

CONTENIDO ¹

5.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
Descripción general del proyecto.....	3
Ubicación del proyecto	9
Criterios, normas, códigos.....	11
Descripción de accesos.....	14
Autorizaciones oficiales.....	15
Programas de Desarrollo Urbano Municipal, Estatal o Nacional	15
Fotografías.....	17
5.1.1.- Proyecto	22
5.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	27
5.3.- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO	31
A.- Aspectos Abióticos.....	31
B.- Aspectos Bióticos	38
C.- Susceptibilidad de la Zona	44
D.- Historial Epidémico y Endémico de Enfermedades Cíclicas	46
E.- Zonas Vulnerables de Población	46
F.- Componentes Ambientales	47
G.- Infraestructura Vial e Industrial.....	48
H.- Uso de Suelo	49
5.3.1.- Proyecto	50
5.4.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	55
5.4.1.- Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo	55
5.4.1.1.- Análisis Preliminar de Peligros	55
5.4.1.2.- Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares	62
5.4.1.3.- Identificación de peligros y de escenarios de riesgo	65
5.4.1.4.- Jerarquización de escenarios de riesgo	69
5.4.2. Análisis cuantitativo de riesgo.....	76
5.4.2.1. Análisis de frecuencias	76
5.4.2.2. Análisis de consecuencias	104
5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.....	108

¹ La numeración es en base a la Guía Para La Elaboración del Análisis de Riesgo Para el Sector Hidrocarburos (Julio 2020)

5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO	109
5.6.1. Análisis de Vulnerabilidad	109
5.6.2. Interacciones de Riesgo.....	125
5.7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO	150
5.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.....	151
5.8.1. Sistemas de Seguridad	151
5.8.2. Medidas Preventivas	153
5.8.3. Recomendaciones Tecnico-Operativas	156
5.9. CONCLUSIONES	162
5.10. RESUMEN EJECUTIVO.....	165
ÍNDICE DE TABLAS	171
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	173
ÍNDICE DE GRAFICOS	174
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	174
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS	174
ÍNDICE DE PLANOS	174
ANEXOS	176
1. Documentos Oficiales.....	176
2. Autorizaciones Oficiales	177
3. Planos del Proyecto y Otros	178

5.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

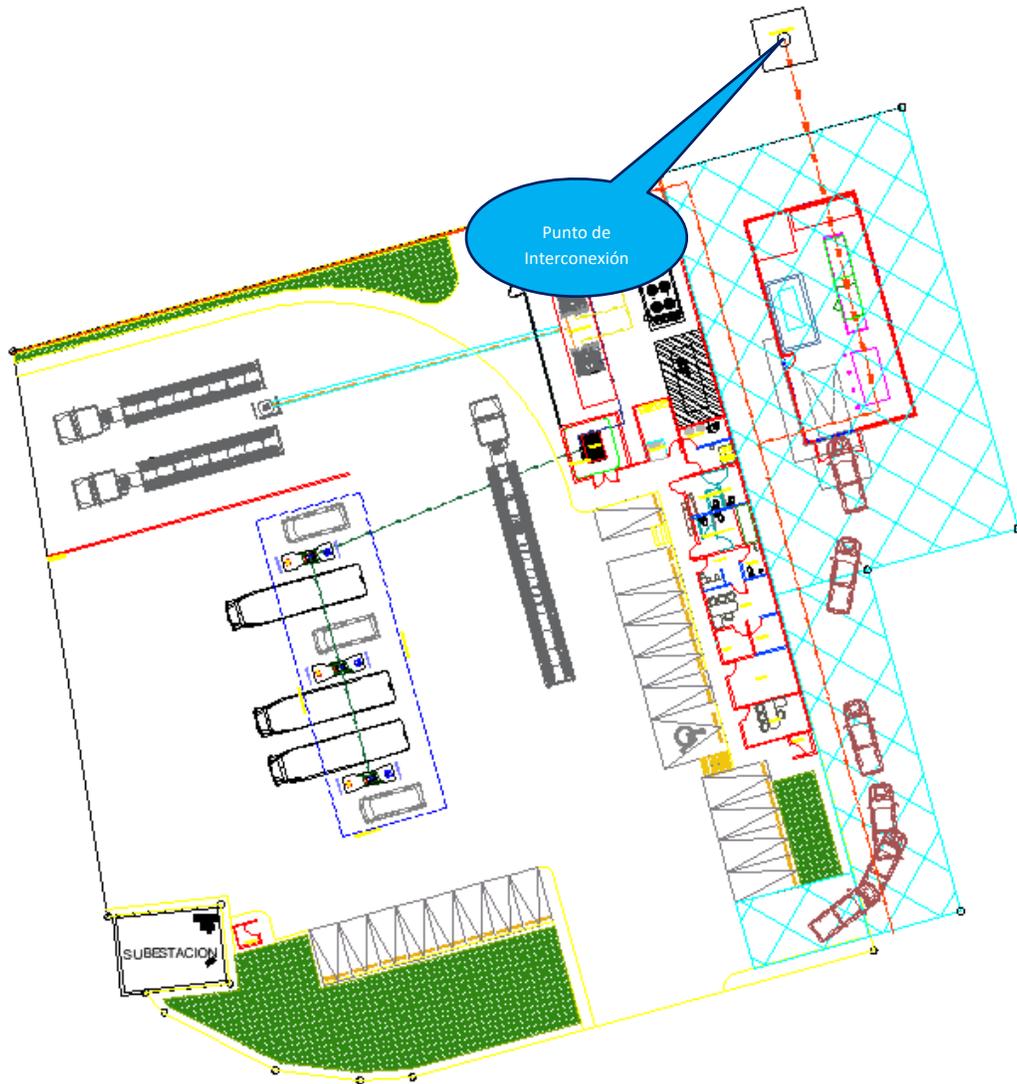
El proyecto consiste en la compresión y venta de Gas Natural Comprimido (GNC) a vehículos automotores, principalmente de transporte público el cual se ubicará en la Carretera Pavimentada, Carretera Federal Villahermosa – Cárdenas y Carretera del Bordo de S.A.R.H, Ría. Anacleto Canabal 3era Sección, C. P. 86277, Municipio de Centro, Estado de Tabasco; el diseño y construcción de la estación se realiza conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016 Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores.

Las instalaciones que conforman el proyecto son:

1.- Punto de interconexión

La operación del proyecto comienza con el suministro del GNC, el cual será abastecido por la empresa CENAGAS mediante el Gasoducto de 24" Ø "Cd Pemex – El Misterio", perteneciente al Sistema Nacional de Gasoductos integrante del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural (SISTRANGAS).

La interconexión con el ducto principal de CENAGAS se hará aproximadamente en las coordenadas Latitud 17°59'20.09" N y Longitud 92°59'06.18" O (en lo sucesivo "el punto de interconexión"); por lo cual será necesario realizar trabajos de perforación en línea viva (Hot Tap) con accesorios en 4" acero al carbón. A partir de este punto correrá una línea de 4" en acero al carbón especificación A-53-B por 17.42 metros aproximadamente en dirección Sur hasta empatar con la Estación de Medición y Regulación de Interconexión que se encontrará en las coordenadas Latitud 17°59'19.36" N Longitud 92°59'6.07" O aproximadamente.

Ilustración 1. Punto y Ducto de Interconexión

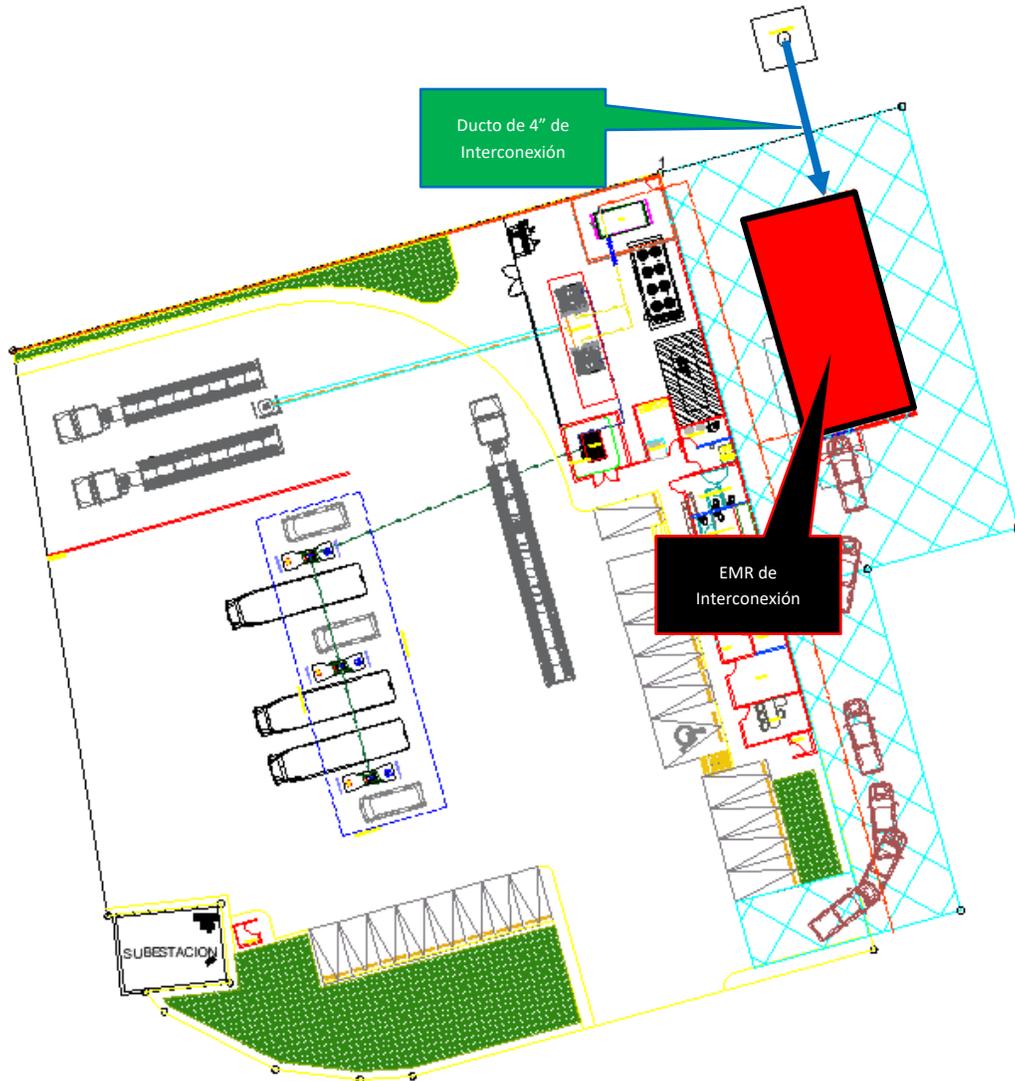
2.- Ducto y Estación de Medición y Regulación de Interconexión

Esta parte incluye el ducto de acero que interconecta el ducto del trasportista con la EMR de interconexión, la cual contará con los siguientes componentes:

- Válvula de corte neumático
- Filtro coalescente
- Medidor de flujo
- Manómetros
- Reguladores y válvulas de corte asociadas

- Válvula de seguridad
- Odorizador

Ilustración 2. Ducto y EMR de Interconexión



3.- Ducto de Instalación de Aprovechamiento y Estación de Medición y Regulación de la Estación de GNC

Constará de un ducto de acero de 3" el cual conectará la EMR de interconexión con la EMR de la estación de GNC.

Ilustración 3. Interconexión al Ducto de CENAGAS

4.- Área de Compresión (sin cubierta)

A diferencia de una estación de gasolina o una gasera, en esta estación de servicio de gas natural vehicular no hay almacenamiento operativo, sino un recinto de compresión que procesa el gas que viene del ducto para elevar la presión hasta 200 bar. Esta área no contará con cubierta ya que el equipo estará encabinado, a nivel de piso terminado, con piso de concreto armado y delimitado y protegido por muros de block a 50 cm y enrejado hasta 3 metros de altura; contará con un acceso peatonal con puerta abatible de 2 hojas y estará equipado con detectores de mezclas explosivas y detectores de humo, ambos conectados a una alarma visual y acústica además de extintores y botones de paro de emergencia.

5.- Área de cascada de almacenamiento y panel de prioridad

Contará con cilindros especiales que servirán para eficientar el funcionamiento de los compresores, amortiguar el consumo de energía y garantizar el suministro con presión constante a los vehículos; su capacidad será de 2,800 litros agua. Esta área contará con un acceso peatonal y estará equipado con detectores de mezclas explosivas y detectores de humo, ambos conectados a una alarma visual y acústica además de extintores y botones de paro de emergencia.

6.- Área de despacho o abastecimiento

En esta área se suministrará el combustible a los vehículos por medio de surtidores especiales equipados con medidores, paros de emergencia y mangueras. Los surtidores estarán instalados sobre islas con las características establecidas en la norma aplicable para el desarrollo de estaciones de servicio.

El área estará dividida en dos partes, la primera al centro del predio donde se encontrarán tres dispensarios para el llenado de vehículos particulares y públicos; y la segunda al norte de la primera dividida por un muro bajo, donde se encontrará un poste de llenado para surtir de GNC a unidades de almacenamiento transportables.

7.- Área de desechos (cuarto de basura y residuos peligrosos)

Se ubicará a un costado de los sanitarios públicos de hombres y contará con espacio para almacenar la basura y los residuos peligrosos antes de su disposición final

8.- Cuarto eléctrico

Se encontrará a un costado del cuarto de basura y residuos peligrosos. Será con cables de cobre aislados, dentro de tubería conduit de acero a lo largo de edificio de oficinas, tableros y cuartos de control. Las áreas estarán clasificadas conforme a la normatividad vigente. En las zonas clasificadas las instalaciones serán protegidas con tubería conduit de pared gruesa y con sellos anti-explosión.

9.- Sanitarios públicos

Se localizarán dentro del edificio; contarán con sanitario para clientes (hombres y mujeres) conforme al reglamento de construcción vigente en cuanto a cantidad y tamaño.

10.- Área de empleados (comedor y sanitario).

Se contará con un área para empleados donde se encontrará un comedor y un sanitario

11.- Área Administrativa

En esta se ubicarán dos oficinas (1 y 2), cuarto de bunker, cuarto de servidor y el almacén.

12.- Área de Vigilancia

Se contará con dos casetas de vigilancia, la primera ubicada al sur del área administrativa y la otra al suroeste del predio del proyecto.

13.- Áreas verdes

Se contará con áreas verdes distribuidas dentro del predio del proyecto; en las áreas verdes y jardineras se colocarán pastos y arbustos predominantes en la región, para mejorar el panorama urbano.

14.- Estacionamiento

Se contará con cajones de estacionamiento distribuidos al sur frente a un área verde, así como del edificio administrativo y de los servicios.

Fecha programada para el inicio de operaciones	Aun no se cuenta con fecha programada para inicio de operaciones
--	--

UBICACIÓN DEL PROYECTO

La ubicación específica del proyecto y sus coordenadas Geográficas y Universal Transversal Mercator (UTM) del proyecto son:

Ilustración 4. Ubicación del Proyecto



Tabla 1. Coordenadas del Proyecto

VÉRTICES	SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRAFICAS PROYECCION WGS 84 EN GRADOS DECIMALES		SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRAFICAS PROYECCION WGS 84 EN UTM	
	LONGITUD O	LATITUD N	X	Y
Coordenadas Estación de Gas Natural Comprimido				
1	-92.985142	17.988823	501573.54	1988949.40
2	-92.985595	17.988714	501525.44	1988937.10
3	-92.985539	17.988335	501531.73	1988895.10
4	-92.985454	17.988335	501540.10	1988895.10

5	-92.985454	17.988290	501540.67	1988890.00
6	-92.985510	17.988280	501534.42	1988889.40
7	-92.985501	17.988262	501535.78	1988887.90
8	-92.985425	17.988226	501543.94	1988883.50
9	-92.985359	17.988217	501550.18	1988882.60
10	-92.985322	17.988217	501554.06	1988882.90
11	-92.985000	17.988299	501588.34	1988891.60
Coordenadas Estación de Regulación, Medición y Punto de interconexión				
1	-92.984968	17.988871	501591.52	1988953.98
4	-92.984992	17.988561	501588.59	1988918.82
5	-92.984887	17.988589	501599.78	1988921.70
9	-92.984927	17.988333	501594.85	1988894.43
10	-92.985037	17.988938	501584.13	1988961.74
11	-92.985074	17.988929	501580.25	1988960.74
12	-92.985064	17.988894	501581.24	1988956.87
13	-92.985028	17.988903	501585.12	1988957.86
14	-92.985037	17.988901	501583.67	1988957.49
15	-92.985053	17.988897	501582.70	1988957.24
16	-92.985041	17.988851	501584.03	1988952.06
17	-92.985025	17.988856	501584.99	1988952.31
Altitud			10 msnm	



Plano 1. A y B Localización Macro y Micro

CRITERIOS, NORMAS, CÓDIGOS...

Por tratarse de una estación de GNC; el diseño, operación y mantenimiento se ha basado en las siguientes normas oficiales:

Tabla 2. Especificaciones Técnicas para el Diseño

REFERENCIA Y TÍTULO	DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN
Norma Oficial Mexicana NOM-007-ASEA-2016 ² , Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos.	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.
Norma Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2010 ³ , Instalaciones de aprovechamiento de gas natural.	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones de aprovechamiento de gas natural.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.
Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016 ⁴ , Distribución de gas natural y gas natural licuado de petróleo por ductos	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.
Código ASME B 31.8 "Sistemas de Tuberías de Distribución y Transporte de Gas"	Código que establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño y construcción de tuberías conductoras de gas natural.	Este código ha sido empleado en Norteamérica desde antes de su aceptación en 1951 por el Instituto Nacional Americano de Estándares, (ANSI). Se usará para lo no definido en la NOM-003-ASEA-2016.
Standard API 1104 "soldadura en ductos e instalaciones relacionadas"	Standard que establece los requisitos mínimos para ejecutar uniones soldadas en las tuberías conductoras de gas natural.	Standard aceptado en la industria de las tuberías en los Estados Unidos.
Código ASME Sección VIII, Div.1 Reglas para la construcción de Recipientes a presión".	Establece bases de diseño para la fabricación e inspección de recipientes a presión tales como filtros y odorizadores.	Este código es aceptado para el diseño y la fabricación de recipientes a presión
ANSI B109.3 Medidores rotatorios	Establece los criterios de diseño, construcción, instalación y pruebas de medidores rotatorios	Es el código de diseño para medidores rotatorios

² Aplica desde el ducto de transporte hasta la salida de la caseta de interconexión

³ Aplica desde la salida de la caseta de interconexión hasta la salida de la estación de medición y regulación

⁴ Norma de referencia para diseño de instalaciones de aprovechamiento que operen a más de 50 kPa

REFERENCIA Y TÍTULO	DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN
Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-1993	Sistema general de unidades de medida	Para la aplicación de unidades en sistema métrico.

Tabla 3. Especificaciones técnicas para la selección de materiales

REFERENCIA Y TÍTULO	DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN
API 5L: Especificación para tubería usada en gasoductos.	Especificación para tubos con y sin costura para uso en la industria del gas y el petróleo	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 53 Tubos de Acero, negros y galvanizados en caliente.	Materiales y especificaciones de la fabricación de tubos de acero, con y sin costura.	Define las especificaciones del material, el peso del tubo y el espesor de pared mínimos.
ASTM A 105 Especificación de acero, contenido de carbono y materiales aleantes.	Especificaciones del material a utilizarse en conexiones forjadas, bridas, válvulas y componentes	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 193 Materiales para espárragos y tornillería para servicio en alta temperatura.	Especificación de materiales para fabricación de tornillería que se instala en tuberías a presión.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 194 Materiales para espárragos y tuercas para servicio en media y alta temperatura.	Especificación de materiales para fabricación de tuercas y espárragos o tornillos que se instalan en tuberías a presión.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASTM A 234 Especificación de materiales para aceros en servicio en temperaturas media y alta.	Especificación de materiales para conexiones de tubería de acero al carbono para servicio a mediana y alta temperatura.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASME B 16.5 Especificaciones y dimensiones de bridas y conexiones.	Define los rangos de operación en presión y temperatura de bridas y accesorios bridados.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.
ASME B 16.9 Fabricación de conexiones en acero, soldables y de embutir	Define las dimensiones de conexiones soldables para tuberías.	Estándar reconocido en la industria norteamericana de tuberías.

Tabla 4. Especificaciones técnicas para la construcción

REFERENCIA Y TÍTULO	DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN
Norma Oficial Mexicana	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.

NOM-007-ASEA-2016, Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos. ⁵	de transporte de gas natural por medio de ductos.	
Norma Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2010, Instalaciones de aprovechamiento de gas natural. ⁶	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones de aprovechamiento de gas natural.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.
NOM-027-STPS-2008 Actividades de soldadura y corte- Condiciones de seguridad e higiene.	Esta norma establece condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para prevenir riesgos de trabajo durante las actividades de soldadura y corte.	Esta Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se realicen actividades de soldadura y corte.
NOM-031-STPS-2011 Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	Esta norma establece las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en las obras de construcción, a efecto de prevenir los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores que se desempeñan en ellas.	La presente Norma Oficial Mexicana aplica en todas las obras de construcción que se desarrollen en el territorio nacional, en cualquiera de sus diferentes actividades o fases. Quedan exceptuadas de la presente Norma Oficial Mexicana las actividades de mantenimiento a las edificaciones o instalaciones que no requieran licencia de construcción ni notificación ante la autoridad correspondiente.
Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, Distribución de gas natural y gas natural licuado de petróleo por ductos ⁷	Esta norma establece las especificaciones técnicas y los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural por medio de ductos.	Norma Oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional.
Código ASME B 31.8 "Sistemas de Tuberías de Distribución y Transporte de Gas"	Código que establece los requisitos mínimos de seguridad para el diseño y construcción de tuberías conductoras de gas natural.	Este código ha sido empleado en Norteamérica desde antes de su aceptación en 1951 por el Instituto Nacional Americano de Estándares, (ANSI). Se usará para lo no definido en la NOM-003-ASEA-2016
Standard API 1104 "soldadura en ductos e instalaciones relacionadas"	Standard que establece los requisitos mínimos para ejecutar uniones soldadas en las tuberías para gas natural.	Standard aceptado en la industria de las tuberías en los Estados Unidos.
Standard API 5L1"	Procedimiento que indica las prácticas para el transporte, carga y manejo de tuberías.	Procedimiento aceptado en la industria del transporte y de construcción de tuberías para gasoductos.

⁵ Aplica desde el ducto de transporte hasta la salida de la caseta de interconexión

⁶ Aplica desde la salida de la caseta de interconexión hasta la salida de la estación de medición y regulación

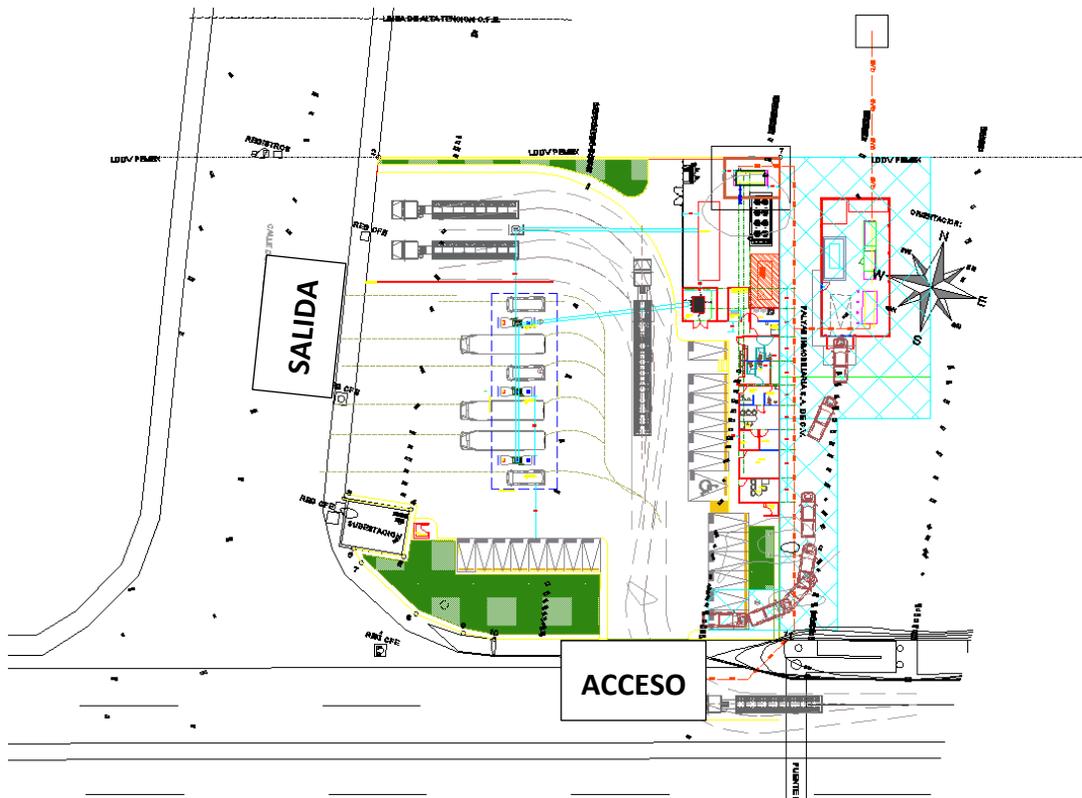
⁷ Norma de referencia para diseño de instalaciones de aprovechamiento que operen a más de 50 kPa

"Práctica recomendada para el transporte y manejo de materiales de tuberías".		
Código ASME Sección VIII, Div.1 Reglas para la construcción de Recipientes a presión".	Establece bases de diseño para la fabricación e inspección de recipientes a presión tales como filtros y odorizadores.	Este código es aceptado para el diseño y la fabricación de recipientes a presión instalados en sistema de tuberías.

DESCRIPCIÓN DE ACCESOS

Por el lindero sur el cual colinda con la Carretera Federal Villahermosa – Cárdenas se encontrará el acceso a la estación de servicio de GNC el cual tendrá una dimensión de 11.00 metros y estará marcado con "paso cebra" para protección a peatones. La salida se encuentra al oeste en la colindancia con la Calle de Acceso a una empresa y de igual forma estará marcada con paso de cebra

Ilustración 5. Extracto de Plano Arquitectónico del Proyecto (Accesos y Salidas)



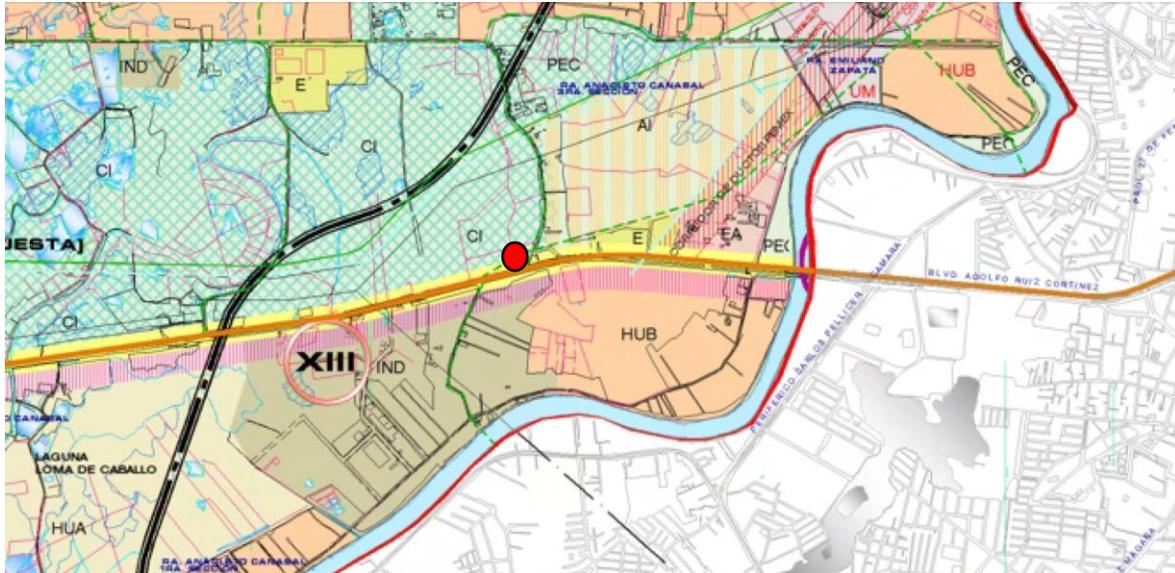
AUTORIZACIONES OFICIALES

Se anexan autorizaciones oficiales en apartado de anexos

PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPAL, ESTATAL O NACIONAL

De acuerdo con el plano **ZONIFICACIÓN DE USO DE SUELO** del **PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE VILLAHERMOSA Y CENTROS METROPOLITANOS DEL MUNICIPIO DE CENTRO, TABASCO 2008-2030**, el predio del proyecto se encuentra en una zona clasificada como **CORREDOR INDUSTRIAL (CI)**. En la **TABLA DE COMPATIBILIDAD DE USO DE SUELO 1/3**, se hace referencia a depósitos de gas líquido, combustible o explosivos, y el uso está condicionado. Es importante mencionar que el PDU no hace mención específica al uso para estaciones de gas natural; sin embargo, si se menciona que todos los usos de suelo que no estén explícitamente señalados en la **TABLA DE COMPATIBILIDAD DE USO DE SUELO** serán automáticamente considerados como condicionados.

Ilustración 6. Usos de Suelo Distrito XIII



Fuente: Plano de Zonificación de Uso de Suelos Distrito XIII del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Villahermosa y Centros Metropolitanos del Municipio de Centro, Tabasco 2008-2030.

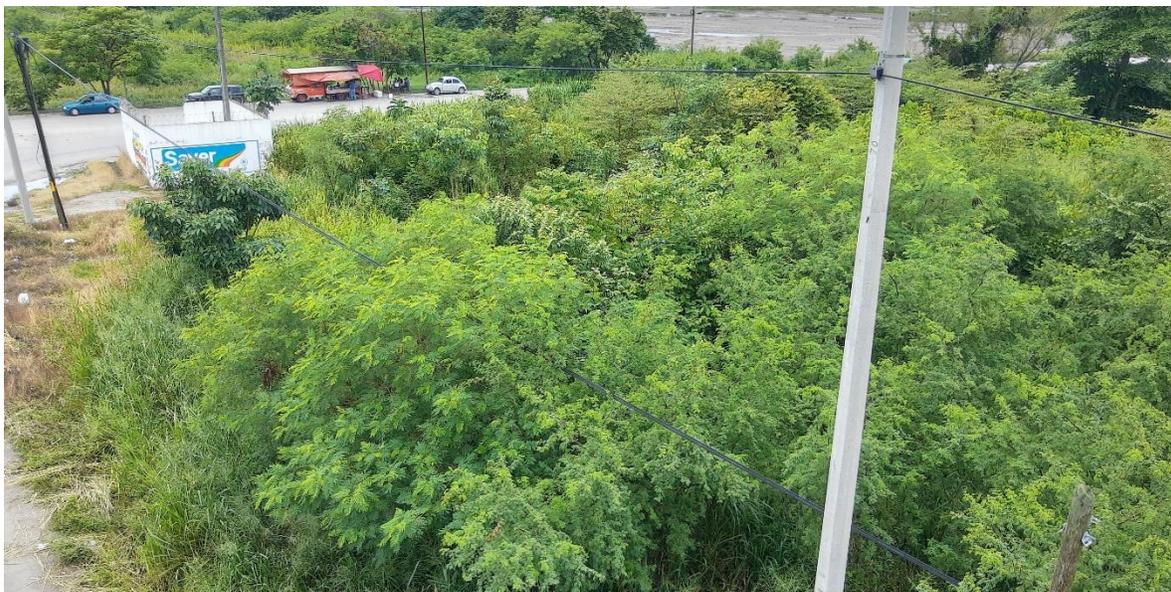
FOTOGRAFÍAS

Fotografías 1. Fotografías del Predio del Proyecto y su Entorno

PREDIO DEL PROYECTO



En la fotografía se observa el predio del proyecto el cual cuenta con diferente vegetación desde la Carretera Federal Villahermosa – Cárdenas





En las dos fotografías se observa el predio del proyecto y su vegetación desde el puente peatonal ubicado en la colindancia sur

NORTE



En la fotografía se observa la colindancia con terreno sin actividad desde la vialidad de acceso a una empresa ubicada al norte

ESTE

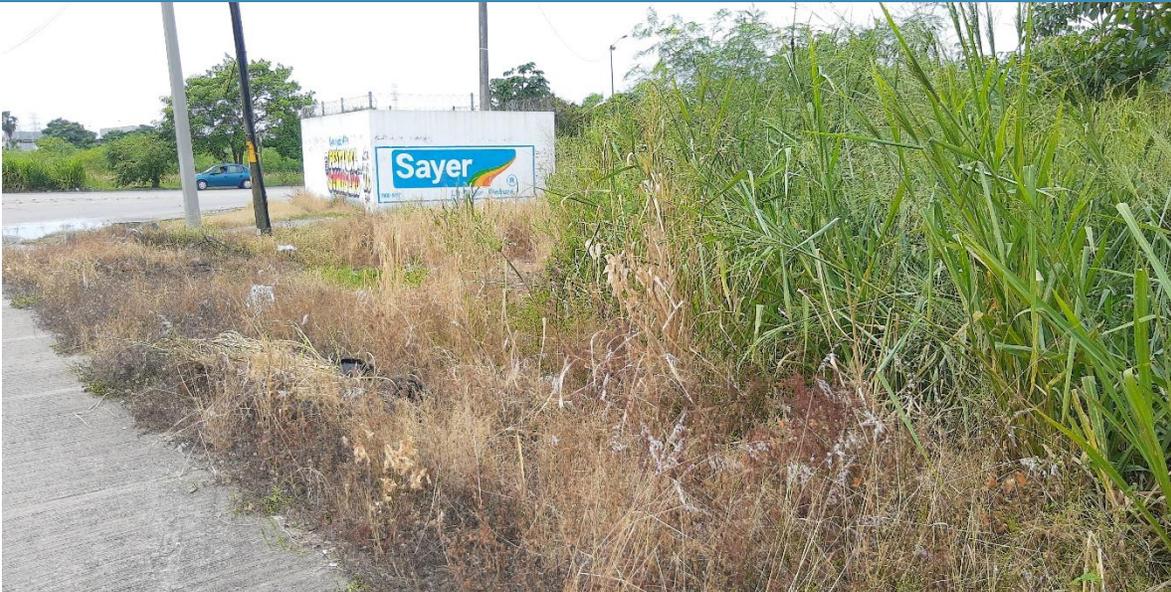


En la fotografía se observa la colindancia con terreno sin actividad desde Carretera Federal Villahermosa –
Cárdenas



En la fotografía se observa la colindancia desde el puente peatonal ubicado al sur

SURESTE



En la fotografía se observa la colindancia con una pequeña subestación perteneciente a la CFE

SUR



En la fotografía se observa la colindancia con la Carretera Federal Villahermosa – Cárdenas

OESTE



En la fotografía se observa la colindancia con vialidad de acceso a una empresa ubicada al norte desde Carretera Federal Villahermosa – Cárdenas



En la fotografía se observa la colindancia con una vialidad de acceso a una industria desde el puente peatonal ubicado al sur

5.1.1. - PROYECTO

Tabla 5 . Características de EQUIPOS PRINCIPALES del Proyecto

Descripción	TAG	Año de Fab.	Capacidad (m ³)	Dimensiones (m)	Código de Diseño	Materiales de Construcción	Sustancia Manejada	Estado Físico de la Sustancia	Presión de Prueba Hidrostática (Kg/cm ²)	Flujo de Diseño y Operación		Presión de Diseño y Operación (Kg/cm ²)		Temperatura de Diseño y Operación ⁸ (°C)		Sistemas de Control, Seguridad y Medios de Contención	Ubicación
										Min/Normal/Max	Min/Normal/Max	Min/Normal/Max	Min/Normal/Max				
Línea de Interconexión hasta EMR de Interconexión	---	---	---	LÍNEA DE INTERCONEXIÓN 17.42 X 0.1016 ESTACION DE MEDICION Y REGULACION 8.60 X 17.00	ASME A53 Gdr. B	La línea será de acero al carbón mientras que la caseta será construida con materiales como block, castillos de acero y cemento	Gas Natural	Gaseoso	126.55	DISEÑO 4,700 m ³ /h OPERACIÓN 4,700 m ³ /h	DISEÑO 28.12 84.37 OPERACIÓN 28.12 84.37	OPERACIÓN 22.6 27.3 32.1	- Válvulas de seccionamiento - Filtro coalescente - Medidor de flujo - Manómetros - Válvula de seguridad - Protección anticorrosiva - Protección catódica - Odorización - Monitoreo de las condiciones de operación por medio de sistema informático en EMR de interconexión del tipo SCADA - Trampas de diablos - Certificados de calidad - Señalamientos mediante letreros y tachuelas - Radiografía a la tubería - Extintores - Accesorios de protección - Alarmas	VER PLANO DEL PROYECTO			
Línea de Instalación de aprovechamiento hasta EMR de la Estación de GNC de COMSUSTENTA	---	---	---	LÍNEA DE APROVECHAMIENTO 12.90 X 0.0762	ASME A53 Gdr. B	La línea será de acero al carbón mientras que la caseta será construida con materiales como	Gas Natural	Gaseoso	126.55	DISEÑO 4,700 m ³ /h OPERACIÓN 4,700 m ³ /h	DISEÑO 28.12 84.37 OPERACIÓN 28.12	OPERACIÓN 22.6 27.3 32.1	- Válvulas de seccionamiento - Filtro coalescente - Medidor de flujo - Manómetros - Válvula de seguridad - Protección anticorrosiva	VER PLANO DEL PROYECTO			

⁸ Las temperaturas por considerar corresponden a los históricos del periodo 1981-2010 de la zona donde se establece el proyecto, Estación Meteorológica No. 27054 con nombre VILLAHERMOSA (DGE) ubicada en el Municipio de Centro, Estado de Tabasco a unos 6 km al este del proyecto y pertenece a la CONAGUA.

