

# **Estudio de Riesgo Ambiental Actividad Altamente Riesgosa**

TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO  
SALINAS VICTORIA

PRIMEFUEL S.A.P.I DE C.V.

## INDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO .....	5
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	11
3. ALCANCE.....	11
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	12
5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	22
SUSTANCIAS UTILIZADAS DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO DENOMINADO TERMINAL DE ALMACENAMIENTO SALINAS VICTORIA .....	22
6. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES.....	25
7. INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.....	29
8. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO .....	29
8.3.1 Clima .....	33
8.3.2 Fisiografía.....	34
8.3.3 Geología.....	35
8.3.4 Hidrología .....	35
8.3.5 Edafología .....	37
8.3.6 Uso del suelo y vegetación .....	37
8.3.7 Uso potencial de la tierra .....	38
8.3.8 Zona urbana.....	38
8.3.9 Sismicidad .....	39
8.3.11Flora.....	39
8.3.12Fauna .....	39
9. PREMISAS, CONSIDERACIONES Y CRITERIOS APLICADOS. ....	39
10. DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS SELECCIONADAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.....	40
11. EVALUACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.....	43
12. DESARROLLO Y RESULTADOS DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA. ....	48
13. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PELIGROS. ....	85
14. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS.....	90
14.3 Escenario 1 Modelado con ALOHA .....	90
14.4 Escenario 2 Modelado con ALOHA .....	90
14.5 Escenario 3 Modelado con ALOHA .....	91
14.6 Escenario 4 Modelado con ALOHA .....	91
14.7 Radios potenciales de afectación .....	91
14.7.1 Consideraciones para el modelado de Diesel.....	91
14.14.1 Escenario 1 Derrame de diesel por ruptura en tanque en la sección de almacenamienon “Toxicidad” .....	109
14.14.2 Escenario 1 Derrame de diesel por ruptura en tanque en la sección de almacenamiento “Flamabilidad” .....	109
14.14.3 Escenario 2 Derrame de diesel por ruptura en tanque en la sección de almacenamiento “Flamabilidad” .....	111
14.14.4 Escenario 3 Derrame de diésel a causa de una mal conexión en la sección de descarga “Flamabilidad” .....	112

14.14.5 Escenario 4 Derrame de diésel por ruptura en tanque en la sección de almacenamiento "Toxicidad" .....	113
14.14.6 Escenario 4 Derrame de diésel por ruptura en tanque en la sección de almacenamiento "Flamabilidad" .....	114
Interacción escenario 1: .....	115
Interacción escenario 2: .....	115
Interacción escenario 3: .....	115
Interacción escenario 4: .....	115
14.19.1 Tratamiento de Aguas Aceitosas (CPI).....	123
14.19.2 Sistema de puesta a tierra.....	123
14.19.4 Sistema de Control de Procesos .....	123
14.19.5 Sistema de Paro de Emergencia (ESD).....	127
15. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIÓN DEL RIESGO. ....	129
16. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO .....	137
17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	140
18. REFERENCIAS.....	141

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DEL PREDIO PARA LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO SALINAS VICTORIA. ....	12
FIGURA 2. PREDIO TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO SALINAS VICTORIA .....	13
FIGURA 4. PLANO DE ZONA ADMINISTRATIVA PLANTA BAJA .....	14
FIGURA 5. PLANO DE CUARTO DE CONTROL.....	14
FIGURA 6. VISTA LATERAL DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y DE CONTROL .....	14
FIGURA 7. PLANO COMEDOR, COCINA Y VESTIDORES .....	15
FIGURA 8. PLANO DE VISTA LATERAL DEL COMEDOR, COCINA Y VESTIDORES .....	15
FIGURA 9. PLANO DE ÁREA DE RESIDUOS PELIGROS .....	15
FIGURA 10. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PARA LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO SALINAS VICTORIA.	22
FIGURA 11. LOCALIZACIÓN DE SECCIÓN DESCARGA Y DESPACHO EN LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO SALINAS VICTORIA. ....	24
FIGURA 12. CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DEL PREDIO PARA LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO SALINAS VICTORIA. ....	30
FIGURA 13. TIPOS DE CLIMA EN EL MUNICIPIO DE SALINAS VICTORIA.....	34
FIGURA 14. GEOLOGÍA EN EL MUNICIPIO DE SALINAS VICTORIA. ....	35
FIGURA 15. HIDROLOGÍA EN EL MUNICIPIO DE SALINAS VICTORIA.....	36
FIGURA 16. SUELO Y VEGETACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SALINAS VICTORIA. ....	38
FIGURA 17. SUELO Y VEGETACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SALINAS VICTORIA. ....	39
FIGURA 18. COMBINACIÓN DE PALABRAS GUÍA.....	41
FIGURA 19. PROTOCOLO DE ANÁLISIS PARA REALIZAR UN HAZOP.....	43
FIGURA 20. CONFIGURACIÓN DE LA MATRIZ PARA LA JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS. ....	46
FIGURA 21. IDENTIFICACIÓN DE RIESGO .....	89
FIGURA 22. ESCENARIOS IDENTIFICADOS. ....	139

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS SALINAS VICTORIA.....	12
TABLA 2. ÁREA DE INSTALACIONES DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO SALINAS VICTORIA.....	13
TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS Y COMPONENTES DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO.....	16
TABLA 4. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES .....	25
TABLA 5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA PARA EL ANÁLISIS HAZOP.....	29
TABLA 6. COORDENADAS SALINAS VICTORIA.....	30
TABLA 7. PRINCIPALES ZONAS COLINDANTES DE LA INSTALACIÓN EN UN RADIO DE 500M .....	31
TABLA 8. SELECCIÓN DE METODOLOGÍAS SEGÚN LA ETAPA EN LA CUAL SE DESARROLLA EL ESTUDIO .....	40
TABLA 9. DEFINICIONES COMUNES DEL ANÁLISIS HAZOP.....	41
TABLA 10. NIVELES DE FRECUENCIA .....	44
TABLA 11. PONDERACIÓN DE LA CONSECUENCIA .....	45
TABLA 12. TIPOS DE RIESGO .....	47
TABLA 13. NODOS IDENTIFICADOS.....	49
TABLA 14. ANÁLISIS HAZOP .....	50
TABLA 15. JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO .....	85
TABLA 16. RECOMENDACIONES DEL ANÁLISIS HAZOP.....	86
TABLA 17. ESCENARIOS IDENTIFICADOS POR HAZOP .....	87
TABLA 18. PROPORCIÓN MÁS COMÚN DE COMBUSTIBLES.....	92
TABLA 19. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL HEPTANO, OCTANO Y BENCENO. ....	93
TABLA 20. VALORES UMBRALES SELECCIONADOS. SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE RECURSOS NATURALES. GUÍA PARA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL-ANÁLISIS DE RIESGOS. ....	93
TABLA 21. EFECTOS GENERADOS A DIFERENTES INTENSIDADES DE RADIACIÓN TÉRMICA. ....	95
TABLA 22. EFECTOS GENERADOS A DIFERENTES NIVELES DE SOBREPRESIÓN.....	95
TABLA 23. CÁLCULOS DE VELOCIDAD Y GASTO DEL ESCENARIO 1. ....	96
TABLA 24. DIÁMETROS DE AFECTACIÓN DEL ESCENARIO 1 .....	98
TABLA 25. DIÁMETROS DE AFECTACIÓN DEL ESCENARIO 1 FLAMABILIDAD.....	100
TABLA 26. DIÁMETROS DE AFECTACIÓN DEL ESCENARIO 2 FLAMABILIDAD.....	102
TABLA 27. DIÁMETROS DE AFECTACIÓN DEL ESCENARIO 3 FLAMABILIDAD.....	104
TABLA 28 DIÁMETROS DE AFECTACIÓN DEL ESCENARIO 4 TOXICIDAD .....	106
TABLA 29 DIÁMETROS DE AFECTACIÓN DEL ESCENARIO 4 FLAMABILIDAD.....	108
TABLA 30 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD PARA EL ESCENARIO 1.....	129
TABLA 31 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD PARA EL ESCENARIO 1.....	130
TABLA 32 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD PARA EL ESCENARIO 2.....	132
TABLA 33 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD PARA EL ESCENARIO 3.....	134
TABLA 34 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD PARA EL ESCENARIO 4.....	136
TABLA 35 RECOMENDACIONES DEL ANÁLISIS HAZOP.....	139

# 1. Resumen Ejecutivo

<b>1. Datos generales del regulado</b>										
Fecha de elaboración: 26 de julio de 2021										
<b>Datos de la empresa contratada por el regulado para elaborar el análisis de riesgo</b>										
Nombre de la empresa			ORMSA							
Nombre de la persona responsable			GUILLERMO OSUNA				Cargo			
<b>Datos generales del regulado</b>										
CURP				RFC		PRI210628116				
Nombre, razón social			PRIMEFUEL, S.A.P.I de C.V.							
Nombre del proyecto			Terminal de almacenamiento y reparto Salinas Victoria							
Objeto del proyecto			RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE DIESEL							
<b>Ubicación del proyecto</b>										
Transportistas 107, Col. Bosque de los Nogales CP 65515, Salinas Victoria, Nuevo León										
<b>Domicilio para oír y recibir notificaciones</b>										
Transportistas 107, Col. Bosque de los Nogales CP 65515, Salinas Victoria, Nuevo León										
<b>Domicilio para oír y recibir notificaciones</b>										
e) Transporte, almacenamiento, distribución y expendio de petrolíferos										
<b>2. Generalidades del terreno</b>										
<b>Uso de suelo donde se encuentra el proyecto</b>										
El proyecto se encuentra ubicado en una zona con las siguientes características										
Zona Industria ligera										
<b>Localización geográfica</b>					<b>Superficie</b>					
25°53'10.94"N		100°15'58.89"O			Construcción:			Predio: <b>4517.20 m<sup>2</sup></b>		
<b>Sustancias manejadas</b>										
No.	Clave del Esc.	Nombre Químico	No. CAS	Riesgo Químico					Capacidad total en tanques de almacenamiento	Capacidad max. de almacenamiento
				C	R	E	T	I		
1	ESC1	Diésel	8476-34-6			X	X	X	150,000 Litros (Diesel)	135,000 Litros (Diesel)
2	ESC2	Diésel	8476-34-6			X	X	X	100,000 Litros (Diesel)	90,000 Litros (Diesel)
3	ESC3	Diésel	8476-34-6			X	X	X	4,900 Litros (Diésel)	4,900 Litros (Diésel)
4	ESC4	Diésel	8476-34-6			X	X	X	100,000 Litros	100,000 Litros
<b>Escenarios de riesgo modelados</b>										
No	Clave de Escenario	Descripción	Accidente	Ubicación	Metodología empleada	Componente Ambiental afectado				
1	ESC1	Derrame de diésel en zona de tanques	Derrame/ Incendio	Boquilla de llenado	HAZOP	NA				
2	ESC2	Derrame de diésel en zona de tanques		Boquilla de llenado						
3	ESC3	Derrame de diésel en isla de descarga		Isla						
4	ESC4	Derrame de diésel en zona de tanques		Boquilla de llenado						
<b>Criterios para la estimación de consecuencias</b>										
Programa de simulación empleado: ALOHA										

No.	Clave	Tipo de caso	Tipo de liberación	Tamaño de fuga	Tasa de fuga	Inventario total liberado	Tiempo de fuga	Velocidad de viento	Estabilidad	Humedad	Presión en el punto de fuga	Temperatura en el punto de fuga	Estado físico de la fuga
1	ESC1	Derrame/Incendio	CONTINUA	2"	$0.01555 \frac{m^3}{s}$	ND	60 min	3.33 m/s	C	59%	N/D	N/D	Líquido
2	ESC2			2"	$0.01555 \frac{m^3}{s}$	ND	60 min						
3	ESC3			3"	$0.0067 \frac{m^3}{s}$	ND	50 min						
4	ESC4			2"	$0.0087 \frac{m^3}{s}$	ND	60 min						

**Resultados de la estimación de radios potenciales de afectación**

No.	Clave	Tipo de caso	Clase de Evento	Radiación Térmica		
				2 Kw/m <sup>2</sup>	5 Kw/m <sup>2</sup>	15 Kw/m <sup>2</sup>
1	ESC1	Derrame/ Incendio	Derrame	28 metros	19 metros	14 metros
2	ESC2		Derrame	30 metros	21 metros	16 metros
3	ESC3		Derrame	25 metros	17 metros	13 metros
4	ESC4		Derrame	28 metros	19 metros	14 metros

## Definiciones

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

**Análisis de Riesgo de Proceso (ARP):** Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar metodológicamente los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún escenario de Riesgo identificado.

**Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH):** Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable.

**Análisis Preliminar de Peligros:** Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos.

**Caso Alternativo:** Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable.

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

**Efecto Dominó:** También conocido como encadenamiento de eventos, evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones.

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

**Estudio de Riesgo (ER):** Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, donde se pretende desarrollar un Proyecto. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales, o aquellas que se van a implementar para prevenir las causas o mitigar las afectaciones al medio ambiente. Se incorpora a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

**Estudio de Riesgo Ambiental (ERA):** Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente de un Proyecto en Operación. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales.

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

**IDLH** (“Immediately Dangerous to Life or Health”, por sus siglas en inglés). Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m<sup>3</sup>), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud o síntomas graves que le impidan evacuar.

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

**Proyecto:** Actividad del Sector Hidrocarburos que se desarrolla o se pretende desarrollar en una o varias Instalaciones, y que se encuentra vinculada a un permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía o bien, a un Plan de Exploración o de Desarrollo para la Extracción, aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos.

**Riesgo Inherente:** Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad

en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos.

**Riesgo Residual:** Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo Inherente; el Riesgo Residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido.

**Riesgo Tolerable:** Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad.

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

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

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

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

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

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

**Sustancia Peligrosa:** Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las

Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión.

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

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

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

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

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

**Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo:** Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.

## 2. Objetivo del estudio

El objetivo del presente documento es realizar el Análisis de Riesgos de Proceso para el proyecto TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO SALINAS VICTORIA, aplicando la metodología "Hazard and Operability Study" (HazOp) para identificar los peligros, evaluar y jerarquizar la magnitud de los riesgos potenciales al Personal, a la Población, al Medio Ambiente y a la Instalación.

## 3. Alcance

Realizar el Análisis de Riesgos de Proceso del proyecto denominado TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO SALINAS VICTORIA, de acuerdo con la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgos para el Sector de Hidrocarburos (SEMARNAT-ASEA) para:

- Identificación y valoración cualitativa de los riesgos.
  - Jerarquización de los riesgos identificados.
  - Calcular la probabilidad de ocurrencia de manera cuantitativa y
  - Realizar el cálculo de los efectos por pérdida de contención a través de un Análisis de consecuencias.
- Emitir las recomendaciones necesarias para disminuir la probabilidad de ocurrencia o las consecuencias de los riesgos identificados.

## . Descripción Del Proyecto

El proyecto de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Salinas Victoria será construido en el municipio Salinas Victoria, Nuevo León, se encuentra ubicado en la calle transportistas número 107, Colonia Bosques de los Nogales, Cp. 65515, entre las calles Jesús Treviño Montemayor y Talleres, como se muestra en la figura 1 con una superficie total del predio de: **4,517.20 m<sup>2</sup>** de área.

