sistema de regulación, posible fuga en accesorios	C	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
2.1.4	Falla en válvula de seguridad, posible fuga en accesorios	C	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
2.2.1	Menor aportación Gas, perdida de producción	D	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
2.4.1	Taponamiento de filtro, perdida de producción	D	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
2.4.2	Entrega de GN fuera de especificaciones taponamiento de By Pass de filtro coascente	D	Cumplir con los programas de inspección y mantenimiento preventivo	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
3.1.1.	Sobrepresionamiento de línea con posibilidad de fuga, incendio y explosión por mayor aportación de GN desde la caseta de interconexión	C	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
3.1.2	Sobrepresionamiento de línea con posibilidad de fuga, incendio y explosión por bloqueo o restricción corriente abajo	C	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
3.2.1	Perdida de producción (falta de GN) por menor aportación desde la caseta de interconex.	C	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente

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

NO.	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
3.2.2	Posible riesgo de incendio y explosión por fuga en cruce de carretera	C	Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional	Gerencia, supervisión, construcción y personal operativo y construcción	Durante la construcción
3.2.3	Fuga de GN con posibilidades de incendio y explosión por corrosión en la línea regular	C	Cumplir con el programa de inspección de protección catódica	Gerencia y supervisión y personal operativo y de mantenimiento	Permanente
3.2.4	Posible riesgo de incendio y explosión por fuga por afectación de tercera partes	C	Implementar y cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	Gerencia, supervisión y personal operativo	Permanente
4.1.1. 5.1.1. 6.1.1. 7.1.1. 8.1.1. 9.1.1. 10.1.1	Incremento de presión en línea de entrada a ERM por incremento de presión en línea de entrada a ERM	C	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia, supervisión y personal operativo	Permanente
4.1.2 5.1.2 6.1.2 7.1.2 8.1.2 9.1.2 10.1.2	Incremento de presión en filtro coalescente con posible fuga de gas por mayor aportación de GN a línea de distribución	C	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia, supervisión y personal operativo	Permanente
4.1.3 5.1.3 6.1.3 7.1.3 8.1.3 9.1.3 10.1.3	Incremento de presión hacia línea de medición y regulación con posible fuga de gas por mayor aportación de GN a línea de distribución	C	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia, supervisión y personal operativo	Permanente
4.1.4 5.1.4 6.1.4 7.1.4 8.1.4 9.1.4 10.1.4	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones por mayor aportación de GN	C	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia, supervisión y personal operativo	Permanente
4.1.5 5.1.5 6.1.5 7.1.5	Posible fuga en accesorios, instrumentos o conexiones por rechazo de GN de Usuario	B	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia, supervisión y personal operativo	Permanente

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

NO.	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
8.1.5 9.1.5 10.1.5					
4.2.1 5.2.1 6.2.1 7.2.1 8.2.1 9.2.1 10.2.1	Perdida de producción por menor aportación de GN desde la línea de distribución	C	Cumplir con procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia, supervisión y personal operativo	Permanente
11.1.1.	Sobrepresionamiento de línea con posibilidad de fuga, incendio y explosión por mayor aportación de GN desde la caseta de interconexión	C	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
11.1.2	Sobrepresionamiento de línea con posibilidad de fuga, incendio y explosión por bloqueo o restricción corriente abajo	C	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
11.2.1	Perdida de producción (falta de GN) por menor aportación desde la caseta de interconex.	C	Aplicar procedimientos Operativos de control entre CENAGAS/CIH	Gerencia operativa, personal operativo	Permanente
11.2.2	Posible riesgo de incendio y explosión por fuga en cruce de carretera	C	Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional	Gerencia, supervisión, construcción y personal operativo y construcción	Durante la construcción
11.2.3	Fuga de GN con posibilidades de incendio y explosión por corrosión en la línea regular	C	Cumplir con el programa de inspección de protección catódica	Gerencia y supervisión y personal operativo y de mantenimiento	Permanente
11.2.4	Posible riesgo de incendio y explosión por fuga por afectación de tercera partes	C	Implementar y cumplir con el programa de vigilancia de franja de afectación	Gerencia, supervisión y personal operativo	Permanente

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

Tabla 6.04 Calendario de recomendaciones de Análisis What if?

NO.	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
6	Se presenta una inundación en la zona del trazo del ducto	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias. Aplicar los procedimientos de atención a emergencia.	Dirección personal y de operación	Permanente
7	Durante la operación del ducto, se instalan asentamiento humanos irregulares sobre la franja de afectación	B	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias. Aplicar los procedimientos de atención a emergencia.	Gerencia operativa Personal operativo personal y de respuesta emergencias	Permanente
8	Ocurre un accidente en la carretera Tizayuca-Temascalapa.	C	Cumplir con los programas de inspección preventiva	Gerencia operativa Personal operativo personal y de respuesta emergencias	Permanente
10	Se presenta corrosión por contacto con el suelo	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	Gerencia operativa Personal operativo personal y de respuesta emergencias	Permanente
11	Las instalaciones superficiales sufren sabotaje (interconexión, EMR de interconexión y EMR usuario)	B	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	Gerencia operativa Personal operativo personal y de respuesta emergencias	Permanente
12	El ducto se encuentra sometido a tránsito constante de vehículos, camiones pesados, etc.	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	Gerencia operativa Personal operativo personal y de respuesta emergencias	Permanente
13	Corrosión de instalaciones superficiales por exposición al medio ambiente.	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	Gerencia operativa Personal operativo personal y de respuesta emergencias	Permanente