				ESTACION DE MEDICION Y REGULACION 7.00 X 5.00		block, castillos de acero y cemento					84.37		<ul style="list-style-type: none"> - Protección catódica - Odorización - Monitoreo de las condiciones de operación por medio de sistema informático en EMR de la estación de GNC de COMSUSTENTA del tipo SCADA - Certificados de calidad - Señalamientos mediante letreros y tachuelas - Radiografía a la tubería - Extintores - Accesorios de protección - Alarmas 	
Compresores	---	---	---	2.10 X 2.00 c/u	---	Acero tipo 316 bajo en carbón	Gas Natural	Gaseoso	---	DISEÑO 2,100 m3/h OPERACIÓN 2,100 m3/h	OPERACIÓN 203.94 224.33 254.92	OPERACIÓN 22.6 27.3 32.1	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de cierre manual de un cuarto de vuelta - Válvula automática normalmente cerrada a la entrada del Sistema de Compresión para cortar el flujo de Gas Natural a dicho Sistema - Interruptor del Sistema del Paro de Emergencia. - Extintores - Alarmas 	VER PLANO DEL PROYECTO
Cascada de Almacenamiento y Panel de Prioridades	---	---	2.8 m ³ (distribuidos en 35 cilindros con capacidad de 80 litros agua c/u)	2.00 X 1.60	---	Acero al molibdeno y cilindros serán de acero	Gas Natural	Gaseoso	---	---	OPERACIÓN 203.94 224.33 254.92	OPERACIÓN 22.6 27.3 32.1	<ul style="list-style-type: none"> - Válvula electroneumáticas - Válvula de presión - Válvula de retención - Válvula de seguridad - Indicador de presión - Válvulas manuales de cierre - Válvulas de relevo de presión - Protección contra corrosión - Extintores - Alarmas - Discos de ruptura 	VER PLANO DEL PROYECTO
Dispensadores y Poste de Llenado	---	---	---	DISPENSARIOS 1.10 X 1.60 c/u POSTES	---	Acero	Gas Natural	Gaseoso	---	---	OPERACIÓN 203.94 224.33 254.92	OPERACIÓN 22.6 27.3 32.1	<ul style="list-style-type: none"> - Cabezal electrónico - Autodiagnóstico - Parada para mínimo y máximo flujo de gas 	VER PLANO DEL PROYECTO

Características y códigos de diseño:**a. Cuarto de control:**

Ubicación	Ver en Plano Arquitectónico
Dimensiones	Ver en Plano Arquitectónico
A prueba de explosión (Si/No)	Si
Sistema de presión positiva (Si/No)	No
Control de temperatura	No
Tipo de agente extintor	Extintores con Bióxido de Carbono CO2
¿Existen personas habitualmente en el cuarto de control? (Si/No)	No

b. Sistemas de Aislamiento o equipos con riesgos potenciales de incendios, explosión o toxicidad:

Tipo	Dispensadores y postes de llenado
Ubicación de las válvulas	En cada uno de los dispensarios y postes de llenado
Forma de accionamiento de las válvulas	Automática y manual

c. Sistemas de contención para derrames:

Pendientes	>1%
Drenajes	No
Muros de contención	No
Diques	No
Tanques de doble pared	No

d. Sistemas de desfogues:

PSV (Válvulas de alivio de presión)	Se encontrarán en: - Estación de Medición y Regulación de Interconexión - Estación de Medición y Regulación de la estación de Gas Natural Comprimido COMSUSTENTA - Dispensadores y postes de llenado
A donde están dirigidos los desfogues	Hacia la atmosfera

e. Sistemas de instrumentación:

Especificaciones	El proyecto deberá cumplir con lo establecido en la NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de
------------------	--

	Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores en cuanto a lo establecido en los sistemas de instrumentación
--	--

f. Sistemas contra incendios:

Ubicación	El proyecto deberá cumplir con lo establecido en la NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores en cuanto a lo establecido en los sistemas contra incendios
Diámetro de la red vs incendio	No
Sistemas de aspersión	No
Hidrantes	No
Tomas siamesas	No
Válvulas de seccionamiento	No
Cámaras de espuma	No
Capacidad del tanque de agua vs incendio	No
Tipo y número de bombas vs incendio	No
Ubicación de extintores	Ver en Plano Arquitectónico

g. Sistemas de detección de gas y fuego:

Ubicación	Ver en Plano Arquitectónico
Alarmas visuales	Si
Alarmas audibles	Si
Estaciones de alarma y Paros de emergencia	Si

5.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El gas procedente del punto de interconexión (Gasoducto de 24" Ø "Cd Pemex – El Misterio") será llevado hasta la EMR de la estación de GNC de COMSUSTENTA donde se estabiliza el flujo y se mide la cantidad que entra, y de este punto se canaliza hacia el recinto de compresión por medio de una tubería de acero pasando por un sistema de filtrado que elimina las impurezas y humedad del gas donde se instalarán dos compresores con sus respectivos componentes de control, estos compresores servirán para elevar la presión original proveniente del ducto hasta 250 bar; después de la compresión, dependiendo de la demanda de los consumidores, el gas puede ser almacenado temporalmente en un contenedor de cilindros fabricados en acero al molibdeno (gestionado por el panel de prioridad), que cumple con la función de pulmón y constará de 5 racks con 7 cilindros con capacidad de 80 litros agua cada uno (en total 2,800 litros agua) a una presión máxima de 250 bar lo que garantizará el flujo constante y uniforme del Gas Natural Comprimido (GNC) hacia los dispensarios.

El proceso específico de llenado a vehículos y unidades de almacenamiento transportables comienza con que el gas será transportado desde el almacenamiento medio banco de presión hacia el dispensador a través de la línea de presión y se comenzará a llenar el vehículo.

Cuando la presión del gas en el almacenamiento medio banco de presión se balancea con el vehículo, el reabastecimiento se completa utilizando el banco de almacenamiento de alta presión y el compresor directamente a través de la línea de alta presión.

Después del reabastecimiento, cuando los vehículos no están a cargo, el compresor recupera gracias al panel prioritario la presión de los bancos de almacenamiento asignando mayor prioridad al almacenamiento a alta presión. De esta manera a través de este sistema se mantendrá la presión de almacenamiento lo suficientemente alta para acelerar el reabastecimiento de combustible de los vehículos.

Los dispensadores contarán con elementos para abastecimiento, medición, control y registro del GNC. Los vehículos se conectarán al dispensador por medio de mangueras flexibles de alta resistencia, las cuales se conectarán a la boquilla de los tanques por intermedio de una válvula de tres vías y una válvula de llenado instalada en el vehículo, un programa electrónico abre la válvula solenoide del banco de baja, una vez la presión se iguala el programa da la orden para que se abra la válvula solenoide de media y posteriormente se abre la válvula de alta presión hasta que el tanque llega a los valores de operación.

Para el despacho a tanques cilíndricos verticales, el GNC será enviado desde los compresores hasta el poste de llenado, donde se conectarán y se seguirán los protocolos de servicio y seguridad.

La medición del gas despachado se realizará con los medidores de flujo másico y será registrado por unos displays electrónicos y contadores mecánicos para obtener el control de la venta.

PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LLENADO DE GNC

Antes de conectar Verificar que NO existan Fuentes de Ignición.

1. Paso 1: Solicitar el apagado total del vehículo.
2. Paso 2: Descolgar la manguera de llenado y conectar el conector rápido al tanque, empujando el seguro hacia la manguera y escuchar el sonido de seguro al momento de cerrar.
3. Paso 3: Abrir gradualmente la válvula de llenado hasta permitir el Flujo completo.
4. Paso 4: Verificar la presión de llenado la cual para GNC es de 200 kg/cm².
5. Paso 5: Una vez alcanza la presión adecuado cerrar la válvula de llenado.
6. Paso 6: Realizar despresurización de manguera realizando un venteo de gas desde la conexión del Tanque.
7. Paso 7: Colgar manguera de llenado y desconectar cable de cargas estáticas.

Tabla 7. Tipo de proceso

	Continuo	Por Lotes
Tipo de proceso		X

Tabla 8. Resumen de Sustancias Peligrosas

Nombre Químico (IUPAC)	No. CAS	Riesgo Químico						Flujo en m ³ /h	Concentración	Capacidad Total			Tipo de Almacenamiento	Cantidad de Reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas
		C	R	E	T	I	B			Máxima de Proceso (m ³)	Máxima de Transporte (m ³)	Máxima de Almacenamiento (m ³)		
Gas Natural	8006-14-2				X	X		4,700 y 2,100	100%	---	---	0.466	Ver en Calculo de Masa de Gas	Cantidad de Reporte en Listado 500 Kg Total del proyecto 466.12 kg Por lo tanto no rebasa la cantidad de Reporte

NA= No Aplica

El cálculo de la masa del gas se realiza en base a la Ley de los Gases Ideales:

$$m = PM \cdot P \cdot V / (R \cdot T)$$

Donde:

m = masa (kg)

PM = Peso Molecular (kg/mol)

P = Presión (Pa)

V = Volumen (m³)

R = Constante de los gases ideales (J/mol*K)

T = Temperatura (K)

Consideraciones:

Peso molecular	18.2 g/mol
Temperatura ¹⁰	32.1 °C

Resumen del cálculo:

Tabla 9. Cálculo de Masa de Gas Natural

	PRESIÓN (KG/CM2)	DENSIDAD (KG/M3)	DIÁMETRO (M)	LONGITUD (M)	VOLUMEN (M3)	MASA (KG)
Línea de 4" del punto de Interconexión a la EMR de interconexión	84.37	59.30	0.1016	17.42	0.1412	8.375
Línea 3" de la EMR de interconexión a la EMR de la estación de GNC de COMSUSTENTA	84.37	59.30	0.0762	12.90	0.0588	3.489
Línea de 4" de la EMR de la estación de GNC a los Compresores	7.13	5.01	0.0762	12.99	0.0592	0.297
Línea de 1" de Compresores a Panel de Prioridades y Cascada de Almacenamiento	224.33	157.68	0.0254	15.17	0.0077	1.212
Línea de 1" de Compresores a Poste de Llenado	224.33	157.68	0.0254	76.17	0.0386	6.086
Línea de 1" de Panel de prioridades a Dispensarios de 1"	224.33	157.68	0.0254	64.77	0.0328	5.175
Cilindros de almacenamiento	224.33	157.68			2.8000	441.491
TOTAL						466.12



Hojas de Datos de Seguridad de Materiales

(SIGUIENTE PAGINA)

¹⁰ Se considera la temperatura máxima normal de los históricos del periodo 1981-2010 de la zona donde se establece el proyecto, Estación Meteorológica No. 27054 con nombre VILLAHERMOSA (DGE) ubicada en el Municipio de Centro, Estado de Tabasco a unos 6 km al este del proyecto y pertenece a la CONAGUA.

5.3.- DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

A.- ASPECTOS ABIÓTICOS

TEMPERATURAS MÁXIMAS, PROMEDIOS Y MÍNIMAS

Los datos fueron tomados de la **Estación Meteorológica No. 27054** con nombre **VILLAHERMOSA (DGE)** ubicada en el **Municipio de Centro, Estado de Tabasco** a unos 6 km al este y pertenece a la **CONAGUA**.

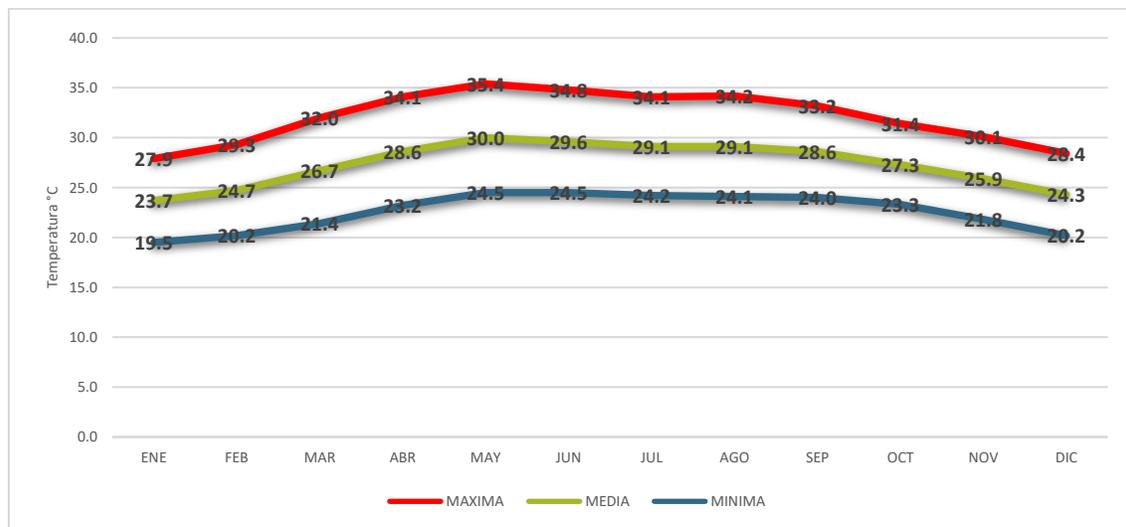
Tabla 10. Histórico de Temperaturas Normales 1981 – 2010

TEMPERATURA °C	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO ANUAL
MAXIMA	27.9	29.3	32.0	34.1	35.4	34.8	34.1	34.2	33.2	31.4	30.1	28.4	32.1
MEDIA	23.7	24.7	26.7	28.6	30.0	29.6	29.1	29.1	28.6	27.3	25.9	24.3	27.3
MINIMA	19.5	20.2	21.4	23.2	24.5	24.5	24.2	24.1	24.0	23.3	21.8	20.2	22.6

Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

Dentro de la zona el mes con mayor temperatura es mayo y los meses con menor temperatura son diciembre, enero y febrero comenzando en este último el aumento de la temperatura.

Gráfico 1. Histórico de Temperaturas Normales 1981 - 2010



Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

PRECIPITACIÓN

De acuerdo con los datos de la precipitación en la zona donde se ubica el proyecto, esta para el periodo histórico 1981 – 2010 conforme a la **Estación Meteorológica No. 27054** es:

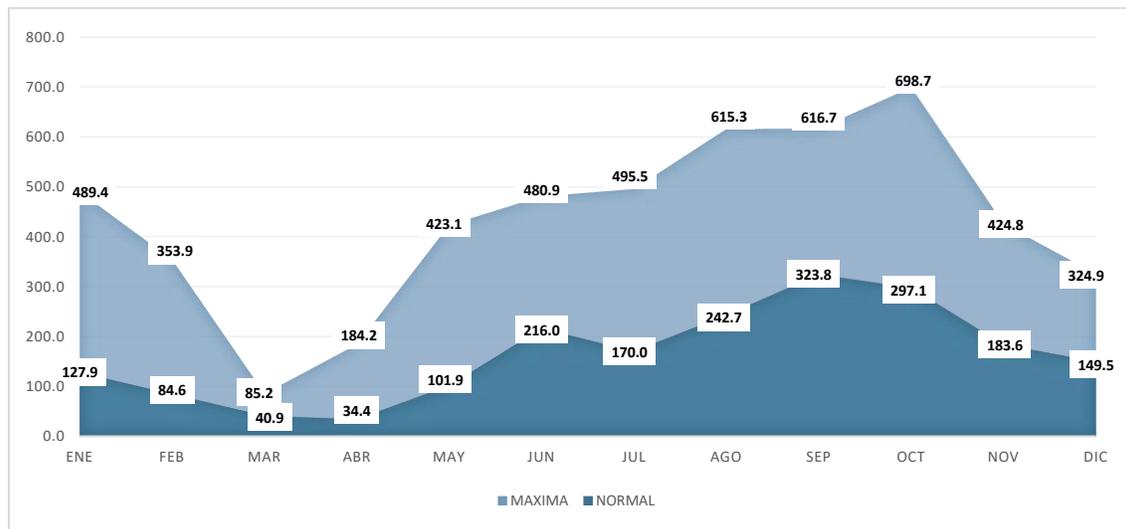
Tabla 11. Histórico de Precipitación Normal y Máxima Mensual 1981 - 2010

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO ANUAL
MAXIMA	489.4	353.9	85.2	184.2	423.1	480.9	495.5	615.3	616.7	698.7	424.8	324.9	432.71
NORMAL	127.9	84.6	40.9	34.4	101.9	216.0	170.0	242.7	323.8	297.1	183.6	149.5	164.36

Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

La precipitación anual normal de la zona es de 164.36 mm, y la precipitación promedio anual máxima es de 432.71 mm. El mes con mayor precipitación octubre; el mes con menor precipitación es marzo.

Gráfico 2. Histórico de Precipitación Normal y Máxima Mensual 1981 - 2010

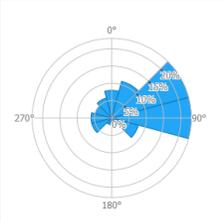
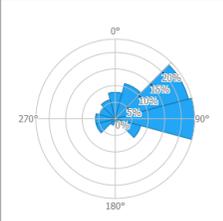
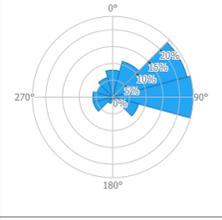
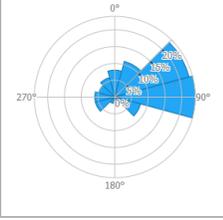
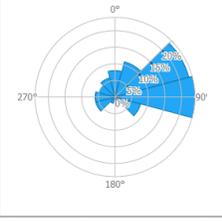


Fuente: Elaboración propia con base en información del Servicio Meteorológico Nacional.

VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO

De acuerdo con el Atlas Eólico Mundial¹¹ en la zona donde se ubica el proyecto presenta las siguientes características a diferentes alturas:

Tabla 12. Velocidad y Dirección del Viento

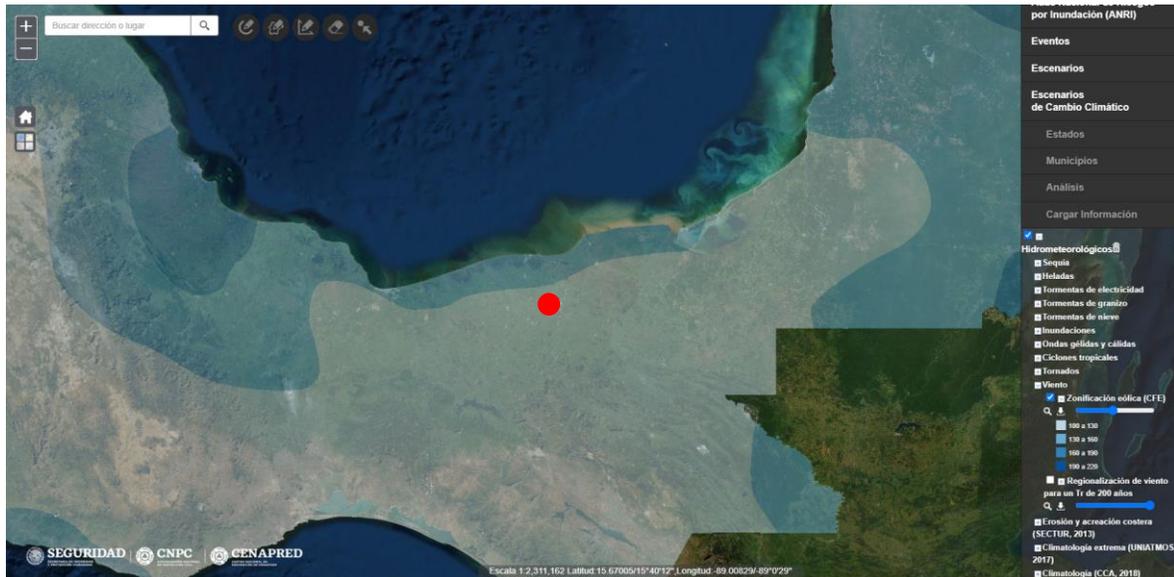
ALTURA (m)	VELOCIDAD (m/s)	DIRECCION	ROSA DE VIENTOS	ALTURA (m)	VELOCIDAD (m/s)	DIRECCION	ROSA DE VIENTOS
10	2.76	Este		150	5.63	Este	
50	4.06	Este		200	6.27	Este	
100	4.85	Este					

Fuente: Elaboración propia con base en información del Atlas Eólico Mundial.

Con base en la información consultada en la página del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, específicamente en el mapa de zonificación eólica (CFE), el sitio donde se ubica el proyecto es la Zona A donde se puede encontrar un peligro de tipo BAJO y se pueden presentar vientos que pueden llegar de 100 a 130 Km/h.

¹¹ <https://globalwindatlas.info/> es el producto de una asociación entre el Departamento de Energía Eólica de la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU Wind Energy) y el Grupo del Banco Mundial (formado por el Banco Mundial y el International Finance Corporation, o IFC). Es parte de la iniciativa global ESMAP sobre mapeo de recursos de energía renovable que incluye biomasa, pequeñas centrales hidroeléctricas, energía solar y energía eólica.

Ilustración 9. Zonificación Eólica (CFE)



Fuente: Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED).

HUMEDAD RELATIVA

De acuerdo con la Estación Meteorológica perteneciente a **P.C. TABASCO**¹² ubicada en Villa Luis Gil Perez en el municipio de Centro, Estado de Tabasco, la humedad para la zona es de **91.55 por ciento** para los últimos 90 días.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

De acuerdo con la Estación Meteorológica perteneciente a **P.C. TABASCO** ubicada en Villa Luis Gil Perez en el municipio de Centro, Estado de Tabasco, la presión atmosférica para la zona es de **1,009 hPa** para los últimos 90 días.

GEOLOGÍA

La geología del estado de Tabasco se originó por una serie de eventos catastróficos y estructurales durante el Mesozoico y Cenozoico, lo cual dio origen a una base rocosa petrológica. Lo anterior, sumado a las rocas más

¹² Información consultada a través del Sistema de Información y Visualización de Estaciones Automáticas (SIVEA) perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

antiguas que surgen durante el Mesozoico, por su constitución litológica muestran la existencia de una plataforma de depósitos de agua somera propiciado por el depósito de sedimentos carbonatados biogénicos.

El municipio de Centro se asienta predominantemente sobre arenisca y rocas sedimentarias proveniente de la Era Cenozoica; asimismo, las fallas y fracturas más cercanas se encuentran a 50 km del municipio de Teapa, donde inicia la cadena montañosa que caracteriza a la Región de la Sierra.

De acuerdo con el INEGI en su información Geológica, el predio donde se ubica el proyecto así como su entorno inmediato (buffer 500 m) tienen las siguientes características geológicas:

Tabla 13. Características Geológicas

Zona	Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema
Proyecto	Q(al)	Suelo	Suelo	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario
Buffer 500 m	Q(al)	Suelo	Suelo	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario

Fuente: Elaboración propia con base en Conjunto de Datos Vectoriales Geológico del INEGI.

Nota: Dentro del polígono del proyecto, así como dentro de su entorno inmediato Buffer 500 m no se encuentran fallas o fracturas, así como sitios relevantes.



Plano 2. Geología

GEOMORFOLOGÍA

El proyecto de acuerdo con el Modelo de Elevación Digital se encuentra entre los rangos de elevación de los 0 a 10 msnm, mientras que su entorno inmediato (buffer 500 m) presenta en la mayor parte de su superficie rangos de elevación de los 0 a 10 msnm así como al noroeste rangos de 10 a 20 msnm.



Plano 3. Geomorfología

EDAFOLOGÍA

El tipo de suelo más abundante para el estado de Tabasco es el Gleysol, pues los suelos en que se asienta el municipio de Centro son de textura arcillosa: principalmente Gleysoles y en menor proporción se encuentran Vertisoles, Luvisoles y Acrisoles.

Los tipos de suelo que más abundan en el municipio son de contextura arcillosa: principalmente Gleysoles y Acrisoles, otros son Solonchaks, Histosoles, Cambisoles y Lixisoles, que también se encuentran representados en poco porcentaje en el territorio, ver figura 9.

Los suelos correspondientes al predio del proyecto, así como a su entorno inmediato (buffer 50 m) tienen las siguientes características:

Tabla 14. Características de los tipos de suelo

Zona	Grupo de Suelo	Clave	Suelo Dominante	Suelo Secundario	Suelo Terciario	Clase Textural	Limitante Superficial
Proyecto	Gleysol	GLvrszw+ACpl/3	Gleysol Vertico Hiposálico	Acrisol Plintico	No	3	No
Buffer 500 m	Gleysol	GLvrszw+ACpl/3	Gleysol Vertico Hiposálico	Acrisol Plintico	No	3	No
	Gleysol	GLEuhu+GLvr+FLca/3	Gleysol Eutrico Húmico	Gleysol Vertico	Fluvisol Calcárico	3	No

Fuente: Elaboración propia con base en Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos del INEGI.



Plano 4. Edafología

B.- ASPECTOS BIÓTICOS

ESPECIES DE FLORA

La flora en el entorno inmediato al proyecto (buffer 500 m) se compone principalmente por pastizales cultivados en la cual las especies dominantes son las gramíneas y arboles introducidos como:

Tabla 15. Especies de Flora en el entorno inmediato al proyecto (Buffer 500 m)

Nombre Común	Nombre Científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Pastos (gramíneas)	<i>Imperata cylindrica</i>	NO
Palma botella	<i>Roystonea regia</i>	NO
Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>	NO
Maca colorada	<i>Andira galeottiana</i>	NO
Framboyán	<i>Delonix regia</i>	NO
Mimosa	<i>Mimosa púdica</i>	NO

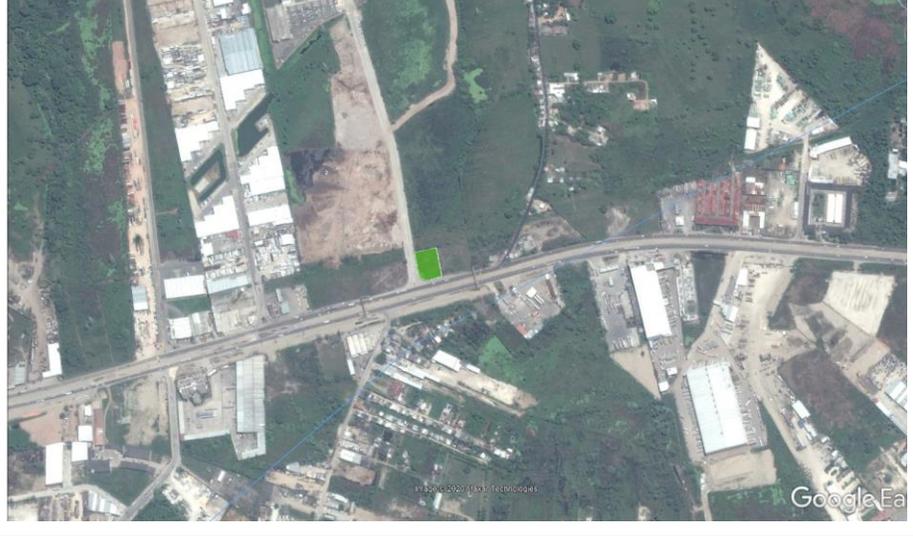
Fuente: Elaboración propia con base en recorrido de campo

La vegetación original del sitio fue removida anteriormente para los distintos usos que ha tenido el predio, resultado de la tendencia a la urbanización de la zona y de las actividades productivas de la zona, como la ganadería y la agricultura.

Derivado de las actividades mencionadas es que tenemos la composición de la comunidad vegetal que actualmente habita el predio, ya que este fue sometido a actividades agropecuarias en el pasado; esta comunidad vegetal se compone principalmente por pastos, resultado de perturbaciones anteriores, así como algunos arbustos ruderales.

Los cambios en el entorno de acuerdo con el histórico de imágenes satelitales se remontan a más de 10 años y se pueden observar en la siguiente información:

Tabla 16. Cambios en el entorno

<p>14/3/2003 Hace 17 años</p> <p>Se puede apreciar que el predio del proyecto ya había sido desmontado de su cobertura vegetal original para usarlo como parcela agrícola.</p> <p>La zona ya se encontraba en proceso de urbanización.</p>	
<p>20/1/2010 Hace 20 años</p> <p>Se puede apreciar la tendencia a la urbanización de la zona y por lo tanto la reducción en la cobertura vegetal.</p> <p>El predio del proyecto seguía siendo utilizado como parcela agrícola.</p>	
<p>7/5/2015 Hace 5 años</p> <p>Continúa la tendencia a la urbanización de la zona.</p> <p>El predio cesa sus actividades agrícolas y queda baldío a merced de los procesos de sucesión de la vegetación.</p>	



Fuente: Elaboración propia con base en información del programa Google Earth.

Respecto a la vegetación en el predio, se pudo observar que la comunidad vegetal se compone en su mayoría por especies de vegetación secundaria a nivel arbustivo y herbáceo, resultado de perturbaciones anteriores por el uso agrícola del suelo, y arbolado de edad media. Derivado de las características biogeográficas y climáticas propias de la zona donde se ubica el proyecto, se puede apreciar que la vegetación es abundante y vigorosa, sin embargo, las especies presentes no conforman un ecosistema que sea considerado de importancia para la conservación de la diversidad biológica. Otro factor que es importante resaltar, es que la vegetación se encuentra gravemente fragmentada por el efecto de barrera generado por las vialidades, zonas industriales, habitacionales y comerciales que forman parte de la ciudad de Villahermosa.

De acuerdo con los registros fotográficos satelitales, el predio fue usado como parcela agrícola, y dicho uso cesó en el periodo entre el año 2010 y 2011, por lo que se puede inferir que la vegetación a nivel arbustivo y herbáceo es resultado de los procesos naturales de la sucesión de la vegetación. Por otro lado, los mismos registros fotográficos nos permiten saber que en este mismo periodo de tiempo, en el lindero norte del predio, así como el del resto de los predios colindantes hacia el este y el oeste, se sembró arbolado como parte de algún programa de manejo ambiental, probablemente como barrera sonora o como corredor de vegetación, lo que ha permitido la proliferación de más árboles al interior ya los alrededores del predio.

A continuación, se muestra una lista de las especies de árboles presentes en el predio:

Tabla 17. Especies arbóreas presentes en el predio del proyecto

Reg.	Familia	Nombre científico	Nombre común	No. individuos	Observaciones	Imagen
Sp1	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Macuillí	15	1 adulto (>20m) 6 jóvenes-adultos 9 jóvenes (<3m) Sin floración.	
Sp2	Malvaceae	<i>Helicteres guazumifolia</i>	N. local desconocido (Barrenillo)	5	En floración. Se observó una mariposa	
Sp3	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	12	9 adultos (>4m) 3 jóvenes (<3m) Con floración y frutos.	

Sp4	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	9	7 adultos (>3m) 2 jóvenes (<2m) En floración.	
Sp5	Urticaceae	<i>Cecropia aff. peltata</i>	Guarumo	1	Sin flores ni frutos, no es posible la identificación al 100%	
Sp6	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	5	Todos de 4-5m alto Sin floración, con algunos frutos.	
Sp7	Fabaceae	<i>Acacia sp.</i> (<i>Acacia aff. farnesiana</i>)	-	10	Todos de 4-5m alto No es posible la identificación completa por falta de flores y frutos	

Sp8	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	3	1 con tronco principal denotaba que era adulto (5-8m) pero se taló a 60cm del suelo (ver fotos) 2 jóvenes (2.5-3m alto) Sin floración por la edad de las ramas-individuos.	
Sp9	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	1	2-3m alto En floración, sin frutos.	
Otros	Cucurbitaceae (<i>Momordica</i> aff. <i>charianta</i>), Convolvulaceae (<i>Ipomea</i> sp.), Passifloraceae (<i>Passiflora</i> sp.), Poaceae, Malvaceae (<i>Hampea macrocarpa</i>), Lonchocarpus <i>gatemalensis</i> , <i>Magifera indica</i> .					

Fuente: Elaboración propia con base en recorrido de campo

Dentro del predio se pudieron observar restos sólidos inorgánicos y en general se observó que la zona fue modificada durante la implementación del proyecto de carreteras federales de Villahermosa - Cárdenas, por lo que se encuentra a una altitud similar a la de la obra vial, con una ligera depresión hacia el centro norte.

ESPECIES DE FAUNA

La región sureste del país se caracteriza por su alta diversidad biológica y la amplia variedad de especies animales importantes por sus valores ecológicos, estéticos, económicos y turísticos; sin embargo, estas especies se encuentran en los sitios donde los ecosistemas naturales se encuentran bien conservados, derivado que en estos encuentran las características necesarias para que estos puedan ocuparlos como su hábitat.

En la zona donde se ubica el proyecto, los usos humanos del suelo han degradado, o incluso destruido a través del tiempo los ecosistemas naturales que alguna vez estuvieron presentes, y por lo tanto, la fauna local se ha visto obligada a desplazarse a sitios menos perturbados en donde puedan llevar a cabo con éxito sus ciclos de vida, por lo que en la actualidad, la fauna observable en la zona del proyecto se limita a especies de alta movilidad, especies altamente resilientes y adaptables, y a las cuales un ecosistema inducido, como los pastizales o una parcela agrícola que presentan baja diversidad biológica aun le son de utilidad para refugiarse,

alimentarse y reproducirse. Estas especies se limitan a aves, reptiles pequeños y micromamíferos, así como fauna antropogénica nociva.

A continuación, se muestra una tabla con las especies observables en la zona:

Tabla 18. Especies Observables en la Zona

Nombre Común	Género	Observaciones	NOM-059- SEMARNAT-2010
Mamíferos			
Ratones	<i>Sigmodon, Peromyscus, Reithrodontomys</i>	Observados en las inmediaciones	NA
Reptiles			
Lagartija	<i>Marisora brachypoda</i>	Observadas en las inmediaciones	NA
Serpientes	<i>Coniophanes imperialis</i>		
Aves			
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Observadas en las inmediaciones	NA
Mirlo pardo	<i>Turdus grayi</i>		
Reinita amarilla	<i>Setophaga petechia</i>		

Fuente: Elaboración propia con base en recorrido de campo

Se sabe que el predio ha sufrido por lo menos un proceso de despalme para su uso como parcela agrícola, por lo que la fauna nativa de haber habitado el área alguna vez fue desplazada hace mucho tiempo aunado esto a los procesos de urbanización en el área.

Dentro del predio solo se pudieron observar pequeñas lagartijas y madrigueras de alimañas; no se observaron especies dentro de alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT.

C.- SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA

De acuerdo con diferentes fuentes oficiales como lo es el Atlas Nacional de Riesgos en su Sistema de Información sobre Riesgos, el Atlas de Riesgos del Municipio de Centro 2009, el Atlas de Riesgos para el Municipio de Centro, Tabasco 2015 y la información Geológica, Hidrológica y Topográfica del INEGI, la susceptibilidad de la zona es la siguiente:

Tabla 19. Susceptibilidad de la Zona a diferentes Fenómenos

¿La zona es susceptible a?:	Comentarios
Terremotos	De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos en su Regionalización Sísmica (CFE) 2015 el proyecto se ubica en la ZONA B – MEDIO; así mismo, el Atlas de Riesgos para el Municipio de Centro, Tabasco 2015 se presentan sismos con intensidad de 3 a 5 grados.
Corrimientos de tierra	No.
Derrumbamientos o hundimientos	No.
Inundaciones (Historial de 10 años)	<p>De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos en su apartado de inundaciones para un periodo de retorno de 10 años en el predio del proyecto, así como dentro del entorno inmediato (buffer 500 m) se presentan inundaciones.</p> <p>También de acuerdo las inundaciones históricas del PRONACCH hasta el 2013 en la zona han ocurrido entre 20 y 31 eventos de inundación.</p> <p>Por su parte el Atlas de Riesgos del Municipio de Centro 2009 menciona que el grado de peligro en la zona del proyecto por inundación es Alto.</p>
Pérdidas de suelo debido a la erosión	No.
Contaminación de aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión	No.
Riesgos radiológicos	No.
Huracanes	De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos en la zona se han sentido los efectos de tormentas y depresiones tropicales, sin embargo, el grado de riesgo es muy bajo.
Otros efectos meteorológicos (Inversión térmica, niebla, etc.)	<p>Tormentas Eléctricas</p> <p>De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos en la zona donde se ubica el proyecto el número de días con tormentas eléctricas al año puede ser de 10 a 19, así mismo se menciona que el riesgo de estas es muy bajo.</p> <p>Ondas Cálidas</p> <p>De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos en la zona donde se ubica el proyecto el riesgo por ondas cálidas es alto.</p> <p>Vientos</p> <p>De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos la zona donde se ubica el proyecto puede presentar vientos de 100 a 130 Km/Hr donde el peligro es bajo.</p>

Lluvias

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Centro se pueden presentar abundantes lluvias en verano; Así mismo de acuerdo con el Sistema Meteorológico Nacional la precipitación anual normal de la zona es de 164.36 mm, y la precipitación promedio anual máxima es de 432.71 mm.