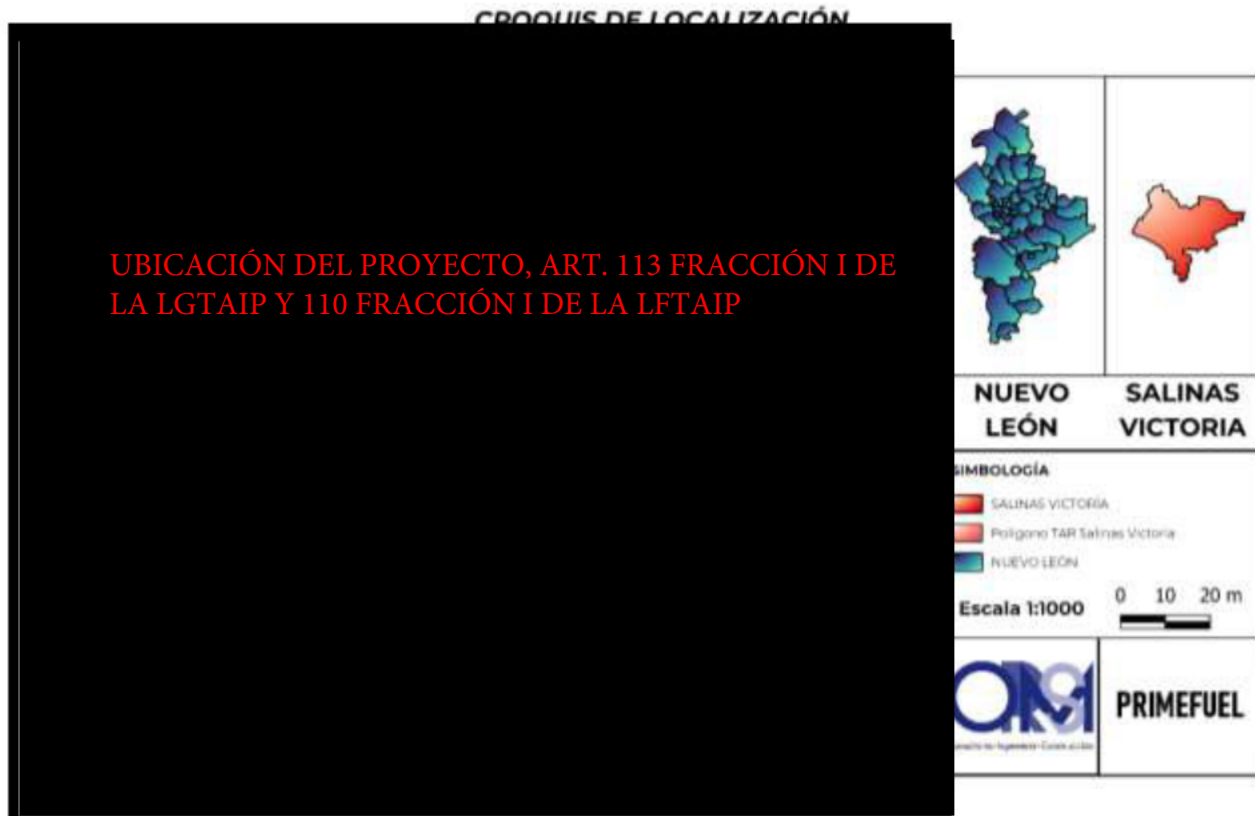


Figura 1. Croquis de localización del predio para la Terminal de Almacenamiento y Reparto Salinas Victoria.

Tabla 1. Coordenadas Salinas Victoria

PUNTOS	UTM	
	X (m)	Y (m)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

**COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

El Proyecto denominado TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO SALINAS VICTORIA comprende la ingeniería Básica Extendida destinada a prestar servicios de almacenamiento, para atender la demanda de combustibles líquidos de la región Noreste de México, conformada por Tamaulipas, Coahuila, Zacatecas y Nuevo León.

La terminal de almacenamiento y reparto Salinas Victoria, se construirá en un predio que ocupa un área de 4571.2 metros cuadrados

**Tabla 2. Área de instalaciones de la terminal de almacenamiento Salinas Victoria**

ÁREA	M2	%
Vialidades	1,928.79	43%
Andadores	336.66	7%
Construcciones	257.28	6%
Diques	669.03	15%
jardinería	512.55	11%
Estacionamiento	47.85	1%
Sistema contra incendio	151.59	3%
Llenaderas y descargaderas	568.10	13%
Barda perimetral	45.35	1%
total	4,517.20	100%

**Figura 2. Predio Terminal de Almacenamiento y Reparto Salinas Victoria**



#### **4.1 Cuarto de control eléctrico y administración**

En este edificio es donde se realiza el monitoreo de las bombas tanto de llenado como de distribución, se trata de un edificio de dos niveles donde en la planta baja se encuentra coffee break, una sala de juntas, el archivo y un sanitario, en planta alta se ubica otro sanitario, una sala de espera, el área administrativa, el site y el área de control con espacio para tres personas, este espacio contará con pantallas que muestran todo lo que las cámaras de circuito cerrado de televisión estarán grabando.



Figura 3. Plano de zona administrativa planta baja



Figura 4. Plano de cuarto de control



Figura 5. Vista lateral del edificio administrativo y de control

#### 4.2 Comedor, cocina y vestidores

El laboratorio cuenta con un espacio destinado para el almacén de las pruebas y equipo, a un costado se encuentra el comedor, que cuenta con un área de aseo y un área de cocina donde sólo es para calentar alimentos, tiene sanitarios separados por género y un área de regaderas y vestidores separadas por género.

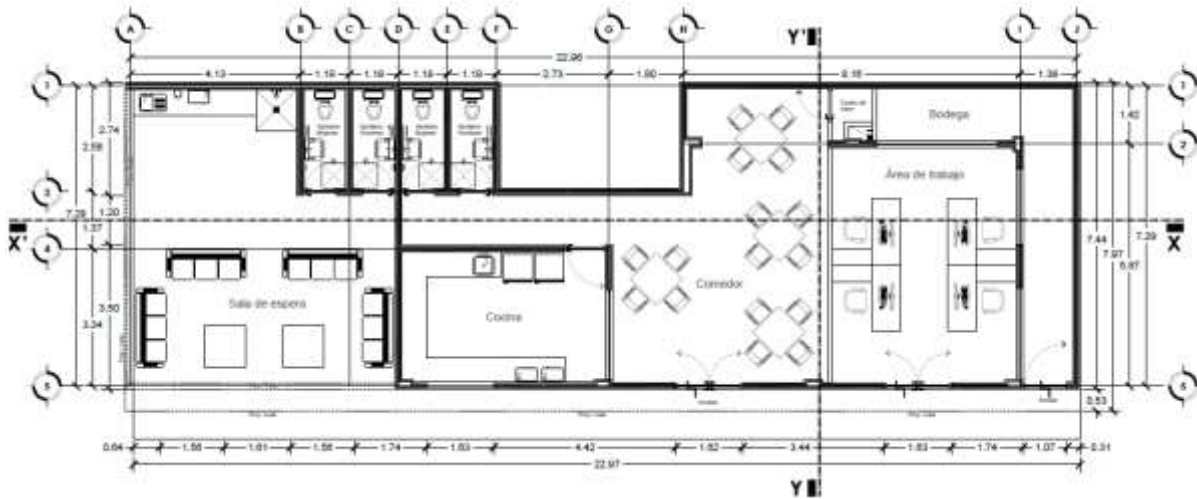


Figura 6. Plano comedor, cocina y vestidores



Figura 7. Plano de vista lateral del comedor, cocina y vestidores

### 4.3 Área de residuos peligrosos

Se dispondrá de un área exclusiva para confinamiento de los residuos peligrosos tales como; aceite usado, estopa, entre otros.

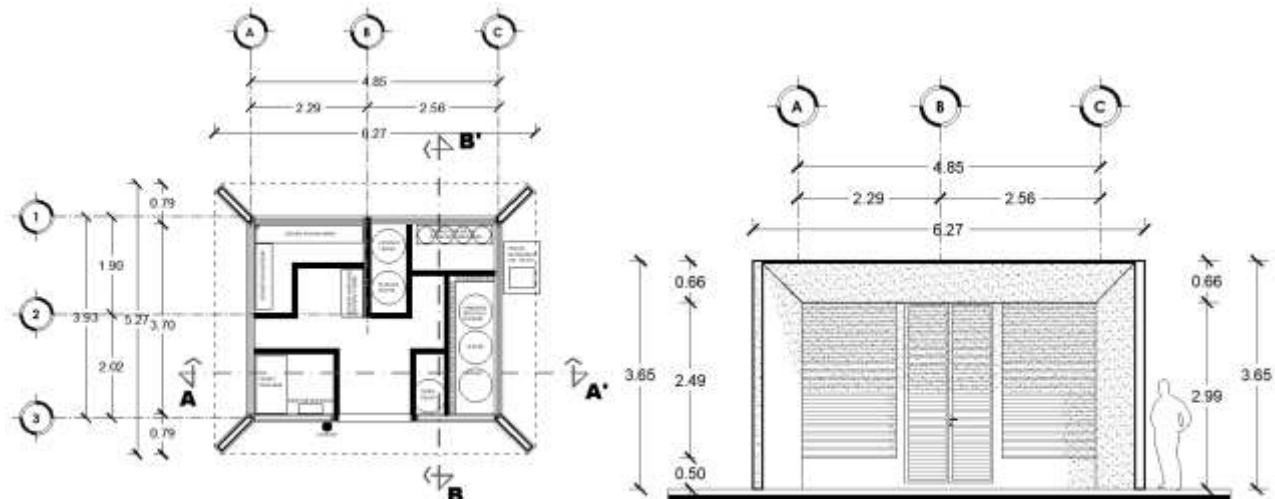


Figura 8. Plano de área de residuos peligrosos

#### 4.4 Descripción de equipos y componentes principales

Tabla 3. Características de equipos y componentes de la terminal de almacenamiento

Descripción	TAG	Año de fabricación	Capacidad (m³)		Dimensiones			Código de diseño	Materiales de construcción	Tiempo de Vida Útil	Sustancia Manejada	Estado físico de la sustancia	Presión de prueba hidrostática (psi)	Flujo de diseño y operación	Presión de diseño y operación (psi)	Temperatura de diseño y operación (°C)	Sistemas de control, sistemas de seguridad, medios de contención	Ubicación		
					Diam/Alt/Lar									Min/Normal/Máx.						
Tanques de Almacenamiento	TH-101	2020	100	100	3.8 m	4.38 m	9.15 m	Código API 650, UL 142, API 653, NFPA 11 y NFPA 70.	Acero al carbón A-36 Poliuretano -RA 28 modificado	30 años	Diésel	Líquido	ω	110 m³	90 m³	2.5 psi	-3	25	Pared secundaria, válvula de sobrellenado, sensores de líquidos, espacio anular, sonda de medición, contenedores de derrame (boquilla de llenado y registro de motobomba).	Zona de tanques
	TH-102																			
	TH-103																			

Descripción	TAG						Año de fabricación	Capacidad (m³)	Dimensiones		Código de diseño	Materiales de construcción	Tiempo de Vida Útil	Sustancia Manejada	Estado físico de la sustancia	Presión de prueba hidrostática (psi)	Min/Normal/Máx.			Sistemas de control, sistemas de seguridad, medios de contención	Ubicación
	Flujo de diseño y operación	Presión de diseño y operación (psi)	Temperatura de diseño y operación (°C)																		
Tanques de Almacenamiento	TV-201	2020	150 m	4.00 m	12.199 m	Código API 650, UL 142, API 653, NFPA 11 y NFPA 70.	Acero al carbón A-36 Poliuretano -R RA-28 modificado	30 años	Diésel	Líquido	3	165 m³	135 m³	14.7 psi	-20	25	Pared secundaria, válvula de sobrellenado, sensores de líquidos, espacio anular, sonda de medición, contendores de derrame (boquilla de llenado y registro de motobomba).	Zona de tanques			
	TV-202																				
	TV-203																				
	TV-204																				
	TV-205																				
	TV-206																				

Descripción			Año de fabricación	Capacidad (m³)	Dimensiones		Código de diseño	Materiales de construcción	Tiempo de Vida Útil	Sustancia Manejada	Estado físico de la sustancia	Presión de prueba hidrostática (psi)	Flujo de diseño y operación	Presión de diseño y operación (psi)	Temperatura de diseño y operación (°C)	Sistemas de control, sistemas de seguridad, medios de contención	Ubicación
TAG	Diámetro	Altura															
Tanques de Almacenamiento	TV-301	TV-302	2020	100	100	4.0 m	Código API 650, UL 142, API 653, NFPA 11 y NFPA 70.	Acero al carbón A-36 Poliuretano -RA 28 modificado	30 años	Diésel	Líquido	∞	110 m³	2.5 psi	-3	Pared secundaria, válvula de sobrellenado, sensores de líquidos, espacio anular, sonda de medición, contendores de derrame (boquilla de llenado y registro de motobomba).	Zona de tanques
	TV-303	100		9.925 m													
		100															

Descripción	TAG	Año de fabricación	Capacidad (m³)	Código de diseño	Materiales de construcción	Tiempo de Vida Útil	Sustancia Manejada	Estado físico de la sustancia	Potencia (Hp)	Flujo de diseño y operación	Presión de diseño y operación (psi)	Temperatura de diseño y operación (°C)	Sistemas de control, sistemas de seguridad, medios de contención	Ubicación
										Min/Normal/Máx.				
Bombas de descarga	GA-102	2021	100	ND	Acero al carbón	15 años	Diésel	Líquido	11	60 m³/h	ND	NA	Puerto de detector de fugas, válvula check, contenedor para derrames, sensor electrónico de fugas.).	Zona de tanques
	GA-202													
	GA-302													
	GA-304													
Bombas de Carga	GA-101													
	GA-201													
	GA-301													
	GA-303													



Descripción	TAG	Año de fabricación	Capacidad (m³/h)		Código de diseño	Materiales de construcción	Tiempo de Vida Útil	Sustancia Manejada	Estado físico de la sustancia	Potencia (Hp)	Min/Normal/Máx.			Sistemas de control, sistemas de seguridad, medios de contención	Ubicación
											Flujo de diseño y operación	Presión de diseño y operación (psi)	Temperatura de diseño y operación (°C)		
Tanque eliminador de aire	TED-101	2020	60	60	ND	NA	15 años	Diésel	Líquido	ND	60 m³/h	ND	NA	Puerto de detector de fugas, válvula check, contenedor para derrames, sensor electrónico de fugas.)	Zona de tanques
	TED-102														
	TED-201														
	TED-202														
Filtro	FR-101	2020	60	60	ND	NA	15 años	Diésel	Líquido	ND	60 m³/h	ND	NA	Puerto de detector de fugas, válvula check, contenedor para derrames, sensor electrónico de fugas.)	Zona de tanques
	FR-201														
	FR-301														

NA. No aplica.  
ND. No disponible.

## 5. Descripción Del Proceso

Se contempla que el aprovisionamiento del combustible se lleve a cabo de la siguiente forma:

La recepción del producto se hace en el área de llenaderas mediante dos (2) brazos de descarga. El sistema debe tener una capacidad de 60 m<sup>3</sup>/h en la isla la cual está conectada directamente a la succión del bombeo, las bombas tendrán una capacidad de 60 m<sup>3</sup>/h.

El combustible será bombeado a los tanques de almacenamiento: tres (3) tanques verticales con capacidad de 100,000 litros, seis (6) tanques verticales con capacidad de 150,000 litros y tres (3) tanques horizontales con capacidad de 100,000 litros.

El reparto de Diesel se realiza a los autotanques en el área de llenaderas con dos (2) brazos de carga para Diesel. El sistema de llenado para los autotanques deberá tener una capacidad de 60 m<sup>3</sup>/h en la isla, como se muestra en la figura 2.

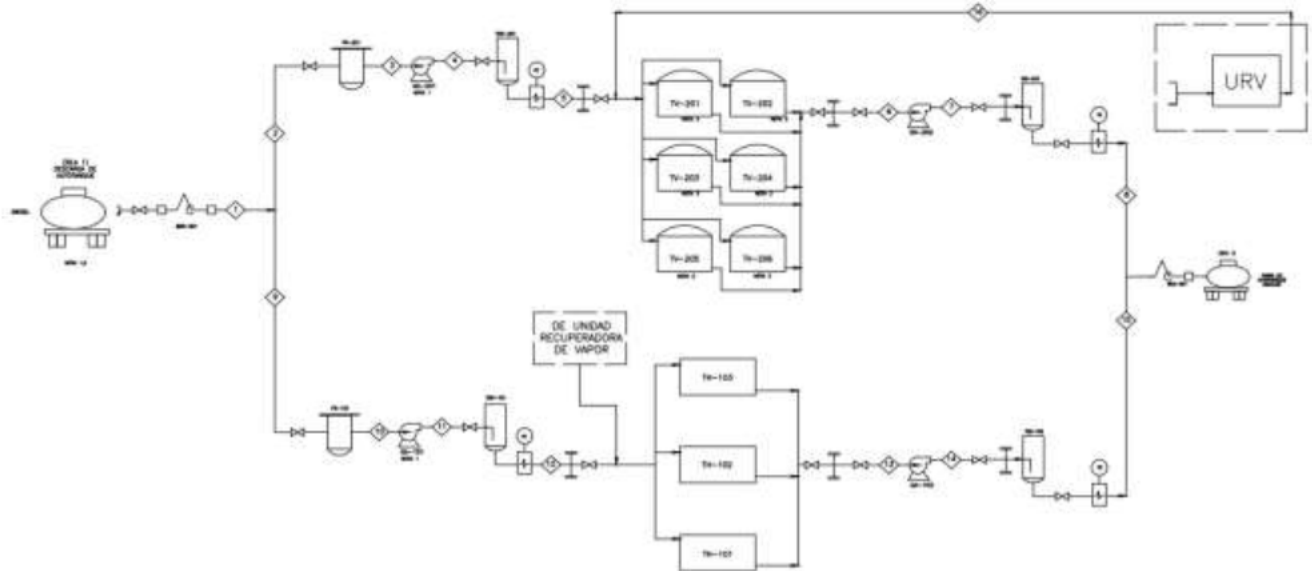


Figura 9. Diagrama de flujo de procesos para la Terminal de Almacenamiento y Reparto Salinas Victoria.