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

NO.	DESCRIPCIÓN	NIVEL DE RIESGO	RECOMENDACIÓN	RESPONSABLE	FECHA O PERIODO PARA SU IMPLEMENTACIÓN
				respuesta emergencias	
14	Se presenta un golpe de ariete.	C	Aplicar el Manual de Procedimientos de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias.	Gerencia operativa Personal operativo personal y de respuesta emergencias	Permanente

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Recomendaciones

Las recomendaciones derivadas del estudio de evaluación de los escenarios de riesgo (HAZOP y What) son las siguientes:

Recomendaciones 1.1.1., 1.2.1., 1.2.2., 1.2.3., 2.1.1., 2.1.2., 2.1.3., 2.1.4., 2.2.1., 2.4.1., 2.4.2., 2.4.3., 3.1.1., 3.1.2., 3.2.1., 4.1.1., 4.1.2., 4.1.3., 4.1.4., 4.1.5.
--

- 1) Elaborar e implementar procedimientos Operativos de control entre CENEGAS/Consumidora Industrial de Hidalgo
- 2) Elaborar e implementar Procedimiento Operativo
- 3) Elaborar e implementar Procedimiento Operativo entre Usuario/ Consumidora Industrial de Hidalgo

Cumplir con el Capítulo 8 de la NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, Transporte de gas natural:

Operación, mantenimiento y seguridad

- 4) Se debe contar con un manual actualizado de operación y mantenimiento del Sistema de distribución en el que se describan los procedimientos e instrucciones detallados para las personas que realicen actividades de operación y mantenimiento para cada elemento del Sistema de distribución, que integre las medidas de seguridad para proteger la integridad de las personas, el medio ambiente y las instalaciones, y ser ejecutados durante el inicio de operaciones, operación normal, operación anormal, paro programado y mantenimiento.
- 5) El manual se debe mantener actualizado y debe contener los diagramas de tubería e instrumentación, planos constructivos, diagramas unifilares, planos de clasificación de áreas eléctricas de conformidad con la NOM-001-SEDE-2012 o aquella que la modifique o sustituya, manuales del fabricante, la filosofía de operación y los procedimientos correspondientes.
- 6) Se debe contar con planos actualizados del Sistema de distribución, en donde se indiquen la ubicación y trazado de tuberías incluyendo Ramales, Estaciones de regulación y medición, Estaciones de regulación, estaciones de odorización, Válvulas de seccionamiento, equipo de protección catódica, entre otros.
- 7) Para el caso de las Estaciones de regulación y medición, Estaciones de regulación y estaciones de odorización se debe incluir la dirección completa (calle, colonia, Municipio y Estado) y en ausencia de éstas sus coordenadas geográficas, además de indicar:
 - a) Material de las tuberías;
 - b) Diámetro de tuberías;
 - c) Identificación de las instalaciones (ERM, ER, Válvulas de seccionamiento y corte, puntos de inyección de odorante, protección catódica);
 - d) Cuadro de datos actualizado, y
 - e) Puntos de monitoreo de odorizante.

Programa de mantenimiento e inspección.

El Regulado debe:

- 8) Elaborar y ejecutar un programa de mantenimiento e inspección, que tenga como objetivo, determinar, estructurar y aplicar las normas y procedimientos internos de carácter preventivo y correctivo, para preservar la integridad física del Sistema de distribución.

-
-
- 9) Establecer procedimientos de seguridad con acciones de salvaguarda, aplicables al sistema, que comprenda controles de acceso a áreas de riesgo, políticas para el trabajo en líneas vacías y vivas, tácticas para la supresión y reparación de fugas, así como lineamientos generales para la prevención de accidentes.
 - 10) Contar con equipo de seguridad y equipo de protección personal con base en una estimación del tipo de riesgo y vulnerabilidad del sistema.
 - 11) Contar con un programa anual de capacitación de carácter teórico-práctico, dirigido al personal responsable de la operación y seguridad del sistema.

Recomendaciones 1.2.4., 1.2.6., 1.2.7., 3.2.4.

Con base A la Norma Oficial Mexicana NOM -003-ASEA-2016

- 12) Elaborar y ejecutar un programa de mantenimiento e inspección, que tenga como objetivo, determinar, estructurar y aplicar las normas y procedimientos internos de carácter preventivo y correctivo, para preservar la integridad física del Sistema de distribución.

Detección de fugas.

Recomendaciones 1.2.5., 3.2.3.

Con base en el Apéndice Normativo Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas de la NORMA Oficial NOM 003 ASEA 2016

- 13) Implementar y cumplir con los programas de inspección preventiva de protección catódica.
- 14) Aplicar recubrimientos anticorrosivos y sistemas de protección catódica, con la finalidad de tener las tuberías de acero enterradas o sumergidas en buenas condiciones de operación y seguras.
- 15) Las tuberías nuevas enterradas y/o sumergidas deben ser recubiertas externamente y protegidas catódicamente, salvo que se demuestre mediante un estudio técnico realizado por el área técnica responsable del control de la corrosión externa, que los materiales son resistentes al ataque corrosivo del medio ambiente en el cual son instalados.
- 16) Establecer, instrumentar y cumplir con los programas de inspección y mantenimiento periódico de los elementos que conforman los sistemas de protección catódica.

Recomendación 3.2.2.

Con base en el Capítulo 6 de la NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016

- 17) Realizar una supervisión de manera estricta durante los trabajos de construcción del cruce direccional y carreteros
- 18) El ducto de transporte de gas natural se debe construir de acuerdo con las especificaciones o estándares que sean congruentes con la NOM-003-ASEA-2016 Cada tramo de tubería y sus componentes se deben inspeccionar visualmente en el sitio de la instalación (franja de desarrollo del sistema antes derecho de vía de ducto) por personal calificado para asegurar que cualquier daño identificado sea corregido y no afecte la operación y seguridad del sistema.