D.- HISTORIAL EPIDÉMICO Y ENDÉMICO DE ENFERMEDADES CÍCLICAS

No se cuenta con información en el área del proyecto sobre algún historial epidémico o endémico de enfermedades cíclicas.

E.- ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN

La información para este apartado fue consultada por las siguientes fuentes:

- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)
- Censo de Población y Vivienda 2010
- Marco Geoestadístico Nacional 2019 del INEGI
- Imágenes Satelitales
- Recorrido de campo

El plano y la información puntual se pueden consultar en apartado 5.3.1.



Plano 5. Zonas Vulnerables de Población

F.- COMPONENTES AMBIENTALES

La información para este apartado fue consultada por las siguientes fuentes:

- Topográfica del INEGI
- Hidrología INEGI
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

El plano y la información puntual se pueden consultar en apartado 5.3.1.



Plano 6. Componentes Ambientales

G.- INFRAESTRUCTURA VIAL E INDUSTRIAL

La información para este apartado fue consultada por las siguientes fuentes:

- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas
- Topográfica del INEGI
- Atlas Nacional de Riesgos
- Imágenes Satelitales
- Recorrido de campo

El plano y la información puntual se pueden consultar en apartado 5.3.1.



Plano 7. Infraestructura Vial e Industrial

H.- USO DE SUELO

La información para este apartado fue consultada por las siguientes fuentes:

- Plano de Zonificación de Uso de Suelos Distrito XIII del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Villahermosa y Centros Metropolitanos del Municipio de Centro, Tabasco 2008-2030.



Plano 8. Uso del Suelo

5.3.1.- PROYECTO

Tabla 20. Proximidades con zonas vulnerables de población para un Buffer de 500 m

Tipo de zona vulnerable de población	Prefijo	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación o proyecto (m)
Localidades	---	Anacleto Canabal 1ra Sección	SO	108
	---	Anacleto Canabal 3ra Sección	E	235
Casas	C-01	Casa	NE	500
	C-02	Casa	NE	495
	C-03	Casa	NE	434
	C-04	Casa	NE	412
	C-05	Casa	NE	394
	C-06	Casa	NE	373
	C-07	Casa	NE	361
	C-08	Casa	NE	346
	C-09	Casa	NE	323
	C-10	Casa	NE	341
	C-11	Casa	NE	359
	C-12	Casa	NE	387
	C-13	Casa	NE	408
	C-14	Casa	NE	386
	C-15	Casa	NE	357
	C-16	Casa	NE	389
	C-17	Casa	NE	449
	C-18	Casa	NE	475
	C-19	Casa	NE	451
	C-20	Casa	NE	499
	C-21	Casa	NE	482
	C-22	Casa	NE	438
	C-23	Casa	NE	287
	C-24	Casa	NE	265
	C-25	Casa	NE	294
	C-26	Casa	NE	323
	C-27	Casa	NE	208
	C-28	Casa	NE	187
	C-29	Casa	E	153
	C-30	Casa	E	148
	C-31	Casa	E	142
	C-32	Casa	E	137
	C-33	Casa	E	128
	C-34	Casa	S	462
	C-35	Casa	S	399
	C-36	Casa	S	383
C-37	Casa	S	380	
C-38	Casa	S	365	

Tipo de zona vulnerable de población	Prefijo	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación o proyecto (m)
	C-39	Casa	S	367
	C-40	Casa	S	320
	C-41	Casa	S	318
	C-42	Casa	S	317
	C-43	Casa	S	318
	C-44	Casa	S	319
	C-45	Casa	S	323
	C-46	Casa	S	383
	C-47	Casa	S	351
	C-48	Casa	S	342
	C-49	Casa	S	333
	C-50	Casa	S	322
	C-51	Casa	S	319
	C-52	Casa	S	310
	C-53	Casa	S	306
	C-54	Casa	S	303
	C-55	Casa	S	300
	C-56	Casa	S	301
	C-57	Casa	S	303
	C-58	Casa	S	275
	C-59	Casa	S	276
	C-60	Casa	S	278
	C-61	Casa	S	282
	C-62	Casa	S	285
	C-63	Casa	S	293
	C-64	Casa	S	302
	C-65	Casa	S	309
	C-66	Casa	S	317
	C-67	Casa	S	328
	C-68	Casa	S	364
	C-69	Casa	S	374
	C-70	Casa	S	392
	C-71	Casa	S	404
	C-72	Casa	S	373
	C-73	Casa	S	313
	C-74	Casa	S	284
	C-75	Casa	S	267
	C-76	Casa	S	107
	C-77	Casa	S	118
	C-78	Casa	S	127
	C-79	Casa	S	105
	C-80	Casa	S	118
	C-81	Casa	S	106
	C-82	Casa	S	119

Tipo de zona vulnerable de población	Prefijo	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación o proyecto (m)
	C-83	Casa	S	143
	C-84	Casa	S	168
	C-85	Casa	S	167
	C-86	Casa	S	168
	C-87	Casa	S	166
	C-88	Casa	S	168
	C-89	Casa	S	171
Escuelas	---	---	---	---
Hospitales	---	---	---	---
Centros Comerciales	---	---	---	---
Templos	TM-01	Capilla Gran Poder	SO	136
Unidades Habitacionales	---	---	---	---
Parques	---	---	---	---
Hoteles	HL-01	Villas Malibu	NE	403
	HL-02	Motel Xesta	SE	495
Centros Recreativos	CR-01	Salón La Finca	SO	238
Otros	---	---	---	---

Densidad de población¹³ = 1,435.56 hab/km²

Tabla 21. Proximidades con componentes ambientales para un Buffer de 500 m

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación o proyecto (m)
Cuerpo de Agua	---	---	---	---
Área Natural Protegida	---	---	---	---
Región Hidrológica Prioritaria	---	---	---	---
Región Marina Prioritaria	---	---	---	---
Región Terrestre Prioritaria	---	---	---	---
Área de Importancia para la Conservación de Aves	---	---	---	---
Sitio Ramsar	---	---	---	---

¹³ La densidad de población hace referencia a la información (tomada del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI) de las Localidades dentro del Radio de 500 m

Tabla 22. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m

Tipo de infraestructura	Prefijo	Nombre/descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación o proyecto (m)
Carreteras	---	Carretera Villahermosa – Cárdenas	S	8
	---	Carretera a Anacleto Canabal 3ra. Sección	E	117
Ferrocarril	---	---	---	---
Ductos	D-01	Gasoducto de 24" Ø "Cd Pemex – El Misterio", perteneciente al Sistema Nacional de Gasoductos integrante del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural (SISTRANGAS)	N	10
Líneas de Alta Tensión	LAT-01	Pertenece a la CFE	N	437
	LAT-02	Pertenece a la CFE	N	500
Industrias	IN-01	Mendoza Servicios Integrales	NO	477
	IN-02	Industria	NO	488
	IN-03	CHS	NO	323
	IN-04	Hegaro	NO	274
	IN-05	Agreko	NO	244
	IN-06	Maxicarne	NO	365
	IN-07	Industria	O	352
	IN-08	Industria	O	445
	IN-09	SGS México	O	448
	IN-10	Centro de Distribución SORIANA	SE	375
	IN-11	CEDI CEMEX	SO	116
	IN-12	Grupo Modelo Distribuidora Tabasco	SO	369
	IN-13	Air Bag México	SO	490
	IN-14	Dasur Insumos Agrícolas	SO	397
Estaciones de Carburación de Gas L.P.	EC-01	Grupo Rama Gas	SE	84
Estaciones de Servicio (Gasolinas/Diesel)	GL-01	Combustibles BP	E	200
	GL-02	Gasolinera ES-9679	O	243
	GL-03	Operadora Tabasqueña Edmagra ES-7566	E	453
	GL-04	Estación de Servicio de PEMEX	SE	294
Estaciones de GNC	---	---	---	---
Plantas de Almacenamiento de Gas L.P.	GE-01	Grupo Rama Gas	SE	131
Otro, especificar				
	T-01	Tanque de Gas L. P. de 2,800 Lt (aprox.)	SE	479

Contenedores de Sustancias Peligrosas	T-02	Tanque de Gas L. P. de 2,800 Lt (aprox.)	SE	480
	T-03	Tanque de Gas L. P. de 5,000 Lt (aprox.)	SE	150
	T-04	Tanque de Gas L. P. de 5,000 Lt (aprox.)	SE	151
	T-05	Tanque de Gas L. P. de 180,000 Lt (aprox.)	SE	195
	T-06	Tanque de Gas L. P. de 180,000 Lt (aprox.)	SE	199
	T-07	Autotanque de Gasolinas o Diésel de 20,000 Lt (aprox.)	E	243
	T-08	Autotanque de Gasolinas o Diésel de 20,000 Lt (aprox.)	O	253
	T-09	Autotanque de Gasolinas o Diésel de 20,000 Lt (aprox.)	E	461
	T-10	Autotanque de Gasolinas o Diésel de 20,000 Lt (aprox.)	SE	312
	T-11	Tanque de Gasolinas o Diésel de 100,000 Lt (aprox.)	SE	303
	T-12	Tanque de Gasolinas o Diésel de 100,000 Lt (aprox.)	E	455

NOTA: Se consideran los Autotanques de Gasolinas o Diésel encargados de surtir de combustible a las estaciones de servicio en el entorno ya que en caso de que se presente un evento desde el proyecto y si estos autotanques se encuentran cargando combustible podrían verse afectados. También se consideran los Tanques de Almacenamiento de Gasolinas o Diésel que se encuentran en algunas de las estaciones de servicio los cuales son superficiales y están cubiertos por muros colindantes

Tabla 23. Uso de suelo para un radio de 500 m

Localización (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Tipo de uso de suelo		Descripción
Noreste	AI	Agroindustrial	
Norte	CI	Corredor industrial	
Sur	IND	Industrial	
Sureste	HUB	Habitacional de baja densidad	
Este	E	Equipamiento Urbano	

5.4.- ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

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



Para la **ponderación de las consecuencias**, no se consideran las medidas activas de control y **mitigación** del evento (salvaguardas, protecciones o barreras tales como instrumentación de control del proceso, sistema instrumentado de seguridad, sistema de detección de gas y fuego, sistema activo contra incendios, válvulas de seguridad, procedimientos, etc.), con las que cuenta o se encuentran consideradas en el diseño del Proyecto, que ayuden a mitigar las consecuencias de los Escenarios de Riesgo identificados, a fin de estimar los máximos daños posibles. **Las protecciones, salvaguardas, etc., así como las recomendaciones, están analizadas y determinadas en el apartado [5.7- Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo](#)**

5.4.1.1.- ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

El análisis preliminar de peligros PHA (por sus siglas en inglés “*Preliminary Hazard Analysis*”), es un método simple e inductivo de análisis cuyo objetivo es identificar los peligros y las situaciones peligrosas, y los eventos que pueden causar daño en una actividad, instalación o sistema dado.

Es muy común que se aplique en las etapas tempranas de un proyecto cuando hay poca información sobre los detalles de diseño o los procedimientos de operación, y con frecuencia puede ser el precursor de estudios adicionales para proveer información sobre la especificación o el diseño del sistema. También puede ser útil cuando se analizan sistemas existentes para priorizar los peligros y los riesgos para análisis complementarios o donde las circunstancias prohíben que se usen técnicas más extensas. (Ref. ISO 31010 B.5.2)

Para este caso en particular, se tiene la información del proyecto en base a la normatividad anteriormente descrita, por lo tanto, los elementos y criterios de diseño, al estar normados, ya tuvieron previamente un PHA, que fue parte del apoyo en la elaboración de las normas aplicables al proyecto, sin embargo, si es necesario realizar, o en su caso “extender”, el PHA en los riesgos presentes en el entorno, así como en las etapas tempranas de construcción. La priorización de riesgos se realizará, de igual manera, con las metodologías que utilizaremos posteriormente.



Reporte de la metodología:

1-PrHA – Análisis Preliminar de Peligros

La metodología usada para determinar los riesgos potenciales a los que se encuentran expuestos los trabajadores, se basa en la **NOM-031-STPS-2011**.

El análisis de riesgos potenciales considera lo siguiente:

- Las actividades por realizar u oficios que participarán;
- Las condiciones de las instalaciones;
- Las condiciones de seguridad y operación en que se encuentren las herramientas, equipo y maquinaria por utilizar;
- La identificación de los peligros existentes;
- El análisis de la exposición de los trabajadores a los peligros;
- La determinación de los riesgos y su posible impacto, a partir de los peligros existentes, de acuerdo con la jerarquización establecida en las siguientes tablas:

Tabla 24. Frecuencias de la ocurrencia de los riesgos

Frecuencia		Definición
Categoría	Denominación	
A	Remota	Que excepcionalmente puede ocurrir.
B	Aislada	Que difícilmente ocurre.
C	Ocasional	Que pocas veces ocurre.
D	Recurrente	Que se repite con periodicidad.
E	Frecuente	Que ocurre con regularidad.

Tabla 25. Severidad del daño

Frecuencia		Definición
Categoría	Denominación	
I	Menor	Sin daños o con daños que implican incapacidades temporales del trabajador de tres días o menos.
II	Moderada	Puede implicar la incapacidad temporal del trabajador por más de tres días.
III	Crítica	Puede implicar la incapacidad permanente parcial del trabajador.

IV	Fatal	Puede implicar la incapacidad permanente total o el deceso del trabajador.
-----------	-------	--

Tabla 26. Frecuencias de la ocurrencia de los riesgos

			Severidad del daño			
			I	II	III	IV
			Menor	Moderada	Crítica	Fatal
Frecuencia de ocurrencia del riesgo	E	Frecuente	Medio	Elevado	Grave	Grave
	D	Recurrente	Bajo	Medio	Elevado	Grave
	C	Ocasional	Mínimo	Bajo	Medio	Elevado
	B	Aislada	Mínimo	Mínimo	Bajo	Medio
	A	Remota	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Bajo



Reporte de la metodología:

2-PrHA – Riesgos Laborales en Etapa de Preparación y Construcción

La metodología usada para determinar el riesgo de fuego y explosión es una evaluación en base a un índice semicuantitativo para determinar el potencial de fuego y explosión de áreas de proceso o almacenamiento. Las mediciones cuantitativas usadas en el análisis son basadas en datos históricos.

El propósito en la determinación del **ÍNDICE DE DOW** es:

- 1.- Cuantificar el daño esperado por un fuego potencial, explosión o incidentes de reactividad en términos reales.
- 2.- Identificar equipo y áreas que contribuyen a que se presente un incidente.
- 3.- Comunicar el riesgo potencial para proponer medidas de mitigación, en su caso.

NOTA: Los datos usados en la determinación del Índice de DOW fueron determinados en base a la guía: **DOW's Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide 7th Ed. AIChE technical manual, American Institute of Chemical Engineers 1994.**

Tabla 27. Índice de Dow (fuego y explosión)

Empresa	COMSUSTENTA VILLAHERMOSA, S.A. DE C.V.	
AREA	Cilindros de almacenamiento de la cascada pulmón y tuberías	
	GAS NATURAL	
Factor de material	21	
Calor de Combustión	21500	BTU/lb
Densidad	0.554	
Cantidad almacenada	---	litros
	466.124	Kg
	1027.61697	lb
Total BTU en almacenamiento	0.02	BTU X10E9
Distancia a posible fuente de ignición	2.00	metros

1. RIESGOS GENERALES DE PROCESO	GAS NATURAL	
Factor Base	1	
A. Reacciones químicas exotérmicas	0	
B. Procesos endotérmicos	0	
C. Manejo de material y transferencia	0.5	
D. Unidades de proceso encerradas o interiores	0	
E. Accesos	0	
F. Drenaje y control de derrames	0	

TOTAL	1.5	
-------	-----	--

2. RIESGOS ESPECIALES DE PROCESO	GAS NATURAL	
Factor Base	1	
A. Materiales tóxicos	0	
B. Presión subatmosférica	0	
C. Operación cercano al rango de flamabilidad	0	
D. Explosión de polvo	0	
E. Requiere relevo de presión	0	
F. Baja temperatura	0	
G. Cantidad de material flamable	0.054	
H. Corrosión y Erosión	0.1	
I. Fugas en juntas y empaques	0.3	
J. Uso de equipo encendido	0.9	
K. Sistema de calentamiento por aceite	0	
L. Equipo rotativo	0	
TOTAL	2.354	

RIESGOS EN UNIDADES DE PROCESO	3.531
---------------------------------------	--------------

FACTORES DE CONTROL DE PÉRDIDAS		
1. FACTOR DE CONTROL DE PROCESOS	GAS NATURAL	
a. Planta de emergencia	1	
b. Enfriamiento	1	
c. Control de Explosión	0.84	
d. Paro de emergencia	0.96	
e. Control por computadora	1	
f. Gas inerte	1	
g. Procedimientos operativos	0.91	
h. Revisión de químicos	1	
i. Análisis de procesos	1	
TOTAL C1	0.73	

2. AISLAMIENTO DE MATERIALES	GAS NATURAL	
a. Válvulas de control remoto	1	
b. Purgas	1	
c. Drenajes	1	
d. Interlock	1	
TOTAL C2	1	

3. PROTECCIÓN CONTRA FUEGO	GAS NATURAL	
a. Detección de fugas	0.95	
b. Acero estructural	0.96	
c. Agua contra incendio	1	
d. Sistemas especiales	1	
e. Sistemas de rociadores	1	
f. Cortinas de agua	1	
g. Espuma contra incendio	1	
h. Extinguidores	0.98	
i. Protección de cableado	1	
TOTAL C3	0.89	
TOTAL FACTOR DE CONTROL	0.66	

RESUMEN DE RESULTADOS	GAS NATURAL	Unidades
1.- Índice de fuego y explosión	74.149	
	MODERADO	
2. Radios de exposición (m)	18.98	metros
3.- Area de exposición	1132.26	metros^2
4.- Valor del área de exposición	1.50	\$MM Dlls
5.- Factor de daño	0.4260	'---
6.- Base máximo probable de daño a propiedad	0.64	\$MM Dlls
7.- Factor de control de pérdidas	0.66	'---
8.- Máximo daño probable actual	0.419	\$MM Dlls
9.- Máximo días fuera de operación	27	Días

\$MM Dlls = Millones de dólares

Definición de Resultados del Índice de Down:

1.- **Índice de Fuego y Explosión:** Es usado para estimar el daño que probablemente resulte de un incidente en el área. El grado de riesgo para el Índice de Fuego y Explosión es de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 28. Grado de riesgo del índice de fuego y explosión

Rango del Índice	Grado de Riesgo
1-60	Ligero
61-96	Moderado
97-127	Intermedio
128-158	Alto
159 o más	Severo

2.- **Radios de exposición:** Este cálculo se refiere al radio de riesgo en caso de que se presente un evento como un fuego.

3.- **Área de exposición:** Resultado del radio de exposición.

4.- **Valor del área de exposición:** Se calcula un valor aproximado del equipo dentro del área de exposición para poder determinar el daño económico que podría sufrir.

5.- **Factor de daño:** Representa el efecto total del fuego más los daños por explosión resultado de un incidente.

6.- **Base máximo probable de daño a propiedad:** Se calcula con el área de exposición, el valor del área de exposición y el factor de daño, y determina el valor monetario teórico del daño al equipo.

7.- **Factor de control de pérdidas:** Es el factor que se multiplica por el riesgo de unidades de proceso y es obtenido por los equipos de seguridad y protección contra eventos. El "1" en estos factores significa que no cuenta con el equipo de protección ya sea porque no lo requiere o no se ha instalado. Entre menor sea el factor, mayor es la seguridad con que cuenta el proyecto.

8.- **Máximo daño probable actual:** Una vez determinado el factor de control de pérdidas, éste se multiplica por "Base máximo probable de daño a propiedad" y se obtiene un factor razonable en costo, sin embargo, si alguno de los sistemas llegara a fallar los daños económicos serían del orden del punto "6".

9.- **Máximo días fuera de operación:** Establece un número de días aproximado que podría estar fuera de operación el área suponiendo que se tienen los inventarios de materiales y equipo de reemplazo y la mano de obra necesaria.

5.4.1.2.- ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES

Los accidentes e incidentes ocurridos (nacionales o internacionales) en la operación de proyectos y/o instalaciones similares se enlistan a continuación:

Tabla 29. Antecedentes de accidentes e incidentes

No	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	ND	La Banda, Santiago del Estero	Estación de Servicio de GNC	Gas Natural Comprimido	Explosión de vehículo	El playero de la estación dice que fue a atender, que se fijó que el auto tenía la habilitación del Enargas, pero cuando puso la manguera al auto, al momento de cerrar la válvula, sintió la explosión	3 lesionados Una mujer que estaba ubicada detrás del baúl del auto perdió sus piernas por el impacto, su marido e hijo no sufrieron mayores lesiones	Surge proyecto para obligar a las estaciones de servicio a pintar en el piso la zona donde debe ubicarse el automóvil y otra marca que separe a los ocupantes cuando se proceda a la carga y una tercera para el rodado que espera en el surtidor Se Prohíbe la colocación de válvulas de carga externa de Gas Natural Comprimido en la parte posterior del vehículo	CAPEGA Cámara de Comerciantes de Derivados del Petróleo, Gas y Afines de Tucumán. https://capega.com.ar/un-accidente-durante-el-expendio-de-gnc-revive-un-proyecto-que-propone-separar-al-publico-de-la-zona-de-carga/
2	2012	ND	Estación de Servicio de GNC	Gas Natural Comprimido	Explosión de vehículo adaptado	Rotura del depósito de combustible, que en caso del gas natural comprimido soporta presiones de hasta 200 atmósferas, lo cual es mucha presión. El material del tanque cedió y liberó todo el gas de golpe	Daños materiales	ND	Motorpasión. https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/explosion-en-un-vehiculo-con-gnc-cuando-este-estaba-repostando . https://www.youtube.com/watch?v=5FLkGOGiL0
3	2015	Bonaerense de Tortuguitas	Estación de Servicio de GNC	Gas Natural Comprimido	Explosión de tanque de vehículo adulterado	La modificación consistió en un corte con plasma separando un segmento de pared de aproximadamente 30 centímetros por 10 centímetros que fue soldado al cilindro nuevamente mediante soldadura eléctrica	Daños materiales	ND	CitaDirecta. https://citadirecta.com.ar/explicaron-por-que-exploto-el-tanque-de-gnc-de-un-auto-hace-15-dias/
4	2019	Morón	Estación de Servicio de GNC	Gas Natural Comprimido	Incendio de automóvil	De acuerdo con testimonios se cree que la causa fue por la carga de aceite al vehículo	Daños materiales	Protocolo por parte del personal para incendios	TLN Central. https://www.youtube.com/watch

No	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
						El fuego se propago a los alrededores afectando a otros surtidores			h?v=PfQg0ZnYxvE . El Noticiero del Medio Día. https://www.youtube.com/watch?v=ajaBMWCoWWc
5	2016	Rusia	Estación de Servicio de GNC	Gas Natural Comprimido	Fuga de GNC	El operario no colocó debidamente el pico de la manguera en el receptáculo de carga, al entrar presión ésta se zafó y comenzó a dar latigazos sobre el rodado con inusitada fuerza, pero sin involucrar ni al empleado ni al conductor	Golpe a vehículo	Recurrir a lo que dictan la norma NAG 419 sobre esta cuestión.	Surtidores.com.ar. https://surtidores.com.ar/unarazon-de-peso-por-la-que-conviene-revisar-si-al-cargar-la-manguera-de-gnc-esta-bien-colocada/
7	2016	Barranquilla	Estación de Servicio de GNC	Gas Natural Comprimido	Explosión de un compresor	De acuerdo con la hipótesis del capitán Jaime Pérez Pacheco, comandante del Cuerpo de Bomberos de la ciudad sostiene que el estallido, posiblemente, se produjo por una falla humana y que, si había un escape de gas, este entró en contacto con un "punto caliente" que produjo la explosión. De acuerdo con Carlos Durán Hamburger, ingeniero mecánico y representante de convenios de Kaeser compresores en un compresor estalla la parte eléctrica, pero por la magnitud de la explosión, sostuvo, ha podido tratarse de una falla eléctrica en medio de una acumulación de gas. "El artefacto pudo haber manejado más de las 200 libras de presión", es decir, superior a su capacidad.	4 muertes 4 heridos Daños materiales	ND	JUDICIAL EL HERALDO. https://www.elheraldo.co/judicial/por-que-exploto-el-compresor-de-gas-que-dejo-cuatro-muertos-en-la-eds-285767 .
8	2003	Córdoba	Estación de Servicio de GNC	Gas Natural Comprimido	Explosión de compresor	Se piensa más en un "caso fortuito" que en la participación de una "mano extraña"	Daños materiales	Ocurrida la explosión, "aproximadamente a las 4:30 se procedió al cierre de la válvula (C) del puente de medición para interrumpir el suministro de gas natural en el equipo	La Voz Online. http://archivo.lavoz.com.ar/2003/0717/sucesos/nota178539_1.htm

No	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa(s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
								compresor", según informó por escrito la Distribuidora Gas del Centro.	
9	2000	New México, USA	Gasoducto subterráneo	Gas Natural	Explosión e incendio	Una investigación sobre la ruptura reveló que una sección corroída de la tubería fue expulsada en la explosión	5 heridos 5 muertes	ND	CNN.COM, U.S. NEWS, AUGUST 19, 21, 2000, (http://www.cnn.com)
10	2000	Ontario, CANADA	Ducto de 42"	Gas Natural	Fuga	Liberación de gas natural por rompimiento de tubería durante la prueba de presión El gas se apagó rápidamente y no había peligro en el entorno	0 heridos 0 muertes	ND	CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD, MAY 31, 2000, (http://www.chemsafety.gov)
11	2000	Hempfield Township, USA	Ducto de 12"	Gas Natural	Explosión	El incidente ocurrió cuando trabajadores estaban instalando cables subterráneos y perforaron una línea de alcantarillado y una tubería principal de gas natural de 12 pulgadas	3 heridos 0 muertes	ND	CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD, 23 MARCH, 2000, (http://www.chemsafety.gov)
12	1997	CANADA	Ducto de 36"	Gas Natural	Incendio	El fuego generó un pequeño incendio secundario de rastrojo en un campo cercano Se cree que la causa de la rotura de la línea se debe a la corrosión	0 heridos 0 muertes	Válvulas de cierre para aislar la sección afectada	LOSS CONTROL NEWSLETTER, 1997
13	1997	USA	Ducto de 24"	Gas Natural	Fuga	Un equipo de mantenimiento perforó una tubería de gas natural de 24 pulgadas	0 heridos 0 muertes	La sección dañada se cerró y se iniciaron las reparaciones El flujo se redujo por un día	LOSS CONTROL NEWSLETTER, 1997.
14	1997	RUSIA	Estación de Compresión	Gas Natural	Explosión	La estación de compresión de gas natural fue completamente destruida por una explosión durante las operaciones de puesta en marcha a pesar de las advertencias de que el gasoducto estaba en malas condiciones	21 heridos 0 muertes	ND	LOSS CONTROL NEWSLETTER, 1997.

ND = No hay datos

5.4.1.3.- IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO

Para la identificación de peligros y de escenarios de riesgos se optó por las metodologías **WHAT IF...? (Que pasa si...?)** y **HAZOP (Hazard and Operability Study)**.

METODOLOGIA WHAT IF...? (Que pasa si...?)

La metodología WHAT IF...? no requiere de métodos cuantitativos especiales ni una planeación extensiva; utiliza información específica de un proceso para generar una serie de preguntas que son pertinentes durante el tiempo de vida de una instalación, así como cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación.

Es un método de tipo cualitativo que consiste en definir tendencias, formular preguntas, desarrollar respuestas y evaluarlas, incluyendo la más amplia gama de consecuencias posibles, con el objetivo básico de identificar posibles accidentes; es decir, riesgos, consecuencias y posibles métodos y/o formas de minimizarlos.

Como resultado de este análisis se obtiene una lista de escenarios de accidentes potenciales, así como las formas de reducir las consecuencias de estos, sin establecer una escala cuantitativa de ellos.

Para facilitar la aplicación de esta metodología la estación de servicio (proyecto) ha sido dividida en 3 nodos, las preguntas respecto a las desviaciones que pudieran ocurrir han sido formuladas para los procesos que ocurren en cada uno de ellos; la respuesta a cada pregunta se ha evaluado con base a una serie de variables que pudieran ser observadas y/o medidas de manera explícita o al menos implícitamente.

A los riesgos determinados se les ha calculado su valor de riesgo al personal, a la población, al medio ambiente y a la infraestructura con base a valores de frecuencia y consecuencia.



Reporte de la metodología:

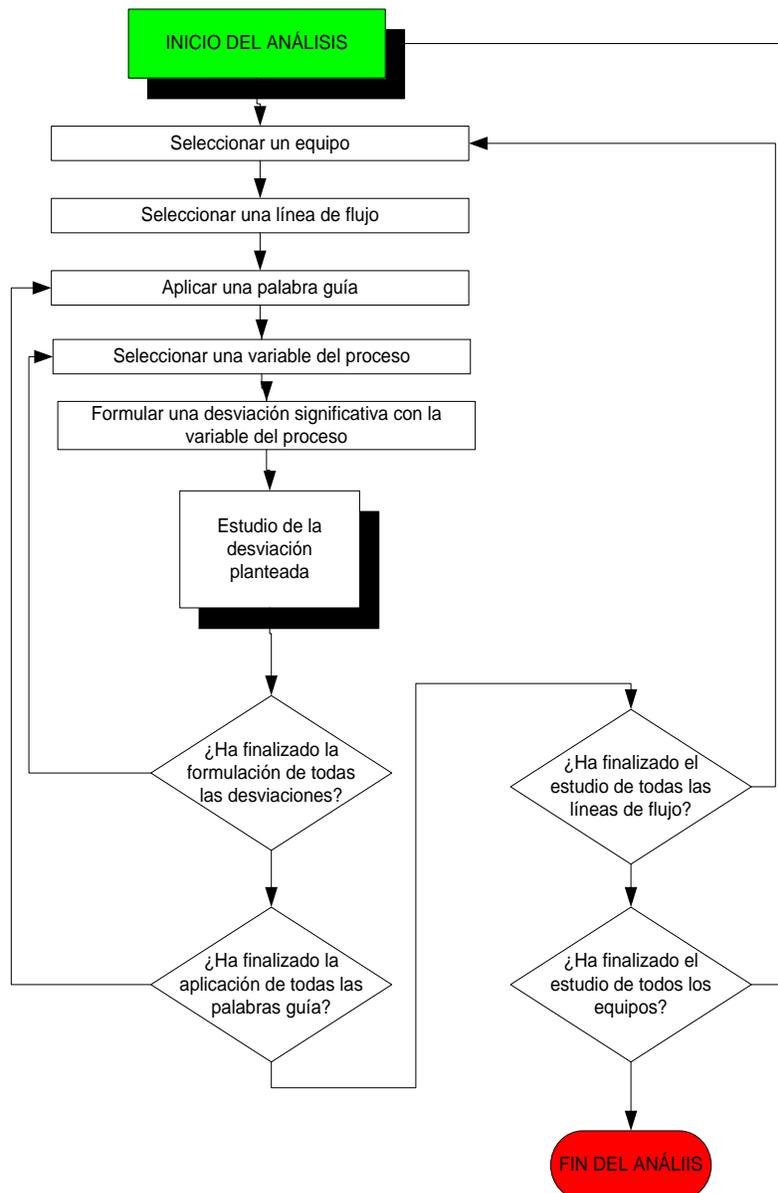
WHAT - IF - Identificación de Peligros y de Escenarios de Riesgo

METODOLOGIA HAZOP (Hazard and Operability Study)

La metodología HAZOP es un método estructurado y sistemático nos permite visualizar el conjunto de situaciones peligrosas y posibles problemas operativos, así como una serie de medidas orientadas a la reducción del riesgo existente o la mitigación de las consecuencias de los problemas operativos.

La secuencia metodológica de la metodología HAZOP es la siguiente:

Diagrama 1. Secuencia Metodológica HAZOP



El método de análisis HAZOP presupone dos hipótesis:

- 1.- La instalación está bien diseñada, en relación con la experiencia, el conocimiento de los procesos implicados y la aplicación de normas y códigos pertinentes.
- 2.- Los materiales de construcción han sido los adecuados y la construcción y ensamblaje de los elementos se ha hecho correctamente.

El primer paso es la selección de los elementos críticos que deben estudiarse (tanques, dispensarios, etc.). A continuación, sobre cada nodo de estudio, que corresponde a cada línea de fluido de cada elemento seleccionado, y de forma secuencial y repetitiva, se aplican las palabras guía (no, mas, menos, otro, parte de, etc.) a cada una de las condiciones de operación, las sustancias y las variables que intervienen (flujo, presión, temperatura, nivel, etc.). Operando de esta manera se generan las desviaciones significativas de las condiciones normales de operación.