Sustancias utilizadas dentro de las instalaciones del proyecto denominado Terminal de Almacenamiento Salinas Victoria

Nombre químico de sustancia	No. Cas	Riesgo Químico					Flujo por día	Concentración	Capacidad total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte
		C	R	E	T	I			Máx. Proc.	Máx. Trans.	Máx. Alm.		
Diésel	68334-30-5			x	x	x	N/A	NA	NA	NA	1,500,000.00 <sup>3</sup>	3 tanques de almacenamiento verticales de 100,000 L 6 tanques verticales de 150,000 L y 3 tanques horizontales de 100,000 L	1,500,000 L

Tabla4. Resumen de sustancias peligrosas que se manejan dentro de la terminal de almacenamiento y reparto salinas victoria

La Terminal de Almacenamiento y Reparto Salinas Victoria cuenta con tanques de almacenamiento de agua para un sistema contra incendios, cisterna con agua proveniente de la red pública y/o pipas destinada para agua de servicios y un sistema de drenaje.

Todas las instalaciones serán diseñadas, construidas y puestas en operación bajo la Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los Lineamientos que se deben cumplir, en el Diseño, Construcción, Pre-arranque, Operación, Mantenimiento, Cierre, Desmantelamiento y Abandono, para las Instalaciones y operaciones de Almacenamiento y Reparo asociadas a las actividades de Transporte y/o Distribución de Hidrocarburos y/o Petrolíferos, por medios distintos a Ducto, esto garantizará el cumplimiento de las especificaciones técnicas en las diferentes etapas del proyecto.

El proceso se divide en una operación la cual es el Almacenamiento y Reparto, el cual consta en (Ver PRI-001-PR-DFP-001 y PRI-001-PR-DFP-002)

- Sección de Recepción de Producto.
- Sección de almacenamiento del Producto.
- Sección de Entrega de Producto para Venta.

Se dispondrán facilidades para el despacho de combustibles por autotanques.

La terminal de almacenamiento de combustibles contará con las facilidades de medición, control de inventarios, fiscalización, monitoreo de parámetros operativos y control de la calidad de los productos automatizadas, mediante procesos seguros y amigables con el medio ambiente.

### **5.1 Sección de Recepción de Producto.**

La recepción del producto se hace en el área de llenaderas mediante dos (2) brazos de descarga. El sistema debe tener una capacidad de 263 gpm (60 m<sup>3</sup>/h) en la isla la cual está conectada directamente a la succión del bombeo, las bombas tendrán una capacidad de 263 gpm (60 m<sup>3</sup>/h).

El combustible será bombeado a los tanques de almacenamiento: tres (3) tanques verticales con capacidad de 100,000 litros, seis (6) tanques verticales con capacidad de 150,000 litros y tres (3) tanques horizontales con capacidad de 100,000 litros. El arreglo de líneas se realizará de forma tal que los tanques puedan operar de forma independiente.

El proceso de recepción (descarga) se realiza verificando las condiciones físicas, operativas y de seguridad que guarda el auto-tanque, operador y proceso de acuerdo al instructivo de trabajo "Almacenamiento de Molécula" para identificar y controlar riesgos de manera oportuna y realizar esta actividad con seguridad y eficiencia.

### **5.2 Recepción (descarga) de Diésel:**

Las unidades de bombeo utilizado para la operación son como sigue:

El diésel es descargado al tanque TH-101/106TV-301/303 yTV-201/206.

El combustible antes de llegar al tanque de almacenamiento correspondiente, pasa por un tanque eliminador de aire TER-102, 202, 302 y 304 un sistema de medición, compuesto por el medidor de flujo tipo Coriolis FE-102, 202, 302 y 304 también por medición de presión y temperatura, posteriormente el combustible llega a un cabezal que cuenta con tres válvulas manuales equipadas con interruptores de posición, la cual solo inicia el proceso de recibo (descarga) de combustible, cuando solamente la válvula

manual correspondiente al producto programado está abierta y el auto-tanque está correctamente conectado al sistema de tierra.

Las bombas de recibo de Diésel cuentan con un sistema de paro automático remoto y local, así como paro por sobrellenado en tanques, adicionalmente se cuenta con la válvula ON-OFF interconectada al Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS).

### 5.3 Sección de Almacenamiento.

Esta sección está integrada por 12 tanques de almacenamiento para los diferentes combustibles que maneja la Terminal de Almacenamiento y Reparto Salinas Victoria, con las siguientes características.

### 5.4 Sección de Entrega de Producto para Venta.

El proceso de Entrega de combustible (carga de auto-tanques para venta), se realiza con las mismas verificaciones físicas, operativas y de seguridad que en el proceso de Recepción, esta vez de acuerdo al instructivo de trabajo "Despacho de Molécula".

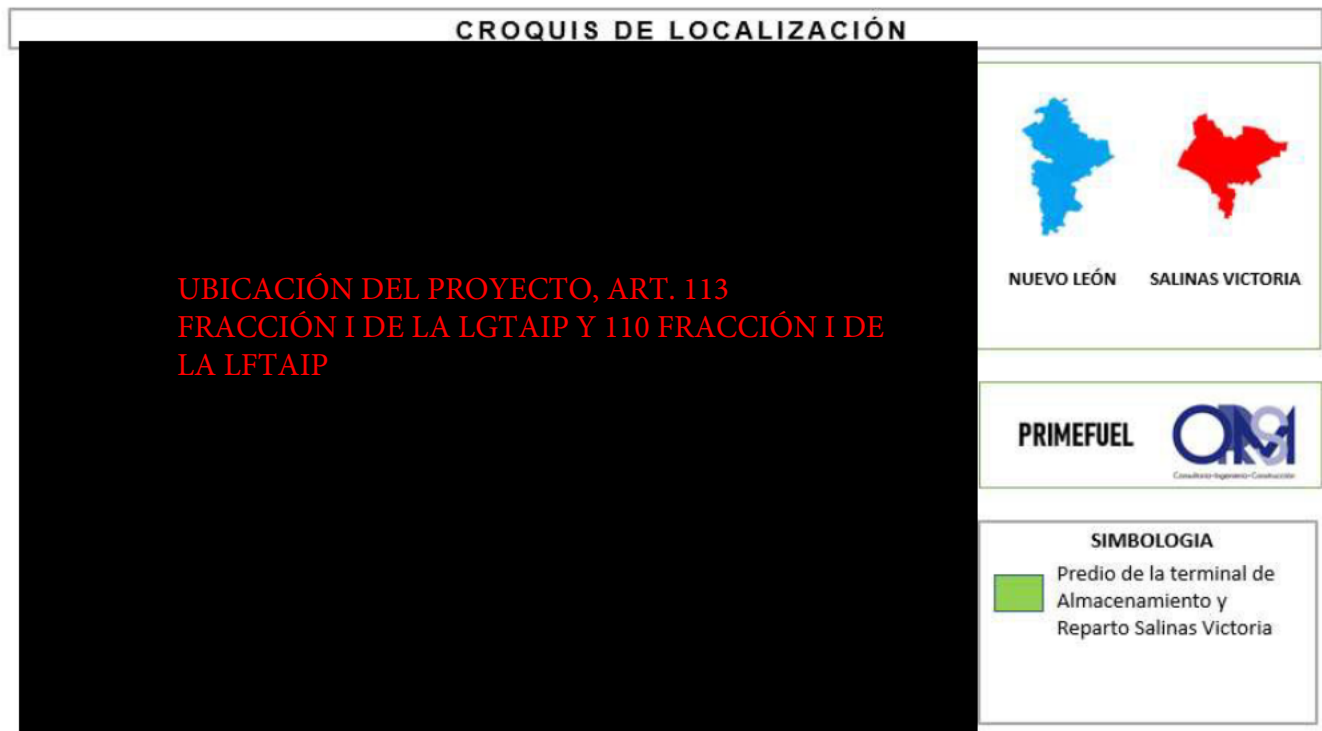


Figura 10. Localización de sección descarga y despacho en la terminal de almacenamiento Salinas Victoria.

## 6. Antecedentes De Accidentes E Incidentes De Proyectos E Instalaciones Similares

Tabla 4. Antecedentes de accidentes e incidentes

No	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia involucrada	Evento	Causas del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	2012	Venezuela, Paraguaná	Refinería	Gasolina	Incendio y explosión	Una fuga y explosión en el patio de tanques de la mayor refinería de Venezuela. El estallido se sintió como si fuera el de una bomba en una guerra	La onda expansiva redujo a escombros los edificios que rodean la planta, el Destacamento 44 de la Guardia Nacional, donde murieron más de una decena de soldados, y los comercios y casas de la barriada popular Alí Primera y otras urbanizaciones. mató al menos a 39 personas e hirió a varias decenas.	Desde el mismo momento en que se detectó la nube de gas, operadores de guardia tomaron precauciones y se dio la voz de alerta en el área circundante, pero estos hechos sucedieron muy rápido, la explosión se produjo casi de inmediato.	El País
2	2013	Brasil, Río de Janeiro	Terminal de almacenamiento	Gasolina	Incendio y explosión	El incendio se produjo en el depósito de la empresa distribuidora de combustibles y lubricantes Petrogold, en Duque de Caxias, uno de los municipios del área metropolitana de Río de Janeiro	La alcaldía de Duque de Caxias confirmó la muerte de uno de los trabajadores del depósito. Las llamas, que podían ser vistas a varios kilómetros de distancia, alcanzaron los seis tanques del depósito y parte de las instalaciones administrativas, a las que los bomberos tuvieron dificultades para acceder debido a las explosiones registradas. La víctima mortal, al parecer, fue afectada por la inhalación de gases tóxicos antes de ser socorrido por una ambulancia.	Ante la dificultad para combatir el incendio directamente en el depósito, los bomberos de seis cuarteles convocados para atender la emergencia se limitaron a arrojar agua en los tejados y en los patios de las viviendas vecinas para prevenir una expansión de las llamas. Los bomberos también ordenaron la evacuación de los habitantes de las casas a seis calles a la redonda del local del accidente, que está próximo a la carretera que comunica a las ciudades de Río de Janeiro y Teresópolis. El ingreso de siete personas al Hospital Adao Pereira Nunes	Informador
3	2013	Chihuidos, Argentina	Terminal de almacenamiento	Gasolina	Incendio y explosión	Gigantesco incendio de un tanque de veinte millones de litros de petróleo, Una fuga de gasolina en el techo del	No se registraron heridos. El incidente aceleró la medida de fuerza de los petroleros días después por reclamos de mayor seguridad	En un operativo sin precedentes los bomberos de YPF lograron controlarlo.	Rio Negro

No	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia involucrada	Evento	Causas del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
						depósito habría sido el origen.			
4	2013	Salamanca, Guanajuato	Refinería	Gasolina	Incendio y explosión	Se registró una explosión durante el arranque de la planta Hidros I de la refinería Miguel Hidalgo en Tula, de manera oficial se realizaban trabajos de mantenimiento en la planta cuando sobrevino un flamao y posteriormente una explosión	La paraestatal reconoce un muerto y cinco heridos	Las víctimas fueron trasladadas en helicóptero, al hospital de Lomas Verdes, en el Estado de México. Se reportaban como graves a los trabajadores de la empresa ATSI.	Informador
5	2014	Malargüe, Argentina	Refinería	Petróleo y Derivados	Incendio y explosión	Un tanque que contenía petróleo se incendiaba desde hace 24 horas en una planta de la empresa YPF en la zona del cerro Divisadero, en la localidad mendocina de Malargüe	La empresa indicó que "todo el personal ha sido evacuado" y que "no se registran heridos de gravedad", aunque que 13 personas resultaron con heridas menores y contusiones, cinco de las cuales permanecían internadas con quemaduras de primer grado, si bien estaban fuera de peligro.	La intensa labor de los bomberos mitigó el fuego. El gobierno de Mendoza decidió conformar un comité de crisis para diagramar "estrategias de intervención", indicaron desde el ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales de la provincia.	El cronista
6	2015	Tula, Miguel Hidalgo	Refinería	Gasolina	Incendio	Personal de contraincendios de la Refinería "Miguel Hidalgo" sofocó un conato de incendio que se registró esta mañana en la planta hidrosulfuradora de residuales del sector 10 de este centro de trabajo.	El incendio se ubicó en un compresor de hidrógeno que presentó fuga en uno de sus sellos y conforme al procedimiento interno de seguridad se realizó el aislamiento del sistema	No se reporta personal lesionado y los daños a la instalación fueron menores. Una vez colocados los equipos en condición segura, la unidad 3200 del sector y el resto de los procesos operativos trabajan con normalidad	Newhidalgo. mx

No	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia involucrada	Evento	Causas del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
7	2015	Tula, Miguel Hidalgo	Refinería	Gasolina	Fuga e incendio	El incidente ocurrió en el calentador BA-701 de la unidad de proceso 700-1 de la refinería Miguel Hidalgo de Petróleos Mexicanos situada en la región de Tula, luego de que se registrara una fuga de diésel en el equipo por los trabajos que se realizaban en él.	Fue un evento breve, un evento menos (y) no hay lesionados; no hay daños a la instalación" expresó. Y es que, reiteró, al momento se efectuaban trabajos de rehabilitación por mantenimiento programado.	Es una unidad que está fuera de operación, porque está programada por mantenimiento mayor; al parecer hubo por ahí producto caliente y sobrevino el conato de incendio, pero se atendió de inmediato y se sofocó y no hubo emergencia mayor" afirmó.	Milenio
8	2015	Tula, Miguel Hidalgo	Refinería	Gasolina	Incendio	incendio que se presentó en la planta Hidrosulfuradora ubicada en el sector 1 de la refinería de Miguel Hidalgo en Tula. "Fue menos de una hora de incendio. No hubo daños importantes. Ahora está operando normalmente la refinería", dijo la portavoz que no fue identificado	Debido al incendio en la planta Hidros, ubicada en el sector 1 de la refinería de Tula, hay una trabajadora lesionada, quien es atendida en el Hospital General de Pemex.	Un portavoz dijo que el incidente era aislado y que la refinería, con capacidad para procesar 315 mil barriles por día y ubicada en Tula, en el estado de Hidalgo, estaba operando normalmente, por lo que se descarta algún impacto en la producción.	El Financiero
9	2016	Naderland, Texas	Terminal de almacenamiento	Petróleo y derivados	Explosión	Se produjo en un trabajo de soldadura en una conexión con una tubería	Siete heridos	Tres de los heridos fueron trasladados a centros para personas con quemaduras en Houston y Galveston en helicóptero y el resto en ambulancia a hospitales locales, informó Sunoco Logistics en un comunicado. Todos los heridos son empleados de una compañía subcontratada por Sunoco.	Univisión
10	2016	Pasadena, Texas	Refinería	Gasolina	Incendio y explosión	La explosión provocó daños de consideración en una unidad de 35.000 bpd que usa hidrógeno	Una persona resultó quemada	El servicio de inteligencia de la industria energética Genscape afirmó que la unidad afectada había	El Financiero

No	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia involucrada	Evento	Causas del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
						para convertir al crudo en diésel y extraerle el azufre, explicaron las fuentes, y agregaron que todas las otras unidades parecían no haber sido afectadas por la explosión e incendio.		dejado de operar tras la explosión, pero que todas las demás siguieron funcionando. Miembros de los departamentos de bomberos de Pasadena y Houston y de otras refinerías cercanas fueron llamados a la refinería de Pasadena para combatir el incendio.	
11	2017	Salamanca, Guanajuato	Refinería	Gasolina	Explosión	La explosión ocurrió alrededor de las 3:30 de la tarde en la puerta 4 del área mencionada. Una pipa era cargada con combustible cuando presuntamente hubo un cortocircuito que ocasionó la explosión.	Explosión en planta de Pemex en Salamanca deja ocho heridos Tres de los lesionados son empleados de Petróleos Mexicanos, los otros cinco operarios externos	Entre los heridos se encuentran tres trabajadores directos de Pemex y otros cinco de compañías que prestan servicios a la empresa productiva del Estado, los cuales fueron trasladados de inmediato al Hospital General local.	El Financiero
12	2017	Tula, Miguel Hidalgo	Refinería	Gasolina	Incendio	Se conoció que el incidente fue ocasionado por el robo combustible en ese sector que se localiza a 200 metros del área de ventas. Al parecer se rompió el filtro de la línea de tuberías de la nave del carro del carro tanque de esféricos, según señalaron fuentes al interior del complejo petrolero.	Se aseguró que no representa riesgos para la población.	El incidente ya fue controlado por el equipo de contraincendios de Petróleos Mexicanos, y se aseguró que no representa riesgos para la población México	Debate
<p><b>NA: No Aplica, no hubo sustancia involucrada en el evento.</b>  <b>ND: No disponible, no hay datos relacionados a ese apartado.</b></p>									

## 7. Información De Referencia Para La Identificación De Peligros

En la Tabla 4 se muestran los documentos de referencia de la Terminal de Almacenamiento y Reparto SALINAS VICTORIA, que fueron analizados durante la sesión de trabajo HAZOP; de la misma manera se utilizaron diferentes diagramas de apoyo para mejor comprensión de la instrumentación del sistema en estudio (Ver Anexo 2).