Considerando los resultados de simulaciones:

-
-
- 19) Establecer procedimientos de comunicación con las empresas que se encuentran dentro de los radios de afectación (zonas de riesgo y zonas de amortiguamiento), para notificar emergencias.
 - 20) Establecer procedimientos de comunicación y de atención a emergencias para las zonas donde existen casas habitación y locales comerciales dentro de las zonas de riesgo, principalmente con el Fraccionamiento El Manantial.
 - 21) Establecer mecanismos para que los habitantes puedan notificar a Consumidora Industrial de Hidalgo y a los cuerpos de atención a emergencias, posibles emergencias o situaciones que puedan desencadenarlas.

Conclusiones

Con base en los resultados de las simulaciones y de las características del proyecto, se tienen las siguientes conclusiones:

Del análisis de riesgo realizado a Consumidora Industrial de Hidalgo, S. de R.L. de C.V, se determinó lo siguiente:

- a) Que el diseño de las instalaciones cumple con las normas oficiales mexicanas y estándares establecidos para instalaciones de transporte de gas natural.
- b) Que los sistemas de instrumentación y control son acordes a las características del gasoducto y a lo establecido en la norma.
- c) Que se cuenta con los manuales y procedimientos de operación y mantenimiento necesarios.
- d) Que se tienen procedimientos de atención a emergencias aplicables a la instalación y a nivel nacional.
- e) Que de acuerdo al resultado de las simulaciones realizadas, considerando el alcance de los radios de afectación, se tendrían daños en algunas casas habitación localizadas a un costado de la carretera, así como afectaciones a algunas industrias, para lo cual se deberán considerar procedimientos específicos para la prevención y atención de emergencias.
- f) Que no existen efectos negativos sobre el sistema ambiental.

Por lo anterior se concluye que, siempre y cuando se cumplan con las especificaciones descritas en el proyecto, así como con las recomendaciones, el Proyecto Consumidora Industrial Hidalgo, es factible en materia de Riesgo Ambiental.

CONCLUSIONES DE SIL.

Para la Capa de Protección Independiente (CPI) relacionada a un Nivel de Integridad de Seguridad SIL, deberán de emplearse buenas prácticas de ingeniería para minimizar la posibilidad de degradación a Nivel SIL 0, una falla de estas CPI provocará que no se mitiguen las consecuencias para las que fueron diseñadas.

SIL 1 significa deberá de tener los siguientes atributos de diseño:

-
-
1. El sistema deberá emplear dispositivos de campo simples (entradas sencillas, en votación 1oo1), a menos que existan requerimientos especiales para evitar paros indeseados (en falso), que requieren el uso de esquemas de votación más complicados.
 2. El sistema deberá ser probado según la frecuencia que determine el equipo de diseño como la más adecuada, típicamente igual a la frecuencia de paro de la planta para labores de mantenimiento mayor
 3. Para todas aquellas funciones de seguridad designadas con valor de SIL 1 se deberá realizar una prueba funcional completa de todo el lazo de mitigación (sensores, procesadores de lógica y elemento final) a intervalos de lo programado en el Plan de mantenimiento.

CONCLUSIONES LOPA

1. El nodo 1 en la Interconexión con gasoducto de CENAGAS Ducto , no se tienen identificadas capas de protección instrumentadas, para el evento de alta presión, por lo que la aplicación LOPA recomienda un sistema de alivio de presión (PSV), en caso de presentarse el escenario descrito.
2. Los nodos 2,4 , 5 , 6 ,7, 8 , 9 y 10 la frecuencia de la consecuencia mitigada de los escenarios de riesgo de categorías B es menor a la frecuencia objetivo de acuerdo con los resultados de la aplicación LOPA, no se requiere ningún tipo de capa de protección adicional.

CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Con base al estudio de Riesgo Hazop existente y a la metodología para la determinación del SIL, así como el análisis de la información disponible:

- a. La CPI analizadas en la metodología LOPA para los escenarios no arrojan la necesidad de llevar a cabo la implementación de una capa de mitigación de tipo instrumentada, en las estaciones de medición y regulación, sin embargo para la interconexión se recomienda instalar un sistema de alivio de presión.
- b. La instalación cuenta con un Sistema de control de sobrepresión en la Estación de Medición y regulación de la interconexión de CENAGAS-CIH y la Estación de Medición y Regulación de los Usuarios el cual alcanza un nivel de integridad SIL 1 cuya disponibilidad es del 100% según datos del manual de seguridad del fabricante.
- c. Se analizaron 1 Capa de Protección Independientes que nos permite observar que se alcanza un valor de SIL 1.

En todos los eventos, lo que más contribuye a la generación de las fallas, son aquellos que dependen de la intervención humana, por lo que, se hace necesario reforzar los mecanismos de Disciplina Operativa (Disponibilidad, Calidad, Comunicación y Cumplimiento) en los procedimientos de operación, inspección, supervisión de los trabajos de mantenimiento, así como, el seguimiento de los programas de mantenimiento.

8. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto denominado "Consumidora Industrial Hidalgo " consiste en un sistema de transporte de gas natural a través de un ducto de acero al carbón tipo API 5L X 42 de 4" (10.16 cm) de diámetro nominal y 4997 m. de longitud, con una capacidad máxima de 2.312 MMPCD (65 469.7 m³/d), para abastecer de combustible a las siguientes empresas de la zona:

- Avícola San Andrés, S.A de C.V. (AVIGRUPO), dedicada a la producción de alimentos del sector pecuario.
- Sociedad Cooperativa Trabajadores de Pascual, S.C.L. (BOING), dedicada a la producción de bebidas gaseosas y no gaseosas.

Se tiene proyectado conectar a un número mayor de usuarios, los cuales se mencionan a continuación:

- Evelia Paula García Acevedo, en lo sucesivo Textiles, cuya actividad principal es la coloración de textiles, por lo que requiere de gas natural para su caldera y calentadores.
- Alurgia, S. de R.L. de C.V., en lo sucesivo Alurgia, cuya actividad principal es la industria básica de metales no ferrosos, por lo que requiere de gas natural para sus hornos.
- HPP Systems de México, S.A. de C.V., en lo sucesivo HPP, cuya actividad principal es la carrocería, partes y accesorios para vehículos automotores, por lo que requiere de gas natural para sus quemadores.
- Nutrimentos Minerales de Hidalgo, S.A. de C.V., en lo sucesivo Nutrimentos, cuya actividad principal es la manufacturación de minerales, por lo que requiere de gas natural para sus hornos.
- Laminadora de Ángulos y perfiles, S.A. de C.V., en lo sucesivo Laminadora, cuya actividad principal es el laminado de ángulos y perfiles de aluminios, por lo que requiere de gas natural para sus hornos.

Análisis de riesgo

Para el análisis se aplicaron las siguientes técnicas de identificación de riesgos:

- Análisis HazOp
- Análisis Whhat if...?

De la aplicación de las metodologías la identificación de riesgo, se observa que el mayor riesgo encontrado corresponde a un Nivel de Riesgo B (Riesgo Indeseable) y corresponde a daños ocasionados por terceros en cualquier parte del ducto.

Para realizar las simulaciones se consideran los siguientes eventos:

- Caso 1): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión con el gasoducto CENEGAS. de 48" D.N. causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).
- Caso 2): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión causado por terceros (vandalismo, sabotaje o accidente, golpe de maquinaria).

- Caso 3): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuarioS debido a daños por terceros (ejemplo: golpe por maquinaria, herramientas o equipos por asentamientos humanos irregulares u obras no supervisadas).
- Caso 4): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo (golpe de maquinaria).
- Caso 5): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing (golpe de maquinaria).
- Caso 6): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles (golpe de maquinaria).
- Caso 7): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia (golpe de maquinaria).
- Caso 8): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos g (golpe de maquinaria).
- Caso 9): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora (golpe de maquinaria).
- Caso 10): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP (golpe de maquinaria).
- Caso 11): Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en un punto de la línea regular salida Estación de Medición y Regulación de interconexión hasta llegada a Estación de Medición y Regulación usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP

Para la determinación de los radios potenciales de afectación, se empleó el Software SCRI-Modelos, que es un conjunto de herramientas para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y/o inflamables y daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones.

Los resultados obtenidos para cada uno de los casos son:

Tabla 8.01 Resultados de simulaciones Proyecto Consumidora Industrial Hidalgo

NODO	DESCRIPCIÓN DEL NODO	No	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO	RADIACIÓN TÉRMICA RADIACIÓN TÉRMICA POR CHORRO DE FUEGO (JETFIRE)		SOBREPRESIÓN NUBES EXPLOSIVAS	
				ZONA DE RIESGO 5.0 kW/m ²	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²	ZONA DE RIESGO 1.0 PSI	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO 0.5 PSI
				m	m	m	m
1	Interconexión	a)	En la interconexión con el gasoducto de 48" D.N. de CENEGAS, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N. por tercero.	97.53	180.12	111.95	190.29
		b)	En la interconexión con el gasoducto de 48" D.N. de CENEGAS, se origina una ruptura equivalente al 20% del ducto de 4" D.N.	20.84	38.47	38.25	64.84
2	EMR de la interconexión	a)	En la EMR de la interconexión se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N..	76.82	142.24	95.04	161.55

NODO	DESCRIPCIÓN DEL NODO	No	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO	RADIACIÓN TÉRMICA RADIACIÓN TÉRMICA POR CHORRO DE FUEGO (JETFIRE)		SOBREPRESIÓN NUBES EXPLOSIVAS	
				ZONA DE RIESGO 5.0 kW/M2	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/M2	ZONA DE RIESGO 1.0 PSI	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO 0.5 PSI
				m	m	m	m
		b)	En la EMR de la interconexión de origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto de 4" D.N.	16.24	30.04	32.16	54.67
3	Línea regular de salida de la EMR de la interconexión hasta llegada a EMR usuario	a)	En la línea regular se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N.	49.38	92.32	70.51	119.86
		b)	En la línea regular se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto de 4" D.N.	10.58	19.73	24.05	40.89
4	Estación de Medición y Regulación de Avigrupo	a)	En la EMR de Avigrupo se origina la ruptura total del ducto.	6.66	14.90	20.56	34.94
		b)	En la EMR de Avigrupo se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.	1.31	3.01	6.95	11.82
5	Estación de Medición y Regulación de Boing	a)	En la EMR de Boing se origina la ruptura total del ducto.	9.00	18.54	23.60	40.11
		b)	En la EMR de Boing se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.	1.80	3.82	8.05	13.69
6	Estación de Medición y Regulación de Textiles	a)	En la EMR de Textiles se origina la ruptura total del ducto.	9.85	21.98	27.03	45.95
		b)	En la EMR de Textiles se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.	1.98	4.53	9,18	15.65
7	Estación de Medición y Regulación de Alurgia	a)	En la EMR de Alurgia se origina la ruptura total del ducto.	9.87	22.03	27.03	45.95
		b)	En la EMR de Alurgia se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.	2.01	4.60	9.25	15.72
8	Estación de Medición y Regulación de Nutrimientos	a)	En la EMR de Nutrimientos se origina la ruptura total del ducto.	6.74	15.04	20.67	35.14
		b)	En la EMR de Nutrimientos se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.	1.32	3.02	6.98	11.86
9	Estación de Medición y Regulación de Laminadora	a)	En la EMR de Laminadora se origina la ruptura total del ducto.	6.74	15.04	20.67	35.41
		b)	En la EMR de Laminadora se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.	1.32	3.02	6.98	11.86
10	Estación de Medición y Regulación de HPP	a)	En la EMR de HPP se origina la ruptura total del ducto.	9.85	21.98	27.03	45.95
		b)	En la EMR de HPP se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.	1.98	4.53	9,18	15,61
11	Continuación de Línea regular salida EMR de	a)	En la Continuación de Línea regular salida EMR de interconexión hasta llegada a EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y	49.38	92.32	70.51	119.86