Las palabras Guía y Parámetros a utilizar para el caso del proyecto son las siguientes:

Tabla 30. Palabras Guía y Parámetros por utilizar en el Análisis HAZOP

Palabra Guía	Parámetros	Equipo	Punto de Interconexión	EMR de Interconexión Y EMR de Estación de Gas Natural	Compresores	Almacenamiento	Suministro
Alto	Flujo	Ducto de 24" / Tubería en EMR de interconexión y tubería en la EMR de la estación de GNC / Compresores / Panel prioritario y cascada pulmón	X	X	X	X	
Bajo	Flujo	Ducto de 24" / Tubería en EMR de interconexión y tubería en la EMR de la estación de GNC / Compresores / Panel prioritario y cascada pulmón	X	X	X	X	
No	Flujo	Ducto de 24" / Tubería en EMR de interconexión y tubería en la EMR de la estación de GNC / Compresores / Panel prioritario y cascada pulmón	X	X	X	X	
Alta	Presión	Compresores / Panel prioritario y cascada pulmón / Dispensarios y poste de llenado			X	X	X
Baja	Presión	Compresores / Panel prioritario y cascada pulmón / Dispensarios y poste de llenado			X	X	X
No	Presión	Compresores / Panel prioritario y cascada pulmón / Dispensarios y poste de llenado			X	X	X
Alta	Temperatura	Ducto de 24" / Tubería en EMR de interconexión y tubería en la EMR de la estación de GNC / Compresores / Panel prioritario y cascada pulmón / Dispensarios y poste de llenado	X	X	X	X	X
Además de	Composición	Ducto de 24" / Tubería en EMR de interconexión y tubería en la EMR de la	X	X	X	X	X

		estación de GNC / Compresores / Panel prioritario y cascada pulmón / Dispensarios y poste de llenado					
Además de	Corrosión	Tubería en EMR de interconexión y tubería en la EMR de la estación de GNC / Cilindros de almacenamiento de la cascada pulmón		X		X	
Además de	Fuga	Ducto de 24" / Tubería en EMR de interconexión y tubería en la EMR de la estación de GNC / Compresores / Panel prioritario y cascada pulmón / Dispensarios y poste de llenado	X	X	X	X	X
Además de	Ruptura	Tubería en EMR de interconexión y tubería en la EMR de la estación de GNC / Panel prioritario y cascada pulmón / Dispensarios y poste de llenado	X	X		X	X



Reporte de la metodología:

HAZOP - Identificación de Peligros y de Escenarios de Riesgo

5.4.1.4.- JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO

Para la jerarquización de los diferentes escenarios de riesgo se tomaron en cuenta las siguientes frecuencias y consecuencias:

Tabla 31. Clasificación de FRECUENCIAS para Escenarios de Riesgo

Clasificación de la frecuencia	Categoría	Descripción	Frecuencia/año
F6	Muy frecuente	Puede ocurrir una o más veces al año	1.00E-01
F5	Probable	Ocurrirá varias veces en la vida del proyecto	1.00E-02
F4	Posible	Es probable que ocurra en algún momento de la vida del proyecto	1.00E-03
F3	Remoto	Es poco probable, pero es posible que ocurra en la vida del proyecto	1.00E-04
F2	Improbable	Improbable, y pudiera no ocurrir en la vida del proyecto	1.0E-05
F1	Muy Improbable	Incapaz de ocurrir. Este nivel se utiliza cuando los peligros potenciales son identificados y luego son eliminados	1.0E-06

Tabla 32. Clasificación de CONSECUENCIAS para Escenarios de Riesgo

Clasificación de la Consecuencia	Receptores de Riesgo			
	Personas	Población	Medio Ambiente	Pérdidas \$(Instalación o producción)
C6	Mas de una fatalidad	Muchas fatalidades	Daño mayor permanente	Pérdida total >1,000,000 dlls
C5	Hasta una fatalidad o daño a la salud permanente	Personas heridas y hasta una fatalidad	Daño mayor mitigable	Pérdida entre 100,000 > 1,000,000 dlls
C4	Herida mayor (incapacitante)	Muchas personas heridas	Daño medio mitigable	Pérdida entre 50,000 > 100,000 dlls
C3	Heridas menores o daño a la salud	Hasta una persona herida de consideración	Daño ligero mitigable	Pérdida entre 10,000 > 50,000 dlls
C2	Ligeras heridas o daño a la salud (No incapacitante)	Hasta una persona con heridas menores	Daño muy ligero temporal	Pérdida entre 1,000 > 10,000 dlls
C1	No hay heridas o daños a la salud	Sin daño a la población	Sin efectos	Sin pérdida <100 dlls



Matrices de Riesgo

MATRICES DE RIESGO

Las matrices de riesgo para cada uno de los Receptores de Riesgo analizados de acuerdo con el **PreHA**, **WHAT IF...?** y el **HAZOP** son las siguiente:

Tabla 33. Matriz de Riesgos de daños al PERSONAL

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencias	6						
	5	WHAT-IF (1.4, 2.7, 4.2) HAZOP (2.4, 4.8, 5.4, 5.5)	PreHA (1.3, 1.8)				
	4	PreHA (1.6) WHAT-IF (1.6, 1.9, 2.1, 2.2, 2.8, 2.10, 3.3, 4.3, 4.4, 4.6, 4.7, 4.10) HAZOP (2.1, 2.2, 2.3, 2.7, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 5.1, 5.2, 5.3, 5.6)	HAZOP (5.7)	WHAT-IF (4.1)	WHAT-IF (2.4, 4.9, 4.12) HAZOP (4.11)	WHAT-IF (2.5, 2.11) HAZOP (3.9)	WHAT-IF (1.1, 1.2, 1.5, 3.2) HAZOP (1.6, 1.7, 2.8, 4.10)
	3	WHAT-IF (1.3, 1.7, 2.6, 2.12, 3.1, 3.4, 3.5, 4.5, 4.8, 4.11) HAZOP (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.5, 4.9)	PreHA (1.4, 1.5, 1.7)	WHAT-IF (2.9)		PreHA (1.9)	
	2	WHAT-IF (1.8, 2.3) HAZOP (2.6)		PreHA (1.1)			
	1				PreHA (1.2)		

Tabla 34. Matriz de Riesgos de daños a la POBLACION

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencias	6						
	5	PreHA (1.3,1.8) WHAT-IF (1.4, 2.7, 4.2) HAZOP (2.4, 4.8, 4.5, 5.5)					
	4	PreHA (1.6) WHAT-IF (1.6, 1.9, 2.1, 2.2, 2.8, 2.10, 3.3, 4.1, 4.3, 4.4, 4.6, 4.7, 4.10) HAZOP (2.1, 2.2, 2.3, 2.7, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 5.1, 4.2, 5.3, 5.6, 5.7)		WHAT-IF (2.4, 2.5, 4.9, 4.12) HAZOP (4.11)	WHAT-IF (2.11) HAZOP (3.9)	WHAT-IF (1.2, 1.5, 3.2) HAZOP (2.8, 4.10)	WHAT-IF (1.1) HAZOP (1.6, 1.7)
	3	PreHA (1.5) WHAT-IF (1.3,1.7, 2.6, 2.9, 2.12, 3.1, 3.4, 3.5, 4.5, 4.8, 4.11) HAZOP (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.5, 4.9)	PreHA (1.4, 1.7)		PreHA (1.9)		
	2	WHAT-IF (1.8, 2.3) HAZOP (2.6)	PreHA (1.1)				
	1		PreHA (1.2)				

Tabla 35. Matriz de Riesgos de daños al MEDIO AMBIENTE

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencias	6						
	5	PreHA (1.8) WHAT-IF (2.7, 4.2) HAZOP (4.8, 5.4, 5.5)	PreHA (1.3) WHAT-IF (1.4) HAZOP (2.4)				
	4	WHAT-IF (1.6, 2.1, 2.2, 2.8, 4.3, 4.4, 4.6, 4.7) HAZOP (2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5, 3.6, 3.8, 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6, 5.1, 5.2)	PreHA (1.6) WHAT-IF (1.9, 2.10, 3.3, 4.1, 4.10, 4.12) HAZOP (2.1, 2.7, 3.4, 3.7, 4.4, 4.7, 4.11, 5.3, 5.6, 5.7)	WHAT-IF (2.4, 2.5)	WHAT-IF (1.2, 1.5, 2.11, 3.2) HAZOP (2.8, 3.9, 4.10)	WHAT-IF (1.1) HAZOP (1.6, 1.7)	
	3	PreHA (1.5) WHAT-IF (2.6, 3.4, 4.5, 4.8) HAZOP (1.2, 1.3, 1.5, 2.5)	PreHA (1.4, 1.7) WHAT-IF (1.7, 2.9, 2.12, 3.5, 4.9, 4.11) HAZOP (1.1, 1.4)	PreHA (1.9) WHAT-IF (1.3, 3.1) HAZOP (4.9)			
	2	HAZOP (2.6)	PreHA (1.1) WHAT-IF (1.8, 2.3)				
	1				PreHA (1.2)		

Tabla 36. Matriz de Riesgos de daños a las INSTALACIONES

		Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencias	6						
	5	WHAT-IF (4.2) HAZOP (5.4)	WHAT-IF (1.4, 2.7) HAZOP (2.4, 4.8)	PreHA (1.3, 1.3) HAZOP (5.5)			
	4	WHAT-IF (3.3, 4.3, 4.6, 4.7) HAZOP (3.1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6, 5.2, 5.3)	PreHA (1.6) WHAT-IF (1.9, 2.1, 2.2, 2.4, 2.8, 2.10, 4.1, 4.4, 4.9, 4.10, 4.12) HAZOP (2.1, 2.2, 2.3, 2.7, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 4.4, 4.7, 4.11, 5.1, 5.6, 5.7)	WHAT-IF (2.5) HAZOP (3.8, 4.1)	WHAT-IF (1.2, 1.5, 2.11, 3.2) HAZOP (2.8, 3.9, 4.10)	WHAT-IF (1.1) HAZOP (1.6, 1.7)	
	3	WHAT-IF (3.4, 4.8)	PreHA (1.4, 1.6, 1.7) WHAT-IF (1.3, 1.7, 2.6, 2.12, 3.1, 3.5, 4.5, 4.11)	PreHA (1.5) WHAT-IF (2.9) HAZOP (4.9)	PreHA (1.9) HAZOP (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.5)		
	2		PreHA (1.1) WHAT-IF (2.3)	HAZOP (2.6)	WHAT-IF (1.8)		
	1			PreHA (1.2)			

Tabla 37. Definiciones de las Regiones de Riesgo

Región de Riesgo	Descripción
No tolerable "A"	El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo de este tipo representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo.
ALARP "B"	El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle, se deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo además se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.
Tolerable "C"	El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención juntamente con otras mejoras operativas.

ESCENARIOS DE RIESGO IDENTIFICADOS

Los escenarios de riesgo identificados mediante el **PreHA, WHAT IF...?** y HAZOP para cada una de las Sustancias Peligrosas a manejar son los siguientes:

Tabla 38. Escenarios de Riesgo Identificados

No	Clave del Escenario Identificado	Descripción del Escenario Identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia x consecuencia)	Región del Riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del Nodo o Sistema	Nombre de la Instalación o Ducto	Sustancia Involucrada
1	WF-1.1/HZ-1.7	Al hacer la interconexión con el ducto de 24" de la empresa proveedora de gas natural se da una fuga de gas en el punto de interconexión la cual encuentra una fuente de ignición retardada generando un evento de tipo VCE	10	NO TOLERABLE A	F4	C6	Nodo 1 (WHAT-IF) / Nodo1 (HAZOP)	Punto de Interconexión	Gas Natural
2	WF-1.1/HZ-1.6	Al hacer la interconexión con el ducto de 24" de la empresa proveedora de gas natural se da una fuga de gas en el punto de interconexión la cual encuentra una fuente de ignición inmediata generando un evento de tipo JET FIRE	10	NO TOLERABLE A	F4	C6	Nodo 1 (WHAT-IF) / Nodo1 (HAZOP)	Punto de Interconexión	Gas Natural
3	WF-1.2/HZ-2.8	Por aumento de presión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta se presenta una fuga de gas natural que se almacena dentro de la EMR de interconexión presentándose un evento de tipo VCE	10	NO TOLERABLE A	F4	C6	Nodo 1 (WHAT-IF) / Nodo 2 (HAZOP)	EMR de Interconexión	Gas Natural
4	WF-1.5/HZ-2.8	Por aumento de presión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta se presenta una fuga de gas natural que se almacena dentro de la EMR de la estación de GNC presentándose un evento de tipo VCE	10	NO TOLERABLE A	F4	C6	Nodo 1 (WHAT-IF) / Nodo 2 (HAZOP)	EMR de la Estación de GNC	Gas Natural
5	WF-3.2/HZ-4.10	Por falta de supervisión, mantenimiento o acción intencionada al daño se produce una fuga a consecuencia de la corrosión en alguno de los cilindros de la cascada pulmón la cual se almacena en el espacio de la cascada y encuentra una fuente de ignición generando un evento de tipo VCE	10	NO TOLERABLE A	F4	C6	Nodo 3 (WHAT-IF) / Nodo 4 (HAZOP)	Cascada Pulmón	Gas Natural

6	WF-2.11/HZ-3.9	Por aumento de presión de gas natural en los compresores y falla en válvulas de seguridad se fuga el gas dentro del cuarto de compresores almacenándose en este el cual encuentra una fuente de ignición generándose un evento de tipo VCE	9	ALARP B	F4	C5	Nodo 2 (WHAT-IF) / Nodo 3 (HAZOP)	Compresores	Gas Natural
7	WF-2.5	Por falta de supervisión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta o accesorios que conduce el gas desde hasta los compresores hasta la cascada pulmón se presenta una fuga la cual encuentra una fuente de ignición retardada generándose un evento de tipo VCE	9	ALARP B	F4	C5	Nodo 2 (WHAT-IF)	Tubería de la EMR de la Estación de GNC a los Compresores y a la Cascada Pulmón	Gas Natural
8	WF-2.4	Por falta de supervisión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta o accesorios que conduce el gas desde los compresores hasta la cascada pulmón se presenta una fuga la cual encuentra una fuente de ignición inmediata generándose un evento de tipo JET FIRE	9	ALARP B	F4	C5	Nodo 2 (WHAT-IF)	Tubería de la EMR de la Estación de GNC a los Compresores y a la Cascada Pulmón	Gas Natural
9	HZ-4.11	Un cilindro de la cascada pulmón sufre un incremento en la presión de este a consecuencia de un incendio cercano al área y su válvula de seguridad falla lo que genera un evento de explosión física	8	ALARP B	F4	C4	Nodo 4 (HAZOP)	Cascada Pulmón	Gas Natural
10	WF-4.9	Al momento de cargar GNC a una unidad de almacenamiento transportable se genera sobrepresión a un cilindro que tiene dañada la válvula de seguridad por lo que no puede liberar gas ocasionando que se presente una explosión física de este	8	ALARP B	F4	C4	Nodo 4 (WHAT-IF)	Área de Carga en Zona de Poste de Llenado	Gas Natural
11	WF-4.12	Por tanque de vehículo en mal estado en el área de dispensarios al momento de hacer la carga a este de gas natural se genera sobrepresión ocasionando que el tanque tenga una explosión física	8	ALARP B	F4	C4	Nodo 4 (WHAT-IF)	Área de Carga en Zona de Dispensarios	Gas Natural

5.4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO

5.4.2.1. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

La metodología del árbol de fallos también llamada **FTA (Fault Tree Analysis)**, la cual es una técnica deductiva que se aplica a un sistema técnico o proceso para la identificación de los sucesos que pueden conducir a un incidente no deseado, en general un accidente o fallo global de un sistema. Esta técnica permite a sí mismo la cuantificación de la probabilidad o frecuencia con que puede producirse un suceso.

La ventaja principal de esta técnica es su representación gráfica, que facilita la comprensión de la causalidad; de hecho, un árbol de fallos como tal es un modelo gráfico en forma de árbol invertido que ilustra la combinación lógica de fallos parciales que conducen al fallo del sistema. La relación lógica entre los sucesos es representada por los operadores lógicos “Y”, “O”, INH (operador condicional) aplicados al álgebra booleana.

Accidente o fallo del sistema (denominado también suceso no deseado o top event), son situaciones excepcionales objeto de estudio mediante la elaboración y análisis de árboles de fallos. Estos accidentes se analizan mediante las demás técnicas, para este caso en particular, serán identificados los tops event por medio del **WHAT-IF y HAZOP** y serán analizados a detalle con un árbol de fallos.

Los fallos que se dan en sistemas técnicos pueden básicamente ser de dos tipos:

- Fallos primarios: aquellos atribuibles a defectos de los componentes y no a la interacción con el exterior (por ejemplo, una soldadura mal hecha, etc.)
- Fallos secundarios: aquellos atribuibles a la interacción del exterior con los componentes (por ejemplo, la rotura de un motor eléctrico por giro inverso al conectar las fases al revés, etc.). Estos siempre son el resultado de condiciones anómalas de funcionamiento y tienen una causa bien definida.

Para la elaboración de un árbol de fallos, es necesario un estudio previo a fin de determinar los incidentes susceptibles de ser analizados y evaluados (top event) que son identificados mediante **análisis histórico y/o un Árbol de Evento** como este caso. Seguidamente, y de manera secuencial, es necesario identificar los fallos de los elementos y las relaciones lógicas que conducen al accidente. La identificación de los sucesos y las cadenas de sucesos se hace partiendo de la eventualidad no deseada y deduciendo la combinación lógica de incidentes que la pueden desencadenar de manera recurrente. El primer paso es la determinación de los

sucesos más inmediatos necesarios y suficientes para que se produzca el fallo del sistema. Con esta forma de operar, para cada nuevo elemento planteado, se generan árboles de fallos. El proceso finaliza cuando todos los fallos identificados son primarios.

El análisis cuantitativo permite calcular básicamente la frecuencia de acontecimiento de un accidente y la indisponibilidad del sistema. Para poder efectuar el análisis cuantitativo se precisa conocer el tiempo de funcionamiento de la instalación y las tasas de fallos.

Los criterios utilizados para las tasas de fallos para este caso son los siguientes:

Tabla 39. Criterios de Tasas de Fallos

DESCRIPCIÓN	CRITERIO	CRITERIO CUANTITATIVO DE FRECUENCIA
Frecuente	Ocurre frecuentemente	0.1
Probable	Puede ocurrir varias veces durante la vida del Proyecto	0.01
Ocasional	Puede ocurrir alguna vez durante la vida del Proyecto	0.001
Remoto	Difícil que ocurra, pero es probable	0.0001
Improbable	No se espera que ocurra	0.00001

Nota: Estos criterios sirven para establecer las probabilidades de fallos y la jerarquización de riesgos que serán modelados entre los diferentes eventos analizados y no necesariamente indican un periodo de tiempo en que pudieran presentarse.

Tabla 40. Simbología Árboles de Fallos

	Puerta lógica "Y"	El suceso de salida sucede solamente si se cumplen todos los sucesos de entrada.
	Puerta lógica "O"	El suceso de salida ocurre si se cumple cualquiera de los sucesos de entrada.
	Puerta lógica "INH"	El suceso de salida ocurre solamente si se dan los sucesos de entrada y se cumple la condición.
	Fallo primario	Fallo de un componente que no tiene una causa primera identificable. Es el máximo nivel de detalle del árbol.
	Fallo secundario	Fallo de un componente que tiene una causa primera identificable.

	Suceso no desarrollado	Fallo de un componente que tiene una causa primera pero no es desarrollado por falta de información.
	Suceso externo	Condición o suceso dado por las condiciones exteriores al límite de la instalación.
	Transferencia	Las puertas de transferencia indican la división del árbol en algunas partes (entrada y salida)

Con base a los resultados del **WHAT IF...?** y **HAZOP**, se identificaron los siguientes **TOP EVENT**:

Tabla 41. Tops Events

Top Event	Clave del Escenario de Riesgo Identificado	Sustancia	Descripción del Escenario Identificado	Sitio donde se presentaría el evento
01 - VAPOR CLOUD EXPLOSION	E1-WF-1.1/HZ-1.7	Gas Natural	Al hacer la interconexión con el ducto de 24" de la empresa proveedora de gas natural se da una fuga de gas en el punto de interconexión la cual encuentra una fuente de ignición retardada generando un evento de tipo VCE	Punto de Interconexión
02 – JET FIRE	E2-WF-1.1/HZ-1.6	Gas Natural	Al hacer la interconexión con el ducto de 24" de la empresa proveedora de gas natural se da una fuga de gas en el punto de interconexión la cual encuentra una fuente de ignición inmediata generando un evento de tipo JET FIRE	Punto de Interconexión
03 - VAPOR CLOUD EXPLOSION	E3-WF-1.2/HZ-2.8	Gas Natural	Por aumento de presión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta se presenta una fuga de gas natural que se almacena dentro de la EMR de interconexión presentándose un evento de tipo VCE	Tubería en EMR de Interconexión
04 - VAPOR CLOUD EXPLOSION	E4-WF-1.5/HZ-2.8	Gas Natural	Por aumento de presión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta se presenta una fuga de gas natural que se almacena dentro de la EMR de la estación de GNC presentándose un evento de tipo VCE	Tubería en EMR de la Estación de GNC
05 - VAPOR CLOUD EXPLOSION	E5-WF-3.2/HZ-4.10	Gas Natural	Por falta de supervisión, mantenimiento o acción intencionada al daño se produce una fuga a consecuencia de la corrosión en alguno de los cilindros de la cascada pulmón la cual se almacena en el espacio de la cascada y encuentra una fuente de ignición generando un evento de tipo VCE	Cuarto de Cascada Pulmón
06 - VAPOR CLOUD EXPLOSION	E6-WF-2.11/HZ-3.9	Gas Natural	Por aumento de presión de gas natural en los compresores y falla en válvulas de seguridad se fuga el gas dentro del cuarto de compresores almacenándose en este el cual encuentra una fuente de ignición generándose un evento de tipo VCE	Cuarto de Compresores
07 - VAPOR CLOUD EXPLOSION	E7-WF-2.5	Gas Natural	Por falta de supervisión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta o accesorios que conduce el gas desde hasta los compresores hasta la cascada pulmón se presenta una fuga la cual encuentra una fuente de ignición retardada generándose un evento de tipo VCE	Tubería de la EMR de la Estación de GNC a los Compresores y a la Cascada Pulmón

08 – JET FIRE	E8-WF-2.4	Gas Natural	Por falta de supervisión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta o accesorios que conduce el gas desde los compresores hasta la cascada pulmón se presenta una fuga la cual encuentra una fuente de ignición inmediata generándose un evento de tipo JET FIRE	Tubería de la EMR de la Estación de GNC a los Compresores y a la Cascada Pulmón
09 - EXPLOSION	E9-HZ-4.11	Gas Natural	Un cilindro de la cascada pulmón sufre un incremento en la presión de este a consecuencia de un incendio cercano al área y su válvula de seguridad falla lo que genera un evento de explosión física	Cilindro en Cascada Pulmón
10 - EXPLOSION	E10-WF-4.9	Gas Natural	Al momento de cargar GNC a una unidad de almacenamiento transportable se genera sobrepresión a un cilindro que tiene dañada la válvula de seguridad por lo que no puede liberar gas ocasionando que se presente una explosión física de este	Cilindro en Unidad de Almacenamiento Trasportable
11 - EXPLOSION	E11-WF-4.12	Gas Natural	Por tanque de vehículo en mal estado en el área de dispensarios al momento de hacer la carga a este de gas natural se genera sobrepresión ocasionando que el tanque tenga una explosión física	Cilindro de vehículo en Zona de Dispensarios

PROBABILIDAD DE IGNICION GAS NATURAL

Para poder identificar las frecuencias de los escenarios, se necesita establecer la probabilidad de ignición para el Gas Natural usando la metodología establecida por AICHE-CCPS¹⁴.

Tabla 42. Valores de Gas Natural para el cálculo de la probabilidad de ignición inmediata y retardada

Temperatura de Autoignición	525.22	°C
Temperatura ambiente	32.1	°C
T/AIT	0.06111725	
Paí	0	
MIE	0.3	mJ
S – Motor de vehículo	0.3	
Duración de la fuga	10	min
Densidad	59.36	kg/m3
Cantidad descargada ¹⁵	145,930	l
Flash Point	-222	°C
Presión ¹⁶	1200.02	psi

¹⁴ CCPS-Wiley – Guidelines for Determining the Probability of Ignition of a Released Flammable Mass

¹⁵ Se considera el volumen de un tramo de 500 m del ducto de interconexión de 24", puesto que no se conoce la distancia a la que se encuentran las válvulas de seccionamiento

¹⁶ Se considera la presión a la que se encuentra el gas natural dentro del ducto de interconexión

a) Probabilidad de Ignición INMEDIATA

Usando el método CCPS Level 2 para el cálculo de probabilidad de Ignición Inmediata (POII), se tiene lo siguiente:

$$POII_{LEVEL2} = P_{ai} + (1 + P_{ai}) * 0.003 * P^{1/3} * MIE^{-0.6}$$

Donde:

MIE = Energía mínima de ignición (mJ)

P = Presión

$$P_{ai} = 1 - 2800e^{-9.5(T/AIT)}$$

Tabla 43. Probabilidad de Ignición Inmediata

PROBABILIDAD DE IGNICIÓN INMEDIATA	
POII	0.0657

b) Probabilidad de Ignición RETARDADA

Usando el método CCPS Level 2 para el cálculo de probabilidad de Ignición Retardada (PODI), se tiene lo siguiente:

$$PODI_{L2} = (PODI_{S/D})(M_{MAG})(M_{MAT})(M_T)(M_{IN/OUT})$$

$$PODI_{S/D} = 1 - [(1 - S^2) * e^{S * t}]$$

$$M_{MAG} = (\text{Cantidad descargada (lb)} / 145930)^{0.3}$$

$$M_{MAT} = 0.5 - 1.7 * \log(MIE)$$

$$M_T = 0.4 + (T - 1.3 * FP) / 230$$

$$M_{IN/OUT} = 1.5 \text{ para derrames en interior y } 1 \text{ para derrames en exterior}$$

Donde:

MIE = Energía mínima de ignición (mJ)

S = Fuente de Ignición (Motor de vehículo = 0.3)

t = Tiempo de exposición en minutos (Se consideran 10 m)

FP = Flash point (F)

T = Temperatura ambiente (F)

Unavailability (Q) = Probabilidad de que un componente o sistema no esté operando.

Failure frequency (w) = Probabilidad por unidad de tiempo que un componente o sistema experimente una falla al tiempo t falla/año.

Tabla 44. Probabilidad de Ignición Retardada de Gas Natural para aproximadamente 145,930 Lt

PODIS/D	1.80769832
MMAG	1.49486049
MMAT	1.38889387
MT	2.86808696
MINOUT	1
PODI-Inter	10.764
PODI	0.9000

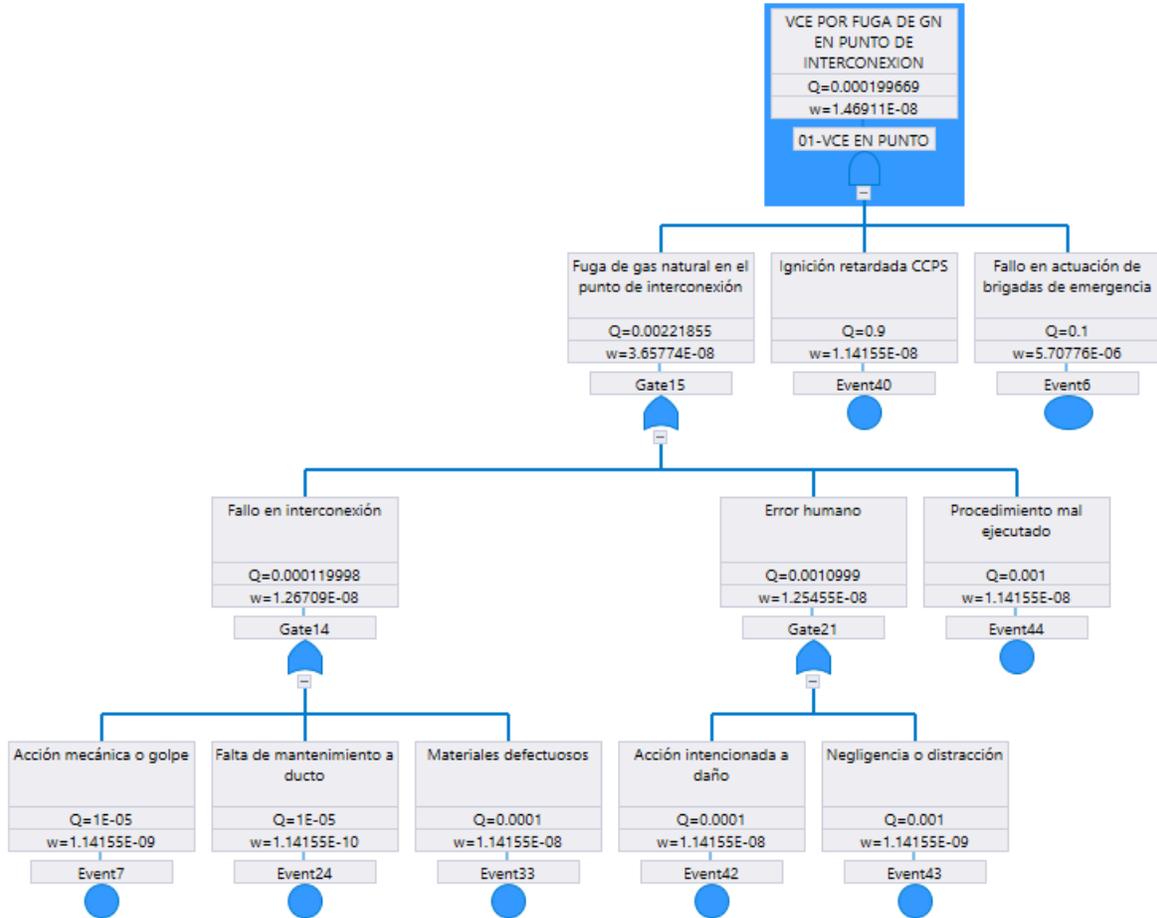
Para la elaboración de los árboles de fallo se utilizará el **Software TopEvent FTA 2017** el cual es un software interactivo para el análisis cualitativo y cuantitativo del árbol de fallas donde se puede crear árboles de fallos complejos. Permite una evaluación rápida de árboles de fallos coherentes y no coherentes con millones de conjuntos de corte mínimo, y puede calcular los valores exactos de los factores de importancia y la indisponibilidad. **TopEvent FTA 2017** incorpora dos métodos de evaluación del árbol de fallos:

- El método clásico de conjuntos de corte mínimo
- El método de diagrama de decisión binario.

Los árboles de fallos para cada uno de estos riesgos son:

TOP EVENT 01

VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN PUNTO DE INTERCONEXIÓN



Contribución de factores

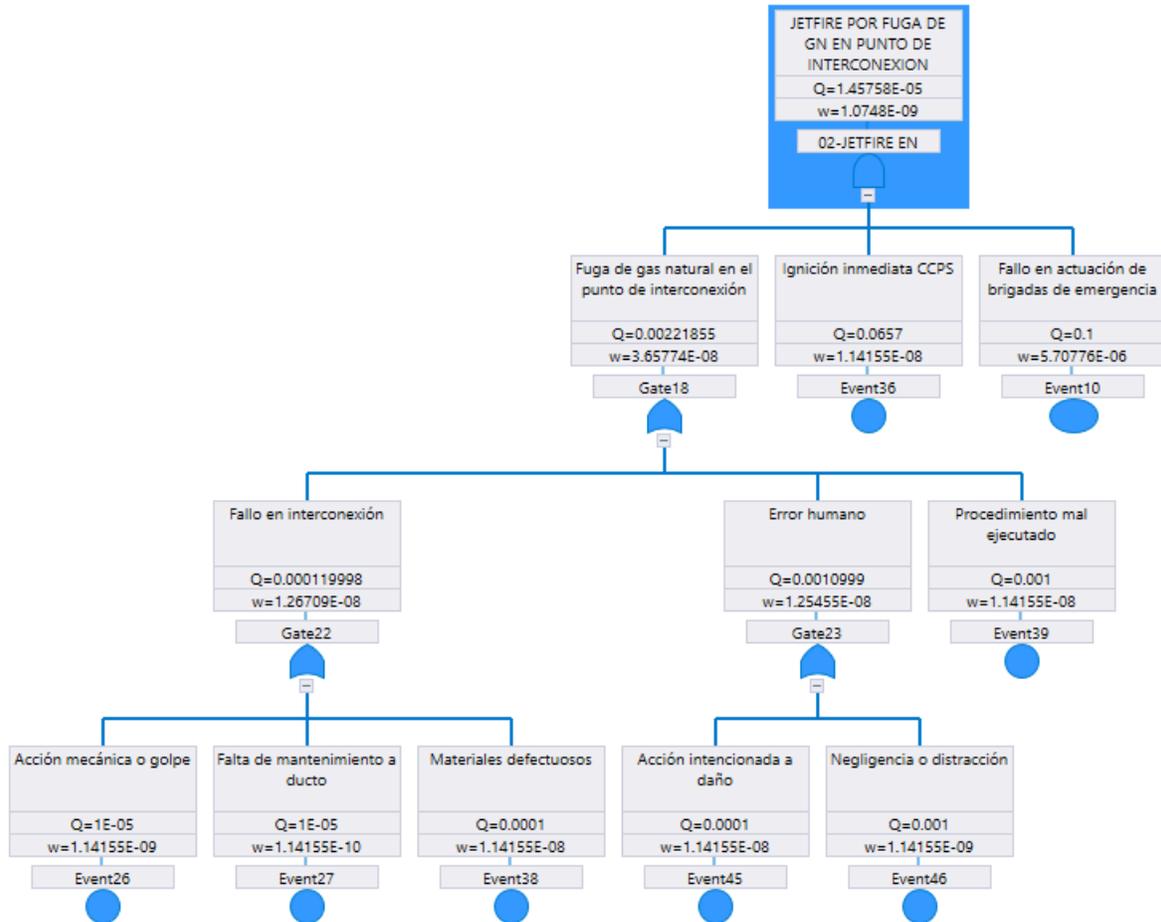
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution
1	Event6.Event40.Event43	3	9E-05	0.45045
2	Event6.Event40.Event44	3	9E-05	0.45045
3	Event6.Event33.Event40	3	9E-06	0.045045
4	Event6.Event40.Event42	3	9E-06	0.045045
5	Event6.Event7.Event40	3	9E-07	0.0045045
6	Event6.Event24.Event40	3	9E-07	0.0045045

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	0.000199669
Availability ?	0.9998
Average Unavailability ?	0.000199669
Unreliability ?	1.46941E-08
Reliability ?	1
Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.46911E-08
Average Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.46911E-08
Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.46941E-08
Average Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.46941E-08
Expected Number of Failures ?	1.46911E-08
Total Down Time [hours] ?	0.000199669
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	0.000199669
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	0.000199669
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	1.46911E-08
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	1.46911E-08

TOP EVENT 02

JET FIRE EN PUNTO DE INTERCONEXIÓN



Contribución de factores

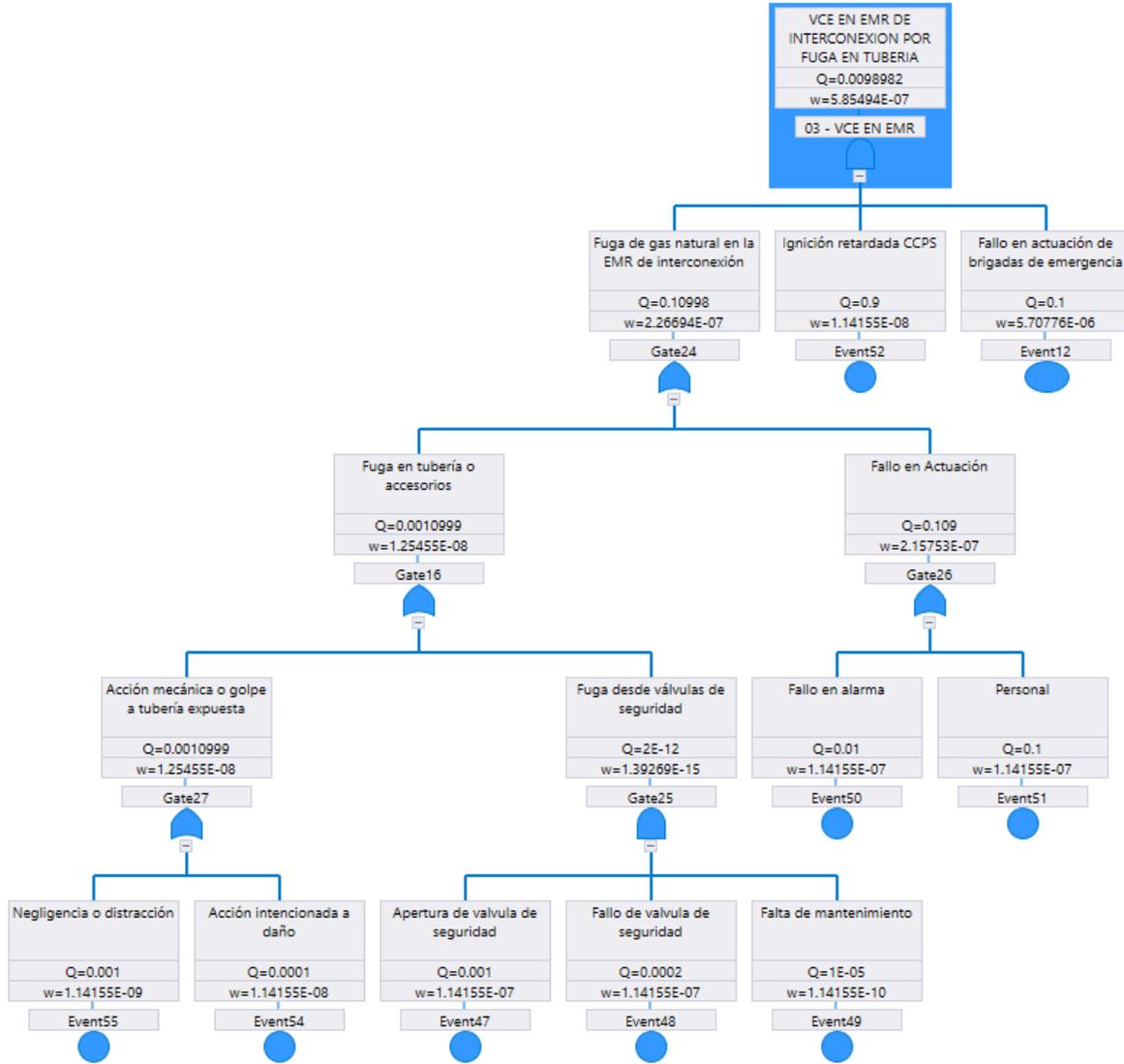
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution
1	Event10.Event36.Event46	3	6.57E-06	0.45045
2	Event10.Event36.Event39	3	6.57E-06	0.45045
3	Event10.Event36.Event38	3	6.57E-07	0.045045
4	Event10.Event36.Event45	3	6.57E-07	0.045045
5	Event10.Event26.Event36	3	6.57E-08	0.0045045
6	Event10.Event27.Event36	3	6.57E-08	0.0045045

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	1.45758E-05
Availability ?	0.999985
Average Unavailability ?	1.45758E-05
Unreliability ?	1.07482E-09
Reliability ?	1
Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.0748E-09
Average Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.0748E-09
Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.07482E-09
Average Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.07482E-09
Expected Number of Failures ?	1.0748E-09
Total Down Time [hours] ?	1.45758E-05
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	1.45758E-05
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	1.45758E-05
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	1.0748E-09
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	1.0748E-09