Tabla 5. Documentos de referencia para el Análisis HAZOP

Clave	Descripción	Revisión
HDS Diésel	Hoja de Datos de Seguridad de diesel	A
PRI-001-PR-DP-001	Descripción de proceso	A
PRI-001-PR-DFP-001	Diagrama de Flujo de Procesos Diesel	A
PRI-001-PR-DFP-002	Diagrama de Flujo de Procesos Diesel	A
PRI-001-PR-DTI-001	DTI Recepción de Diesel por Autotanques	A
PRI-001-PR-DTI-005	DTI Recepción de Diesel por Autotanques	A
PRI-001-PR-DTI-002	DTI Almacenamiento de Diesel	A
PRI-001-PR-DTI-003	DTI Almacenamiento de Diesel	A
PRI-001-PR-DTI-006	DTI Almacenamiento de Diesel	A
PRI-001-PR-DTI-004	DTI Despacho de Diesel	A
PRI-001-PR-DTI-007	DTI Despacho de Diesel	A

## 8. Descripción Del Entorno

El predio en donde se instalará se encuentra ubicado en la calle transportistas número 107 Cp.65503 con coordenadas UTM 343735.15 metros, 408143.84 metros Este y 2859392.84 metros, 2920932.59 metros Norte en el municipio de Salinas Victoria, Nuevo León como se muestra en la figura 12 con una superficie total del predio de 4,517.20 m<sup>2</sup>.

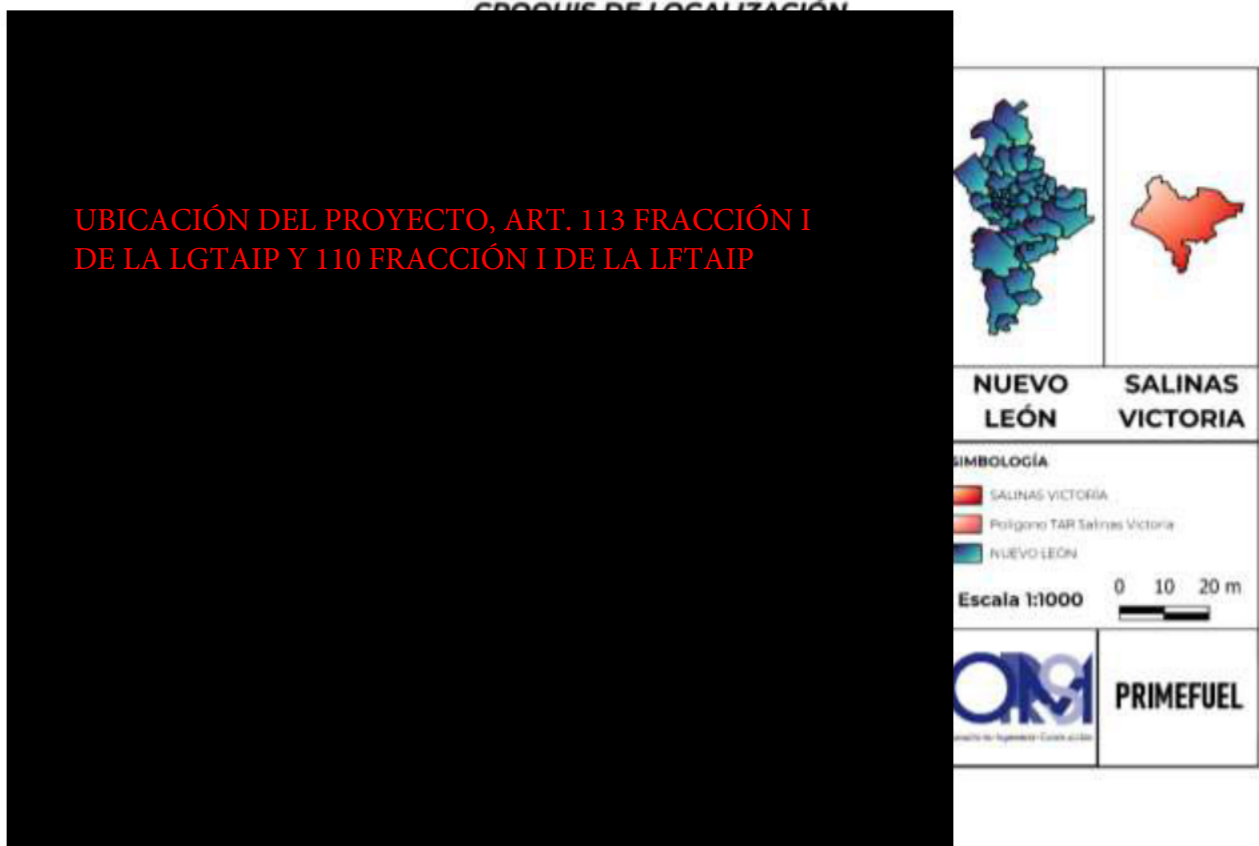


Figura 11. Croquis de localización del predio para la Terminal de Almacenamiento y Reparto Salinas Victoria.

El Proyecto de la “Terminal de Almacenamiento y Reparto Salinas Victoria” abarca una superficie de **4,517.20 metros cuadrados**, el cual se determina mediante un sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), que se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 6. Coordenadas Salinas Victoria

PUNTOS	UTM	
	X (m)	Y (m)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

COORDENADAS DEL PROYECTO ART. 116 PRIMER PARRAFO DE LA LGTAIP Y ART. 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

## 8.1 Asentamiento Humano

Información relacionada con los asentamientos humanos y componentes ambientales que sean susceptibles de verse afectados, para lo cual se describen las zonas vulnerables y su proximidad a la instalación dentro de un radio de 500 metros a partir de la ubicación de la instalación en la Tabla 6 y datos climatológicos en la Tabla 7. Así mismo se describirán los aspectos abióticos y datos de geología y tipos de suelos.

**Tabla 7. Principales zonas colindantes de la instalación en un radio de 500m**

Nombre de la Instalación	Zonas de interés o colindantes	Descripción	Distancia respecto a la Instalación (m)	Descripción
Terminal de Almacenamiento y Reparto Salinas Victoria	Comercio	Empresa de asfalto	75.1 (N)	Carretera Salinas Victoria intersección Jesús Trevino Montemayor pasando el cruce con la carretera Nuevo-Laredo Monterrey y carretera Salinas Victoria
	Comercio	Local particular	177 (E)	
	Comercio	Empresa de transporte	47.4 (O)	
	Asentamientos humano	Terrenos propiedad privada	10 (S)	

Con base al estudio realizado en el SIGEIA-SEMARNAT con un radio de 500 m no se tiene proximidades con componentes ambientales en ese radio.

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

**FIG. 13 radio de 500m**

**Tabla 8. Principales zonas colindantes de la instalación en un radio de 500m**

<b>COLINDANCIA</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Al Norte</b>	99 metros.	Planta Química Delta Quim.
<b>Al Sur</b>	80 metros.	Centro de distribución.
<b>Al Este</b>	14 metros.	Calle Fleteros y Centro de distribución "Garfrut SA de CV"
<b>Al Oeste</b>	23 metros.	Terreno baldío de uso industrial.

## 8.2 Datos Climatológicos

### Temperatura

<b>Máxima (°C)</b>	<b>39</b>
<b>Media (°C)</b>	<b>22.3</b>
<b>Mínima (°C)</b>	<b>3</b>

### Viento

<b>Promedio (km/h)</b>	<b>12</b>
<b>Vientos Dominantes</b>	<b>Provenientes del este</b>

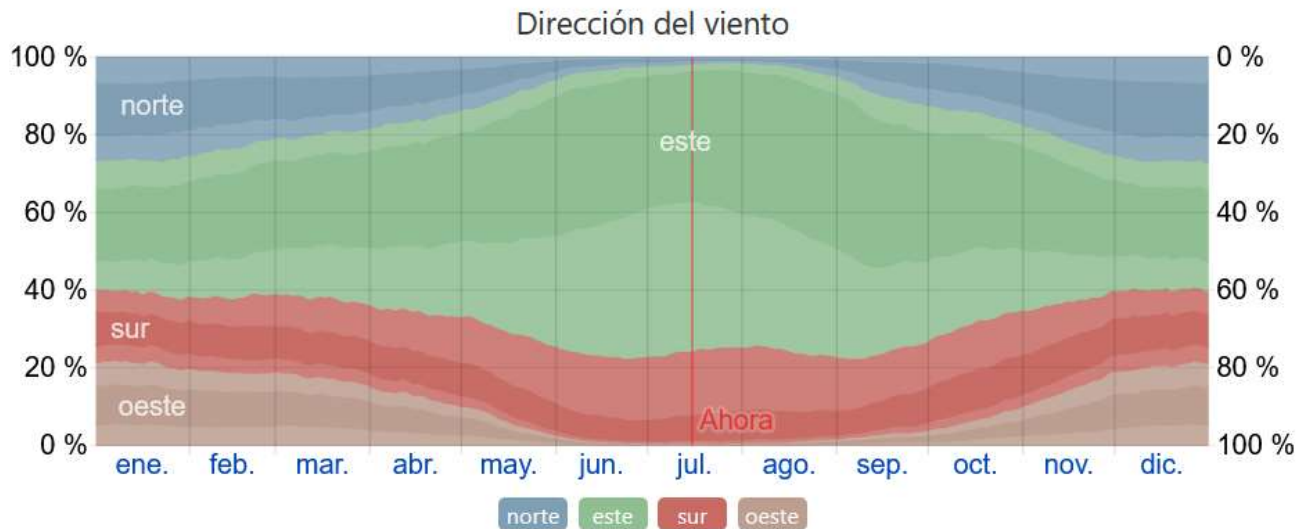
### Precipitación pluvial

<b>Promedio Anual</b>	<b>380 mm</b>
-----------------------	---------------

### Atmósfera

<b>Presión Barométrica</b>	<b>mmHg.</b>
----------------------------	--------------

### Viento



*El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1.6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noroeste, sureste, suroeste y noreste).*

**Figura 14. Vientos dominantes en el Municipio de Salinas Victoria.**

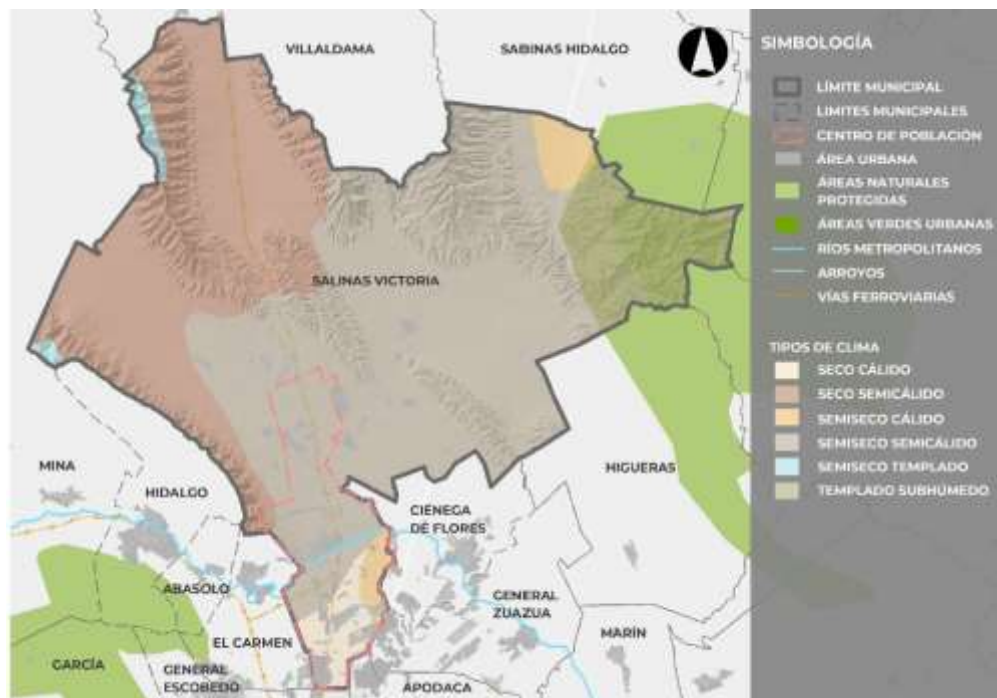
\*Datos Históricos máximos de 10 años

### 8.3 Aspectos Abióticos

#### 8.3.1 Clima

El clima del municipio se puede situar entre los climas secos, asociado al tipo de vegetación de los matorrales espinosos y desérticos. La mayor parte del territorio está catalogado como subtipo semiseco semicálido abarcando un 57.19% del territorio y seco semicálido con 32.46%, siendo estas dos las predominantes en todo el municipio. Presenta una precipitación anual que oscila entre los 300 - 800 mm. Durante el verano presenta la condición de canícula, así como, una pequeña temporada menos lluviosa; dentro de la estación de lluvias también se presenta sequía de medio verano.

Dentro del centro de población se hace presente un clima semiseco semicálido en la mayor parte de su territorio, cubriendo la zona norte y la zona centro, mientras que en la zona sur predomina el clima seco cálido y en la zona este el clima semiseco cálido (Figura 04 y Tabla 7).



**Figura 12. Tipos de clima en el Municipio de Salinas Victoria.**

Fuente de Información: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2015

Tipo de clima	Área (HA)	
	Hectáreas	Porcentaje
Seco cálido	4,293.87	2.52%
Seco semicálido	53,574.05	32.46%
Semiseco cálido	4,614.47	2.79%
Semiseco semicálido	94,435.16	57.19%
Semiseco templado	1,698.84	1.02%
Templado subhúmedo	6,654.96	4.02%
<b>Total</b>	<b>165,269.38</b>	<b>100 %</b>

**Tabla. Tipos de clima en el Municipio de Salinas Victoria.**

### 8.3.2 Fisiografía

El municipio de Salinas Victoria provincia Sierra Madre Oriental (82%), Llanura Costera del Golfo Norte (16%) y Grandes Llanuras de Norteamérica (2%), Sierras y Llanuras Coahuilenses (82%), Llanuras y Lomeríos (16%) y Llanuras de Coahuila y Nuevo León (2%) Bajada Típica (39%), Sierra Plegada (23%), Lomerío con llanuras (15%), Bajada con Lomerío (11%), Sierra Compleja (10%), Lomerío de Laderas Tendidas con Llanuras (1%), Lomerío Típico (0.9%) y Llanura desértica (0.1%)

### 8.3.3 Geología

El municipio de Salinas Victoria aflora, en su mayor parte rocas aluviales y caliza, con (45.65%) y (20.68%) respectivamente; las elevaciones se caracterizan por afloramientos rocosos de la edad mesozoica: están constituidos por calizas y lutitas con (18.47%); y pequeñas partes del territorio se constituyen de conglomerado, lutita, sienita y brecha sedimentaria.

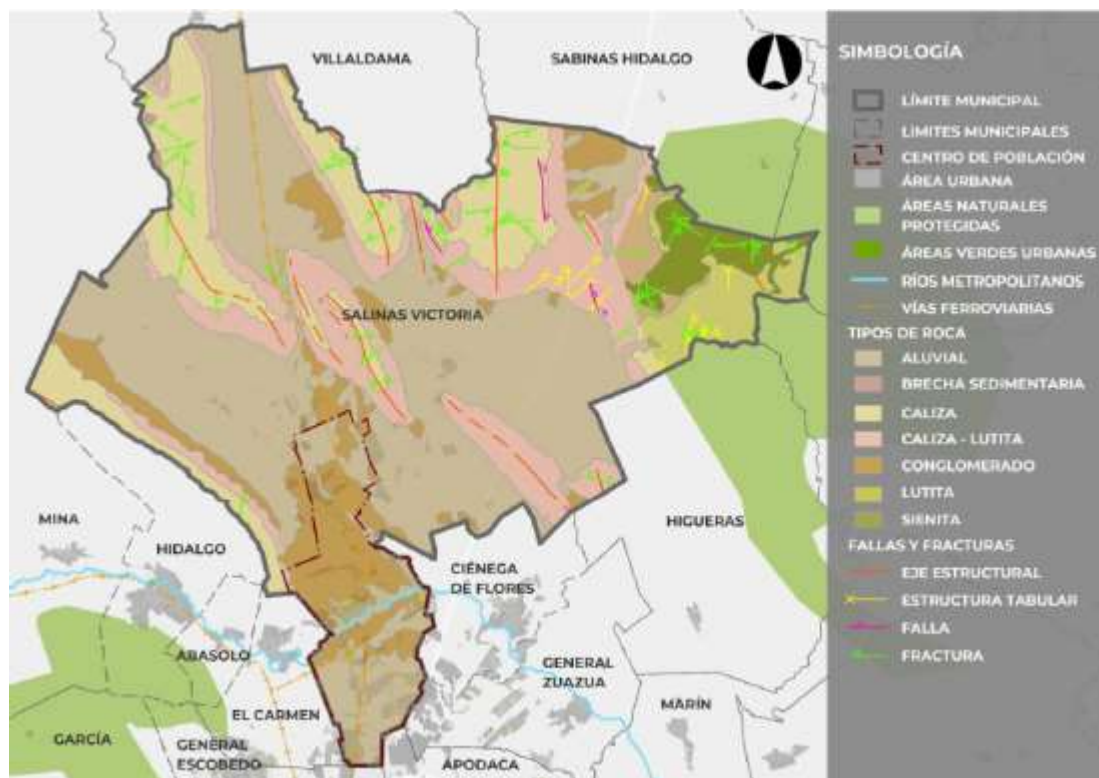


Figura 13. Geología en el Municipio de Salinas Victoria.