NODO	DESCRIPCIÓN DEL NODO	No	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO	RADIACIÓN TÉRMICA RADIACIÓN TÉRMICA POR CHORRO DE FUEGO (JETFIRE)		SOBREPRESIÓN NUBES EXPLOSIVAS	
				ZONA DE RIESGO 5.0 kW/M ²	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/M ²	ZONA DE RIESGO 1.0 PSI	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO 0.5 PSI
				m	m	m	m
	interconexión hasta llegada a EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP		HPP, se origina la ruptura total del ducto de 4" D.N.				
		b)	En la Continuación de Línea regular salida EMR de interconexión hasta llegada a EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimentos, Laminadora y HPP, se origina una ruptura equivalente al 20% del diámetro del ducto.	10.58	19.73	24.05	40.89

Interacciones de riesgo

El análisis de las posibles interacciones de riesgo se indica en la siguiente tabla:

Tabla 8.02. Interacciones de riesgo

Kilometraje	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo
Km 0 + 000 Interconexión a Km 0 + 287	N	100 m	Campos de cultivo	No se presentan interacciones de riesgo.
		174 m	Nave Industrial	Afectada por la onda de sobrepresión de 0.5 psi sin causar daños importantes, por lo cual no se consideran interacciones de riesgo.
		460 m	Carretera Presa del Rey	No se presentan interacciones de riesgo.
	S	0 a 1000 m	Campos de cultivo	No se presentan interacciones de riesgo.
	E	0 a 3000 m	Campos de cultivo	No se presentan interacciones de riesgo.
	O	300 m	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V. (Confección de costales y productos de textiles recubiertos y de materiales sucedáneos)	La empresa Coagulados Textiles se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento, es decir, resultaría afectada por la onda de sobrepresión de 0.5 psi, sin embargo se encuentra fuera de la zona de amortiguamiento.
	NO	250 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.
		450 m	Estación de Medición y Regulación de Gas Natural, Subdirección de Ductos, Gerencia de Mantenimiento, Sector Venta de Carpio.	No existen interacciones de riesgo ya que la estación no es alcanzada por la onda de sobrepresión.
		170 m	Nave industrial	La nave industrial sería alcanzada solo por la onda de sobrepresión de 0.5 psi, por lo cual se tendrían afectaciones menores, sin interacciones de riesgo.
Km 0 + 287	NO	100 m	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V.	La onda de sobrepresión de 1 psi afectaría solo parte de las bodegas de Coagulados y Textiles, por lo que no se consideran interacciones de riesgo.
Km 0 + 287 a Km 1 + 150	N	70 m	Coagulados Textiles S. de R.L. de C.V.	

Kilometraje	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo
			Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.
	S	250 m	Zona con algunas casas habitación, tienda de abarrotes y local con internet.	Las casas habitación no son alcanzadas por las ondas de sobrepresión.
	SO	50 m	Biopapel	Se encuentra dentro de la zona de riesgo por sobrepresión y dentro de la zona de riesgo por radiación. En caso de presentarse un evento, la empresa Biopapel resultaría afectada, pudiendo generarse un incendio en sus instalaciones.
Km 1 + 150 a Km 1 + 750	N	190 m (zona más alejada) 25 m (zona más alejada)	Fraccionamiento El Manantial	Las casas que se localizan más cercanas a la carretera resultarían afectadas por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios. Por las características de las instalaciones, no se consideran interacciones de riesgo.
	S	25 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.
Km 1 + 750 a Km 2 + 260	N, S	10 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.
Km 2 + 260 a Km 2 + 350	N	10 m	Casas habitación	Sin interacciones de riesgo.
Km 2 + 350 a Km 2 + 600	S	10 m	Casas habitación, locales comerciales (pollería, recaudería, tlalalería)	Las casas que se localizan más cercanas a la carretera resultarían afectadas por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios. Por las características de las instalaciones, no se consideran interacciones de riesgo.
	N	10 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.
Km 2 + 600	N	10 m	Hostería Finca Merchan	La finca sería afectada por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios.
Km 3 +300	S	10 m	Fábrica de Estructura	La Fábrica de Estructuras sería afectada por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios. Si la empresa maneja combustibles, podría generar un incendio mayor en sus instalaciones.
Km 3 + 560	S	10 m	Nave industrial	Afectaciones por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras e incendios.
Km 3 + 860	O	50 m	Casas habitación	Las casas resultarían afectadas por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi, ocasionando daños en las estructuras e incendios.