TOP EVENT 03

VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN LA EMR DE INTERCONEXION



Contribución de factores

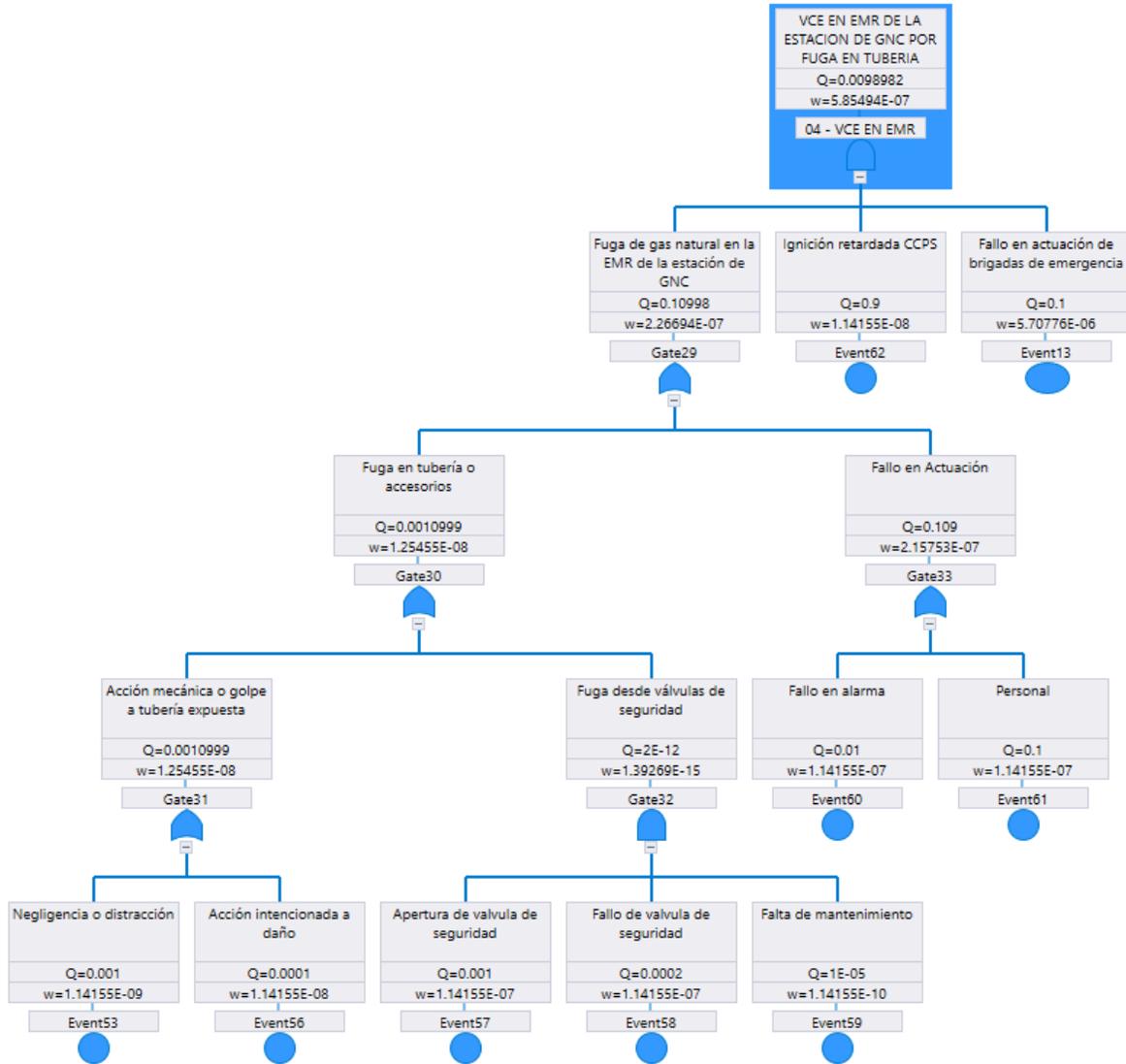
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	Event12.Event51.Event52	3	0.009	0.90009
2	Event12.Event50.Event52	3	0.0009	0.090009
3	Event12.Event52.Event55	3	9E-05	0.0090009
4	Event12.Event52.Event54	3	9E-06	0.00090009
5	Event12.Event47.Event48.Event49.Event52	5	1.8E-13	1.80018E-11

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	0.0098982
Availability ?	0.990102
Average Unavailability ?	0.0098982
Unreliability ?	5.91347E-07
Reliability ?	0.999999
Unconditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	5.85494E-07
Average Unconditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	5.85494E-07
Conditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	5.91347E-07
Average Conditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	5.91347E-07
Expected Number of Failures ?	5.85494E-07
Total Down Time [hours] ?	0.0098982
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	0.0098982
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	0.0098982
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	5.85494E-07
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	5.85494E-07

TOP EVENT 04

VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN LA EMR DE LA ESTACION DE GNC



Contribución de factores

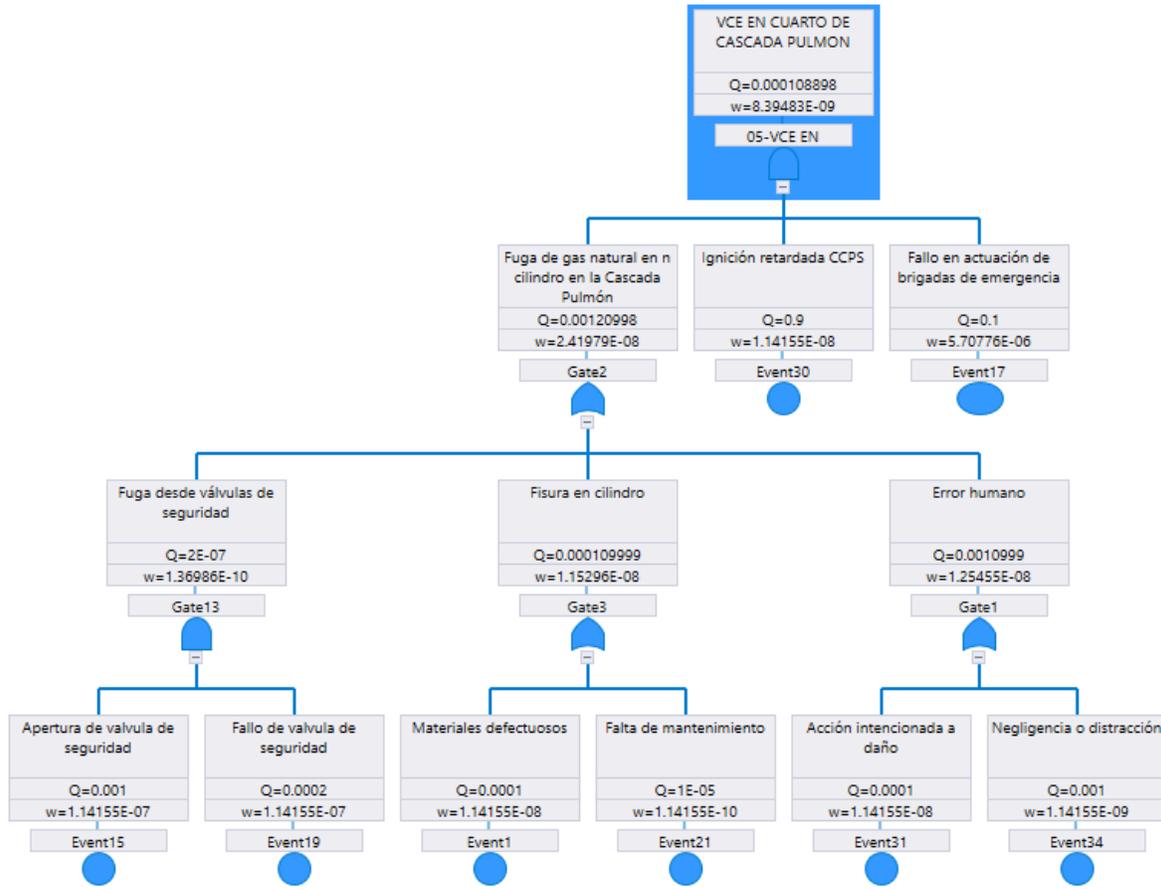
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	Event13.Event61.Event62	3	0.009	0.90009
2	Event13.Event60.Event62	3	0.0009	0.090009
3	Event13.Event53.Event62	3	9E-05	0.0090009
4	Event13.Event56.Event62	3	9E-06	0.00090009
5	Event13.Event57.Event58.Event59.Event62	5	1.8E-13	1.80018E-11

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	0.0098982
Availability ?	0.990102
Average Unavailability ?	0.0098982
Unreliability ?	5.91347E-07
Reliability ?	0.999999
Unconditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	5.85494E-07
Average Unconditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	5.85494E-07
Conditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	5.91347E-07
Average Conditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	5.91347E-07
Expected Number of Failures ?	5.85494E-07
Total Down Time [hours] ?	0.0098982
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	0.0098982
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	0.0098982
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	5.85494E-07
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	5.85494E-07

TOP EVENT 05

VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN CUARTO DE CASCADA



Contribución de factores

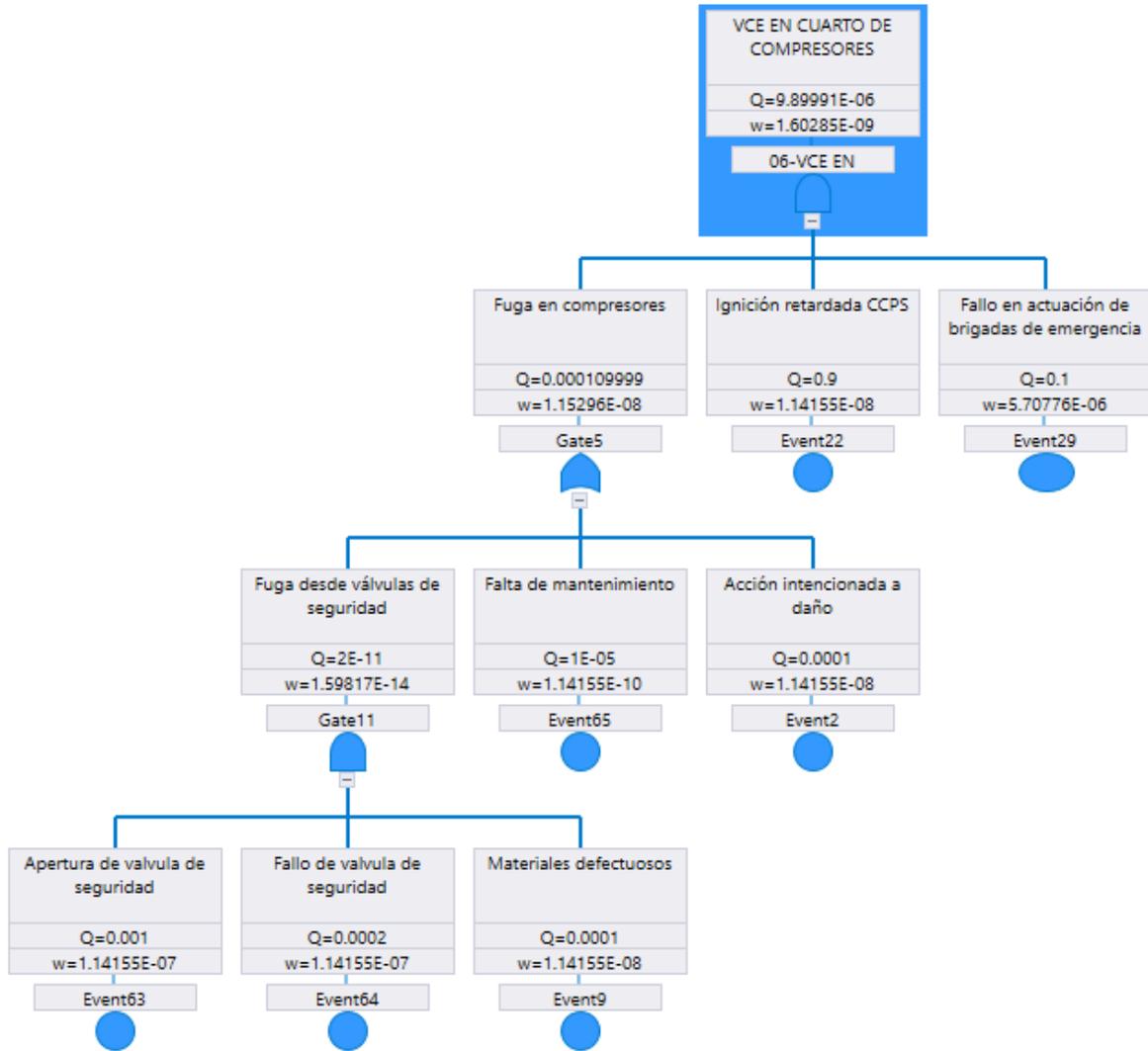
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	Event17.Event30.Event34	3	9E-05	0.82631
2	Event1.Event17.Event30	3	9E-06	0.082631
3	Event17.Event30.Event31	3	9E-06	0.082631
4	Event17.Event21.Event30	3	9E-07	0.0082631
5	Event15.Event17.Event19.Event30	4	1.8E-08	0.000165262

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	0.000108898
Availability ?	0.999891
Average Unavailability ?	0.000108898
Unreliability ?	8.39574E-09
Reliability ?	1
Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	8.39483E-09
Average Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	8.39483E-09
Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	8.39574E-09
Average Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	8.39574E-09
Expected Number of Failures ?	8.39483E-09
Total Down Time [hours] ?	0.000108898
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	0.000108898
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	0.000108898
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	8.39483E-09
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	8.39483E-09

TOP EVENT 06

VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN CUARTO DE COMPRESORES



Contribución de factores

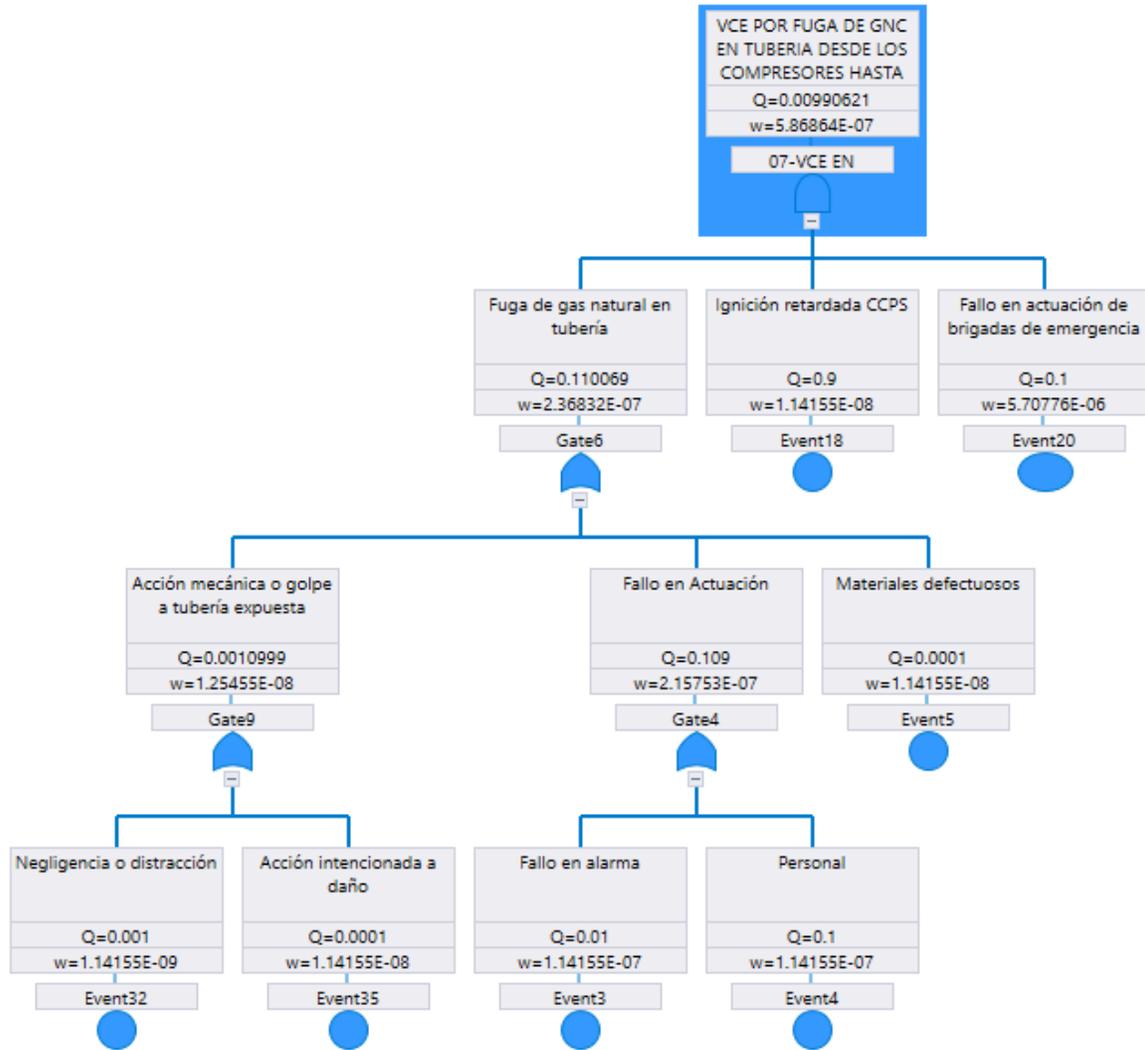
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	Event2.Event22.Event29	3	9E-06	0.909091
2	Event22.Event29.Event65	3	9E-07	0.0909091
3	Event9.Event22.Event29.Event63.Event64	5	1.8E-12	1.81818E-07

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	9.89991E-06
Availability ?	0.99999
Average Unavailability ?	9.89991E-06
Unreliability ?	1.60287E-09
Reliability ?	1
Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.60285E-09
Average Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.60285E-09
Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.60287E-09
Average Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.60287E-09
Expected Number of Failures ?	1.60285E-09
Total Down Time [hours] ?	9.89991E-06
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	9.89991E-06
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	9.89991E-06
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	1.60285E-09
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	1.60285E-09

TOP EVENT 07

VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN TUBERÍA QUE CONDUCE EL GAS NATURAL DESDE LOS COMPRESORES HASTA LA CASCADA PULMON



Contribución de factores

	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	Event4.Event18.Event20	3	0.009	0.899281
2	Event3.Event18.Event20	3	0.0009	0.0899281
3	Event18.Event20.Event32	3	9E-05	0.00899281
4	Event18.Event20.Event35	3	9E-06	0.000899281
5	Event5.Event18.Event20	3	9E-06	0.000899281

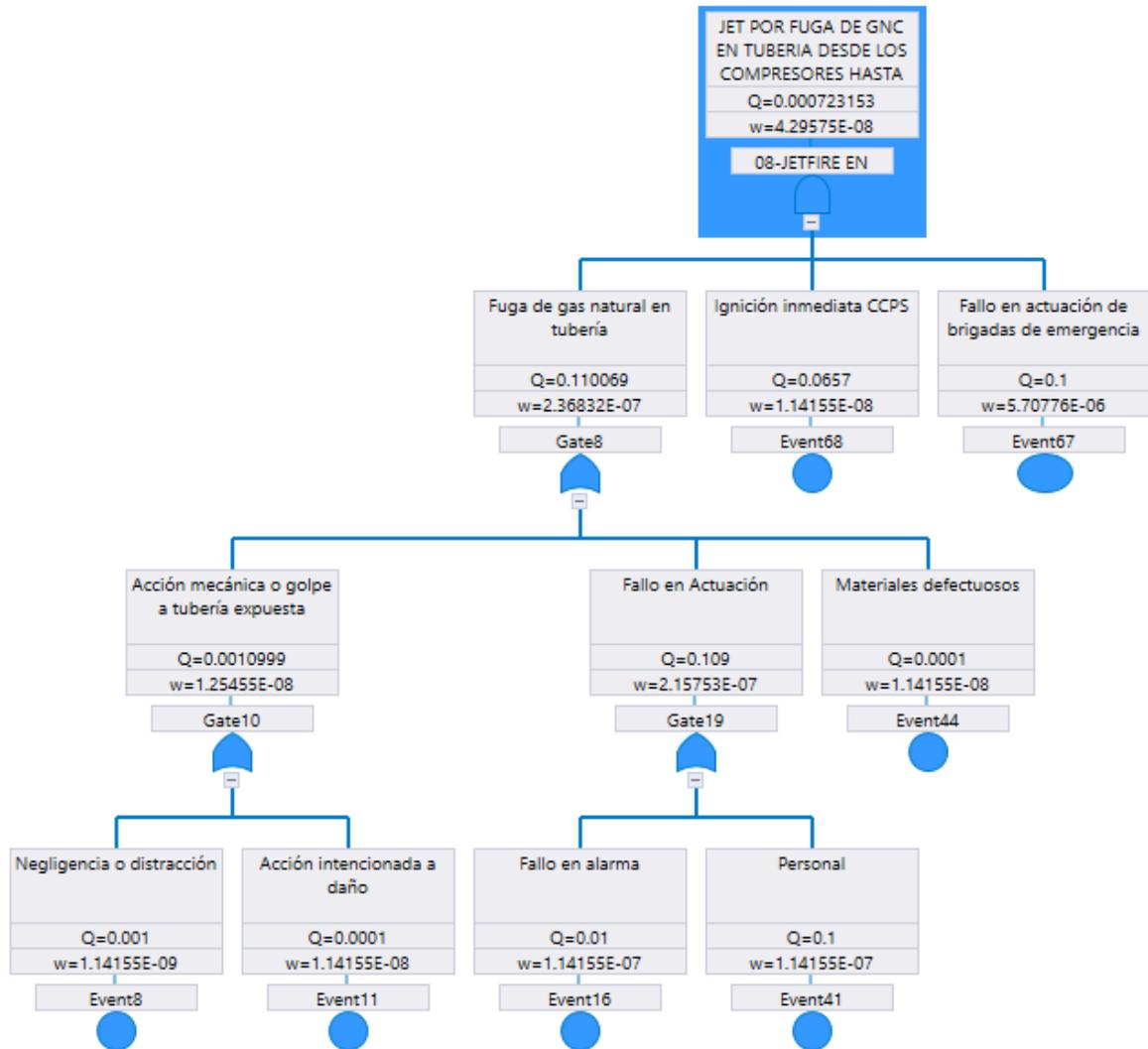
Summary

Variable	Value
Unavailability ?	0.00990621
Availability ?	0.990094
Average Unavailability ?	0.00990621
Unreliability ?	5.92735E-07
Reliability ?	0.999999
Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	5.86864E-07
Average Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	5.86864E-07
Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	5.92735E-07
Average Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	5.92735E-07
Expected Number of Failures ?	5.86864E-07
Total Down Time [hours] ?	0.00990621
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	0.00990621
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	0.00990621
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	5.86864E-07
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	5.86864E-07

TOP EVENT 08

JET FIRE EN TUBERIA QUE CONDUCE EL GAS NATURAL DESDE LOS COMPRESORES HASTA LA CASCADA

PULMON



Contribución de factores

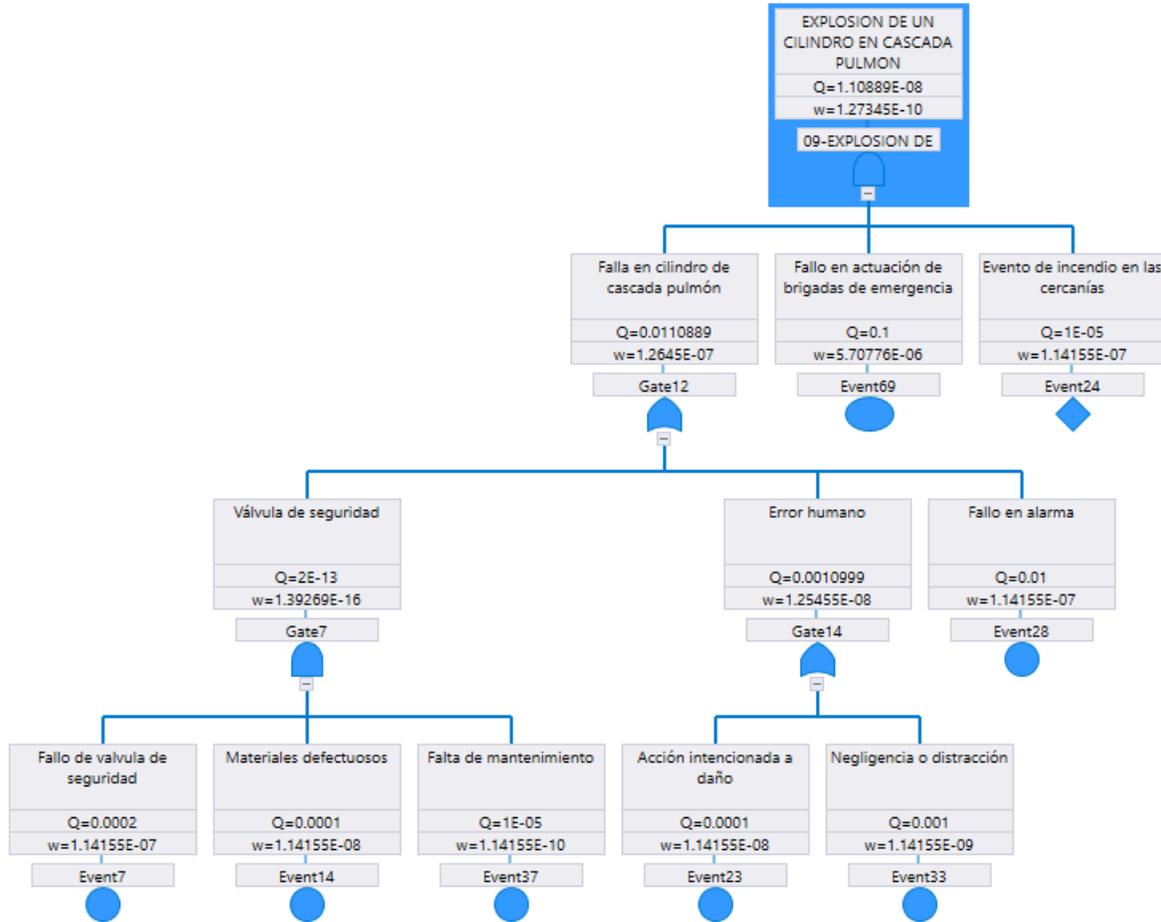
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	Event41.Event67.Event68	3	0.000657	0.899281
2	Event16.Event67.Event68	3	6.57E-05	0.0899281
3	Event8.Event67.Event68	3	6.57E-06	0.00899281
4	Event11.Event67.Event68	3	6.57E-07	0.000899281
5	Event44.Event67.Event68	3	6.57E-07	0.000899281

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	0.000723153
Availability ?	0.999277
Average Unavailability ?	0.000723153
Unreliability ?	4.29886E-08
Reliability ?	1
Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	4.29575E-08
Average Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	4.29575E-08
Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	4.29886E-08
Average Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	4.29886E-08
Expected Number of Failures ?	4.29575E-08
Total Down Time [hours] ?	0.000723153
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	0.000723153
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	0.000723153
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	4.29575E-08
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	4.29575E-08

TOP EVENT 09

EXPLOSION FISICA DE UN CILINDRO DE LA CASCADA PULMON



Contribución de factores

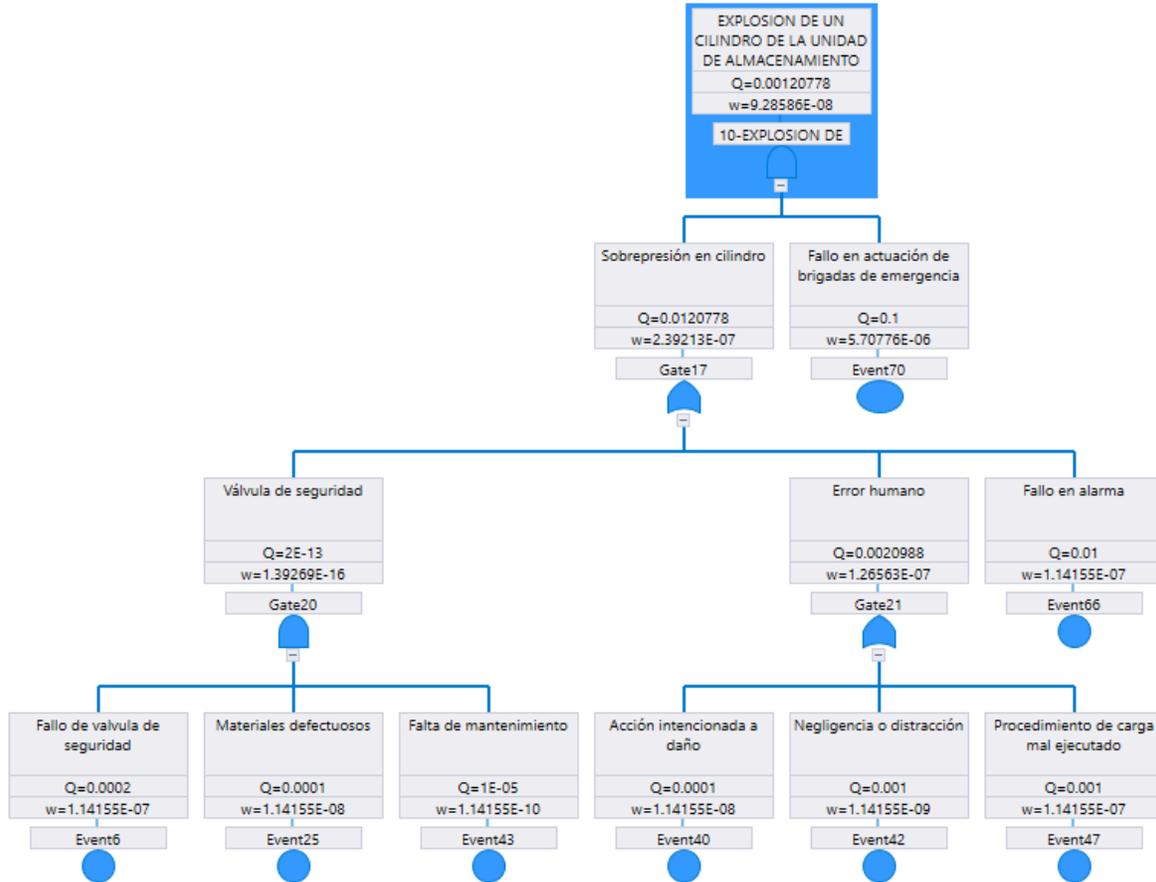
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	Event24.Event28.Event69	3	1E-08	0.900901
2	Event24.Event33.Event69	3	1E-09	0.0900901
3	Event23.Event24.Event69	3	1E-10	0.00900901
4	Event7.Event14.Event24.Event37.Event69	5	2E-19	1.8018E-11

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	1.10889E-08
Availability ?	1
Average Unavailability ?	1.10889E-08
Unreliability ?	1.27345E-10
Reliability ?	1
Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.27345E-10
Average Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.27345E-10
Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.27345E-10
Average Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.27345E-10
Expected Number of Failures ?	1.27345E-10
Total Down Time [hours] ?	1.10889E-08
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	1.10889E-08
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	1.10889E-08
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	1.27345E-10
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	1.27345E-10

TOP EVENT 10

EXPLOSION FISICA DE UN CILINDRO EN UNA UNIDAD DE ALMACENAMIENTO TRANSPORTABLE AL MOMENTO DE CARGAR GNC



Contribución de factores

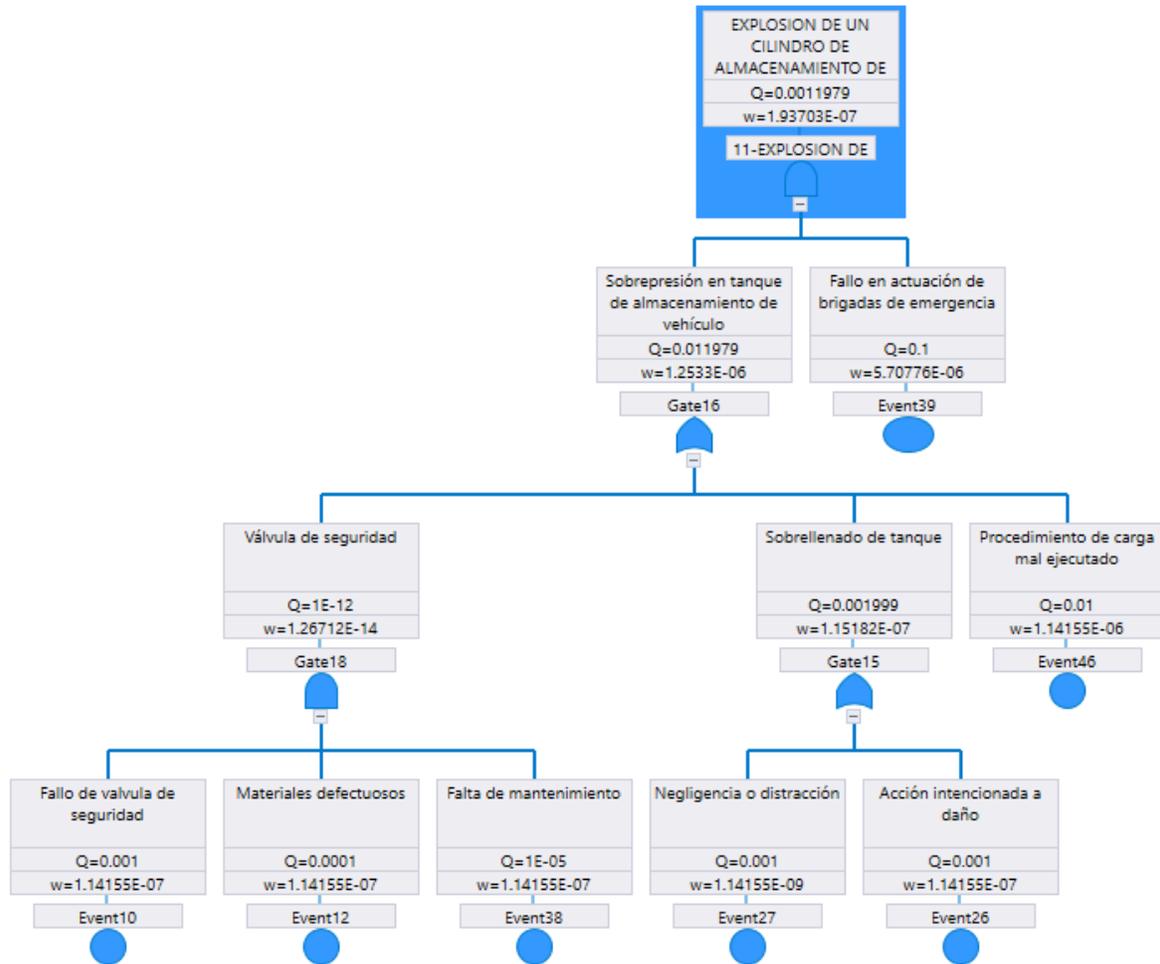
	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	Event66.Event70	2	0.001	0.826446
2	Event42.Event70	2	0.0001	0.0826446
3	Event47.Event70	2	0.0001	0.0826446
4	Event40.Event70	2	1E-05	0.00826446
5	Event6.Event25.Event43.Event70	4	2E-14	1.65289E-11

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	0.00120778
Availability ?	0.998792
Average Unavailability ?	0.00120778
Unreliability ?	9.29708E-08
Reliability ?	1
Unconditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	9.28586E-08
Average Unconditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	9.28586E-08
Conditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	9.29708E-08
Average Conditional Failure Intensity, Units [1/hour] ?	9.29708E-08
Expected Number of Failures ?	9.28586E-08
Total Down Time [hours] ?	0.00120778
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	0.00120778
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	0.00120778
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	9.28586E-08
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	9.28586E-08

TOP EVENT 11

EXPLOSION FISICA DEL TANQUE DE UN VEHICULO AL MOMENTO DE CARGAR GNC



Contribución de factores

	Minimal Cut Set	Order	Unavailability	Contribution ?
1	Event39.Event46	2	0.001	0.833333
2	Event27.Event39	2	0.0001	0.0833333
3	Event26.Event39	2	0.0001	0.0833333
4	Event10.Event12.Event38.Event39	4	1E-13	8.33333E-11

Summary

Variable	Value
Unavailability ?	0.0011979
Availability ?	0.998802
Average Unavailability ?	0.0011979
Unreliability ?	1.93936E-07
Reliability ?	1
Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.93703E-07
Average Unconditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.93703E-07
Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.93936E-07
Average Conditional Failure Intensity. Units [1/hour] ?	1.93936E-07
Expected Number of Failures ?	1.93703E-07
Total Down Time [hours] ?	0.0011979
Probability of Failure on Demand (PFD) ?	0.0011979
Average Probability of Failure on Demand (PFD Avg) ?	0.0011979
Probability of Failure per Hour (PFH) ?	1.93703E-07
Average Probability of Failure per Hour (PFH Avg) ?	1.93703E-07

Tabla 45. Resumen de Análisis de Frecuencias Arboles de Fallos

Top Event	Frecuencia
TOP EVENT 01 - VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN PUNTO DE INTERCONEXIÓN	1.46911E-08
TOP EVENT 02 - JET FIRE EN PUNTO DE INTERCONEXIÓN	1.0748E-09
TOP EVENT 03 - VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN LA EMR DE INTERCONEXION	5.85494E-07
TOP EVENT 04 - VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN LA EMR DE LA ESTACION DE GNC	5.85494E-07
TOP EVENT 05 - VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN CUARTO DE CASCADA	8.39483E-09
TOP EVENT 06 - VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN CUARTO DE COMPRESORES	1.60285E-09
TOP EVENT 07 - VAPOUR CLOUD EXPLOSION EN TUBERIA QUE CONDUCE EL GAS NATURAL DESDE LOS COMPRESORES HASTA LA CASCADA PULMON	5.86864E-07
TOP EVENT 08 - JET FIRE EN TUBERIA QUE CONDUCE EL GAS NATURAL DESDE LOS COMPRESORES HASTA LA CASCADA PULMON	4.29575E-08
TOP EVENT 09 - EXPLOSION FISICA DE UN CILINDRO DE LA CASCADA PULMON	1.27345E-10
TOP EVENT 10 - EXPLOSION FISICA DE UN CILINDRO EN UNA UNIDAD DE ALMACENAMIENTO TRANSPORTABLE AL MOMENTO DE CARGAR GNC	9.28586E-08
TOP EVENT 11 - EXPLOSION FISICA DEL TANQUE DE UN VEHICULO AL MOMENTO DE CARGAR GNC	1.93703E-07

5.4.2.2. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Para el análisis de consecuencias se tomará en cuenta la diferente información obtenida dentro del estudio como lo son los datos de cada uno de los escenarios planteados donde se establecerá específicamente el tipo de caso así como el modelo de simulación empleado; las sustancias involucradas (gas natural), las condiciones en las que se encuentra así como sus características de liberación y las condiciones atmosféricas de la zona; esta información se plasmara conforme al formato del Anexo 2 de la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos.