### 8.3.4 Hidrología

Por lo que respecta a la hidrología el municipio cuenta con tres ríos que abarcan todo el territorio: el Río Bravo-San Juan, Río Bravo-Sosa y La presa Falcón-R. Salado. Esta última se relaciona con la Presa Falcón, la cual es de carácter internacional y se encuentra aproximadamente a 136 kilómetros aguas debajo de Nuevo Laredo, Tamaulipas y 440 kilómetros aguas arriba de la desembocadura del Río Bravo en el Golfo de México. En cambio, la Cuenca Río Bravo - San Juan queda en su mayor parte dentro del Estado de Nuevo León. Una de sus corrientes principales es el Río San Juan, segundo afluente de importancia del Río Bravo, tiene como subcuencas intermedias la Presa Marte R. Gómez, y a los ríos San Juan, Pesquería, Salinas, San Miguel, Monterrey, Ramos y Pílon, siendo la que cruza el territorio del centro de población de Poniente a Oriente. Existen una serie de corrientes de aguas intermitentes que abarcan todo el municipio como el río Golondrino, el río Los Nogales, Arroyo Hondo, río Las Nueces, el río El Álamo, río La Tinaja Prieta, río La Negra, río San Miguel, río Picachos, río el Guaje, río El Nogalito, río Ciénega, río Nacaraguas, río El Encino, río Potrerillos, río, El Arco, río El Turbano y río Palo Blanco (Figura 16).

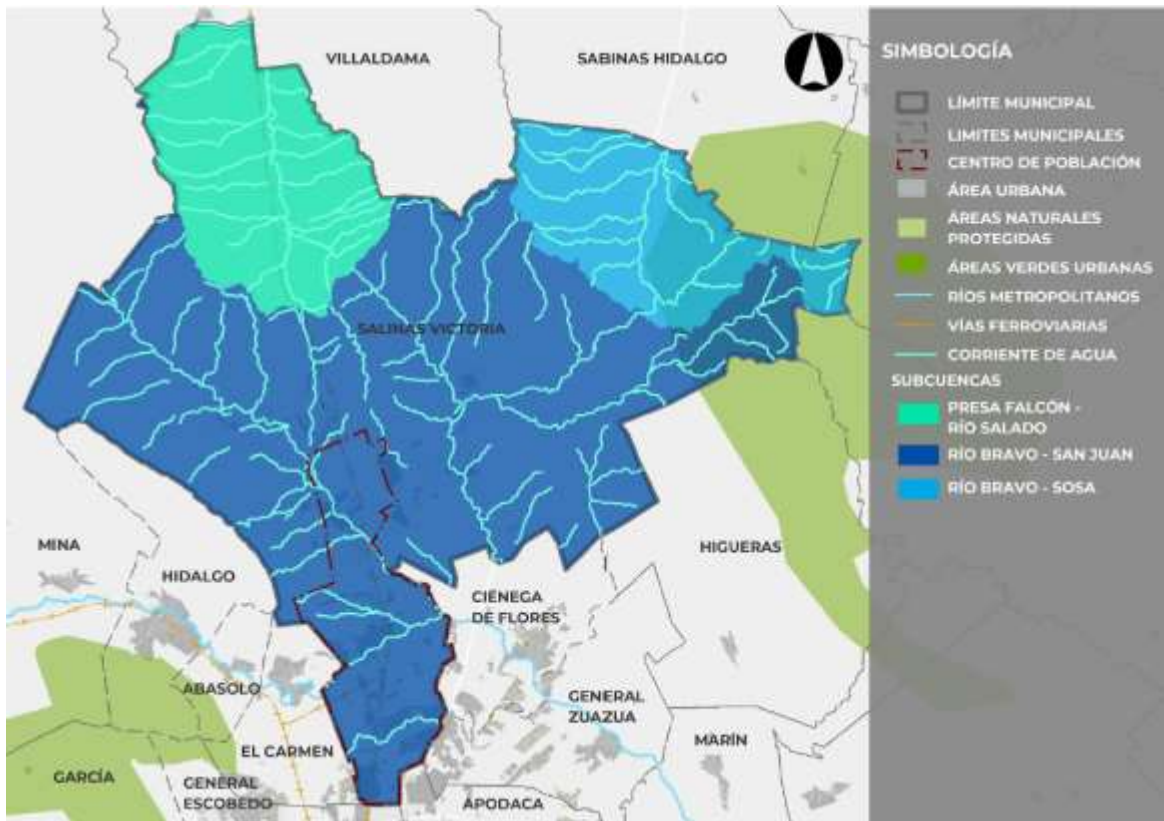


Figura 14. Hidrología en el Municipio de Salinas Victoria.

Con base a lo investigo en el CENAPRED en nivel de peligro en el municipio de salinas victoria es muy bajo como se muestra continuación



Este sistema presenta de manera sencilla, los grados y/o índices de peligro y vulnerabilidad calculados por el CENAPRED a nivel municipal.

## Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad



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

### 8.3.5 Edafología

El municipio se caracteriza por tener un tipo de suelo dominante: Leptosol (51.6%), Calcisol (18.7%), Phaeozem (10.4%), Kastañozem (9.4%), Chernozem (7.7%), Fluvisol (2.1%) y No aplicable (0.1%)

### 8.3.6 Uso del suelo y vegetación

El uso de suelo en el municipio se distribuye de la siguiente manera: predominantemente Suelo agropecuario (19.74%) zona urbana y asentamientos humanos, (1.59%) Matorral (74.28%), bosque (4.29%) y pastizal (0.08%). Mientras que en el centro de población la distribución es la siguiente: Suelo agropecuario (4.53%) zona urbana y asentamientos humanos, (12.38%) Matorral (83.08%), bosque (0%) y pastizal (0%). Cabe destacar la disminución del suelo agropecuario del centro del poblado, así

como el crecimiento del área urbana y los asentamientos humanos en comparación con los números generales del municipio. (Véase figura 7)

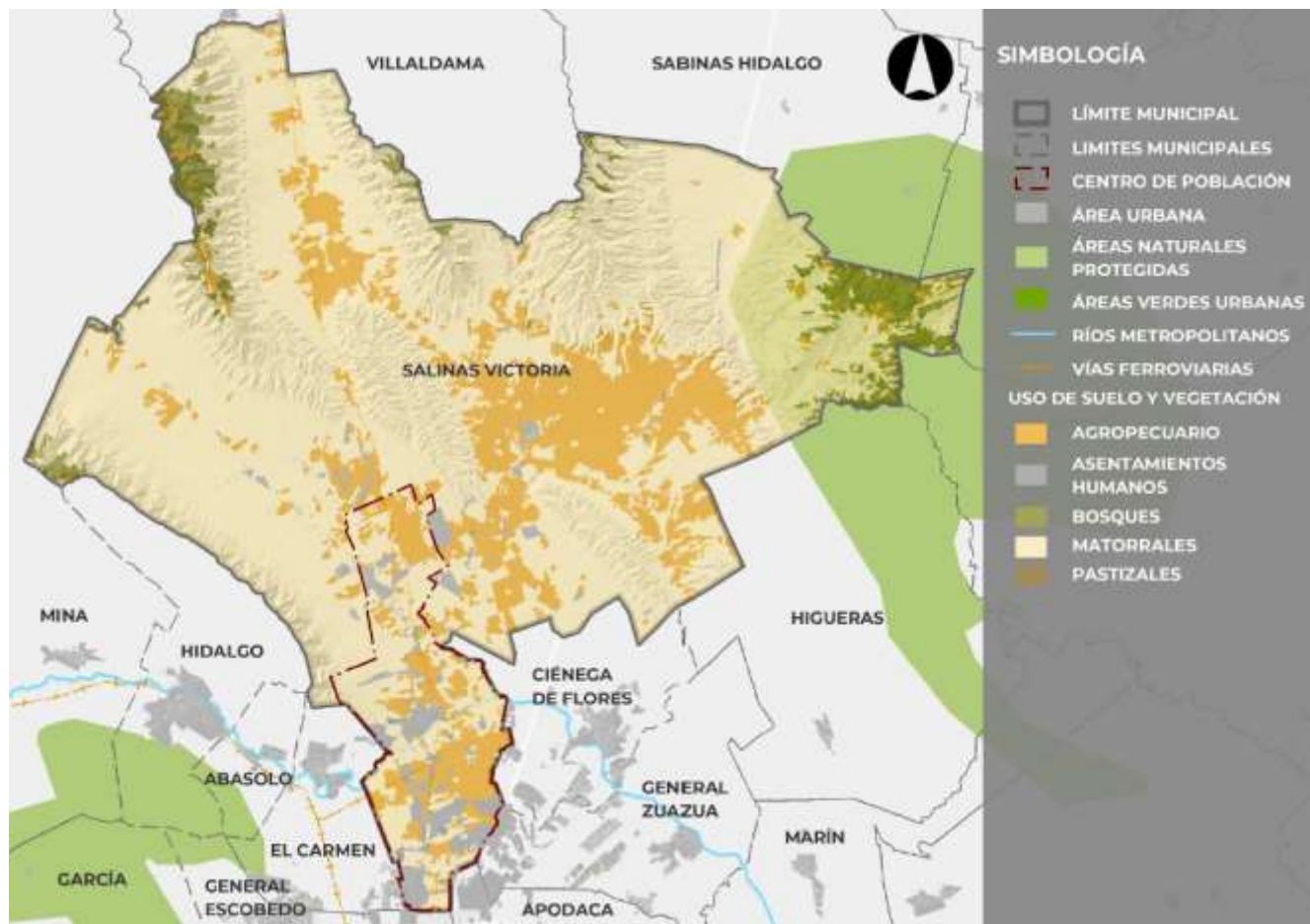


Figura 15. Suelo y vegetación en el Municipio de Salinas Victoria.

### 8.3.7 Uso potencial de la tierra

El tipo de vegetación que domina en el municipio es de matorral submontano, matorral espinoso, mezquital, pastizal, sumado a zonas de agricultura de riego y de temporal que tienden a desaparecer ante la demanda del suelo urbano. El suelo de Salinas Victoria está clasificado como apto para el desarrollo de agricultura mecanizada continua. La agricultura de riego es para cultivos de granos alimenticios como el sorgo y pastizales, el pastizal inducido es utilizado como forraje, el matorral submontano se utiliza para obtener madera y medicamentos y los mezquites se utilizan para obtener madera y posterías.

Para la agricultura mecanizada continua (45%), la agricultura con tracción animal continua (13%), no apta para la agricultura (42%), el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (45%), el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (19%), el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (36%).

### 8.3.8 Zona urbana

Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos y rocas sedimentarias del Cuaternario, en lomeríos y bajadas; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Chernozem, Calcisol, Phaeozem

y Leptosol; tienen clima seco muy cálido y cálido y semiseco semicálido, y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura, matorrales y mezquitales.

### 8.3.9 Sismicidad

El mapa de intensidades para la República Mexicana se encuentra dividido en cuatro zonas sísmicas, esta regionalización se realizó con fines de diseño antisísmico (construcción) como se indica en la figura 8. Estas zonas son un reflejo de qué tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar.



**Figura 16. Suelo y vegetación en el Municipio de Salinas Victoria.**

En el Estado de Nuevo León se tienen una de las cuatro zonas sísmicas de la República Mexicana, Zona A en éstas los sismos generalmente son de baja frecuencia y magnitud, en términos de la actividad sísmica nacional registrada. Por otra parte, la ocurrencia de un evento sísmico de magnitud importante ya sea regional o distante, principalmente proveniente de los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas o Puebla, incluso del Golfo de México pueden llegar a provocar afectaciones menores a moderadas, con base en las escalas de medición de Mercalli (intensidad).

Los parámetros específicos de diseño del sitio y la carga de sismo se determinarán conforme a las especificaciones de la sección 3.1 del MDOC-DS-CFE-2015, considerando los resultados del estudio final de Mecánica de Suelos y Geofísica.

#### 8.3.11 Flora

Predominan: aguacate, nogal, higuera, limón, mezquite, palo blanco, anacua, huizache, chaparro prieto y retama.

#### 8.3.12 Fauna

Existen especies como el tejón, oso, jabalí y venado. Se encuentran en muy baja proporción.

## 9. Premisas, consideraciones y criterios aplicados.

Para la selección y aplicación de la metodología Análisis de Peligros y Operabilidad (HAZOP) se consideraron los siguientes elementos:

Los objetivos del estudio.

La fase del desarrollo del sistema.

El tipo de sistema y peligro analizado.

El nivel potencial de severidad.

Los requisitos de experiencia, entrenamiento y horas dedicadas.

La disponibilidad de información.

Así como también, la metodología cumple con lo siguiente:

Es técnicamente defendible.

Permite identificar el peligro que lo origina y valorar la importancia del riesgo, así como la forma en la que este debe ser controlado.

Es trazable, reproducible y verificable.

La etapa en la cual se desarrolla el proyecto en estudio es en una instalación existente con la ampliación del área de tanques de almacenamiento (Ver Tabla 8).

**Tabla 8. Selección de metodologías según la etapa en la cual se desarrolla el estudio**

ETAPA	Lista de verificación	¿Qué pasa si?	¿Qué pasa si?/Lista de verificación	FMEA	HAZOP	AAE	AAF	AC
Investigación y Desarrollo		P	P					
Diseño conceptual	P	P	P					
Ingeniería de detalle	P	P	P	P	P	P	P	p
Construcción y arranque	P	P	P					
Operación rutinaria	P	P	P	P	P	P	P	p
Expansión o modificación	P	P	P	P	P	P	P	p
Desmantelamiento	P	P	P					

AAE: Análisis de Árboles de Eventos, AAF: Análisis de Árboles de Fallas, AC: Análisis de Consecuencias.

## 10. Descripción de las metodologías seleccionadas para la identificación de peligros.

Para la identificación de los riesgos asociados a los procesos y actividades en estudio, se aplicó la metodología HAZOP.

### 10.1 Análisis de Peligros y Operabilidad “HAZOP”

La técnica Hazard and Operability (“HazOp”) se basa en el principio de que varios expertos con diferentes especialidades, pueden interactuar de una manera creativa y sistemática para identificar más problemas trabajando juntos que trabajando por separado. La técnica de análisis “HazOp” fue

originalmente desarrollada por el Dr. Trevor Kletz en la década de 1970 en la compañía Imperial Chemical Industries, para evaluar la operación de sus instalaciones industriales, posteriormente esta técnica fue adaptada de manera colegiada por el American Institute of Chemical Engineers y difundida a partir de 1992 a través de las Guías editadas por el Center for Chemical Process Safety, y es recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro, AICHE 1999.

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

El HazOp, es una técnica cualitativa que permite identificar postulados de accidentes que pudieran ocurrir en la instalación, la cual consiste en dividir la instalación en subsistemas que tengan una identidad funcional propia y en seleccionar una serie de nodos en cada subsistema donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (presión, temperatura, caudal, etc.). Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía que califican el tipo de desviación. Ejemplos de palabras guía más utilizadas se mencionan en la Figura 19.