Kilometraje	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo
				Por las características de las instalaciones, no se consideran interacciones de riesgo
Km 3 + 900	E	5 m	Gasolinera	La gasolinera sería afectada por radiación superior a 5 kw/m ² (zona de riesgo) y ondas de sobrepresión mayores a 1 psi, ocasionando daños en las estructuras (derrumbes) e incendios. Los dispensarios podrían ser derribados por la explosión y afectados por la radiación, al igual que los vehículos que se encuentren en la gasolinera en el momento del evento. Debido a que los tanques de gasolina en la estación de servicio se encuentra enterrados, no resultarían afectados de forma inmediata.
Km 3 + 970	O	200 m	Locales comerciales (tiendas de abarrotes, locales de comida, farmacia, carpintería, papelerías, pequeños restaurantes, café internet, dulcería, tienda de materiales para construcción, herrería, vulcanizadora, tapicería, talleres mecánicos, herrajes, Oxxo,	Ni la radiación ni las ondas de sobrepresión alcanzarían los locales, ya que se encuentran a una distancia mayor a 120 m, en es el radio de la zona de amortiguamiento.
Km 4+ 250	N y S	10 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.
Km 4+ 400	E	10 m	Solutec (empresa de productos para la construcción)	Afectaciones por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras e incendios.
Km 4 + 640 Usuario Avigrupo	N	40 m	Cementos Tizayuca	Afectaciones por la radiación de 5 kw/m ² (zona de riesgo) y por la onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras e incendios.
Km 0 + 620 (Usuario Boing) (a partir del Km 4 + 004)	N y S	10 m	Campos de cultivo	Sin interacciones de riesgo.
	O	50 m	PLOT Parque Logística Tizayuca. Planta Pulcra Chemicals	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.
Usuarios EMR Textiles	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.
Usuarios EMR Alurgia	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.
Usuarios EMR Nutrimentos	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.

Kilometraje	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo
Usuarios EMR Laminadora	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.
Usuarios EMR HPP	Entorno	50 m	Zona industrial, vialidad e interior de la planta	Afectaciones por onda de sobrepresión de 1 psi (zona de riesgo), ocasionando daños en las estructuras.
Continuación de la línea regular de salida de la EMR de interconexión hasta llegada a EMR usuarios Alurgia, Textiles, Nutrimientos, Laminadora y HPP	Cruce	0 m	Sobre Calle Sur 4 en el punto donde cambia de dirección al este sobre Oriente 5 cruza con ducto de Igasamex.	Posible efecto dominó en caso de que alguno de los ductos presente un accidente. Las afectaciones serían a las industrias que se localizan en el entorno.
	Cruce	0	Sobre Carretera México – Pachuca en dirección sur, se tiene dos cruces con un canal de agua.	No se tienen interacciones de riesgo importantes ni riesgo de contaminación grave en caso de fuga, incendio o explosión, debido a que se trata de combustible gaseoso. En caso de incendio o explosión, las afectaciones serían a los vehículos que circularan al momento del accidente y a las industrias cercanas. La mayor parte del entorno en ese punto son terrenos sin construcciones y sin uso específico.
	Este	196 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Jardín de Niños Jean Piacet	Las instalaciones de la escuela, así como la población en su interior, no tendrían afectaciones a su integridad física. En caso de que se presente una explosión, la onda de sobrepresión en este punto sería menor a 0.5 psi.
	Oeste	15 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Estación de carburación Drako Movil	El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 15 m de la estación de carburación de gas L.P. A 15 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, la estación de carburación y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones.
	Oeste	36 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Gasera Gas de Tizayuca	El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 36 m de los tanques de almacenamiento de gas L.P. En caso de una explosión por ruptura total del ducto, los tanques recibirían una onda de sobrepresión de 2 psi aproximadamente, pudiendo ocasionar colapso parcial del muro de la gasera, pudiendo dañar el cuerpo de los tanques de gas L.P.
	Oeste	30 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Auto hotel de Tizayuca	El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 30 m de la zona de habitaciones del hotel. A 30 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, se tendría los efectos de una onda de

Kilometraje	Dirección	Distancia	Instalación	Interacciones de riesgo
				sobrepresión de 3 psi, lo que podría ocasionar la destrucción de muros de concreto.
	Este	196 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Escuela Primaria José María Morelos y Pavón	Las instalaciones de la escuela, así como la población en su interior, no tendrían afectaciones a su integridad física. En caso de que se presente una explosión, la onda de sobrepresión en este punto sería menor a 0.5 psi.
	Este	38 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Fraccionamiento Ex Hacienda de Guadalupe, Zumpango Edo. de Mex.	La primer calle del fraccionamiento sería afectada por la onda de sobrepresión de 2 psi aproximadamente, pudiendo ocasionar colapso parcial del muro del fraccionamiento, con daños leves a la población.
	Oeste	15 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Estación de servicio 8277	El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 15 m de la estación de servicios A 15 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, la estación de servicio y los vehículos que se encuentren en el área, serían afectados por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones
	Oeste	15 m de la Carretera 85 Pachuca-México	Motel Reyes Elite	El ducto se localiza sobre la carretera 85 Pachuca México, a una distancia de 15 m de la estación de servicios A 15 m, en caso de una explosión por ruptura total del ducto, el hotel sería afectado por una onda de sobrepresión de 10 psi, con posible destrucción total de las instalaciones
	Este y oeste	Carretera 85 Pachuca-México	Locales comerciales tales como: tiendas, restaurantes, farmacias, venta de autopartes, etc.	Los locales se localizan a ambos lados de la carretera, a una distancia de 15 m y 30 m del ducto. En caso de que se presente una explosión, los daños pueden ir desde la destrucción total de la instalación, hasta muros fracturados.