Aunado a lo anterior, para la simulación de los escenarios se llevará a cabo por medio del simulador **ALOHA 5.4.7**, el cual es un programa de modelado de riesgos para el paquete de software CAMEO® desarrollado conjuntamente por NOAA y la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

Según su información sobre la liberación de una sustancia química, los modelos de concentración de la fuente de ALOHA estiman la rapidez con la que la sustancia química escapará de un tanque, charco o tubería de gas y formará una nube de gases peligrosos, y también cómo esa tasa de liberación puede cambiar con el tiempo.

ALOHA le permite ingresar detalles sobre una liberación química real o potencial, y luego generará estimaciones de zonas de amenaza para varios tipos de peligros.

ALOHA puede modelar nubes de gases tóxicos, nubes de gases inflamables, BLEVE (Explosiones de vapor de expansión de líquido hirviendo), incendios de chorros, incendios de piscinas y explosiones de nubes de vapor.

ALOHA produce una estimación de la zona de amenaza, que muestra el área donde se predice que un peligro particular (como toxicidad o radiación térmica) excederá un Nivel de preocupación (LOC) especificado por el usuario en algún momento después de que comience la liberación.

Las estimaciones de la zona de amenaza se muestran en una cuadrícula en ALOHA, y se pueden trazar en mapas en MARPLOT®, ArcMap de Esri (usando MARPLOT para generar archivos de forma), y Google Maps y Google Earth (usando KML Export de ALOHA).

Para la definición y justificación de las Zonas de Alto Riesgo por Daño a Equipos, Zona de Alto Riesgo y Zona de Amortiguamiento se utilizarán los siguientes parámetros

Tabla 46. Parámetros por utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo

	Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Toxicidad (Concentración)	---	IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm)
Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1 lb/in ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²)

Los criterios por tomar en cuenta en cuanto a la sobrepresión y radiación térmica son los siguientes:

Tabla 47. Efectos observados asociados a la sobrepresión (explosión)

Presión PSI	Efecto
0.5	Daño a ventanas pequeñas y grandes.
1.0	Daños estructurales severos en viviendas, demolición parcial de casas (inhabitables).
3	Daños a edificios con estructura metálica, equipo pesado sufre poco daño.
3-4	Ruptura de tanques de almacenamiento de crudo. Estructuras metálicas de edificios distorsionadas y/o arrancadas de sus cimientos.
4	Recubrimiento de edificios industriales fracturado.
5	Postes de madera de líneas telefónicas o de electricidad rotos, arrancados o derribados.
5-7	Destrucción prácticamente completa de casas.
6.3	50 % de probabilidad de rotura del tímpano.
7	Vagones de tren cargados volteados (destrucción de viviendas ordinarias).
7-8	Paredes de ladrillo, de 8 a 12 " delgadas no reforzadas, fallan por fricción.
9	Carros caja de tren cargados completamente destruidos
10	Probable destrucción total de edificios, maquinaria pesada.

Tabla 48. Efectos asociados a la intensidad de radiación térmica

Intensidad de Radiación Térmica kW/ m ²	Efecto en Equipos y Materiales		Efecto en Personas	
	37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras.		100% de mortalidad en un minuto.
25	El acero Delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición sin llama		1% de mortalidad en un 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos.	
12.5	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables		Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo: bomberos). Es más que conveniente de todos	

	eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	modos refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos.
5	Intensidad de calor en áreas donde acciones de emergencia, con duración de hasta varios minutos, se pueden realizar por parte del personal sin blindaje, pero con ropa apropiada, descomposición de la madera.	
1.4	Deshidratación de la madera, quemaduras de primer grado	

ESPECIFICACIONES DE ESCENARIOS DE RIESGO



5.4.2.2-A - Reporte de Especificaciones de Escenarios de Riesgos

(SIGUIENTE PAGINA)

HOJAS DE TRABAJO DE LAS SIMULACIONES MEDIANTE SOFTWARE



5.4.2.2-B - Reportes de Modelaciones de Simulaciones de Escenarios de Riesgo

(SIGUIENTE PAGINA)

5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN



Plano 9. Planos de Radios Potenciales de Afectación

5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

5.6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Las posibles afectaciones a los Receptores de Riesgo para las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento de acuerdo con los diferentes escenarios son las siguientes:

Tabla 49. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E1-WF-1.1/HZ-1.7

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E1-WF-1.1/HZ-1.7	Personal	Radiación	Alto Riesgo	---	- Válvulas de seccionamiento en el ducto de interconexión - Equipo contra incendio - Procedimientos de interconexión por parte del proveedor - Brigadas de emergencia	- Los trabajos de interconexión se deberán llevar a cabo bajo los procedimientos establecidos por el proveedor del gas natural. - Se deberá contar con plan de emergencias para este tipo de trabajos y sus posibles consecuencias. - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar. - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras, lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		
			Amortiguamiento	Esta zona se encuentra fuera de las instalaciones del proyecto por lo que no se presentarán afectaciones al personal.		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Población	Radiación	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras, lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos y aturdimiento dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural, daño a algunas especies arbóreas y vegetación del tipo secundaria.		
Amortiguamiento			Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural.			

	Toxicidad	Alto Riesgo	---		
		Amortiguamiento	---		
	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---		
		Alto Riesgo	---		
		Amortiguamiento	---		
	Infraestructura	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en LOC que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.		
			Alto Riesgo		
		Amortiguamiento	Posibilidad de daños mínimos en ventanas y puertas en industrias, estaciones de servicio de gasolinas y diésel, sitios de concentración masiva, viviendas, vialidades y contenedores de sustancias peligrosas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		

Tabla 50. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E2-WF-1.1/HZ-1.6

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E2-WF-1.1/HZ-1.6	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Posibilidad quemaduras de primer a tercer grado, así como muerte dependiendo del tiempo de exposición del trabajador; y en mayor o menor medida la distancia a la que se encuentren de la fuente del evento	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de seccionamiento en el ducto de interconexión - Equipo contra incendio - Procedimientos de interconexión por parte del proveedor - Brigadas de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Los trabajos de interconexión se deberán llevar a cabo bajo los procedimientos establecidos por el proveedor del gas natural. - Se deberá contar con plan de emergencias para este tipo de trabajos y sus posibles consecuencias.
			Amortiguamiento	Posibilidad quemaduras de primer grado dependiendo del tiempo de exposición del trabajador; y en mayor o menor medida la distancia a la que se encuentren de la fuente del evento		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		

	Población	Radiación	Alto Riesgo	Posibilidad quemaduras de primer a tercer grado, así como muerte dependiendo del tiempo de exposición de las personas que se encuentren cargando combustible o en las inmediaciones al radio de afectación; y en mayor o menor medida la distancia a la que se encuentren de la fuente del evento.	<ul style="list-style-type: none"> - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar. - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio
			Amortiguamiento	Posibilidad quemaduras de primer grado dependiendo del tiempo de exposición de las personas que se encuentren cargando combustible o en las inmediaciones al radio de afectación; y en mayor o menor medida la distancia a la que se encuentren de la fuente del evento.	
		Sobrepresión	Alto Riesgo		
			Amortiguamiento		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---	
			Amortiguamiento	---	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la combustión del gas natural, daño a algunas especies arbóreas y vegetación del tipo secundaria.	
			Amortiguamiento	Posible contaminación momentánea derivada de la combustión del gas natural.	
		Sobrepresión	Alto Riesgo	---	
			Amortiguamiento	---	
		Toxicidad	Alto Riesgo	---	
			Amortiguamiento	---	
Infraestructura	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---		
		Alto Riesgo	---		
		Amortiguamiento	---		
	Sobrepresión	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	Posibilidad de daños severos a instalaciones de interconexión, a la infraestructura del proyecto (equipos e instrumentos) con posibilidad de desencadenar un efecto de tipo dominó.		
		Alto Riesgo	Posibilidad de daños a la infraestructura del proyecto (equipos e instrumentos).		
		Amortiguamiento	Posibilidad de daños mínimos a la infraestructura del proyecto (equipos e instrumentos) así como a una vialidad.		

Tabla 51. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E3-WF-1.2/HZ-2.8

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E3-WF-1.2/HZ-2.8	Personal	Radiación	Alto Riesgo	---	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de control de presión. - Válvulas de seguridad. 	- Los trabajos dentro de la EMR se tendrán que llevar a cabo por personal capacitado y mediante supervisión
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o		

			estructuras e impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de interconexión lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.	- Válvulas manuales. - Válvulas de cierre automático. - Transmisor indicador de presión. - Sistema vs incendio. - Protecciones a tubería y accesorios. - Brigadas de emergencia.	- Mantenimiento preventivo y correctivo a la tubería y accesorios - Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de detectores de gas natural	
		Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de interconexión lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.		- Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de detectores de gas natural	
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		- Mantenimiento preventivo y correctivo a las diferentes válvulas y transmisores
	Población	Radiación	Alto Riesgo		- Detectores y alarmas de atmosferas explosivas. - Sistema de venteo.	- Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de alarmas para atmosferas explosivas
			Amortiguamiento			- Capacitación a brigadas de emergencia
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de interconexión en las personas que se encuentren cargando combustible, lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		- Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de alarmas para atmosferas explosivas
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de interconexión en las personas que se encuentren cargando combustible, lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.		- Contar con plan de emergencias
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural, daño a algunas especies arbóreas y vegetación del tipo secundaria.		
Amortiguamiento			Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural.			
Toxicidad		Alto Riesgo	---			
		Amortiguamiento	---			
Infraestructura	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---			
		Alto Riesgo	---			
		Amortiguamiento	---			
	Sobrepresión	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en LOC que es el valor umbral			

			de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.		
		Alto Riesgo	Posibilidad de daños leves en estructuras metálicas y de concreto en las instalaciones de interconexión, del proyecto y una vialidad por impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de interconexión dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		
		Amortiguamiento	Posibilidad de daños mínimos en ventanas y puertas en las instalaciones de interconexión, del proyecto y una vialidad por impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de interconexión dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		

Tabla 52. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E4-WF-1.5/HZ-2.8

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E4-WF-1.5/HZ-2.8	Personal	Radiación	Alto Riesgo	---	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de control de presión. - Válvulas de seguridad. - Válvulas manuales. - Válvulas de cierre automático. - Transmisor indicador de presión. - Sistema vs incendio. - Protecciones a tubería y accesorios. - Brigadas de emergencia. - Detectores y alarmas de atmosferas explosivas. - Sistema de venteo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los trabajos dentro de la EMR se tendrán que llevar a cabo por personal capacitado y mediante supervisión - Mantenimiento preventivo y correctivo a la tubería y accesorios - Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de detectores de gas natural - Mantenimiento preventivo y correctivo a las diferentes válvulas y transmisores
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de la estación de GNC lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de la estación de GNC lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Población	Radiación	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	No se contemplan daños a la población		
			Amortiguamiento	No se contemplan daños a la población		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		

	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	---		<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de venteo - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de alarmas para atmosferas explosivas - Capacitación a brigadas de emergencia - Contar con plan de emergencias
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural, daño a algunas especies arbóreas y vegetación del tipo secundaria.		
			Amortiguamiento	Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural.		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Infraestructura	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---		
			Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en LOC que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.		
			Alto Riesgo	Posibilidad de daños leves en estructuras metálicas y de concreto en las instalaciones de interconexión y del proyecto por impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de la estación de GNC dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños mínimos en ventanas y puertas en las instalaciones de interconexión y del proyecto por impacto de fragmentos de la estructura de la EMR de la estación de GNC dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		

Tabla 53. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E5-WF-3.2/HZ-4.10

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E5-WF-3.2/HZ-4.10	Personal	Radiación	Alto Riesgo	---	<ul style="list-style-type: none"> - Paro de emergencia - Sistema vs incendio - Brigadistas capacitados 	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con equipos de combate a incendios - Supervisión y mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas vs incendio, paros de emergencias, sistemas de venteo y a
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto cascada o un cilindro lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida		

		Amortiguamiento	la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.	<ul style="list-style-type: none"> - Detectores y alarmas de atmosferas explosivas - Detectores de gas - Sistemas de venteo - Medidores de temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> detectores y alarmas de atmosferas explosivas - Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área - Mantenimiento preventivo y correctivo a las diferentes válvulas y transmisores - Contar con plan de emergencias - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar 	
			Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto cascada o un cilindro lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.			

	Toxicidad		Alto Riesgo			---
			Amortiguamiento			---
	Población	Radiación	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
		Sobrepresión	Alto Riesgo			Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto cascada o un cilindro en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.
			Amortiguamiento			Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto cascada o un cilindro en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.
		Toxicidad	Alto Riesgo			---
			Amortiguamiento			---
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo			---
Amortiguamiento			---			
Sobrepresión		Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural			
		Amortiguamiento	Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural			
Toxicidad		Alto Riesgo	---			
		Amortiguamiento	---			
Infraestructura	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---			
		Alto Riesgo	---			
		Amortiguamiento	---			
	Sobrepresión	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en LOC que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual			

				<p>puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.</p>		
			Alto Riesgo	<p>Posibilidad de daños leves en estructuras metálicas y de concreto en las instalaciones de interconexión y del proyecto por impacto de fragmentos de la estructura del cuarto cascada o un cilindro dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.</p>		
			Amortiguamiento	<p>Posibilidad de daños mínimos en ventanas y puertas en las instalaciones de interconexión y del proyecto por impacto de fragmentos de la estructura del cuarto cascada o un cilindro dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.</p>		

Tabla 54. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E6-WF-2.11/HZ-3.9

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E6-WF-2.11/HZ-3.9	Personal	Radiación	Alto Riesgo	---		<ul style="list-style-type: none"> - Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de venteo - Mantenimiento preventivo y correctivo en forma permanente de todos los componentes del cuarto de compresores y en específico de las válvulas de seguridad. - Contar con equipos de combate a incendios - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de compresores lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.	<ul style="list-style-type: none"> - Paro de emergencia - Sistema vs incendio - Brigadistas capacitados 	
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de compresores lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de emergencias - Detectores y alarmas de atmosferas explosivas 	
		Toxicidad	Alto Riesgo	---	- Detectores de gas	
			Amortiguamiento	---		
	Población	Radiación	Alto Riesgo	---	- Sistemas de venteo	
			Amortiguamiento	---	- Válvulas de corte	
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de compresores en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar		

		Amortiguamiento	hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.				
			Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de compresores en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.				

	Toxicidad		Alto Riesgo			---	
			Amortiguamiento			---	
	Medio Ambiente	Radiación				Alto Riesgo	---
						Amortiguamiento	---
		Sobrepresión	Alto Riesgo			Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural, daño a algunas especies arbóreas y vegetación del tipo secundaria.	
						Amortiguamiento	Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural.
		Toxicidad				Alto Riesgo	---
						Amortiguamiento	---
		Infraestructura	Radiación			Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---

Sobrepresión	Alto Riesgo (Daño a Equipos)		De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en LOC que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.				
			Alto Riesgo	Posibilidad de daños leves en estructuras metálicas y de concreto en las instalaciones de interconexión y del proyecto por impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de compresores dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.			
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños mínimos en ventanas y puertas en las instalaciones de interconexión y del proyecto por impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de compresores dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.			

Tabla 55. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E7-WF-2.5

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E7-WF-2.5	Personal	Radiación	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras, lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos y aturdimiento lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Población	Radiación	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras a la población que se encuentre dentro de la estación lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.	- Válvulas de corte - Sistema vs incendio - Protecciones a tubería y accesorios - Brigadistas capacitados	- Revisión y mantenimiento preventivo y correctivo a tuberías y accesorios - Contar con sistemas de alarma redundantes - Capacitación continua a brigadas de emergencia
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos y aturdimiento a la población que se encuentre dentro de la estación dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.	- Paro de emergencia - Plan de emergencias	- Prohibir fuentes de ignición en el área
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural, daño a algunas especies arbóreas y vegetación del tipo secundaria.		
			Amortiguamiento	Posible contaminación momentánea derivada de la fuga y combustión del gas natural.		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
Infraestructura	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---			
		Alto Riesgo	---			

	Sobrepresión	Amortiguamiento	---		
		Alto Riesgo (Daño a Equipos)	De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en LOC que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.		
		Alto Riesgo	Posibilidad de daños leves en estructuras metálicas y de concreto en las instalaciones de interconexión y del proyecto dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		
		Amortiguamiento	Posibilidad de daños mínimos en ventanas y puertas en las instalaciones de interconexión y del proyecto dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		

Tabla 56. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E8-WF-2.4

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E8-WF-2.4	Personal	Radiación	Alto Riesgo	Posibilidad quemaduras de primer a tercer grado, así como muerte dependiendo del tiempo de exposición del trabajador; y en mayor o menor medida la distancia a la que se encuentren de la fuente del evento	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de corte - Sistema vs incendio - Protecciones a tubería y accesorios - Brigadistas capacitados - Paro de emergencia - Plan de emergencias 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión y mantenimiento preventivo y correctivo a tuberías y accesorios - Contar con sistemas de alarma redundantes - Capacitación continua a brigadas de emergencia - Prohibir fuentes de ignición en el área
			Amortiguamiento	Posibilidad quemaduras de primer grado dependiendo del tiempo de exposición del trabajador; y en mayor o menor medida la distancia a la que se encuentren de la fuente del evento		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Población	Radiación	Alto Riesgo	Posibilidad quemaduras de primer a tercer grado, así como muerte dependiendo del tiempo de exposición de las personas que se encuentren en las inmediaciones al radio de afectación; y en mayor o menor medida la distancia a la que se encuentren de la fuente del evento.		
			Amortiguamiento	Posibilidad quemaduras de primer grado dependiendo del tiempo de exposición de las personas que se encuentren en las inmediaciones al radio de afectación; y en		

		Sobrepresión	Alto Riesgo	mayor o menor medida la distancia a la que se encuentren de la fuente del evento.			
			Amortiguamiento				
		Toxicidad	Alto Riesgo	---			
			Amortiguamiento	---			
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la combustión del gas natural, daño a algunas especies arbóreas y vegetación del tipo secundaria.			
			Amortiguamiento	Posible contaminación momentánea derivada de la combustión del gas natural.			
		Sobrepresión	Alto Riesgo	---			
			Amortiguamiento	---			
		Toxicidad	Alto Riesgo	---			
			Amortiguamiento	---			
		Infraestructura	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)			---
				Alto Riesgo			---
	Amortiguamiento			---			
	Sobrepresión		Alto Riesgo (Daño a Equipos)	Posibilidad de daños severos a instalaciones de interconexión, a la infraestructura del proyecto (equipos e instrumentos) con posibilidad de desencadenar un efecto de tipo dominó.			
Alto Riesgo			Posibilidad de daños a instalaciones de interconexión y a la infraestructura del proyecto (equipos e instrumentos).				
Amortiguamiento			Posibilidad de daños mínimos a instalaciones de interconexión y a la infraestructura del proyecto (equipos e instrumentos).				

Tabla 57. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E9-HZ-4.11

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E9-HZ-4.11	Personal	Radiación	Alto Riesgo	---	- Paro de emergencia - Medidores de temperatura - Sistema vs incendio - Supervisión y mantenimiento continuo a los cilindros	- Mantenimiento preventivo y correctivo a válvulas de seguridad - Mantenimiento preventivo y correctivo a cilindros de almacenamiento - Contar con plan de emergencias - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de cascada pulmón o del cilindro lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de cascada pulmón o del cilindro lo que podría		

				generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.	<p>los diferentes eventos que se pueden suscitarse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio - Ataque a incendios aledaños en cuanto se inicien
			Toxicidad	Alto Riesgo	
	Amortiguamiento	---			
	Población	Radiación	Alto Riesgo		
			Amortiguamiento		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de cascada pulmón o del cilindro en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.	
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos de la estructura del cuarto de cascada pulmón o del cilindro en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.	
		Toxicidad	Alto Riesgo	---	
			Amortiguamiento	---	
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	---	
			Amortiguamiento	---	
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la explosión.	
			Amortiguamiento	Posible contaminación momentánea derivada de la explosión.	
		Toxicidad	Alto Riesgo	---	
			Amortiguamiento	---	
	Infraestructura	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---	
			Alto Riesgo	---	
			Amortiguamiento	---	
		Sobrepresión	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	Posibilidad de daños severos a otros cilindros con posibilidad de generar un efecto domino, así como a la diferente infraestructura del proyecto.	
			Alto Riesgo	Posibilidad de daños leves en otros cilindros, el área de interconexión y otras áreas de la estación.	
Amortiguamiento			Posibilidad de daños mínimos en ventanas y puertas en las instalaciones de interconexión y del proyecto.		

Tabla 58. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E10-WF-4.9

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar			
E10-WF-4.9	Personal	Radiación	Alto Riesgo	---	-	-			
			Amortiguamiento	---					
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos del cilindro de la unidad de almacenamiento transportable de carga lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.			-	-	
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos del cilindro de la unidad de almacenamiento transportable de carga lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.					
		Toxicidad	Alto Riesgo	---			-	-	
			Amortiguamiento	---					
	Población	Radiación	Alto Riesgo	---	-	-			
			Amortiguamiento	---					
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos del cilindro de la unidad de almacenamiento transportable de carga en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.			-	-	
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos del cilindro de la unidad de almacenamiento transportable de carga en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.					
		Toxicidad	Alto Riesgo	---			-	-	
			Amortiguamiento	---					
		Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo			---	-	-
				Amortiguamiento			---		

		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la explosión.		
			Amortiguamiento	Posible contaminación momentánea derivada de la explosión.		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Infraestructura	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---		
			Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	Posibilidad de daños severos a otros cilindros de la unidad de almacenamiento transportable de carga con posibilidad de generar un efecto domino, así como a la diferente infraestructura del proyecto.		
			Alto Riesgo	Posibilidad de daños leves en otros cilindros de la unidad de almacenamiento transportable de carga y otras áreas de la estación.		
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños mínimos en ventanas y puertas en las instalaciones del proyecto.		

Tabla 59. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E11-WF-4.12

Clave del Escenario	Receptor de Riesgo	Tipo de Evento	Tipo de Zona	Descripción de la Afectación	Descripción de las Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E11-WF-4.12	Personal	Radiación	Alto Riesgo	---	- Paros de emergencia - Personal de despacho adecuadamente capacitado - Plan de emergencias - Brigadistas capacitados	- Protocolo específico del procedimiento de carga de gas natural a vehículos automotores bajo el cuál será adiestrado y capacitado el personal a cargo del área de despacho a efecto de minimizar los riesgos - Implementar un procedimiento de revisión visual del sistema de gas de los vehículos automotores por parte del personal encargado de despacho del combustible
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos del cilindro de almacenamiento de un vehículo lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.		
			Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos del cilindro de almacenamiento de un vehículo lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Población	Radiación	Alto Riesgo	---	- El personal deberá brindar al cliente recomendaciones en cuanto a anomalías detectadas en vehículo	
			Amortiguamiento	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posibilidad de daños en tímpanos, pulmones, heridas por desplazamiento		

			del cuerpo o colisión contra objetos o estructuras e impacto de fragmentos del cilindro de almacenamiento de un vehículo en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar hasta la muerte dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.			
		Amortiguamiento	Posibilidad de daños en tímpanos, aturdimiento e impacto de fragmentos del cilindro de almacenamiento de un vehículo en las personas que se encuentren en algún área de la estación, lo que podría generar algunas heridas dependiendo en mayor o menor medida la distancia a la fuente del evento, así como a las características y las estructuras presentes.			
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
	Medio Ambiente	Radiación	Amortiguamiento	---		
			Alto Riesgo	---		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Posible contaminación momentánea derivada de la explosión.		
			Amortiguamiento	Posible contaminación momentánea derivada de la explosión.		
		Toxicidad	Alto Riesgo	---		
			Amortiguamiento	---		
	Infraestructura	Radiación	Alto Riesgo (Daño a Equipos)	---		
Alto Riesgo			---			
Amortiguamiento			---			
Sobrepresión		Alto Riesgo (Daño a Equipos)	Posibilidad de daños a cilindros de la unidad de almacenamiento transportable de carga con posibilidad de generar un efecto domino, así como a la diferente infraestructura del proyecto.			
		Alto Riesgo	Posibilidad de daños leves a cilindros de la unidad de almacenamiento transportable de carga y otras áreas de la estación.			
		Amortiguamiento	Posibilidad de daños mínimos en ventanas y puertas en las instalaciones del proyecto.			

5.6.2. INTERACCIONES DE RIESGO

Los posibles efectos dominó con otras instalaciones del proyecto así como con otras exteriores para las Zonas de Alto Riesgo por Daño a Equipos y de Alto Riesgo de acuerdo con los diferentes escenarios son los siguientes:

Tabla 60. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E1-WF-1.1/HZ-1.7

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar		
E1-WF-1.1/HZ-1.7	Punto de interconexión	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	---		---	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de seccionamiento en el ducto de interconexión - Equipo contra incendio - Procedimientos de interconexión por parte del proveedor - Brigadas de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Los trabajos de interconexión se deberán llevar a cabo bajo los procedimientos establecidos por el proveedor del gas natural. - Se deberá contar con plan de emergencias para este tipo de trabajos y sus posibles consecuencias. - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar. - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio 		
				Sobrepresión	LOC ¹⁷	---	---				
			Alto Riesgo	Sobrepresión	Radiación	---	---				---
					Estación de Servicio (GL-01)	208					
					Gasera (GE-01)	168					
					Estación de Carburación (EC-01)	138					
					Industria (IN-11)	201					
					Tanque de Gas L. P. de 5,000 Lt (T-03)	199					
Tanque de Gas L. P. de 5,000 Lt (T-04)	199										

¹⁷ De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en **LOC** que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.

						Tanque de Gas L. P. de 180,000 Lt (T-05)	234		
						Tanque de Gas L. P. de 180,000 Lt (T-06)	236		
						Autotanque de Gasolinas o Diésel (T-07)	254		
						EMR de Interconexión	12		
						EMR de la Estación de GNC	15		
						Compresor 1	23		
						Compresor 2	26		
						Cascada Pulmón	32		
						Tubería de los Compresores a la Cascada Pulmón	23		
						Dispensario 1	51		
						Dispensario 2	57		
						Dispensario 3	62		
						Poste de Llenado	46		
						Unidad Transportable de Carga de Cilindros	45		

Ilustración 10. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E1-WF-1.1/HZ-1.7

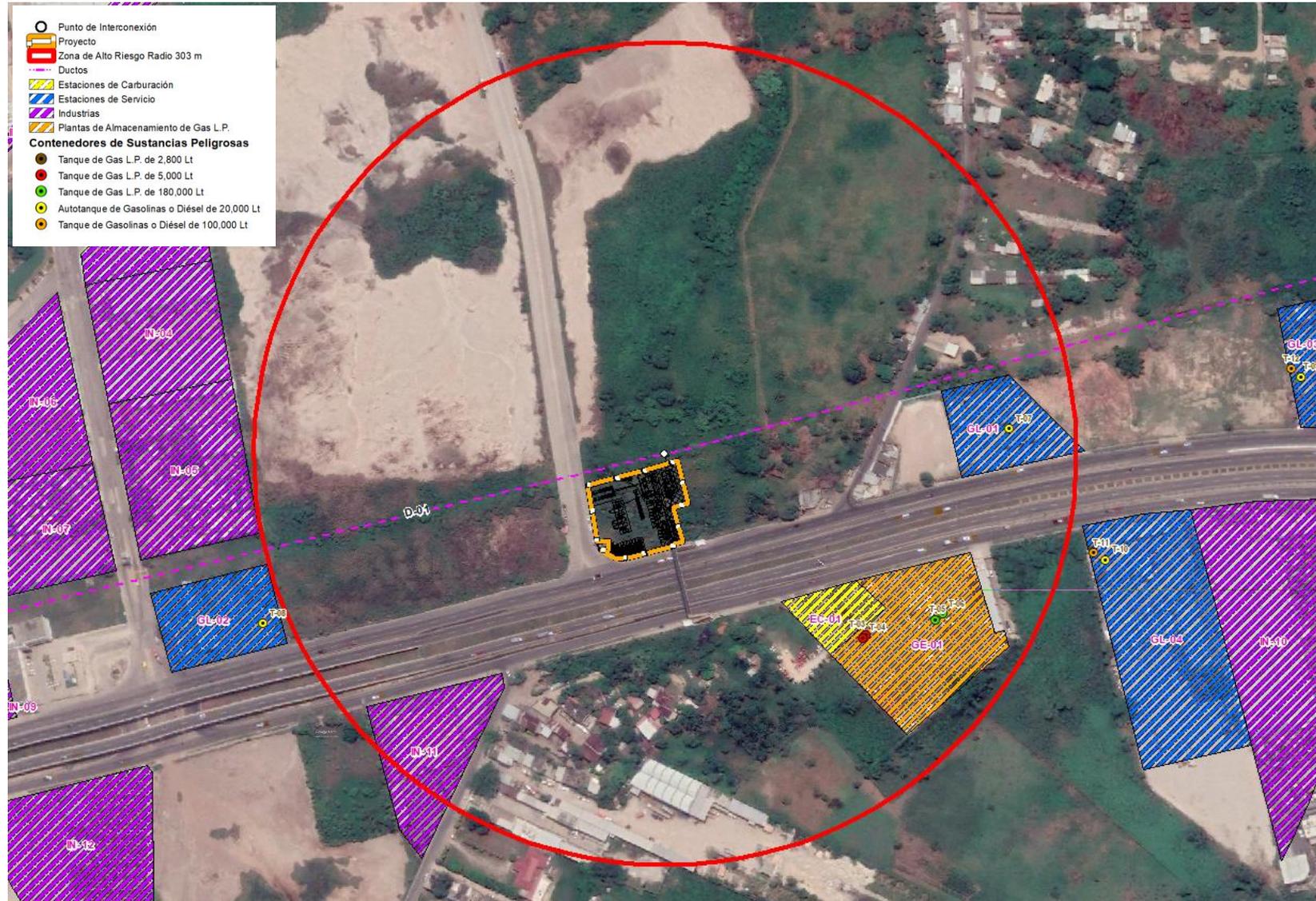


Tabla 61. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E2-WF-1.1/HZ-1.6

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E2-WF-1.1/HZ-1.6	Punto de interconexión	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	33	EMR de Interconexión	12	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de seccionamiento en el ducto de interconexión - Equipo contra incendio - Procedimientos de interconexión por parte del proveedor - Brigadas de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Los trabajos de interconexión se deberán llevar a cabo bajo los procedimientos establecidos por el proveedor del gas natural. - Se deberá contar con plan de emergencias para este tipo de trabajos y sus posibles consecuencias. - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar. - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio
						EMR de la Estación de GNC	15		
						Compresor 1	23		
						Compresor 2	26		
						Cascada Pulmón	32		
						Tubería de los Compresores a la Cascada Pulmón	23		
			Sobrepresión	---	---				
			Alto Riesgo	Radiación	51	Dispensario 1	51		
						Poste de Llenado	46		
						Unidad Transportable de Carga de Cilindros	45		
Sobrepresión	---	---							

Ilustración 11. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E2-WF-1.1/HZ-1.6

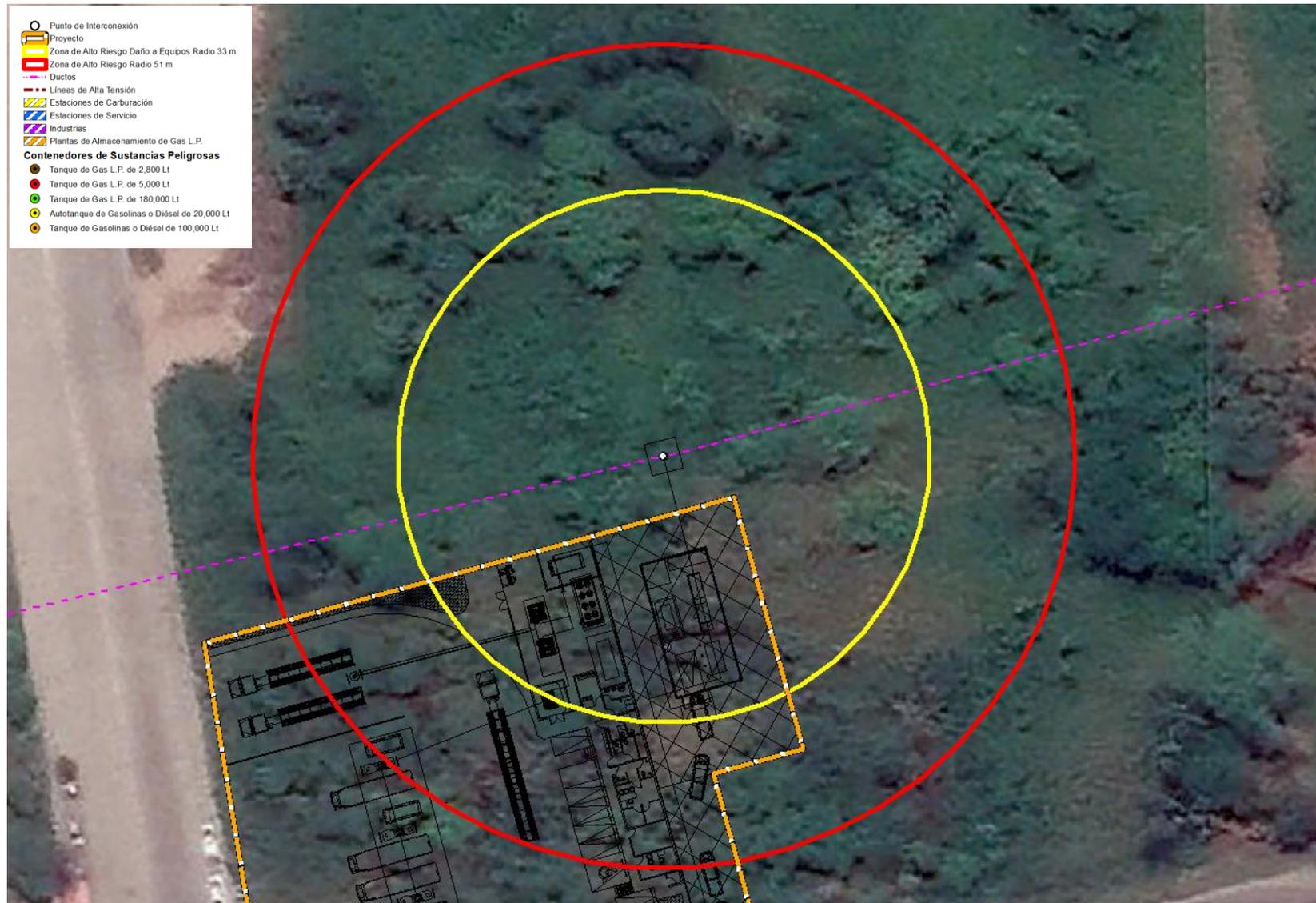


Tabla 62. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E3-WF-1.2/HZ-2.8

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E3-WF-1.2/HZ-2.8	Tubería de la EMR de Interconexión	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	---	---	---	- Válvulas de control de presión.	<ul style="list-style-type: none"> - Los trabajos dentro de la EMR se tendrán que llevar a cabo por personal capacitado y mediante supervisión - Mantenimiento preventivo y correctivo a la tubería y accesorios - Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de detectores de gas natural - Mantenimiento preventivo y correctivo a las diferentes válvulas y transmisores - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de venteo - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de alarmas para atmosferas explosivas
				Sobrepresión	LOC ¹⁸	---	---	- Válvulas de seguridad.	
			Alto Riesgo	Radiación	---	---	---	- Válvulas de cierre automático.	
				Sobrepresión	50	Punto de Interconexión	21	- Transmisor indicador de presión.	
					EMR de la Estación de GNC	14	- Sistema vs incendio.		
					Compresor 1	18	- Protecciones a tubería y accesorios.		
			Compresor 2		17	- Brigadas de emergencia.			