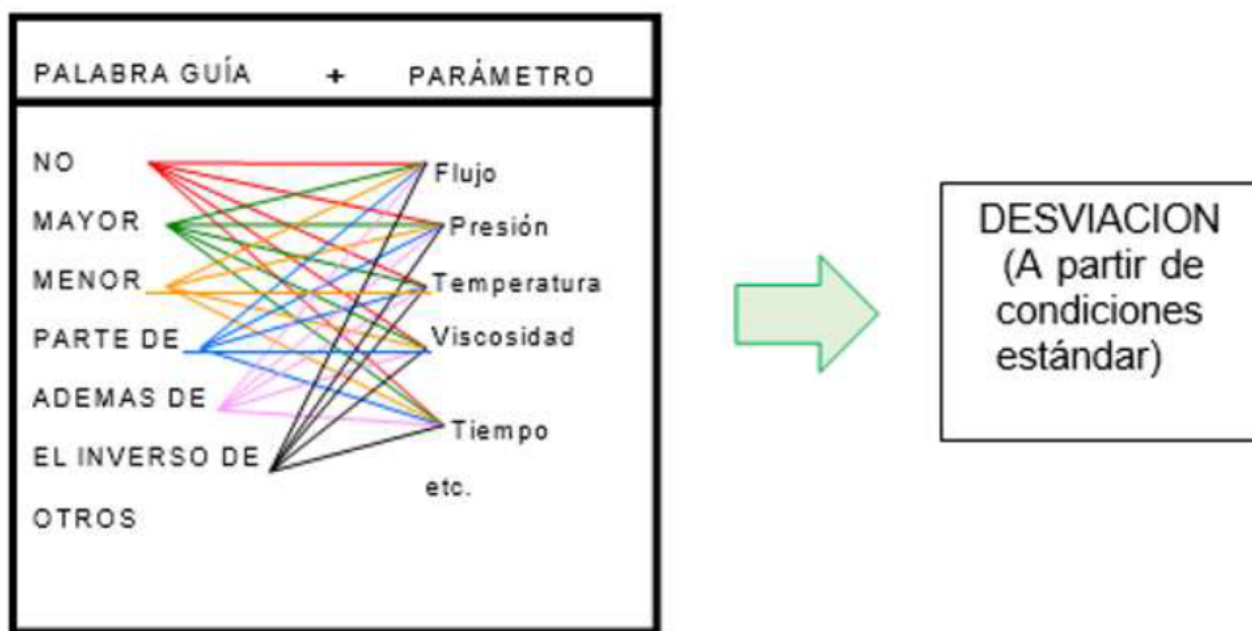


Figura 17. Combinación de Palabras Guía

Tabla 9. Definiciones comunes del análisis HazOp

Término	Definición
Secciones de proceso (o nodos de estudio)	Las secciones de equipo con fronteras definidas (por ejemplo, una línea entre dos recipientes) o los sitios en los DTIs (por ejemplo, un reactor) sobre los cuales los parámetros del proceso son analizados para encontrar sus desviaciones.

<b>Intención de diseño</b>	<b>Definición del propósito y función del nodo analizado, cómo se espera que opere en condiciones normales. Esta puede ser tanto descriptiva como esquemática (por ejemplo, la descripción del proceso, los diagramas de flujo, los diagramas de líneas, DTIs).</b>
<b>Palabras guía</b>	<b>Palabras simples que son utilizadas para calificar o cuantificar la intención de diseño y para guiar y estimular el proceso de tormenta de ideas en la identificación de los peligros del proceso.</b>
<b>Parámetro de proceso</b>	<b>Una propiedad física o química asociada a un proceso. Incluye aspectos generales tales como reacción, mezclado, concentración, pH y aspectos específicos como temperatura, presión, fase y flujo.</b>
<b>Desviaciones</b>	<b>Alejamiento de la intención de diseño, descubierto por la aplicación sistemática de las palabras guía a los parámetros del proceso (flujo, presión, etc.). Se colocan en una lista para el equipo que va a revisar cada sección del proceso (no flujo, alta presión, etc.).</b>
<b>Causas</b>	<b>Modos en que las desviaciones pueden ocurrir. Una vez que se ha detectado que una desviación tiene una causa verosímil, puede ser tratada como una desviación importante. Estas causas pueden ser fallas en hardware, errores humanos, estados no previstos del proceso (por ejemplo, cambios en la composición), discontinuidades externas (por ejemplo pérdida de energía), etc.</b>
<b>Consecuencias</b>	<b>Resultados de las desviaciones (ejemplo, liberación de materiales tóxicos). Normalmente el equipo asume que los sistemas de protección activos fallan en demanda. Las consecuencias menores que no están relacionadas al objetivo de estudio, no se consideran.</b>
<b>Salvaguardas</b>	<b>Medios o mecanismos existentes por los cuales las consecuencias o las causas pueden evitarse o mitigarse, constituidos por sistemas de ingeniería o controles administrativos (por ejemplo, alarmas de proceso, bloqueos internos, procedimientos).</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>Sugerencias para añadir o mejorar salvaguardas. Contempla cambios de diseño, cambios de procedimiento o áreas para estudio futuro (por ejemplo, adicionar una alarma de presión redundante o revertir la secuencia de dos etapas operativas).</b>
<b>Otras definiciones útiles</b>	
<b>Fuga</b>	<b>El escape accidental a la atmósfera de hidrocarburos líquidos o gaseosos desde el nodo analizado, debido al deterioro por corrosión, erosión, falla mecánica o exceso de temperatura.</b>
<b>Ruptura</b>	<b>El escape accidental a la atmósfera de hidrocarburos líquidos o gaseosos desde el nodo analizado debido a una sobrepresión o daño accidental por un impacto externo y que, debido a su magnitud, es detectada por sensores de baja presión.</b>
<b>Función Instrumentada de Seguridad (FIS)</b>	<b>Función con un SIL específico, la cual tiene como intención alcanzar o mantener un estado seguro para el proceso con respecto a un evento peligroso en particular.</b>
<b>SIL</b>	<b>Nivel de Integridad de Seguridad de una FIS, el cual se expresa en términos de la probabilidad de falla en demanda promedio o del factor de reducción de riesgo.</b>

Se realizó basándose en la Guía 800-16400-DCO-GT-75-2015 Rev. 2 fundamentada además en los descritos por el American Institute of Chemical Engineers (AIChE) a través del Center for Chemical Process Safety (CCPS) aplicó la técnica del HazOp con base al diagrama de flujo de la Figura 10.

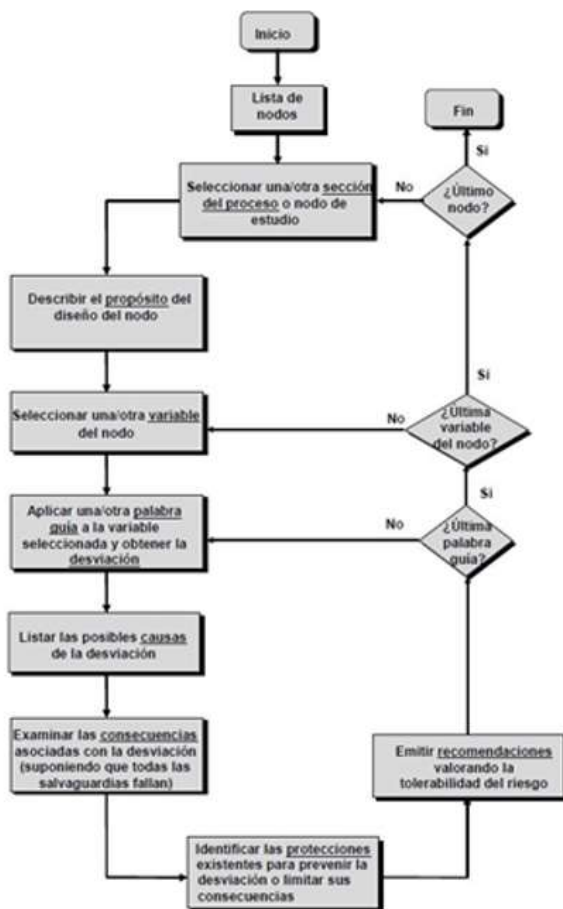


Figura 18. Protocolo de análisis para realizar un HazOp

## 11. Evaluación y Jerarquización de Riesgos

A fin de enfocar la atención en identificar las frecuencias de causas que contribuyen a un peligro potencial o descontrol de las desviaciones en las instalaciones, así como categorizar las consecuencias, se aplicaron matrices de evaluación y jerarquización de los riesgos con la finalidad de enfocar la atención en aquellos escenarios que impliquen riesgos inaceptables para la integridad del personal, la población, el medio ambiente, la producción e instalación.

La matriz de riesgos es una gráfica en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre el personal, la población, el medio ambiente, la producción y las instalaciones. La matriz de riesgo está dividida en regiones que presentan los riesgos no tolerables, indeseables, aceptables con controles y tolerables.

Con base a lo anterior, se tendrán los criterios de riesgo para la administración en la asignación de recursos destinados para desarrollar un mejor diseño, construcción, operación y mantenimiento enfocado a identificar los mecanismos preventivos para eliminar o controlar las causas y/o mitigar

las consecuencias de los Escenarios de Riesgos identificados, y en su caso, establecer los requerimientos de medidas adicionales para la reducción de Riesgos a un nivel razonablemente factible (ALARP) o a un nivel ampliamente aceptable para la instalación (Riesgo Individual,  $1 \times 10^{-5}$  /año) y la sociedad (Riesgo social,  $1 \times 10^{-6}$  /año).

Las categorías de frecuencia se muestran en la Tabla 10, donde se asigna un valor numérico desde 1 hasta 6 para la frecuencia del escenario dependiendo de cuantas veces ha ocurrido o bien cuantas veces puede ocurrir. Asimismo, es necesario ponderar la consecuencia “C”, la cual es la severidad de la lesión o de la pérdida física, funcional o monetaria que puede resultar si se pierde el control de un riesgo. En la Tabla 10 se presenta los valores numéricos que se le pueden asignar a este factor de la magnitud de riesgo.

Con las ponderaciones de la frecuencia y de cada consecuencia se procede a determinar la Jerarquización del Riesgo para el personal, la población, el ambiente, a la instalación de acuerdo a la Matriz de Riesgo de la Figura 10.

**Tabla 10. Niveles de frecuencia**

Clasificación	Categoría	Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia	Frecuencia/año
F6	Muy frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un año.	$\geq 1.0$ ( $\geq 1 \times 100$ )
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años.	$\geq 0.2$ a $< 1.0$ ( $\geq 2 \times 10^{-1}$ a $1 \times 100$ )
F4	Poco frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	$\geq 0.1$ a $< 0.2$ ( $\geq 1 \times 10^{-1}$ a $2 \times 10^{-1}$ )
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	$\geq 0.01$ a $< 0.1$ ( $\geq 1 \times 10^{-2}$ a $1 \times 10^{-1}$ )
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación.	$\geq 0.001$ a $< 0.01$ ( $\geq 1 \times 10^{-3}$ a $1 \times 10^{-2}$ )
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro.	$\geq 0.0001$ a $< 0.001$ ( $\geq 1 \times 10^{-4}$ a $< 1 \times 10^{-3}$ )

Referencias: Estándares nacionales e internacionales especializados en la elaboración de Análisis de Riesgos: PEMEX, ASEA, AICHE, CCPS, DYADEM

Tabla 11. Ponderación de la Consecuencia

Categoría de Consecuencia (Impacto)	Daños al Personal	Efecto en la Población	Impacto Ambiental	Pérdida o diferimiento de Producción (USD)	Daños a la Instalación (USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500'000,000	>500'000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	>50'000,000 a 500'000,000	>50'000,000 a 500'000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención medica que puedan Generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 hrs.	>5'000,000 a 50'000,000	>5'000,000 a 50'000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5'000,000	>500,000 a 5'000,000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren atención primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

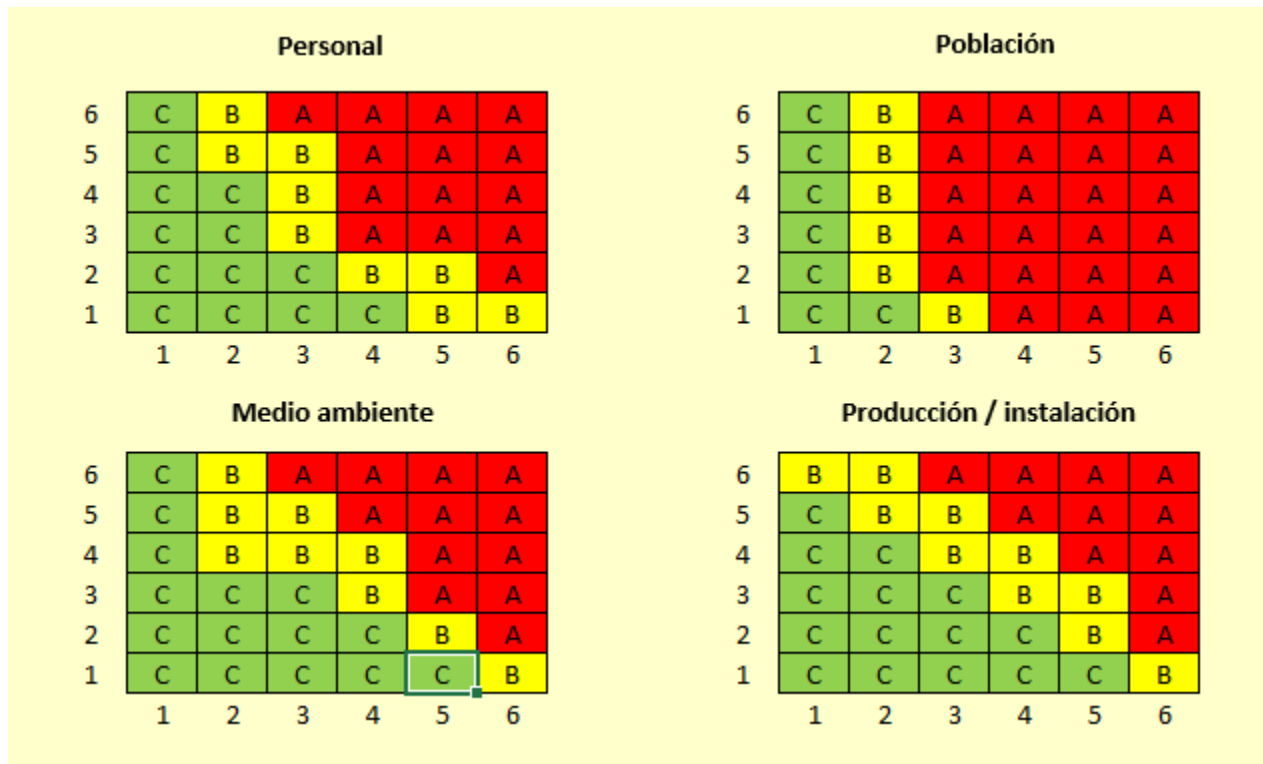


Figura 19. Configuración de la Matriz para la Jerarquización de Riesgos.

Referencias: Estándares nacionales e internacionales especializados en la elaboración de Análisis de Riesgos: PEMEX, ASEA, AICHE, CCPS, DYADEM.

En la Tabla 12 se describen cada uno de los índices de riesgo que contiene la matriz de riesgo anterior

**Tabla 12. Tipos de Riesgo**

Tipo de Riesgo	Descripción
<p><b>Tipo A Riesgo No Tolerable</b></p>	<p>El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporal y permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "C".</p> <p>En caso de identificar un Riesgo Tipo "A", se debe emplazar a la instalación o equipo por un periodo de 7 días naturales, para lo cual la Máxima Autoridad del Centro de Trabajo (MACT) debe presentar al área de Auditoría de Seguridad Industrial y Protección Ambiental (ASIPA) correspondiente su Programa de Acciones Correctivas y Preventivas temporales y permanentes para la reducción de riesgos a tipo "C" para ser sancionado.</p> <p>La conclusión de las acciones correctivas y preventivas "Temporales" no deben ser mayores a 30 días naturales y la de las acciones correctivas y preventivas "Permanentes" no deben ser mayores a 90 días naturales después de entregar sus Programas de Acciones. El plazo de 90 días puede incrementarse siempre y cuando la atención del programa de Acciones Correctivas y Preventivas "Permanentes" lo justifique y este autorizado por la MACT responsable de la instalación.</p>
<p><b>Tipo B Riesgo Aceptable con Controles</b></p>	<p>El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un riesgo Tipo "B" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos deben darse en un plazo no mayor a 180 días. La administración de un riesgo Tipo "B" debe enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección. La prioridad de su atención para reducirlos a riesgos tipo "C", debe estar en función de un Análisis Costo Beneficio de las acciones correctivas y preventivas establecidas para dar atención a las recomendaciones emitidas para Administrar los Riesgos identificados.</p>
<p><b>Tipo C Riesgo Tolerable</b></p>	<p>El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.</p>

## **12. Desarrollo y resultados de la metodología seleccionada.**

### **12.1 Aplicación y resultados del análisis Cualitativo HazOp**

El proyecto se realizó de acuerdo con la normatividad nacional y guías técnicas especializada en la elaboración de Análisis de Riesgos, para el Análisis de Peligros y Operabilidad (HAZOP) en “Actividades de ingeniería para el cumplimiento normativo de la NOM-006-ASEA-2017, de la Terminal de Almacenamiento y reparto Salinas Victoria.