De las hipótesis analizadas se puede concluir que:

- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la interconexión tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.00000461, es decir, un 0.000461% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente el evento, la fuga se dará en 4 ocasiones.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de la interconexión tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0515, es decir, un 5.15% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 1,000 situaciones en que se presente el evento la fuga se dará en 5 ocasiones

- El evento de Fuga de gas en el ducto 4 h D.N. de interconexión por corrosión tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.00703, es decir, un 0.703% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 1000 situaciones en que se presente el evento la fuga se dará en 7 ocasiones.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Avigrupo tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Boing tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Textiles tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Alurgia tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Nutrimentos tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de Laminadora tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga con incendio y/o explosión de gas natural en la EMR de HPP tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.0000107, es decir, 0.00107% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 100,000 situaciones en que se presente la fuga se dará en 1 ocasión.
- El evento de Fuga de gas en el ducto D.N. tiene una tasa de falla ($fÉ$) de 0.00703, es decir, un 0.703% de probabilidad de ocurrencia, lo cual también se puede interpretar que de cada 1000 situaciones en que se presente el evento la fuga se dará en 7 ocasiones.

En todos los eventos, lo que más contribuye a la generación de las fallas, son aquellos que dependen de la intervención humana, por lo que, se hace necesario reforzar los mecanismos de Disciplina Operativa (Disponibilidad, Calidad, Comunicación y Cumplimiento) en los procedimientos de operación, inspección, supervisión de los trabajos de mantenimiento, así como, el seguimiento de los programas de mantenimiento.

Los resultados del SIL se presentan en la tabla

Resultados SIL

CPI	DESCRIPCIÓN	PFDROM	FRR	SILCALCULADO
CPI-1	ALTA PRESIÓN EN ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN	5.15E-02	19.43	SIL 1

Análisis LOPA

Se realizó una comparación de los resultados de frecuencia obtenida de las hojas LOPSIL con la frecuencia objetivo de acuerdo con el grado de riesgo, en la Tabla 5.46 se muestran las frecuencias obtenidas y la frecuencia objetivo.

Tabla 5.46. Resultados de la aplicación del método LOPA para los riesgos identificados.

NODO	EQUIPO	EVENTO INICIADOR	FRECUENCIA DE CONSECUENCIA	FRECUENCIA DE CONSECUENCIA MITIGADA	FRECUENCIA A OBJETIVO	REQUIERE CPI ADICIONAL	REQUIERE SIL
1	Interconexión con gasoducto de CENAGAS	Baja presión	1.00 E0	0.0	1.00E-03	SI	NO
2	Estación de Medición y Regulación de interconexión	Baja presión	1.00 E0	6.89E-13	1.00E-03	NO	NO
4	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
5	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
6	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
7	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
8	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO

NODO	EQUIPO	EVENTO INICIADOR	FRECUENCIA DE CONSECUENCIA	FRECUENCIA DE CONSECUENCIA MITIGADA	FRECUENCIA OBJETIVO	REQUIERE CPI ADICIONAL	REQUIERE SIL
9	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO
10	Estación de Medición y Regulación usuario	Alta presión	1.00 E0	5.30E-5	1.00E-03	NO	NO

El nodo 1 en la Interconexión con gasoducto de CENAGAS Ducto, no se tienen identificadas capas de protección instrumentadas, para el evento de alta presión, por lo que la aplicación LOPA recomienda un sistema de alivio de presión (PSV), en caso de presentarse el escenario descrito.

En los nodos 4,5,6,7,8,9, y 10 la frecuencia de la consecuencia mitigada de los escenarios de riesgo de categorías C es menor a la frecuencia objetivo de acuerdo con los resultados de la aplicación LOPA, no se requiere ningún tipo de capa de protección adicional.

Conclusiones

Con base en los resultados de las simulaciones y de las características del proyecto, se tienen las siguientes conclusiones:

Del análisis de riesgo realizado a Consumidora Industrial de Hidalgo, S. de R.L. de C.V, se determinó lo siguiente:

- g) Que el diseño de las instalaciones cumple con las normas oficiales mexicanas y estándares establecidos para instalaciones de transporte de gas natural.
- h) Que los sistemas de instrumentación y control son acordes a las características del gasoducto y a lo establecido en la norma.
- i) Que se cuenta con los manuales y procedimientos de operación y mantenimiento necesarios.
- j) Que se tienen procedimientos de atención a emergencias aplicables a la instalación y a nivel nacional.
- k) Que de acuerdo al resultado de las simulaciones realizadas, considerando el alcance de los radios de afectación, se tendrían daños en algunas casas habitación localizadas a un costado de la carretera, así como afectaciones a algunas industrias, para lo cual se deberán considerar procedimientos específicos para la prevención y atención de emergencias.
- l) Que no existen efectos negativos sobre el sistema ambiental.

Por lo anterior se concluye que, siempre y cuando se cumplan con las especificaciones descritas en el proyecto, así como con las recomendaciones, el Proyecto Consumidora Industrial Hidalgo, es factible en materia de Riesgo Ambiental.

CONCLUSIONES DE SIL.

Para la Capa de Protección Independiente (CPI) relacionada a un Nivel de Integridad de Seguridad SIL, deberán de emplearse buenas prácticas de ingeniería para minimizar la posibilidad de degradación a Nivel SIL 0, una falla de estas CPI provocará que no se mitiguen las consecuencias para las que fueron diseñadas.