¹⁸ De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en **LOC** que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.

						Cascada Pulmón	19		- Capacitación a brigadas de emergencia
						Tubería de los Compresores a la Cascada Pulmón	16		- Contar con plan de emergencias
						Dispensario 1	42		
						Dispensario 2	45		
						Dispensario 3	48		
						Poste de Llenado	42		
						Unidad Transportable de Carga de Cilindros	43		

Ilustración 12. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E3-WF-1.2/HZ-2.8



Tabla 63. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E4-WF-1.5/HZ-2.8

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E4-WF-1.5/HZ-2.8	Tubería de la EMR de la estación de GNC	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	---	---	---	- Válvulas de control de presión. - Válvulas de seguridad. - Válvulas manuales.	- Los trabajos dentro de la EMR se tendrán que llevar a cabo por personal capacitado y mediante supervisión
				Sobrepresión	LOC ¹⁹	---	---	- Válvulas de cierre automático. - Transmisor indicador de presión.	- Mantenimiento preventivo y correctivo a la tubería y accesorios - Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área
			Alto Riesgo	Radiación	---	---	---	- Sistema vs incendio. - Protecciones a tubería y accesorios.	- Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de detectores de gas natural
				Sobrepresión	10	EMR de Interconexión	9	- Brigadas de emergencia. - Detectores y alarmas de atmósferas explosivas.	- Mantenimiento preventivo y correctivo a las diferentes válvulas y transmisores - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de venteo

¹⁹ De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en **LOC** que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.

						Compresor 1	5	- Sistema de venteo. - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de alarmas para atmosferas explosivas - Capacitación a brigadas de emergencia - Contar con plan de emergencias
						Compresor 2	9	

Ilustración 13. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E4-WF-1.5/HZ-2.8



Tabla 64. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E5-WF-3.2/HZ-4.10

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar	
E5-WF-3.2/HZ-4.10	Cilindro de Cascada Pulmón	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	---	---	---	<ul style="list-style-type: none"> - Paro de emergencia - Sistema vs incendio - Brigadistas capacitados - Detectores y alarmas de atmósferas explosivas - Detectores de gas - Sistemas de venteo - Medidores de temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con equipos de combate a incendios - Supervisión y mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas vs incendio, paros de emergencias, sistemas de venteo y a detectores y alarmas de atmósferas explosivas - Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área - Mantenimiento preventivo y correctivo a las diferentes válvulas y transmisores - Contar con plan de emergencias - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar 	
				Sobrepresión	LOC ²⁰	---	---			
			Alto Riesgo	Radiación	---	---	EMR de Interconexión			14
				Sobrepresión	17	Compresor 1				9
						Compresor 2				5
						Tubería de los Compresores a la Cascada Pulmón				2

²⁰ De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en **LOC** que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.

Ilustración 14. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E5-WF-3.2/HZ-4.10

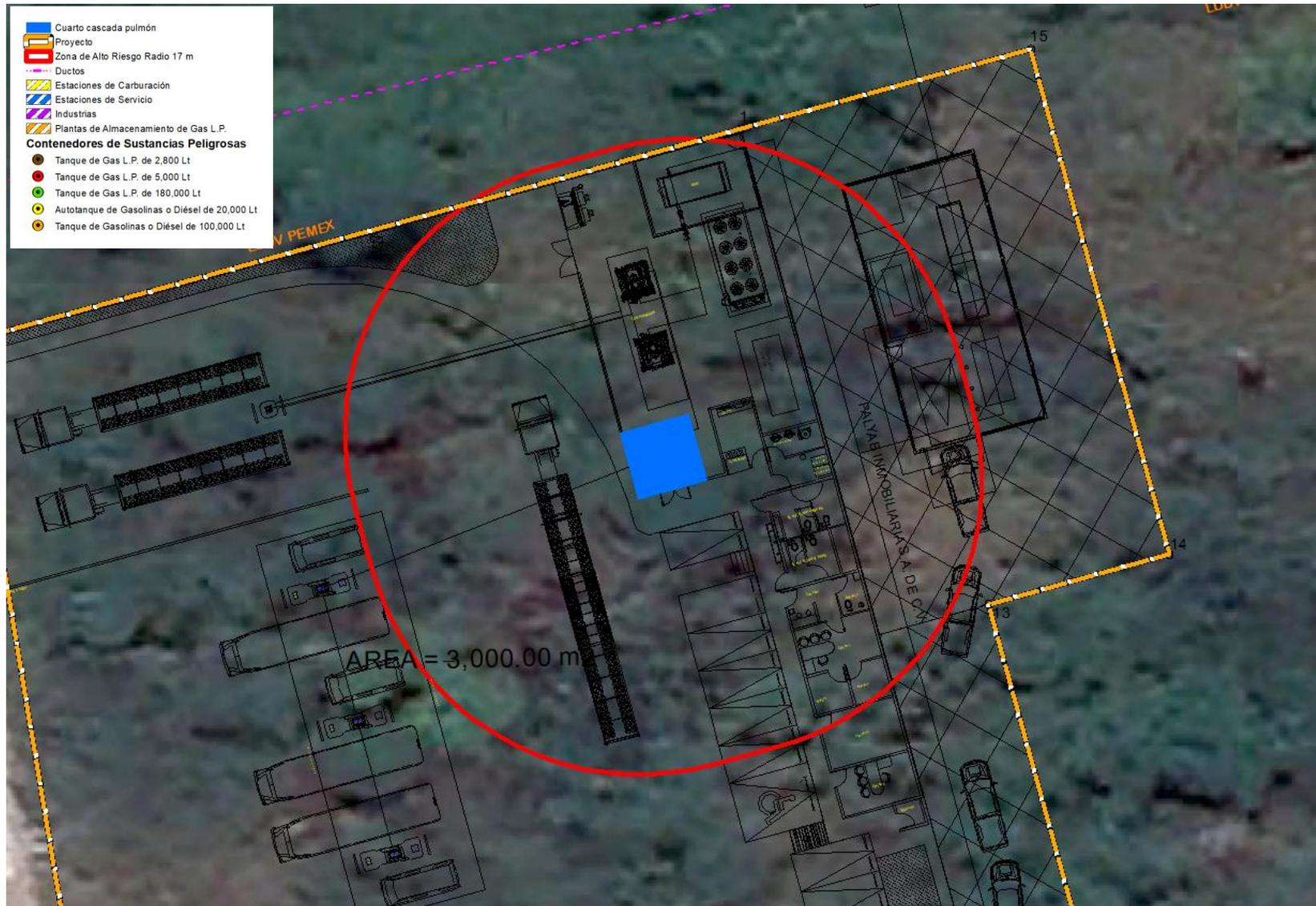


Tabla 65. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E6-WF-2.11/HZ-3.9

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar	
E6-WF-2.11/HZ-3.9	Compresores	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	---	---	---	<ul style="list-style-type: none"> - Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de venteo - Brigadistas capacitados - Plan de emergencias - Detectores y alarmas de atmosferas explosivas - Detectores de gas - Sistemas de venteo - Válvulas de corte - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio 	<ul style="list-style-type: none"> - Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área - Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de venteo - Mantenimiento preventivo y correctivo en forma permanente de todos los componentes del cuarto de compresores y en específico de las válvulas de seguridad. - Contar con equipos de combate a incendios - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio 	
				Sobrepresión	LOC ²¹	---	---			
			Alto Riesgo	Radiación	---	---	---			<ul style="list-style-type: none"> - EMR de Interconexión - EMR de la Estación de GNC - Tubería de los Compresores a la Cascada Pulmón - Cascada Pulmón
				Sobrepresión	20	14	<ul style="list-style-type: none"> - Paro de emergencia - Sistema vs incendio 			
						7				
						2				
6										

²¹ De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en **LOC** que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.

Ilustración 15. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E6-WF-2.11/HZ-3.9



Tabla 66. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E7-WF-2.5

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E7-WF-2.5	Tubería de Compresores a Cascada Pulmón	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	---	---	---	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de corte - Sistema vs incendio - Protecciones a tubería y accesorios - Brigadistas capacitados - Paro de emergencia - Plan de emergencias 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión y mantenimiento preventivo y correctivo a tuberías y accesorios - Contar con sistemas de alarma redundantes - Capacitación continua a brigadas de emergencia - Prohibir fuentes de ignición en el área
				Sobrepresión	LOC ²²	---	---		
			Alto Riesgo	Radiación	---	---	---		
					Punto de Interconexión	27			
					EMR de Interconexión	12			
					EMR de la Estación de GNC	8			
					Cascada Pulmón	5			
					Compresor 1	3			
					Compresor 2	1			
					Dispensario 1	26			
					Dispensario 2	30			
					Dispensario 3	35			
		Poste de Llenado	25						
		Unidad Transportable de Carga de Cilindros	24						

²² De acuerdo con las simulaciones mediante el Software ALOHA esta zona se encuentra en **LOC** que es el valor umbral de un peligro (toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión) es generalmente el valor por encima del cual puede existir una amenaza para las personas o la propiedad.

Ilustración 16. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E7-WF-2.5



Tabla 67. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E8-WF-2.4

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E8-WF-2.4	Tubería de Compresores a Cascada Pulmón	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	13	EMR de Interconexión	12	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas de corte - Sistema vs incendio - Protecciones a tubería y accesorios - Brigadistas capacitados - Paro de emergencia - Plan de emergencias 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión y mantenimiento preventivo y correctivo a tuberías y accesorios - Contar con sistemas de alarma redundantes - Capacitación continua a brigadas de emergencia - Prohibir fuentes de ignición en el área
						EMR de la Estación de GNC	8		
						Cascada Pulmón	5		
						Compresor 1	3		
						Compresor 2	1		
			Sobrepresión	---	---	---			
			Alto Riesgo	Radiación	21	EMR de Interconexión	12		
						Dispensario 1	26		
Sobrepresión	---	---				---			

Ilustración 17. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E8-WF-2.4

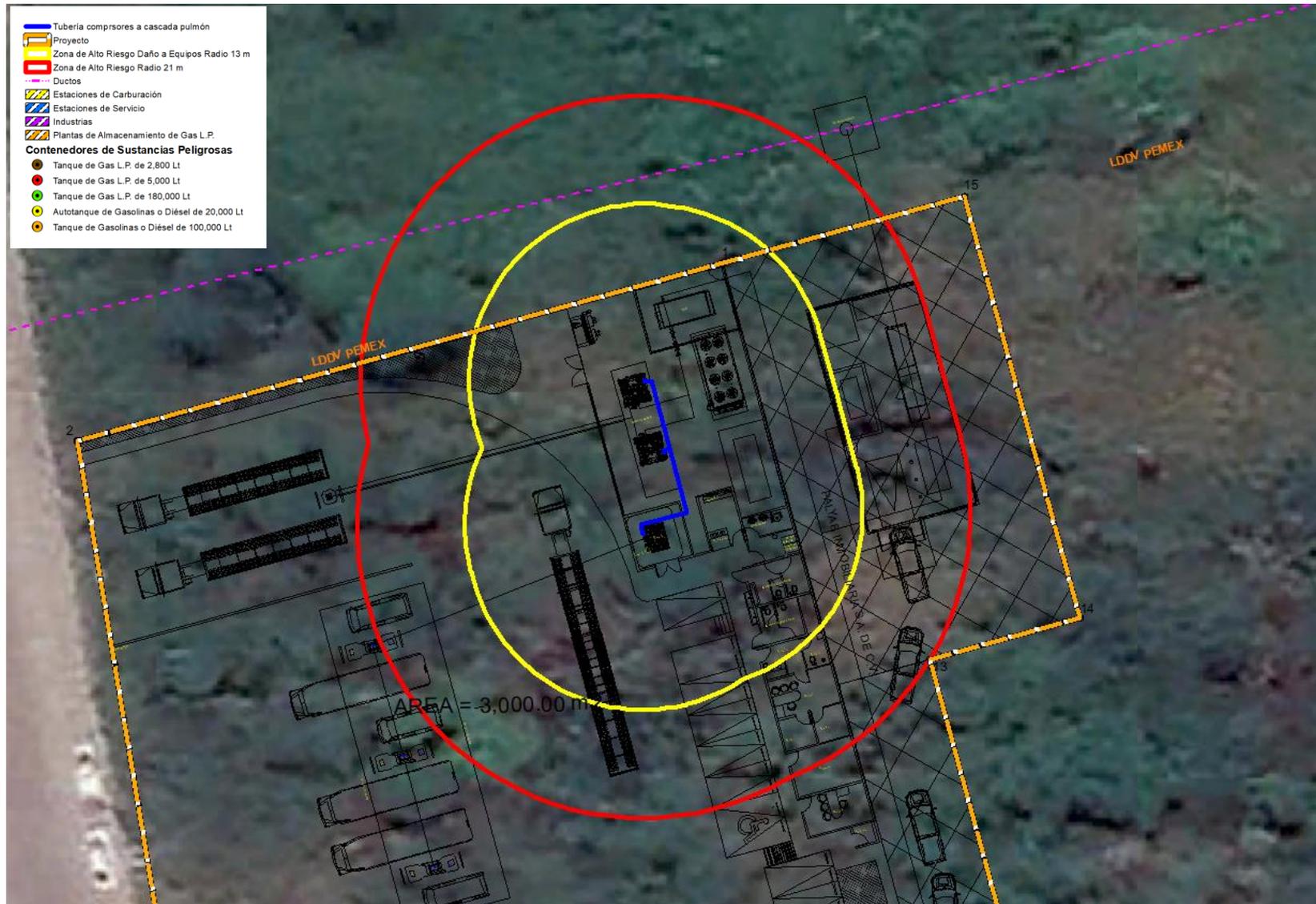


Tabla 68. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E9-HZ-4.11

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E9-HZ-4.11	Cilindro en cascada Pulmón	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	---	---	---	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo y correctivo a válvulas de seguridad - Mantenimiento preventivo y correctivo a cilindros de almacenamiento - Contar con plan de emergencias - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio - Ataque a incendios aledaños en cuanto se inicien 	
				Sobrepresión	8.7	Compresor 2	5		
			Alto Riesgo	Radiación	---	---	---		<ul style="list-style-type: none"> - Paro de emergencia - Medidores de temperatura
				Sobrepresión	19.8	EMR de Interconexión	15		<ul style="list-style-type: none"> - Sistema vs incendio - Supervisión y mantenimiento continuo a los cilindros
						EMR de la Estación de GNC	16		
						Compresor 1	9		

Ilustración 18. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E9-HZ-4.11

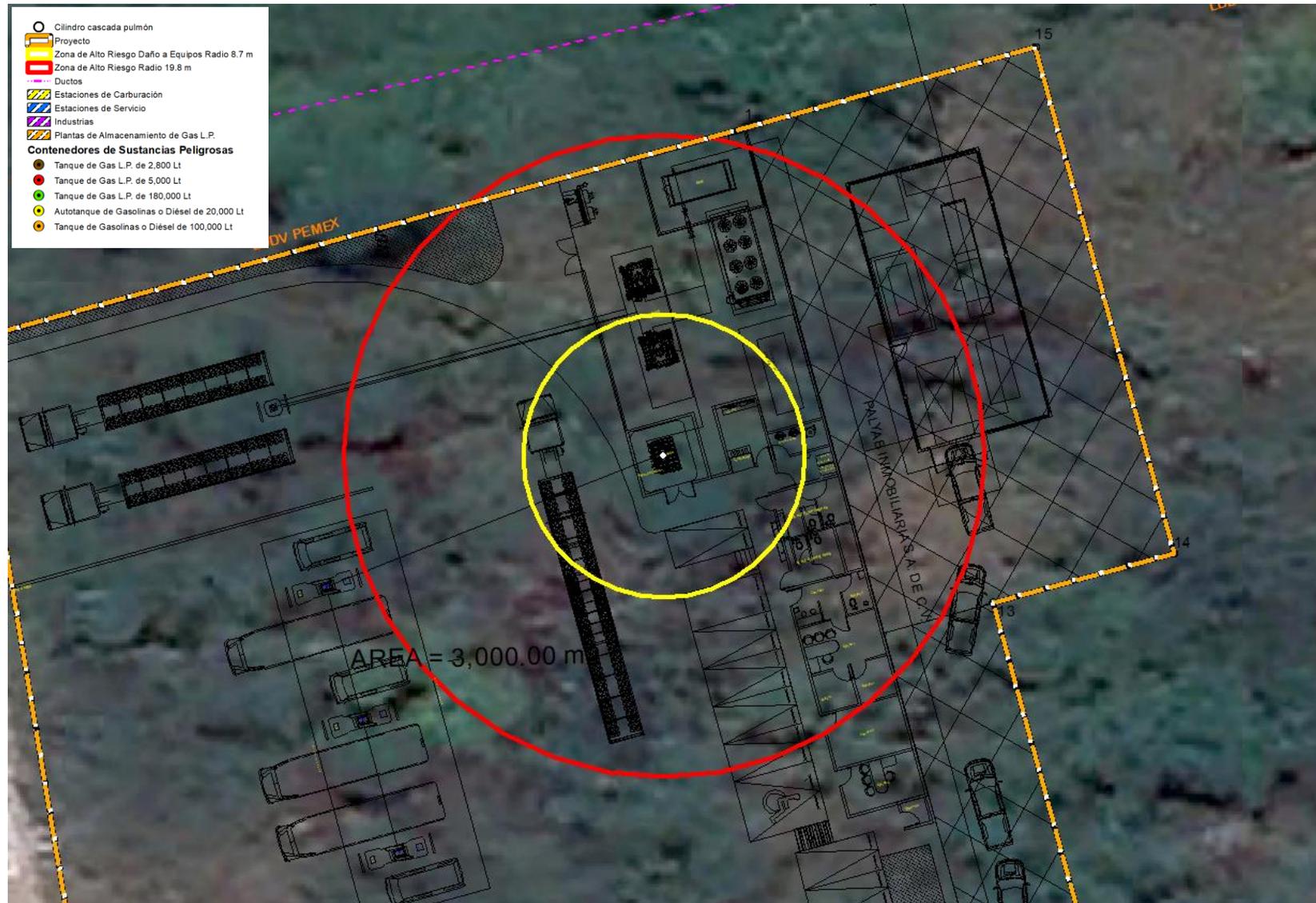


Tabla 69. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E10-WF-4.9

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E10-WF-4.9	Cilindro en Unidad de Almacenamiento Transportable	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	---	---	---	<ul style="list-style-type: none"> - Paro de emergencia - Plan de emergencias - Brigadistas capacitados 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el cliente cuente con certificados del buen funcionamiento de sus cilindros antes del proceso de carga - Mantenimiento preventivo y correctivo a válvulas de seguridad - Mantenimiento preventivo y correctivo a cilindros de almacenamiento - Contar con plan de emergencias - Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar - Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio - Ataque a incendios aledaños en cuanto se inicien
				Sobrepresión	8.7	Poste de Llenado	3		
			Alto Riesgo	Radiación	---	---	---		
				Sobrepresión	19.8	Dispensario 1	9		
						Dispensario 1	18		

Ilustración 19. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E10-WF-4.9

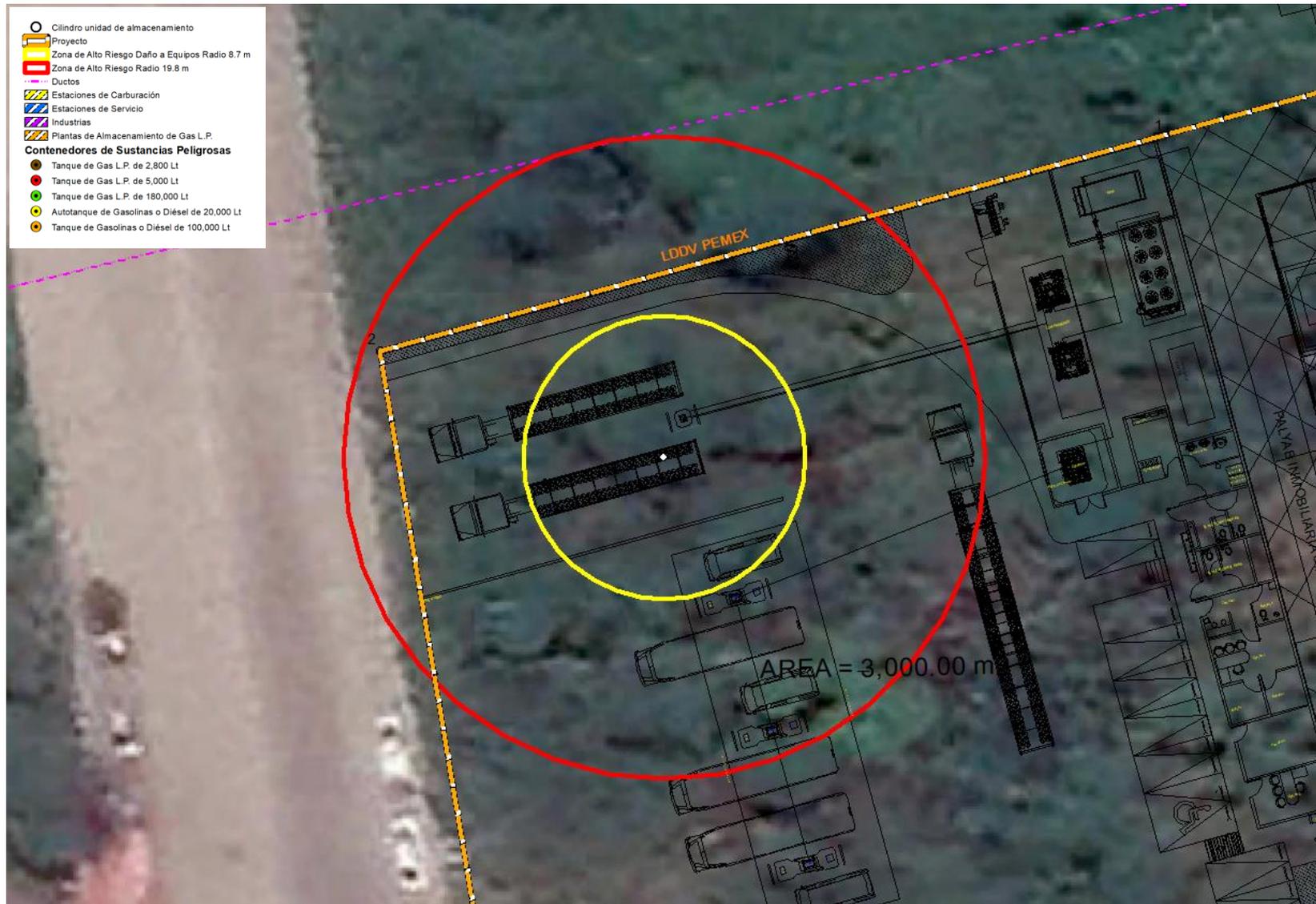
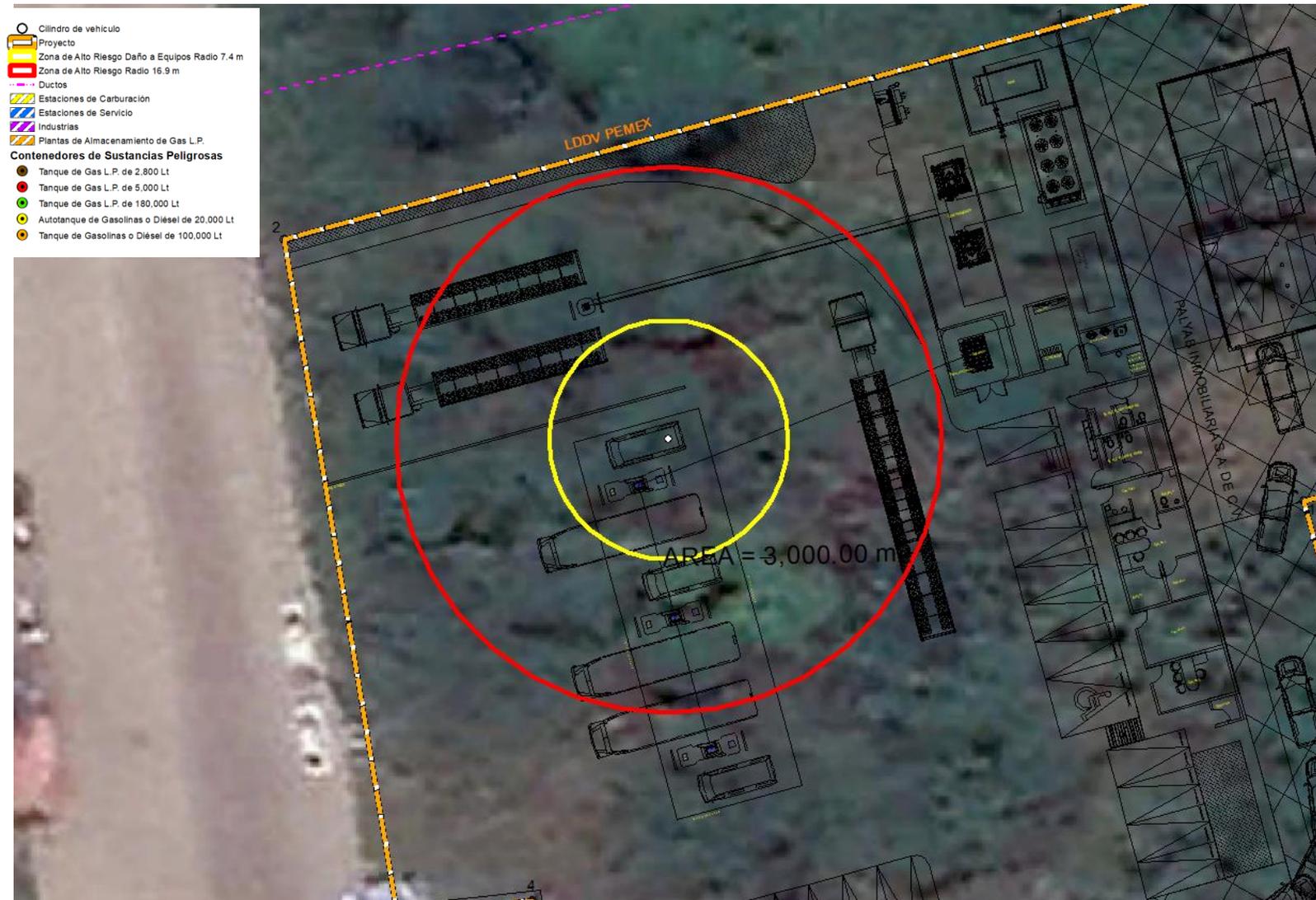


Tabla 70. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E11-WF-4.12

Clave del Escenario	Equipo donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la Afectación (m)	Equipos o Instalaciones Industriales Presentes en el Radio de Afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al Punto de Fuga (m)	Descripción de Salvaguardas Existentes	Recomendaciones para Implementar
E10-WF-4.9	Tanque de vehículo	Gas Natural	Alto Riesgo en Equipos	Radiación	---	---	---	<ul style="list-style-type: none"> - Paros de emergencia - Personal de despacho adecuadamente capacitado - Plan de emergencias - Brigadistas capacitados 	<ul style="list-style-type: none"> - Protocolo específico del procedimiento de carga de gas natural a vehículos automotores bajo el cual será adiestrado y capacitado el personal a cargo del área de despacho a efecto de minimizar los riesgos - Implementar un procedimiento de revisión visual del sistema de gas de los vehículos automotores por parte del personal encargado de despacho del combustible - El personal deberá brindar al cliente recomendaciones en cuanto a anomalías detectadas en vehículo
				Sobrepresión	7.4	Unidad de Almacenamiento Transportable	6		
						Dispensario 1	3		
			Alto Riesgo	Radiación	---	---	---		
				Sobrepresión	16.5	Dispensario 2	11		
						Poste de Llenado	9		

Ilustración 20. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E11-WF-4.12



5.7. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO

Una vez analizados los diferentes escenarios se llevará a cabo el reposicionamiento de los diferentes escenarios de riesgo de tal manera que se analicen los resultados para confirmar los valores de frecuencia y consecuencia con la finalidad de saber si se necesita considerar o implementar medidas de reducción de riesgo hasta lograr que los escenarios se han reducido tan bajo como sea razonablemente factible (ALARP).

Cabe destacar que para el análisis de este apartado se utilizarán para los diferentes escenarios de riesgo las protecciones que se tienen establecidas para el proyecto.



Reporte de Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo PreHA

(SIGUIENTE PAGINA)



Reporte de Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo WHAT - IF

(SIGUIENTE PAGINA)



Reporte de Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo HAZOP

(SIGUIENTE PAGINA)

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

5.8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Tabla 71. Sistemas de Seguridad de la Estación de Servicio

Sistema	Características Principales	Función	Cantidad y Ubicación
Sistema de válvulas	Se contará con diferentes tipos de válvulas los cuales son dispositivos mecánicos o manuales para el control de presiones, desprendimientos y de llenado y deberán cumplir con lo establecido en la NOM-010-ASEA-2016	<p>Válvulas de corte</p> <p>Se accionan después de rebasar un nivel de presión establecido, permitiendo así la salida del gas a través del sistema de venteo hacia la atmósfera evitando su acumulación, así como los incrementos de presión descontrolados</p> <p>Válvulas de corte</p> <p>Se cierran para evitar flujo de gas durante el mantenimiento de distintos equipos o instalaciones para trabajar de forma más segura</p> <p>Válvulas de desfogue</p> <p>Se accionan para liberar el gas acumulado, generalmente se accionan en procesos de mantenimiento</p> <p>Válvulas break away</p> <p>No permiten el escape del gas al desprenderse</p> <p>Válvulas de llenado</p> <p>No permiten el paso del gas a menos que ensamble perfectamente con el pico de carga del vehículo o la unidad de almacenamiento de cilindros transportables</p>	<p>Dependiendo del tipo se habilitarán en diferentes áreas de la estación de Servicio de GNC, entre los lugares principales son:</p> <p>Equipos</p> <p>Tuberías</p> <p>Cilindros de la cascada de almacenamiento</p> <p>Cilindros de la unidad de almacenamiento transportable</p> <p>Dispensarios y poste de llenado</p> <p>Mangueras de dispensarios y poste de llenado</p>
Sistemas de monitoreo de parámetros	Equipo electrónico y deberá cumplir con lo establecido en la NOM-010-ASEA-2016	Permite consultar todas las variables de trabajo como presiones, voltajes, gasto energético, temperaturas, etc	Oficinas

Sistema	Características Principales	Función	Cantidad y Ubicación
Sistema de filtros	Filtros coalescentes y deberán cumplir con lo establecido en la NOM-010-ASEA-2016	Eliminar los condensados que pudieran pasar en el gas previo a la compresión del gas y a la cascada pulmón	Entrada y salida de los compresores
Sistema eléctrico	Será a prueba de explosión y conectados a tierras además cumplirán con lo establecido en las normas oficiales NOM-001-SEDE-2012	Sellos eléctricos Evitar explosiones por cortos circuitos y chispas que promueven el incendio en las instalaciones Tierras Evita las cargas electroestáticas y conducir las a tierra	Cuarto de compresores EMR de interconexión EMR de la estación de GNC Cascada pulmón Dispensarios Poste de llenado
Sistema de paros automáticos de emergencia	Botones manuales y deberán cumplir con lo establecido en la NOM-010-ASEA-2016	Detener en forma inmediata los equipos en funcionamiento	Se ubicarán en diferentes sitios de la estación para que sea rápida su operación
Sistema de detectores de gas	Dispositivos automáticos y deberán cumplir con lo establecido en la NOM-010-ASEA-2016	Detectan concentraciones de gas, al accionarse emiten una alarma y apagan automáticamente todos los equipos	Se ubicarán en zonas donde se puede acumular el gas
Sistema de alarmas	Dispositivos audiovisuales y deberán cumplir con lo establecido en la NOM-010-ASEA-2016	Arrojarán una señal audiovisual de fácil reconocimiento que alertará de una situación de riesgo	Se ubicarán en diferentes sitios de la estación para que sea rápida su operación
Sistema de Señalización	Esquemas visuales de acuerdo con lo establecido a las normas NOM-026-STPS-2008 y NOM-003-SEGOB-2011	Dar a conocer de manera visual avisos en materia restrictiva, preventiva e informativa	En toda la estación
Sistema contra incendio)	Extintores de P.Q.S y CO2 de acuerdo con lo establecido a la NOM-002-STPS-2010,	Extinción de incendios	Se ubicarán en diferentes sitios de la estación para que sea rápida su operación

5.8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

GENERALES

- Se deben seguir los lineamientos aplicables de la NOM-010-ASEA-2016, así como la revisión y Dictaminación de la Estación de Servicio de GNC por parte de una Unidad de Verificación en la Materia.
- Las instalaciones vehiculares deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana aplicable y no se deberá cargar vehículos con sistemas “hechizos” fuera de norma.
- El GNC debe tener un olor distintivo suficiente para que su presencia sea detectada cuando la proporción en el aire no sobrepase la quinta parte del límite inferior de explosividad, de acuerdo con la NOM-006 SECRE-1999, Odorización del Gas Natural.
- El GNC debe cumplir con la NOM-001-SECRE-1997, Calidad del gas natural
- Contar con dispositivos de paro de emergencia del equipo de compresión y de los surtidores
- Se contará con procedimientos de seguridad para el manejo de gas natural incluyendo las hojas de seguridad y procedimientos para atención de fugas y/o derrames.
- Limpieza de equipos e instalaciones.
- Evitar la obstrucción (aunque sea temporal) de todas las salidas de emergencia o rutas de evacuación, así como de los lugares donde se ubiquen los extintores.
- Se deberán de restringir los accesos a personas ajenas a la estación
- A todo el personal que participe en la operación, inspección y mantenimiento de la estación de Gas Natural Comprimido deberá tomar de manera obligatoria cursos de capacitación de generalidades sobre el GNC, de seguridad, primeros auxilios, equipo de protección para el trabajo, programa de contingencias y respuesta a emergencias, procedimientos operacionales, combate de incendios, etc. Aunado a lo anterior se deberá capacitar en temas de protección civil, primeros auxilios y manejo de extintores portátiles; estos cursos deben ser dictados por personal debidamente autorizado.
- La estación de gas natural comprimido deberá contar con botiquín de primeros auxilios el cual contará con material de curación como vendas, gasas, tijeras, cinta adhesiva, algodón, antisépticos, etc.
- Se deberá contar con protocolos específicos del procedimiento de carga de gas natural a vehículos y a cilindros de las unidades móviles transportables bajo el cual será adiestrado y capacitado al personal a cargo del área de despacho a efecto de minimizar los riesgos de una carga inadecuada de gas natural. Dicho protocolo incluye precauciones para evitar cualquier tipo de riesgo por incendio.

- La instalación eléctrica será cumpliendo con los requisitos de la norma NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas.

MANTENIMIENTO

Se deberá contar con un programa sistematizado de mantenimiento mediante el cual se administrarán, controlarán y organizarán las actividades de los equipos de proceso instalaciones y edificios. Se contará con procedimientos, programas, infraestructura, recursos humanos y materiales que minimicen los efectos al ambiente en caso de presentarse un incidente en la operación de la estación.

Para el manejo de sustancias peligrosas contará con un programa de seguridad y mantenimiento de instalaciones eléctricas a prueba de explosión, sistema de tierras físicas, pararrayos, revisión y manteniendo de válvulas de seguridad, detectores de gas, alarmas, equipos de proceso, tuberías, estructuras, edificios y sistema contra incendio adecuados a las necesidades de la instalación y suficientes para administrar el control del riesgo.

El programa de mantenimiento de los equipos e instalaciones se dividirá en los siguientes rubros:

- Mantenimiento mecánico.
- Mantenimiento eléctrico.
- Mantenimiento civil.
- Mantenimiento de instrumentación y control.

INSPECCIÓN

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

- Revisión de los registros eléctricos, e instalaciones eléctricas a prueba de explosión.
- Inspección de botiquines de primeros auxilios.
- Evaluación del ruido del medio ambiente laboral, condiciones térmicas, iluminación y vibración de los diferentes puestos de trabajo.
- Revisión de los Unidades de almacenamiento.
- Revisión y calibración de válvulas de alivio de presión.