El desarrollo del análisis HazOp estuvo con base a las siguientes etapas:

1. Seleccionar puntos o nodos de estudio (líneas de proceso, recipientes y/o equipos de proceso) siguiendo el sentido de flujo del proceso y continuando con servicios auxiliares.
2. Establecer la intención de diseño del equipo. Descripción del diseño y operación normal en cada nodo de estudio.
3. Seleccionar la palabra guía combinada con un parámetro de proceso para desarrollar la desviación en un nodo de estudio (revisar todas las palabras guía con cada parámetro, y entonces, cambiar de parámetro).
4. Evaluar las consecuencias posibles (asumiendo que todas las protecciones fallan).
5. Listar las causas que originan la desviación.
6. Listar todas las salvaguardas existentes (Sistemas de ingeniería o controles administrativos diseñados para prevenir las causas o mitigar las consecuencias de las desviaciones).
7. Considerar y recomendar las acciones necesarias para prevenir la desviación o mitigar las consecuencias.
8. Se establece la siguiente desviación del nodo, hasta concluir con todas las combinaciones posibles.
9. Analizar un nuevo nodo o punto de estudio.
10. Evaluación los riesgos usando las matrices de aceptabilidad del riesgo con base a las protecciones existentes.
11. Generar recomendaciones en caso de ser necesario para disminuir el riesgo a niveles aceptables, atendiendo principalmente eliminar o controlar a las causas, así como a mitigar o minimizar las consecuencias.
12. Con base en lo anterior, para el proyecto se analizaron 14 nodos los cuales están delimitados en la documentación técnica: Diagrama de Flujo de Proceso y Diagramas de Tubería e Instrumentación (Anexo 2) cubriendo el alcance del Análisis HAZOP (Ver Tabla 13).

**Tabla 13. Nodos Identificados.**

NODO	DESCRIPCIÓN	PLANOS
1	Sistema de entrega de autotanques de diésel en islas Sistema de bombeo GA-101/ GA-201 de diésel (Descarga)	PRI-001-PR-DTI-001
2	Sistema de entrega de autotanques de diésel en islas Sistema de bombeo GA-301/ GA-303 de diésel (Descarga)	PRI-001-PR-DTI-005
3	Tanque de almacenamiento TH-101/102/103 para diésel.	PRI-001-PR-DTI-003
4	Tanque de almacenamiento TV-201/202/203/204/205/206 para diésel.	PRI-001-PR-DTI-002
5	Tanque de almacenamiento TV-301/302/303 para diésel.	PRI-001-PR-DTI-006
6	Sistema de bombeo GA-102/ GA-202 de diésel (Carga)	PRI-001-PR-DTI-004
7	Sistema de bombeo GA-302/ GA-304 de diésel (Carga)	PRI-001-PR-DTI-007

En las sesiones del análisis HazOp con el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos, fueron analizados 56 escenarios en las hojas de Trabajo HAZOP, los cuales se evaluaron con los criterios de la Matriz de Riesgo, identificándose los siguientes escenarios en la Tabla 14:0

**Tabla 14. Análisis HAZOP**

No.	Desviación	Causas	Consecuencias	F	DP	EP	IA	PP	DI	MR	Protecciones / Salvaguardias	Recomendaciones	Responsables	
1.1	Alto flujo	Falla FCV-200 Falla de aire de instrumentos	Producción diferida Derrame  Incendio	3	2	1	1	2	2	C	Equipos de protección personal (EPP)	Elaborar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de control de nivel	PRIMEFUEL	
											Instrucciones operativas			
											Plan de respuesta a emergencias (PRE)			
											Programa de mantenimiento a medio árbol y válvulas			
											Programas de mantenimiento a equipos, líneas de proceso y accesorios			
1.2	Bajo flujo	Cierra de válvula FCV-200 o FVC-100	Producción diferida	2	1	1	1	2	1	C	Equipos de protección personal (EPP)	Elaborar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de control de nivel	PRIMEFUEL	
		Falla aire de instrumentos									Indicadores locales de presión			Realizar procedimientos preventivos en válvulas de control
											Programa de capacitación del personal			







		Impacto externo	Producción diferida									Indicadores locales de presión	Actualización constante de programas de capacitación	
			Incendio									Plan de respuesta a emergencias (PRE)		
			Explosión									Programa de mantenimiento a medio árbol y válvulas		
												Programas de mantenimiento a equipos, líneas de proceso y accesorios		
												Sistema de paro de emergencia (ESD)		
1.9	Baja presión	Cierre parcial de válvula corriente arriba	Fuga									Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar los procedimientos operativos de entrega	
			Derrame									Indicadores locales de presión	Elaborar y aplicar programa de mantenimiento preventivo al sistema de bombeo	
			Producción diferida	2	2	2	2	1	1	B		Plan de respuesta a emergencias (PRE)		
			Incendio									Red contra incendio		
												Sistema de detección de gas y fuego		

1.11	Baja presión	Falla de válvula de autotanque	Fuga	2	2	2	2	1	1	B	Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar los procedimientos operativos de recepción	
			Derrame								Indicadores locales de presión	Actualización constante de programas de capacitación	
		Producción diferida	Plan de respuesta a emergencias (PRE)										
		Incendio	Red contra incendio										
1.12	Fuga	Alta presión	Fuga	2	2	2	2	1	1	B	Equipos de protección personal (EPP)	Verificar la integridad estructural y mecánica de los equipos	PRIMEFUEL
			Derrame								Indicadores locales de presión		
			Producción diferida								Plan de respuesta a emergencias (PRE)		
			Incendio								Red contra incendio		
											Sistema de detección de gas y fuego		
2.1	Alto flujo	Falla FCV-200	Producción diferida	3	2	1	1	2	2	C	Equipos de protección personal (EPP)	Elaborar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de control de nivel	PRIMEFUEL



2.3	Alta presión	Cierre inadvertido de válvula manual corriente abajo	Fuga	4	3	2	2	2	2	B	Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias	PRIMEFUEL	
			Derrame								Indicadores locales de presión	Actualización constante de programas de capacitación		
			Incendio								Plan de respuesta a emergencias (PRE)			
			Producción diferida											Red contra incendio
			Programas de mantenimiento a equipos, líneas de proceso y accesorios											
2.4	Alta presión	Cierre inadvertido de válvula automática corriente abajo	Fuga	3	2	2	2	3	2	B	Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar los procedimientos operativos de recepción	PRIMEFUEL	
			Derrame								Indicadores locales de presión	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias		
			Incendio								Equipos de protección personal (EPP)	Elaborar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de control de nivel		
			Producción diferida											Plan de respuesta a emergencias (PRE)
														Instrucciones operativas
	Red contra incendio													

												Programas de mantenimiento a equipos, líneas de proceso y accesorios		
2.5	Alta presión	Taponamiento de filtro	Fuga	4	1	1	2	3	1	B	Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar los procedimientos operativos de recepción	PRIMEFUEL	
			Derrame								Indicadores locales de presión	Actualización constante de programas de capacitación		
			Incendio											
			Producción diferida								Plan de respuesta a emergencias (PRE)			
											Sistema de detección de gas y fuego			
	Programas de mantenimiento a equipos, líneas de proceso y accesorios													
2.6	Baja presión	Taponamiento de filtro en succión de bomba	Fuga	4	1	1	2	3	1	B	Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias	PRIMEFUEL	
			Derrame								Indicadores locales de presión	Elaborar y aplicar programa de mantenimiento preventivo al sistema de bombeo		
			Producción diferida								Plan de respuesta a emergencias (PRE)			

													Programa de mantenimiento a medio árbol y válvulas		
													Programas de mantenimiento a equipos, líneas de proceso y accesorios		
2.7	Fuga	Corrosión en líneas											Equipos de protección personal (EPP)	Verificar la integridad mecánica de tuberías y equipos	PRIMEFUEL
		Impacto externo	Derrame										Indicadores locales de presión	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias	
		Falla en el sello de la bomba	Producción diferida										Plan de respuesta a emergencias (PRE)	Se cuenta con paros de emergencia Detectores de atmosferas explosivas y fuego	
		Alta presión	Incendio										Red contra incendio		
		Personas realizan actividades de Sabotaje		3	4	3	3	3	3	A		Programas de mantenimiento a equipos, líneas de proceso y accesorios			
2.8	Ruptura	Corrosión en líneas	Derrame									Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias	PRIMEFUEL	
		Impacto externo	Producción diferida									Indicadores locales de presión	Actualización constante de programas de capacitación		
			Incendio									Plan de respuesta a emergencias (PRE)			
			Explosión												







													Programa de mantenimiento a medio árbol y válvulas		
													Red contra incendio		
3.4	Alto nivel	FALLA LIT-1100.1101,1102	Producción diferida										Equipos de protección personal (EPP)	Actualización constante de programas de capacitación	PRIMEFUEL
			Fuga										Indicadores locales de presión	Elaborar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de control de nivel	
			Incendio	2	2	2	2	2	2	2	B		Programa de capacitación del personal		
													Programa de mantenimiento a medio árbol y válvulas		
													Red contra incendio		
3.5	Ruptura	Impacto externo	Producción diferida										Sistema de protección contra tormentas eléctricas	Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas y al sistema para rayos	PRIMEFUEL
			Fuga	2	3	3	3	3	3	3	A		Programa de capacitación del personal		
			Incendio										Red contra incendio		



			Fuga									Dique de contención	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias	
			Derrame									Instrucciones operativas	Verificar y evaluar la integridad mecánica de líneas y equipos	
			Explosión									Programa de capacitación del personal		
			Producción diferida									Programas de mantenimiento a equipos, líneas de proceso y accesorios		
												Red contra incendio		
4.1	Alta presión	Cierre inadvertido de válvula manual corriente abajo	Producción diferida									Equipos de protección personal (EPP)	Elaborar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de control de nivel	PRIMEFUEL
			Fuga									Indicadores locales de presión	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias	
			Incendio	2	2	2	2	2	2	2	B	Programa de capacitación del personal		
												Programa de mantenimiento a medio árbol y válvulas		
												Red contra incendio		



4.4	Alto nivel	FALLA LIT-1100.1101,1102	Producción diferida									Equipos de protección personal (EPP)	Actualización constante de programas de capacitación	PRIMEFUEL	
			Fuga										Indicadores locales de presión		Elaborar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de control de nivel
			Incendio	2	2	2	2	2	2	B	Programa de capacitación del personal				
											Programa de mantenimiento a medio árbol y válvulas				
											Red contra incendio				
4.5	Ruptura	Impacto externo	Producción diferida									Sistema de protección contra tormentas eléctricas	Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas y al sistema para rayos	PRIMEFUEL	
			Fuga												Programa de capacitación del personal
			Incendio												Red contra incendio
			Derrame	2	3	3	3	3	3	A					

4.6	Fuga	Líneas de tubería por Fatiga de material	Producción diferida									Equipos de protección personal (EPP) Indicadores locales de presión	Mantenimiento constante y programado Reemplazo de tuberías fatigada Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificios	PRIMEFUEL
			Fuga											
			Incendio	2	2	2	2	2	2	B				
			Derrame								Programa de capacitación del personal			
											Programa de mantenimiento a medio árbol y válvulas			
									Red contra incendio					
4.7	Ruptura	Los remaches y tornillos del tanque de almacenamiento se oxidan y el desgaste sigue al cuerpo de acero del tanque	corrosión galvanica									Equipos de protección personal (EPP)	Utilizar materiales compatibles para evitar la corrosión galvánica	PRIMEFUEL
			Fuga									Dique de contención	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias	
			Derrame	3	3	2	2	3	3	B	Instrucciones operativas	Verificar y evaluar la integridad mecánica de líneas y equipos		
			Explosión								Programa de capacitación del personal			

			Producción diferida															
5.1	Alto nivel	Falla de LIT-1200 a LIT-1205	Derrame															
		Descarga bloqueada	Fuga															
			Incendio	2	2	2	2	1	1	B								
			Producción diferida															
			Dispersión tóxica															
5.2	Bajo nivel	Falla de LIT-1300 a LIT-1302	Producción diferida	2	1	1	1	1	1	C								



5.4	Fuga	Corrosión en líneas	Producción diferida									Equipos de protección personal (EPP)	Mantenimiento constante y programado Reemplazo de tuberías fatigada Mantenimiento del sistema de protección catódica y cambio de ánodos de sacrificios	PRIMEFUEL
		Impacto externo	Incendio									Indicadores locales de presión		
		Líneas de tubería por Fatiga de material	Derrame	2	2	2	2	1	1	B	Instrucciones operativas			
			Fuga								Programa de capacitación del personal			
											Kit de manejo de derrames			
									Red contra incendio					
5.5	Ruptura	Impacto externo	Producción diferida									Equipos de protección personal (EPP)	Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas y al sistema para rayos	PRIMEFUEL
			Incendio	2	3	3	3	3	3	A	Sistema de protección contra tormentas eléctricas			
			Derrame								Kit de manejo de derrames			

			Fuga												
6.1	Bajo flujo	Cierre parcial de válvula corriente arriba	Producción diferida										Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar los procedimientos operativos de despacho	PRIMEFUEL
		Ruptura corriente arriba	Incendio										Indicadores locales de presión	Las líneas tienen un espesor suficiente para evitar que durante su vida útil los esfuerzos no sobrepasen el valor límite del material.	
			Derrame	2	1	2	2	1	1	B	Instrucciones operativas				
			Fuga								Programa de capacitación del personal	Contar con los certificados de calidad de las tuberías instaladas.			
											Kit de manejo de derrames				
										Red contra incendio					
6.2	Baja presión	Cierre de válvula en la succión de la bomba	Producción diferida	2	2	2	2	1	1	B	Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias	PRIMEFUEL		

		Ruptura corriente arriba	Incendio									Indicadores locales de presión	Actualizar los procedimientos operativos de entrega	
		Taponamiento de filtro	Derrame									Instrucciones operativas		
			Fuga										Programa de capacitación del personal	
												Kit de manejo de derrames		
												Red contra incendio		
6.3	Alta presión	Cierre inadvertido de válvula manual corriente abajo	Producción diferida									Equipos de protección personal (EPP)	Las líneas tienen un espesor suficiente para evitar que durante su vida útil los esfuerzos no sobrepasen el valor límite del material.	PRIMEFUEL
		Taponamiento de filtro	Incendio									Indicadores locales de presión	contar con los certificados de calidad de las tuberías instaladas.	
			Derrame		2	4	4	4	2	2	A		Instrucciones operativas	
		Fuga										Programa de capacitación del personal		
												Kit de manejo de derrames		
												Red contra incendio		

6.4	Fuga	Alta presión	Producción diferida	2	2	2	2	1	1	B	Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar los procedimientos operativos de despacho	PRIMEFUEL	
		Corrosión en líneas	Incendio								Indicadores locales de presión	Contar con los certificados de calidad de las tuberías instaladas.		
		Impacto externo	Derrame								Instrucciones operativas			
			Fuga								Programa de capacitación del personal			
											Kit de manejo de derrames			
											Red contra incendio			
6.5	Ruptura	Falla en sello de GA-102/GA-202	Producción diferida	2	3	3	4	2	2	A	Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias	PRIMEFUEL	
		Corrosión en líneas	Incendio								Indicadores locales de presión			
		Impacto externo	Derrame								Instrucciones operativas			
			Fuga								Programa de capacitación del personal			
											Kit de manejo de derrames			
											Red contra incendio			

6.6	Flujo inverso	Falla en válvula check	Producción diferida	2	2	2	2	1	1	B	Equipos de protección personal (EPP)	Colocar un indicador de flujo y una válvula de alivio de presión para evitar sobrepresión en las tuberías de descarga	PRIMEFUEL
			Incendio								Indicadores locales de presión	Realizar mantenimiento a tuberías y pruebas no destructivas para identificar el desgaste de tuberías	
			Derrame								Instrucciones operativas		
			Fuga								Programa de capacitación del personal		
											Kit de manejo de derrames		
		Red contra incendio											
6.7	Puesta operación	Error de aplicación de procedimiento	Producción diferida	3	2	2	2	2	2	B	Equipos de protección personal (EPP)	Tener un responsable de supervisar la descarga.	PRIMEFUEL
											Instrucciones operativas	Actualizar los procedimientos operativos de despacho	
											Procedimientos operacionales		
											Programa de capacitación del personal		
											Red de drenaje de aguas hidrocarburadas separada del drenaje pluvial		

													Botón de paro de emergencia Control de flujo automático Suelo impermeable para evitar infiltraciones		
6.8	Mantenimiento	Mantenimiento en GA-302/304	Producción diferida										Equipos de protección personal (EPP)	Actualización constante de programas de capacitación	PRIMEFUEL
				1	1	1	1	1	1	C	Instrucciones operativas Procedimientos operacionales Programa de capacitación del personal				
7.1	Bajo flujo	Cierre parcial de válvula corriente arriba	Producción diferida										Equipos de protección personal (EPP)	Actualizar los procedimientos operativos de despacho	PRIMEFUEL
		Ruptura corriente arriba	Incendio	2	1	2	2	1	1	B	Indicadores locales de presión	Las líneas tienen un espesor suficiente para evitar que durante su vida útil los esfuerzos no sobrepasen el valor límite del material.			
			Derrame Fuga									Instrucciones operativas Programa de capacitación del personal	Contar con los certificados de calidad de las tuberías instaladas.		