SIL 1 significa deberá de tener los siguientes atributos de diseño:

4. El sistema deberá emplear dispositivos de campo simples (entradas sencillas, en votación 1001), a menos que existan requerimientos especiales para evitar paros indeseados (en falso), que requieren el uso de esquemas de votación más complicados.
5. El sistema deberá ser probado según la frecuencia que determine el equipo de diseño como la más adecuada, típicamente igual a la frecuencia de paro de la planta para labores de mantenimiento mayor
6. Para todas aquellas funciones de seguridad designadas con valor de SIL 1 se deberá realizar una prueba funcional completa de todo el lazo de mitigación (sensores, procesadores de lógica y elemento final) a intervalos de lo programado en el Plan de mantenimiento.

CONCLUSIONES LOPA

3. El nodo 1 en la Interconexión con gasoducto de CENAGAS Ducto, no se tienen identificadas capas de protección instrumentadas, para el evento de alta presión, por lo que la aplicación LOPA recomienda un sistema de alivio de presión (PSV), en caso de presentarse el escenario descrito.
4. Los nodos 2,4 , 5 , 6 ,7, 8 , 9 y 10 la frecuencia de la consecuencia mitigada de los escenarios de riesgo de categorías B es menor a la frecuencia objetivo de acuerdo con los resultados de la aplicación LOPA, no se requiere ningún tipo de capa de protección adicional.

CONCLUSIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Con base al estudio de Riesgo Hazop existente y a la metodología para la determinación del SIL, así como el análisis de la información disponible:

- d. La CPI analizadas en la metodología LOPA para los escenarios no arrojan la necesidad de llevar a cabo la implementación de una capa de mitigación de tipo instrumentada, en las estaciones de medición y regulación, sin embargo para la interconexión se recomienda instalar un sistema de alivio de presión.
- e. La instalación cuenta con un Sistema de control de sobrepresión en la Estación de Medición y regulación de la interconexión de CENAGAS-CIH y la Estación de Medición y Regulación de los Usuarios el cual

alcanza un nivel de integridad SIL 1 cuya disponibilidad es del 100% según datos del manual de seguridad del fabricante.

- f. Se analizaron 1 Capa de Protección Independientes que nos permite observar que se alcanza un valor de SIL 1.

En todos los eventos, lo que más contribuye a la generación de las fallas, son aquellos que dependen de la intervención humana, por lo que, se hace necesario reforzar los mecanismos de Disciplina Operativa (Disponibilidad, Calidad, Comunicación y Cumplimiento) en los procedimientos de operación, inspección, supervisión de los trabajos de mantenimiento, así como, el seguimiento de los programas de mantenimiento.

El concentrado de los radios de afectación se podrá consultar en el Anexo 1. Informe técnico

9. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGO

9. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGO (ANEXOS)

9.1. Planos

Los planos que se presentan como parte del el Anexo 2 son

- Plano topográfico (Anexo 2.1)
- Planos mecánicos (Anexo 2.2)
 - Plano mecánico medición interconexión
 - Plano Mecánico regulación Interconexión
 - Plano mecánico Usuario

9.2. Fotografías

Anexo Fotográfico (Anexo 3)

9.3 Hojas de Datos de Seguridad

Hojas de datos de seguridad del Gas Natural (Anexo 4)

9.4 Otros Anexos

a. Documentos Legales

Clave única de registro del regulado (Anexo 5.1)

b. Cartografía consultada (Anexo 6)

- a. Clima
- b. Geología
- c. Relieve
- d. Suelos dominantes
- e. Uso de suelo

c. Información Utilizada para la elaboración de ARSH

- a. Memoria Técnica Descriptiva (Anexo 7.1)
- b. Listado de Información Ambiental CIH (Anexo 7.2)
- c. Diagrama de instrumentación y Tubería (Anexo 7.3)

d. Análisis de posibles riesgos de la contaminación de contaminación hacia el suelo y los recursos hídricos (Anexo 8)

e. Hojas de Trabajo de análisis preliminar de peligros

Hojas de trabajo Análisis preliminar de peligros (Anexo 9)

f. Hojas de Trabajo del análisis de riesgo de Procesos (Incluye jerarquización de escenarios) (Anexo 10)

g. Catálogo de Escenarios de riesgo (Anexo 11)

h. Resultado del análisis Detallado de Frecuencias (Anexo 12)

i. Informe del Análisis detallado de Frecuencias (Anexo 13)

j. Hojas de trabajo de análisis detallado de consecuencias (Anexo 14)

- a. Listado de Escenarios a Simular (Anexo 14.1)
 - b. Memoria de Cálculo de inventarios y criterios empleados para la simulación (Anexo 14.2)
-
-

9. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE
SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGO

- c. Información ingresada al simulador (Anexo 14.3)
- d. Reportes del Simulador empleado (Anexo 14 .4)
- e. Tabla de resultados de radios de afectación obtenidos (anexo 14.5)
- f. Diagramas de Pétalos (Anexo 14.6)
- g. Resultado de Interacciones de Riesgo (Anexo 14.7)

- k. Reportes de Análisis de Capas de Protección (LOPA) (Anexo 15)
- l. Reporte del nivel de Integridad de Seguridad (SIL) (Anexo 15)
 - a. Anexos SIL (Anexo 15.1)
- m. Listado de recomendaciones (Anexo 16)
- n. Autorizaciones Oficiales con las que se cuenta (Anexo 17)