- Inspección y verificación de extintores existentes en las diferentes áreas.
- Prueba a las alarmas, detectores de mezclas explosivas, detectores de flama y humo.
- Llevar a cabo pruebas semanales a los sistemas contra incendios.
- Programa de capacitación en materia de seguridad e higiene y protección ambiental.
- Pruebas de integridad mecánica de equipos y tuberías.
- Revisión y medición del sistema de tierras físicas.
- Simulacros operacionales, prácticas y simulacros contra incendio.
- Inspección de válvulas, accesorios, indicadores de campo (flujo, temperatura y presión)
- Medición de explosividad en registros.
- Programa permanente de orden y limpieza en talleres, almacenes, y áreas operativas.

INCENDIOS

- Mantener en buenas condiciones de funcionamiento y operabilidad el sistema contra incendio que incluyen los extintores, alarmas y detectores de gas.
- Establecer un programa de revisión y recarga permanente y oportuna de los extintores portátiles de toda la instalación y se mantenga vigente su carga en buenas condiciones y libre de obstrucciones para su uso en caso necesario.
- Establecer un programa de auditorías de seguridad para su implementación al menos una vez por año.
- Se evitará la sobresaturación de contactos y centros de carga.
- Se tendrá estrictamente prohibido fumar dentro de las instalaciones de la estación.
- Se evitará el uso de instalaciones eléctricas en mal estado o de carácter provisional.

SISTEMAS DE CONTROL

- Instalaciones eléctricas serán a prueba de explosión.
- Detectores de fuga de gases.
- Extintores y carteles de seguridad para orientación de los usuarios

Estos sistemas serán operados por personal capacitado y adiestrado, así como serán sometidos a mantenimientos preventivos que permitan una operación adecuada a durante la etapa de operación del proyecto.

5.8.3. RECOMENDACIONES TECNICO-OPERATIVAS

Tabla 72. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos

No	Recomendación	Identificación del Nodo	Elemento del SASISOPA Asociado a la Recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No	Descripción		
R1	Los trabajos de interconexión se deberán llevar a cabo bajo los procedimientos establecidos por el proveedor del Gas Natural	NODO 1 (WHAT-IF) / NODO 1 (HAZOP)		E1-WF-1.1/HZ-1.7	Al hacer la interconexión con el ducto de 24" de la empresa proveedora de gas natural se da una fuga de gas en el punto de interconexión la cual encuentra una fuente de ignición retardada generando un evento de tipo VCE		ALARP "B"
R2	Se deberá contar con plan de emergencias para este tipo de trabajos y sus posibles consecuencias						
R3	Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar						
R4	Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio						
R1	Los trabajos de interconexión se deberán llevar a cabo bajo los procedimientos establecidos por el proveedor del Gas Natural	NODO 1 (WHAT-IF) / NODO 1 (HAZOP)		E2-WF-1.1/HZ-1.6	Al hacer la interconexión con el ducto de 24" de la empresa proveedora de gas natural se da una fuga de gas en el punto de interconexión la cual encuentra una fuente de ignición inmediata generando un evento de tipo JET FIRE		ALARP "B"
R2	Se deberá contar con plan de emergencias para este tipo de trabajos y sus posibles consecuencias						
R3	Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar						
R4	Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio						
R1	Mantenimiento preventivo y correctivo a la tubería y accesorios	NODO 1 (WHAT-IF) / NODO 2 (HAZOP)		E3-WF-1.2/HZ-2.8	Por aumento de presión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta se presenta una fuga de gas natural que se almacena dentro de la EMR de interconexión		ALARP "B"
R2	Los trabajos dentro de la EMR se tendrán que llevar a cabo						

No	Recomendación	Identificación del Nodo	Elemento del SASISOPA Asociado a la Recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No	Descripción		
	por personal capacitado y mediante supervisión				presentándose un evento de tipo VCE		
R3	Capacitación a brigadas de emergencia						
R4	Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área						
R5	Contar con detectores y alarmas de gas natural						
R6	Contar con plan de emergencias						
R7	Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio						
R8	Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de detectores de gas natural						
R9	Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de venteo						
R10	Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de alarmas para atmosferas explosivas						
R1	Los trabajos dentro de la EMR se tendrán que llevar a cabo por personal capacitado y mediante supervisión	NODO 1 (WHAT-IF) / NODO 2 (HAZOP)		E4-WF-1.5/HZ-2.8	Por aumento de presión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta se presenta una fuga de gas natural que se almacena dentro de la EMR de la estación de GNC presentándose un evento de tipo VCE		ALARP "B"
R2	Mantenimiento preventivo y correctivo a la tubería y accesorios						
R3	Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área						
R4	Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de detectores de gas natural						

No	Recomendación	Identificación del Nodo	Elemento del SASISOPA Asociado a la Recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No	Descripción		
R5	Mantenimiento preventivo y correctivo a las diferentes válvulas y transmisores						
R6	Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de venteo						
R7	Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de alarmas para atmosferas explosivas						
R8	Capacitación a brigadas de emergencia						
R9	Contar con plan de emergencias						
R1	Contar con equipos de combate a incendios	NODO 3 (WHAT-IF) / NODO 4 (HAZOP)		E5-WF-3.2/HZ-4.10	Por falta de supervisión, mantenimiento o acción intencionada al daño se produce una fuga a consecuencia de la corrosión en alguno de los cilindros de la cascada pulmón la cual se almacena en el espacio de la cascada y encuentra una fuente de ignición generando un evento de tipo VCE		ALARP "B"
R2	Supervisión y mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas vs incendio, paros de emergencias, sistemas de venteo y a detectores y alarmas de atmosferas explosivas						
R3	Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área						
R4	Mantenimiento preventivo y correctivo a las diferentes válvulas y transmisores						
R5	Contar con plan de emergencias						
R6	Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar						
R1	Señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro del área	NODO 2 (WHAT-IF) / NODO 3		E6-WF-2.11/HZ-3.9	Por aumento de presión de gas natural en los compresores y falla en		ALARP "B"

No	Recomendación	Identificación del Nodo	Elemento del SASISOPA Asociado a la Recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No	Descripción		
R2	Mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de venteo	(HAZOP)			válvulas de seguridad se fuga el gas dentro del cuarto de compresores almacenándose en este el cual encuentra una fuente de ignición generándose un evento de tipo VCE		
R3	Mantenimiento preventivo y correctivo en forma permanente de todos los componentes del cuarto de compresores y en específico de las válvulas de seguridad.						
R4	Contar con equipos de combate a incendios						
R5	Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar						
R6	Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio						
R1	Revisión y mantenimiento preventivo y correctivo a tuberías y accesorios	NODO 2 (WHAT-IF)		E7-WF-2.5	Por falta de supervisión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta o accesorios que conduce el gas desde los compresores hasta la cascada pulmón se presenta una fuga la cual encuentra una fuente de ignición retardada generándose un evento de tipo VCE		ALARP "B"
R2	Contar con sistemas de alarma redundantes						
R3	Capacitación continua a brigadas de emergencia						
R4	Prohibir fuentes de ignición en el área						
R1	Revisión y mantenimiento preventivo y correctivo a tuberías y accesorios	NODO 2 (WHAT-IF)		E8-WF-2.4	Por falta de supervisión, mantenimiento o golpe mecánico a la tubería expuesta o accesorios que conduce el gas desde los compresores hasta la cascada pulmón se presenta una fuga la cual encuentra una fuente de ignición		ALARP "B"
R2	Contar con sistemas de alarma redundantes						
R3	Capacitación continua a brigadas de emergencia						

No	Recomendación	Identificación del Nodo	Elemento del SASISOPA Asociado a la Recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No	Descripción		
R4	Prohibir fuentes de ignición en el área				inmediata generándose un evento de tipo JET FIRE		
R1	Mantenimiento preventivo y correctivo a válvulas de seguridad	NODO 4 (HAZOP)		E9-HZ-4.11	Un cilindro de la cascada pulmón sufre un incremento en la presión de este a consecuencia de un incendio cercano al área y su válvula de seguridad falla lo que genera un evento de explosión física		TOLERABLE "C"
R2	Mantenimiento preventivo y correctivo a cilindros de almacenamiento						
R3	Contar con plan de emergencias						
R4	Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar						
R5	Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio						
R6	Ataque a incendios aledaños en cuanto se inicien						
R1	Verificar que el cliente cuente con certificados del buen funcionamiento de sus cilindros antes del proceso de carga	NODO 4 (WHAT-IF)		E10-WF-4.9	Al momento de cargar los cilindros de la unidad de almacenamiento transportable se genera sobrepresión y uno de los cilindros tiene dañada la válvula por lo que no puede liberar gas ocasionando que se presente una explosión física de este		TOLERABLE "C"
R2	Mantenimiento preventivo y correctivo a válvulas de seguridad						
R3	Mantenimiento preventivo y correctivo a cilindros de almacenamiento						
R4	Contar con plan de emergencias						
R5	Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar						
R6	Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema vs incendio						

No	Recomendación	Identificación del Nodo	Elemento del SASISOPA Asociado a la Recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No	Descripción		
R7	Ataque a incendios aledaños en cuanto se inicien						
R1	Protocolo específico del procedimiento de carga de gas natural a vehículos automotores bajo el cuál será adiestrado y capacitado el personal a cargo del área de despacho a efecto de minimizar los riesgos	NODO 4 (WHAT-IF)		E11-WF-4.12	Por tanque de vehículo en mal estado en el área de dispensarios al momento de hacer la carga a este de gas natural se genera sobrepresión ocasionando que el tanque tenga una explosión física		TOLERABLE "C"
R2	Implementar un procedimiento de revisión visual del sistema de gas de los vehículos automotores por parte del personal encargado de despacho del combustible						
R3	El personal deberá brindar al cliente recomendaciones en cuanto a anomalías detectadas en vehículo						

5.9. CONCLUSIONES

Mediante el presente Análisis de Riesgos para el Sector Hidrocarburos del proyecto denominado **“ESTACION DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR - COMSUSTENTA – VILLAHERMOSA”** se buscó conocer la información de los aspectos de mayor relevancia, seleccionando las metodologías más apropiadas para la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos, con la finalidad de identificar los peligros que representa el proyecto y evaluar los riesgos presentes en estos, documentando la existencia de sistemas y dispositivos de seguridad, y/o medidas de reducción de riesgos para eliminar, prevenir, controlar, minimizar o mitigar los Escenarios de Riesgo a un nivel de Riesgo Tolerable.

El proyecto se ubica en el municipio de Centro Estado de Tabasco, en una zona con características habitacionales, comerciales e industriales, con presencia de vialidades de tipo regional y locales, así como infraestructura de energía eléctrica como ductos de hidrocarburos. La densidad de población de la zona (buffer 500 m) es de 1,435.56 hab/km², sus colindancias inmediatas son al norte y este con terrenos sin actividad, mientras que al oeste y sur con vialidades.

En la zona no se encuentran componentes ambientales como cuerpos de agua, áreas naturales protegidas de carácter federal, estatal o municipal, regiones marinas prioritarias, regiones terrestres prioritarias, áreas de importancia para la conservación de aves, sitios Ramsar ni regiones hidrológicas prioritarias.

De acuerdo con información oficial, la zona es susceptible a diferentes fenómenos como lo son sismos de hasta 5 grados, lluvias, inundaciones, tormentas eléctricas, ondas cálidas y vientos.

Los peligros encontrados dentro de la **Zona de Riesgo ALARP “B”** para las diferentes metodologías se refieren a inundaciones, lluvias, incendios en las inmediaciones de la estación, accidentes varios a personal que trabaje en la obra durante las etapas de preparación del sitio y construcción, fugas de combustible, así como rupturas de cilindros de almacenamiento los cuales se pueden presentar por diferentes causas.

Los peligros encontrados dentro de la **Zona de Riesgo NO TOLERABLE “A”** para las diferentes metodologías se refieren a igniciones inmediatas y retardadas, explosiones de vapor y explosiones físicas de cilindros contenedores de gas natural los cuales se pueden presentar por diferentes causas.

El análisis de frecuencias mediante la metodología **FTA (Fault Tree Analysis)** así como el análisis de consecuencias mediante **SOFTWARE SCRI DE FUEGO** para los riesgos de tipo **ALARP "B"** y **NO TOLERABLE "A"**, referentes al manejo de gas natural; y que son los que por sus características pueden generar daños significantes a los diferentes receptores de riesgos se puede hacer énfasis que los **PEORES CASOS** corresponden a eventos de tipo VCE generados por la fuga de combustible que encuentra una fuente de ignición retardada en el punto de interconexión y en la tubería de los compresores hasta la cascada pulmón, **CASOS ALTERNOS** corresponden a eventos de tipo VCE, JETFIRE y EXPLOSIONES en áreas de interconexión, EMR de interconexión y de la estación de GNC, en cuarto de compresores, en cuarto de la cascada pulmón y en zona de poste de llenado y **CASOS MAS PROBABLES** corresponden eventos de tipo EXPLOSION en área de dispensarios.

Las afectaciones principales a los diferentes receptores de riesgo en caso de que se presente uno u otro escenario pueden ir en el personal y la población desde pequeñas heridas hasta la muerte, en el medio ambiente desde daño a algunas especies arbóreas y vegetación secundaria hasta contaminación ambiental momentánea derivada de las fugas y combustión del gas natural y en la infraestructura desde daños considerables en equipos hasta daños leves en infraestructura del entorno; sin embargo estas afectaciones irán en mayor o menor medida de la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.

El escenario identificado como E1-WF-1.1/HZ-1.7 correspondientes a un VCE será el único que tendrán probabilidad de interacción de un efecto dominó con sitios con esta posibilidad en el entorno (contenedores de sustancias peligrosas como tanques de gas l. p., tanques de almacenamiento de gasolinas y diésel superficiales y autotanques de almacenamiento de gasolinas y diésel encargados de surtir de combustibles a las estaciones de servicio en el entorno) ya que estos sitios se encuentran dentro de los radios potenciales de afectación del evento; sin embargo los otros escenarios solo tendrán afectaciones a instalaciones propias del proyecto.

Mediante el reposicionamiento de los escenarios con la finalidad de reducir el riesgo tan bajo como sea razonablemente factible (ALARP) se usaron protecciones y salvaguardas con lo cual se logró reducir los diferentes riesgos para cada uno de los receptores de riesgo a Zonas de Riesgo TOLERABLE "C" y ALARP "B"; por lo cual es recomendable que el proyecto cuente con medidas preventivas de acuerdo con la normatividad vigente, así como contemplar las recomendaciones del presente estudio.

El riesgo existente por la conducción y despacho de gas natural es evidente, mismo que es controlable. Dentro de este aspecto, se deberá establecer controles para maximizar los niveles de seguridad en la operación de la estación de servicio de GNC, desde la estación de punto de interconexión hasta los dispensarios.

De acuerdo con los resultados analizados en el presente estudio, existe probabilidad de que suceda un escenario de riesgo, más sin embargo la probabilidad de que se presente algún evento con consecuencias sobre los diferentes receptores de riesgo es baja.

Considerando las condiciones de operación, diseño y construcción de las instalaciones, no se podrán descartar la falla del factor humano, por lo que la empresa dentro de sus políticas y filosofía de operación, así como por la experiencia, deberá seguir estrictos programas de capacitación al personal, tanto en la operación de las instalaciones como en las medidas de seguridad aplicables.

Cabe señalar que los eventos simulados están estimados para ciertas condiciones específicas, sin embargo, estas condiciones pueden cambiar y modificar la posible área de riesgo; por lo que los resultados no se deben considerar como valores constantes sino como una guía para darse cuenta del nivel de afectación que se podrá tener en caso de que estos eventos sucedan y para implementar medidas de prevención.

De lo anterior, podemos concluir que si bien, el proyecto aumenta el riesgo por el almacenamiento de gas natural y su operación, es necesario cumplir estrictamente con lo establecido en la NOM-010-ASEA-2016 o vigente, así como llevar el mantenimiento a elementos críticos y cumplir con las disposiciones que emita la ASEA, y las autoridades competentes, así como las recomendaciones establecidas en el presente estudio.

5.10. RESUMEN EJECUTIVO

El estudio se ha realizado haciendo hincapié en las desviaciones de las variables de proceso teniendo en cuenta las posibles causas y consecuencias. Además, se han propuestos las medidas necesarias para evitar dichas desviaciones.

El uso de gas natural se considera una actividad riesgosa, sin embargo, es uno de los combustibles más seguros, amistosos al medio ambiente y económicamente viables por lo que la empresa COMSUSTENTA consciente de esto, está desarrollando el proyecto de construcción de la estación de servicio para el abastecimiento de gas natural vehicular, aplicando los métodos de ingeniería y normas aplicables en la materia.

De acuerdo con el Análisis de Riesgos para el Sector Hidrocarburos el proyecto por sus características aumenta el riesgo por el almacenamiento de combustibles y su operación; aunado a que se pueden presentar diferentes peligros internos o externos como los ya mencionados dentro del presente.

Cabe destacar que el proyecto cumplirá con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores.

Para la determinación de los diferentes riesgos presentes en el proyecto se utilizaron diferentes metodologías; para el Análisis Preliminar de Peligros se utilizaron **PHA (por sus siglas en inglés “Preliminary Hazard Analysis”)**, una metodología basada en la **NOM-031-STPS-2011** con la finalidad de determinar los riesgos potenciales a los que se encuentran expuestos los trabajadores en los procesos de preparación del sitio y construcción e **Índice de Down**; mientras que para la Identificación de Peligros y de Escenarios de Riesgo se utilizaron las metodologías **WHAT IF...?** y **HAZOP**.

De acuerdo con los peligros analizados en las metodologías sin uso de protecciones o salvaguardas y ponderados con las matrices de riesgos calibradas para cada uno de los receptores de riesgos (personal, población, medio ambiente e infraestructura), se puede establecer, que el riesgo generado por los diferentes peligros se encuentra dentro las Zonas de Riesgo TOLERABLE “C”, ALARP “B” y NO TOLERABLE “A”.

De acuerdo con los accidentes ocurridos donde ha estado involucrado el gas natural, la mayor cantidad de ellos involucra fugas, lo puede derivar en eventos de incendio o explosión, si es que el material liberado entra en contacto con fuentes de ignición.

Dentro del análisis se puede establecer que los riesgos que presentan mayor peligro por lo eventos que pudieran generar (VCE, JETFIRE O EXPLOSIONES), se desarrollan por causas en su mayoría concernientes al mantenimiento de las instalaciones y equipos (preventivo y correctivo), omisión de procedimientos de operación y la capacitación en cuanto a los diferentes procesos; donde un error humano se puede convertir en una consecuencia fatal. La experiencia muestra que no es frecuente tener accidentes de gran magnitud, sin embargo, el estudio cubre los siniestros que se podrían presentar desde una fuga hasta un evento de tipo VCE.

El escenario que podría tener afectaciones más allá de las instalaciones de la estación, pudiendo afectar otras instalaciones en el entorno es el referente a un VCE en el punto de interconexión; mientras que los demás escenarios de riesgo tendrán básicamente afectaciones a instalaciones propias, así como a terrenos sin actividades y dos vialidades.

Las afectaciones principales a los diferentes receptores de riesgo en caso de que se presente uno u otro escenario pueden ir en el personal y la población desde pequeñas heridas hasta la muerte, en el medio ambiente desde daño a algunas especies arbóreas y vegetación secundaria hasta contaminación ambiental momentánea derivada de las fugas y combustión del gas natural y en la infraestructura desde daños considerables en equipos hasta daños leves en infraestructura del entorno; sin embargo estas afectaciones irán en mayor o menor medida de la distancia a la fuente del evento y las estructuras presentes.

Mediante el reposicionamiento de los escenarios con la finalidad de reducir el riesgo tan bajo como sea razonablemente factible (ALARP) se usaron protecciones y salvaguardas con lo cual se logró reducir los diferentes riesgos para cada uno de los receptores de riesgo a Zonas de Riesgo TOLERABLE "C" y ALARP "B"; por lo cual es recomendable que el proyecto cuente con medidas preventivas de acuerdo con la normatividad vigente, así como contemplar las recomendaciones del presente estudio.

De acuerdo con los resultados analizados en el presente estudio, existe probabilidad de que suceda un escenario de riesgo, más sin embargo la probabilidad de que se presente algún evento con consecuencias sobre los diferentes receptores de riesgo es baja.

Considerando las condiciones de operación, diseño y construcción de las instalaciones, no se podrán descartar

la falla del factor humano, por lo que la empresa dentro de sus políticas y filosofía de operación, así como por la experiencia, deberá seguir estrictos programas de capacitación al personal, tanto en la operación de las instalaciones como en las medidas de seguridad aplicables.

Cabe señalar que los eventos simulados están estimados para ciertas condiciones específicas, sin embargo, estas condiciones pueden cambiar y modificar la posible área de riesgo; por lo que los resultados no se deben considerar como valores constantes sino como una guía para darse cuenta del nivel de afectación que se podrá tener en caso de que estos eventos sucedan y para implementar medidas de prevención.

Cabe destacar que la probabilidad de que ocurra uno u otro escenario de los planteados en el análisis radica en los sistemas de seguridad y las medidas de prevención con las que contará el proyecto; por lo que no se deberá escatimar en ellos y se cumplirá con lo establecido en las normatividades vigentes, aunado a lo anterior también es necesario contemplar las recomendaciones técnicas generadas por el estudio.

Las recomendaciones técnicas del estudio son las siguientes:

- Los trabajos de interconexión se deberán llevar a cabo bajo los procedimientos establecidos por el proveedor del Gas Natural
- Se deberá contar con plan de emergencias para trabajos de interconexión y sus posibles consecuencias
- Brigadas de emergencia capacitadas conforme a los diferentes eventos que se pueden suscitar
- Mantenimiento preventivo y correctivo a la tuberías y accesorios
- Los trabajos dentro de las EMR se tendrán que llevar a cabo por personal capacitado y mediante supervisión
- Se deberá contar con señalización de prohibición de fuentes de ignición dentro de todas las áreas de la estación
- Se deberá contar con detectores y alarmas de gas natural
- Mantenimiento preventivo y correctivo a válvulas en equipos y tuberías
- Contar con equipos de combate a incendios
- Supervisión y mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas vs incendio, paros de emergencias, sistemas de venteo y a detectores y alarmas de atmosferas explosivas
- Contar con sistemas de alarma redundantes
- Mantenimiento preventivo y correctivo a cilindros de almacenamiento
- Capacitación al personal para el ataque a incendios aledaños en cuanto se inicien

- Verificar que en el área de poste de llenado en las unidades transportables los cilindros se encuentren en buenas condiciones
- Contar con protocolos del procedimiento de carga de gas natural a vehículos automotores bajo el cuál será adiestrado y capacitado el personal a cargo del área de despacho a efecto de minimizar los riesgos
- Implementar un procedimiento de revisión visual del sistema de gas de los vehículos automotores por parte del personal encargado de despacho del combustible
- El personal deberá brindar al cliente recomendaciones en cuanto a anomalías detectadas en vehículo

Además de lo anterior se deberá cumplir con las siguientes medidas preventivas

- Se deben seguir los lineamientos aplicables de la NOM-010-ASEA-2016, así como la revisión y Dictaminación de la Estación de Servicio de GNC por parte de una Unidad de Verificación en la Materia.
- Las instalaciones vehiculares deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana aplicable y no se deberá cargar vehículos con sistemas “hechizos” fuera de norma.
- El GNC debe tener un olor distintivo suficiente para que su presencia sea detectada cuando la proporción en el aire no sobrepase la quinta parte del límite inferior de explosividad, de acuerdo con la NOM-006 SECRE-1999, Odorización del Gas Natural.
- El GNC debe cumplir con la NOM-001-SECRE-1997, Calidad del gas natural
- Contar con dispositivos de paro de emergencia del equipo de compresión y de los surtidores
- Se contará con procedimientos de seguridad para el manejo de gas natural incluyendo las hojas de seguridad y procedimientos para atención de fugas y/o derrames.
- Limpieza de equipos e instalaciones.
- Evitar la obstrucción (aunque sea temporal) de todas las salidas de emergencia o rutas de evacuación, así como de los lugares donde se ubiquen los extintores.
- Se deberán de restringir los accesos a personas ajenas a la estación
- A todo el personal que participe en la operación, inspección y mantenimiento de la estación de Gas Natural Comprimido deberá tomar de manera obligatoria cursos de capacitación de generalidades sobre el GNC, de seguridad, primeros auxilios, equipo de protección para el trabajo, programa de contingencias y respuesta a emergencias, procedimientos operacionales, combate de incendios, etc. Aunado a lo anterior se deberá capacitar en temas de protección civil, primeros auxilios y manejo de extintores portátiles; estos cursos deben ser dictados por personal debidamente autorizado.

- La estación de gas natural comprimido deberá contar con botiquín de primeros auxilios el cual contará con material de curación como vendas, gasas, tijeras, cinta adhesiva, algodón, antisépticos, etc.
- Se deberá contar con protocolos específicos del procedimiento de carga de gas natural a vehículos y a cilindros de las unidades móviles transportables bajo el cual será adiestrado y capacitado al personal a cargo del área de despacho a efecto de minimizar los riesgos de una carga inadecuada de gas natural. Dicho protocolo incluye precauciones para evitar cualquier tipo de riesgo por incendio.
- La instalación eléctrica será cumpliendo con los requisitos de la norma NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas.
- Se deberá contar con un programa sistematizado de mantenimiento mediante el cual se administrarán, controlarán y organizarán las actividades de los equipos de proceso instalaciones y edificios. Se contará con procedimientos, programas, infraestructura, recursos humanos y materiales que minimicen los efectos al ambiente en caso de presentarse un incidente en la operación de la estación.
- Para el manejo de sustancias peligrosas contará con un programa de seguridad y mantenimiento de instalaciones eléctricas a prueba de explosión, sistema de tierras físicas, pararrayos, revisión y manteniendo de válvulas de seguridad, detectores de gas, alarmas, equipos de proceso, tuberías, estructuras, edificios y sistema contra incendio adecuados a las necesidades de la instalación y suficientes para administrar el control del riesgo. El programa de mantenimiento de los equipos e instalaciones se dividirá en los siguientes rubros:
 - Mantenimiento mecánico.
 - Mantenimiento eléctrico.
 - Mantenimiento civil.
 - Mantenimiento de instrumentación y control.
- Se deberá contar con programa de inspección y deberá incluir las siguientes actividades para la prevención de riesgos en las instalaciones:
 - Revisión de los registros eléctricos, e instalaciones eléctricas a prueba de explosión.
 - Inspección de botiquines de primeros auxilios.
 - Evaluación del ruido del medio ambiente laboral, condiciones térmicas, iluminación y vibración de los diferentes puestos de trabajo.
 - Revisión de los Unidades de almacenamiento.
 - Revisión y calibración de válvulas de alivio de presión.
 - Inspección y verificación de extintores existentes en las diferentes áreas.
 - Prueba a las alarmas, detectores de mezclas explosivas, detectores de flama y humo.

- Llevar a cabo pruebas semanales a los sistemas contra incendios.
 - Programa de capacitación en materia de seguridad e higiene y protección ambiental.
 - Pruebas de integridad mecánica de equipos y tuberías.
 - Revisión y medición del sistema de tierras físicas.
 - Simulacros operacionales, prácticas y simulacros contra incendio.
 - Inspección de válvulas, accesorios, indicadores de campo (flujo, temperatura y presión)
 - Medición de explosividad en registros.
 - Programa permanente de orden y limpieza en talleres, almacenes, y áreas operativas.
- Mantener en buenas condiciones de funcionamiento y operabilidad el sistema contra incendio que incluyen los extintores, alarmas y detectores de gas.
 - Establecer un programa de revisión y recarga permanente y oportuna de los extintores portátiles de toda la instalación y se mantenga vigente su carga en buenas condiciones y libre de obstrucciones para su uso en caso necesario.
 - Establecer un programa de auditorías de seguridad para su implementación al menos una vez por año.
 - Se evitará la sobresaturación de contactos y centros de carga.
 - Se tendrá estrictamente prohibido fumar dentro de las instalaciones de la estación.
 - Se evitará el uso de instalaciones eléctricas en mal estado o de carácter provisional.
 - Las instalaciones eléctricas serán a prueba de explosión.
 - Detectores de fuga de gases.
 - Extintores y carteles de seguridad para orientación de los usuarios



Reporte de Informe Técnico

(SIGUIENTE PAGINA)

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Coordenadas del Proyecto</i>	9
<i>Tabla 2. Especificaciones Técnicas para el Diseño</i>	11
<i>Tabla 3. Especificaciones técnicas para la selección de materiales</i>	12
<i>Tabla 4. Especificaciones técnicas para la construcción</i>	12
<i>Tabla 5. Características de EQUIPOS PRINCIPALES del Proyecto</i>	22
<i>Tabla 6. Características de EQUIPOS AUXILIARES del Proyecto</i>	24
<i>Tabla 7. Tipo de proceso</i>	28
<i>Tabla 8. Resumen de Sustancias Peligrosas</i>	29
<i>Tabla 9. Cálculo de Masa de Gas Natural</i>	30
<i>Tabla 10. Histórico de Temperaturas Normales 1981 – 2010</i>	31
<i>Tabla 11. Histórico de Precipitación Normal y Máxima Mensual 1981 - 2010</i>	32
<i>Tabla 12. Velocidad y Dirección del Viento</i>	33
<i>Tabla 13. Características Geológicas</i>	35
<i>Tabla 14. Características de los tipos de suelo</i>	37
<i>Tabla 15. Especies de Flora en el entorno inmediato al proyecto (Buffer 500 m)</i>	38
<i>Tabla 16. Cambios en el entorno</i>	39
<i>Tabla 17. Especies arbóreas presentes en el predio del proyecto</i>	41
<i>Tabla 18. Especies Observables en la Zona</i>	44
<i>Tabla 19. Susceptibilidad de la Zona a diferentes Fenómenos</i>	45
<i>Tabla 20. Proximidades con zonas vulnerables de población para un Buffer de 500 m</i>	50
<i>Tabla 21. Proximidades con componentes ambientales para un Buffer de 500 m</i>	52
<i>Tabla 22. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m</i>	53
<i>Tabla 23. Uso de suelo para un radio de 500 m</i>	54
<i>Tabla 24. Frecuencias de la ocurrencia de los riesgos</i>	56
<i>Tabla 25. Severidad del daño</i>	56
<i>Tabla 26. Frecuencias de la ocurrencia de los riesgos</i>	57
<i>Tabla 27. Índice de Dow (fuego y explosión)</i>	58
<i>Tabla 28. Grado de riesgo del índice de fuego y explosión</i>	61
<i>Tabla 29. Antecedentes de accidentes e incidentes</i>	62
<i>Tabla 30. Palabras Guía y Parámetros por utilizar en el Análisis HAZOP</i>	67
<i>Tabla 31. Clasificación de FRECUENCIAS para Escenarios de Riesgo</i>	69

<i>Tabla 32. Clasificación de CONSECUENCIAS para Escenarios de Riesgo</i>	69
<i>Tabla 33. Matriz de Riesgos de daños al PERSONAL</i>	70
<i>Tabla 34. Matriz de Riesgos de daños a la POBLACION</i>	71
<i>Tabla 35. Matriz de Riesgos de daños al MEDIO AMBIENTE</i>	72
<i>Tabla 36. Matriz de Riesgos de daños a las INSTALACIONES</i>	73
<i>Tabla 37. Definiciones de las Regiones de Riesgo</i>	73
<i>Tabla 38. Escenarios de Riesgo Identificados</i>	74
<i>Tabla 39. Criterios de Tasas de Fallos</i>	77
<i>Tabla 40. Simbología Arboles de Fallos</i>	77
<i>Tabla 41. Tops Events</i>	78
<i>Tabla 42. Valores de Gas Natural para el cálculo de la probabilidad de ignición inmediata y retardada</i>	79
<i>Tabla 43. Probabilidad de Ignición Inmediata</i>	80
<i>Tabla 44. Probabilidad de Ignición Retardada de Gas Natural para aproximadamente 145,930 Lt</i>	81
<i>Tabla 45. Resumen de Análisis de Frecuencias Arboles de Fallos</i>	103
<i>Tabla 46. Parámetros por utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo</i>	105
<i>Tabla 47. Efectos observados asociados a la sobrepresión (explosión)</i>	105
<i>Tabla 48. Efectos asociados a la intensidad de radiación térmica</i>	105
<i>Tabla 49. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E1-WF-1.1/HZ-1.7</i>	109
<i>Tabla 50. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E2-WF-1.1/HZ-1.6</i>	110
<i>Tabla 51. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E3-WF-1.2/HZ-2.8</i>	111
<i>Tabla 52. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E4-WF-1.5/HZ-2.8</i>	113
<i>Tabla 53. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E5-WF-3.2/HZ-4.10</i>	114
<i>Tabla 54. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E6-WF-2.11/HZ-3.9</i>	116
<i>Tabla 55. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E7-WF-2.5</i>	118
<i>Tabla 56. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E8-WF-2.4</i>	119
<i>Tabla 57. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E9-HZ-4.11</i>	120
<i>Tabla 58. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E10-WF-4.9</i>	122
<i>Tabla 59. Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E11-WF-4.12</i>	123
<i>Tabla 60. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E1-WF-1.1/HZ-1.7</i>	125
<i>Tabla 61. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E2-WF-1.1/HZ-1.6</i>	128

<i>Tabla 62. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E3-WF-1.2/HZ-2.8.....</i>	130
<i>Tabla 63. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E4-WF-1.5/HZ-2.8.....</i>	133
<i>Tabla 64. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E5-WF-3.2/HZ-4.10.....</i>	136
<i>Tabla 65. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E6-WF-2.11/HZ-3.9.....</i>	138
<i>Tabla 66. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E7-WF-2.5.....</i>	140
<i>Tabla 67. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E8-WF-2.4.....</i>	142
<i>Tabla 68. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E9-HZ-4.11.....</i>	144
<i>Tabla 69. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E10-WF-4.9.....</i>	146
<i>Tabla 70. Interacciones de Riesgo y Descripción de los posibles Receptores de Riesgo ESCENARIO E11-WF-4.12.....</i>	148
<i>Tabla 71. Sistemas de Seguridad de la Estación de Servicio.....</i>	151
<i>Tabla 72. Recomendaciones de la Identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos.....</i>	156

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Punto y Ducto de Interconexión.....</i>	4
<i>Ilustración 2. Ducto y EMR de Interconexión.....</i>	5
<i>Ilustración 3. Interconexión al Ducto de CENAGAS.....</i>	6
<i>Ilustración 4. Ubicación del Proyecto.....</i>	9
<i>Ilustración 5. Extracto de Plano Arquitectónico del Proyecto (Accesos y Salidas).....</i>	14
<i>Ilustración 6. Usos de Suelo Distrito XIII.....</i>	15
<i>Ilustración 7. Extracto de Tabla de Compatibilidad de Uso de Suelo 1/3.....</i>	16
<i>Ilustración 8. Extracto de Factibilidad de Uso de Suelo.....</i>	16
<i>Ilustración 9. Zonificación Eólica (CFE).....</i>	34
<i>Ilustración 11. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E1-WF-1.1/HZ-1.7.....</i>	127
<i>Ilustración 12. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E2-WF-1.1/HZ-1.6.....</i>	129

<i>Ilustración 13. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E3-WF-1.2/HZ-2.8</i>	132
<i>Ilustración 14. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E4-WF-1.5/HZ-2.8</i>	135
<i>Ilustración 15. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E5-WF-3.2/HZ-4.10</i>	137
<i>Ilustración 16. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E6-WF-2.11/HZ-3.9</i>	139
<i>Ilustración 17. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E7-WF-2.5</i>	141
<i>Ilustración 18. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E8-WF-2.4</i>	143
<i>Ilustración 19. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E9-HZ-4.11</i>	145
<i>Ilustración 20. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E10-WF-4.9</i>	147
<i>Ilustración 21. Localización de Zonas de Posible Interacción ESCENARIO E11-WF-4.12</i>	149

ÍNDICE DE GRAFICOS

<i>Gráfico 1. Histórico de Temperaturas Normales 1981 - 2010</i>	31
<i>Gráfico 2. Histórico de Precipitación Normal y Máxima Mensual 1981 - 2010</i>	32

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1. Secuencia Metodológica HAZOP</i>	66
---	----

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<i>Fotografías 1. Fotografías del Predio del Proyecto y su Entorno</i>	17
--	----

ÍNDICE DE PLANOS

<i>Plano 1. A y B Localización Macro y Micro</i>	10
<i>Plano 2. Geología</i>	35
<i>Plano 3. Geomorfología</i>	36
<i>Plano 4. Edafología</i>	37

Plano 5. Zonas Vulnerables de Población.....	46
<i>Plano 6. Componentes Ambientales</i>	47
Plano 7. Infraestructura Vial e Industrial.....	48
<i>Plano 8. Uso del Suelo</i>	49
<i>Plano 9. Planos de Radios Potenciales de Afectación</i>	108

ANEXOS

1. DOCUMENTOS OFICIALES

2. AUTORIZACIONES OFICIALES

3. PLANOS DEL PROYECTO Y OTROS