											Procedimientos operacionales		
											Programa de capacitación del personal		
											Red de drenaje de aguas hidrocarburadas separada del drenaje pluvial		
											Botón de paro de emergencia Control de flujo automático Suelo impermeable para evitar infiltraciones		
7.8	Mantenimiento	Mantenimiento en GA-302/304	Producción diferida								Equipos de protección personal (EPP)	Actualización constante de programas de capacitación	PRIMEFUEL
											Instrucciones operativas		
											Procedimientos operacionales		
											Programa de capacitación del personal		
				1	1	1	1	1	1	C			

Por consiguiente, con el objetivo de mantener el riesgo en los niveles de aceptación, se emitieron treinta y ocho las cuales son integradas en el **Anexo 4**.

A continuación, se presenta la distribución de los 56 escenarios analizados y evaluados con su jerarquización de riesgo al Personal, Población, Medio Ambiente y Producción/Instalación en la matriz de riesgo correspondiente, ver Figuras 9, 10, 11 y 12 respectivamente

## RIESGOS PARA EL PERSONAL

6						
5						
4	1.5,1.6,2.5,2.5		1.3,2.3			
3		1.1,1.4,1.8,2.1,2.4,2.8,4.2,4.3,6.7,7.7	4.4,4.7,3.7	1.7,2.7,4.1		
2	1.2,2.2,3.2	1.9,1.11,1.12,2.9,2.11,2.12,3.1,3.4,3.6,4.6,5.1,5.3,5.4,6.2,6.2,6.4,6.6,7.1,7.2,7.4,2.2	6.5,7.5,3.5,4.5,5.5	6.3,7.3		
1	3.3,6.8,7.8	5.2,6.1				
	1	2	3	4	5	6

	# de Escenarios	%
<span style="color: red;">■</span> Riesgo no tolerable (A)	3	5.4
<span style="color: yellow;">■</span> Riesgo Aceptable con condiciones (B)	7	12.5
<span style="color: green;">■</span> Riesgo tolerable (C)	46	82.1
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

## RIESGO A LA POBLACIÓN

6						
5						
4	1.5,1.6,2.5,2.6	1.3,2.3				
3	1.1,2.1,4.2	1.4,1.8,2.4,2.8,4.3,4.4,4.7,5.1,3.7,6.7,7.7	1.7,2.7	4.1		
2	1.2,2.2,5.2	1.9,1.11,1.12,2.9,2.11,2.12,3.1,3.4,3.6,4.6,5.3,5.4,6.1,6.2,6.4,6.6,7.1,7.2,7.4,2.2	6.5,7.5,3.5,4.5,5.5	6.3,7.3		
1	3.2,3.3,6.8,7.8					
	1	2	3	4	5	6

	# de Escenarios	%
<span style="color: red;">■</span> Riesgo no tolerable (A)	10	17.9
<span style="color: yellow;">■</span> Riesgo Aceptable con condiciones (B)	32	57.1
<span style="color: green;">■</span> Riesgo tolerable (C)	14	25
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

## RIESGO PRODUCCIÓN/INSTALACIÓN

6						
5						
4		1.3,2.3	1.5,1.6,2.5,2.6			
3		1.1,1.8,2.1,2.8,4.2,4.7,3.7,6.7,7.7	1.4,1.7,2.4,2.7,4.3,4.4	4.1		
2	1.9,1.11,1.12,2.9,2.11,2.12,3.2,3.3,5.1,5.2,5.3,5.4,6.1,6.2,6.4,6.6,7.1,7.2,7.4	1.2,2.2,3.1,3.4,3.6,4.6,6.5,7.3,7.5,7.6,6.3	3.5,4.5,5.5			
1	6.8,7.8					
	1	2	3	4	5	6

	# de Escenarios	%
<span style="color: red;">■</span> Riesgo no tolerable (A)		
<span style="color: yellow;">■</span> Riesgo Aceptable con condiciones (B)	5	8.9
<span style="color: green;">■</span> Riesgo tolerable (C)	51	91.1
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

## RIESGO AL MEDIO AMBIENTE

6						
5						
4		1.3,1.5,1.6,2.3,2.5,2.6				
3	1.1,2.1	1.4,2.4,4.2,4.3,4.4,6.7,7.7	1.7,1.8,2.7,2.8,3.7	4.1		
2	1.2,2.2,5.2,5.3,5.4	1.9,1.11,1.12,2.9,2.11,2.12,3.1,3.4,3.6,4.6,4.7,5.1,6.1,6.2,6.4,6.6,7.1,7.2,7.4,7.6	3.5,4.5,5.5	6.3,6.5,7.3,7.5		
1	6.8,7.8	3.2,3.3,				
	1	2	3	4	5	6

	# de Escenarios	%
<span style="color: red;">■</span> Riesgo no tolerable (A)		
<span style="color: yellow;">■</span> Riesgo Aceptable con condiciones (B)	7	12.5
<span style="color: green;">■</span> Riesgo tolerable (C)	49	87.5
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100</b>

### 13. Resultados de la aplicación de la identificación y evaluación de peligros.

Con base a la aplicación de los criterios de evaluación de la Matriz de Jerarquización de Riesgos a los 56 escenarios identificados en el HazOp (Ver **Anexo 3**) en función de las consecuencias al personal, población, al medio ambiente y a la instalación, se registran en la Tabla 15 (**Anexo 5**) se presenta la Jerarquización de Riesgos, en donde el 73.2 % de los escenarios corresponden a Riesgos Aceptables con Controles (Tipo B) y el 17.9 % corresponden a escenarios con Riesgos Tolerables (Tipo C).

**Tabla 15. Jerarquización de Escenarios de Riesgo**

Escenarios	Frecuencia	Consecuencias				Tipo de Riesgo
		Daños al personal	Efectos a la población	Impacto al Medio Ambiente	Pérdida de producción /Instalación	
1.7,2.7	3	4	3	3	3	A
3.5,4.5,5.5	2	3	3	3	3	A
6.3,7.3	2	4	4	2	2	A
6.5,7.5	2	3	3	4	2	A
1.9,1.11,1.12,2.9,2.11,2.12,5.1,5.3,5.4,5.5,6.2,6.4,6.6,7.1,7.2,7.4,7.6	2	2	2	2	1	B
1.8,2.8,4.1,6.7,7.7	3	2	2	2	2	B
3.1,3.4,3.5,3.6,4.4,4.6	2	2	2	2	2	B
3.7,4.7	3	3	2	2	3	B
6.1,7.1	2	1	2	2	1	B
1.5,1.6,2.5,2.6	4	1	1	2	3	B
1.4,2.4	3	2	2	2	3	B
1.3,2.3,4.3	4	3	2	2	2	B
3.3	1	1	1	2	2	C
3.2	1	2	1	2	2	C
1.2,2.2	2	1	1	1	2	C
4.2	1	2	1	2	2	C
5.2	2	1	1	1	1	C
6.8,7.8	1	1	1	1	1	C
1.1,2.1	3	2	1	1	2	C

Por consiguiente, para mantener el riesgo fuera del rango de clasificación de Riesgos Indeseables (TipoB) y No Tolerables (Tipo A), se emiten nueve recomendaciones en la Tabla 16 (Ver **Anexo 4**).

Tabla 16. Recomendaciones del Análisis HAZOP.

No.	Recomendación	Escenarios	Riesgo	Responsable
1	Actualizar los procedimientos operativos de recepción, incluyendo programa de capacitación al personal.	1.3,1.4,1.5	B	PRIMEFUEL
2	Elaborar y aplicar programa de mantenimiento preventivo al sistema de bombeo.	1.7,2.7	B	PRIMEFUEL
3	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE) de la instalación, considerando los resultados del análisis de riesgos y consecuencias.	4.7	B	PRIMEFUEL
4	Elaborar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de control de nivel de tanques de almacenamiento.	3.3,3.4,4.3,4.4	B	PRIMEFUEL
5	Actualizar los procedimientos operativos de entrega, incluyendo programa de capacitación al personal.	7.7	B	PRIMEFUEL
6	Elaborar y aplicar programa de capacitación a operadores de autotanques.	1.3,1.4	B	PRIMEFUEL
7	Verificar la integridad estructural y hermeticidad de los sistemas de contención (diques y fosas de drenaje).	3.3,3.4	B	PRIMEFUEL
8	Instalar barreras de protección estructural en tuberías de llegada de las áreas de entrega.	7.7	B	PRIMEFUEL
9	Dar mantenimiento al Sistema de tierras físicas y al Sistema para rayos	5.5	A	PRIMEFUEL
10	Verificar y evaluar la integridad mecánica de líneas y equipos	3.7,4.6	B	PRIMEFUEL

### 13.1 Análisis de riesgo identificados por el HAZOP

De acuerdo con el Análisis HAZOP, a continuación, se presentan la relación de escenarios identificados en la Tabla 17.

**Tabla 17. Escenarios identificados por HAZOP**

No. de Escenario	Circuito Nodo	Desviación	Causas	Consecuencias	Tipo de Riesgo
6.3,7.3	6,7	1. Alta presión	1. Cierre inadvertido de válvula automática corriente abajo. 2.- Cierre inadvertido de válvula manual corriente abajo 3.- Falla de válvula automática	Incendio. Daño al personal. Efectos a la población Impacto al ambiente. Daño a la instalación. Pérdida de producción Fuga explosión	A
1.7,2.7,3.5,4.5,5.5,7.5	1,2,3,4,5,7	1.Ruptura	1.Alta presión 2.Impacto externo	1. Derrame 2. Fuga 3. Incendio  4. Producción Diferida	A
1.3,1.4,1.5,2.3,2.4,2.5,3.1	1,2,3	1. Alta presión	1. Cierre inadvertido de válvula automática corriente abajo. 2.- Cierre inadvertido de válvula manual corriente abajo	Incendio. Daño al personal. Efectos a la población Impacto al ambiente. Daño a la instalación. Pérdida de producción	B
1.6,1.9,1.11,2.6,2.9,2.11,3.2,4.2,6.2,7.2	1,2,3,4,6,7	1.Baja presión	1.Taponamiento de filtro en succión de bomba	11.Producción diferida 2.Producto fuera de especificación	B
1.1,2.1	1,2	1. Alto flujo.	1. Fuga en el paquete de aditivación.	1.Producto fuera de especificación. 2.Incendio. 3.Daño al personal. 4.Efectos a la población. 5.Impacto al ambiente. 6.Daño a la instalación.	C

1.2,2.2,5.3,6.1,7.1	1,2,5,6,7	1. Bajo flujo.	1. Cierre parcial de válvula corriente arriba 2.- Ruptura corriente arriba.	1.-Producto fuera de especificación. In2.- Incendio. 3.3.-Derrame 4.4.-Fuga	C
6.7	6	1.Puesta en Operacion	1.-Error de aplicación del procedimiento	1.-Producción Diferida	C
7.7,7.8	7	1.Paro	1.-Error de aplicación del procedimiento	1.-Producción Diferida	C
4.6	4	1.-Mantenimiento	1.Falta de mantenimiento a equipo de proceso 2.Falta de mantenimiento en líneas	1.-Producción Diferida	B
1.8,1.12,2.8,2.12.1 2,5.4,6.4,7.4	1,2,5,6,7	1.-Fuga	1.Alta presión 2.Corrosión en líneas 3.Impacto externo	1. Derrame 2. Fuga 3. Incendio 4. Producción Diferida	B
3.5,3.6,4.7,5.5	3,4,5	1.Ruptura	1.Alta presión 2.Impacto externo	1. Derrame 2. Fuga 3. Incendio 4. Producción Diferida	B
3.4,4.4,5.1	3,4,5	1.Alto nivel	1.Falla del transmisor indicador de nivel 2.AN-2	1. Derrame 2. Fuga 3. Incendio 4. Producción Diferida 5.Dispersión toxica	B
6.6,7.6	6,7	1.Flujo inverso	1.Falla válvula check 2.Bloqueo en válvula corriente arriba	1. Producción diferida 2.Fuga 3.Incendio	B

3.3,4.3,5.2	3,4,5	1.Bajo nivel	1.Falla del transmisor indicador de nivel	1. Producción diferida	C
6.8	6	1.-Mantenimiento	1.M-1 2.M-2 3. Mantenimiento a bombas	1.-Producción Diferida	C

Escenarios identificados por HAZOP.

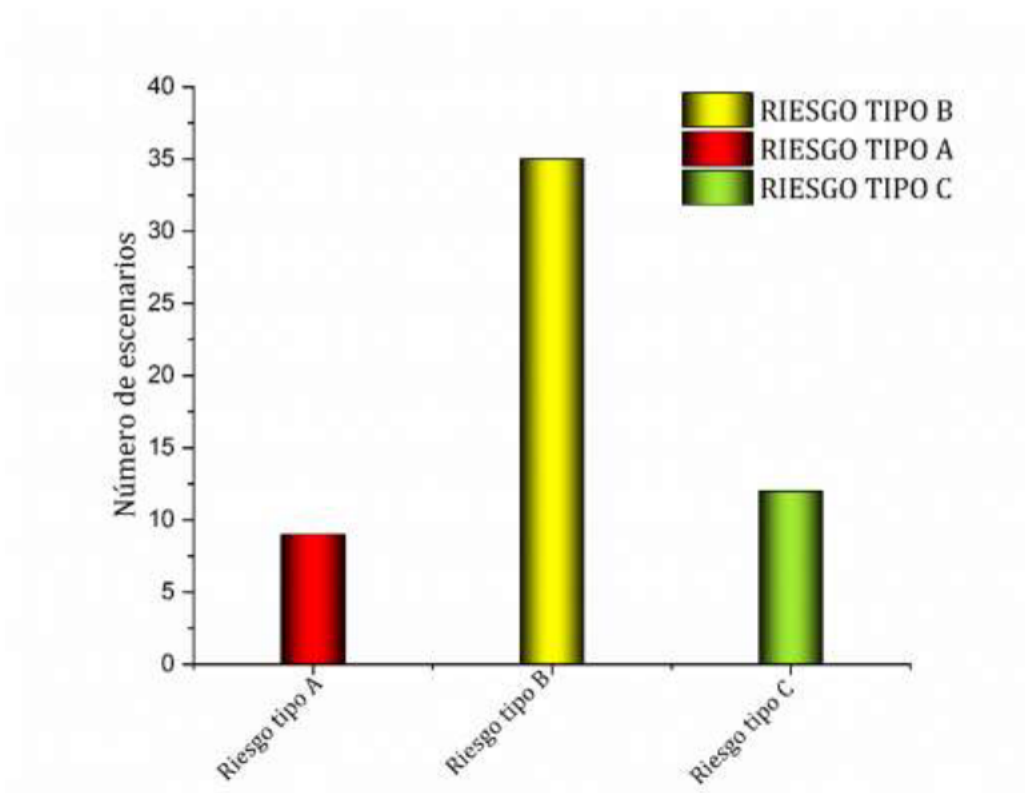


Figura 20. Identificación de riesgo

## **14. Análisis Cuantitativo de Riesgos**

### **14.1 Relación de escenarios hipotéticos de pérdida de contención**

Con base al análisis de riesgo cualitativo, no se identificaron riesgos en la zona de Muy Alto Riesgo e Intolerable, o en la zona de Riesgo Alto e importante que ameriten de manera obligatoria la Estimación de Consecuencias. No obstante, en cumplimiento la normatividad nacional (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente-ASEA) e internacional en materia de riesgos de proceso, en la siguiente tabla, se listan escenarios hipotéticos con pérdida de contención que son analizados de manera cuantitativa.

Con base a lo anterior, la memoria de resultados y datos alimentados al Software Aloha. 5.4.7 para fines de estimar los radios de afectación por radiación, sobrepresión y toxicidad, se adjuntan en el Anexo 4

Por consiguiente, para mantener el riesgo fuera del rango de clasificación de Riesgos Indeseables (TipoB) y No Tolerables (Tipo A), se emiten ocho recomendaciones en la Tabla 18 (Ver Anexo 5).

### **14.2 Escenarios de riesgos**

Como resultado del análisis de los eventos jerarquizados se realiza la proposición de las modelaciones, se realizó la modelación de estos por considerarse sustancias de alto riesgo y sobrepasar las cantidades de reporte, cabe mencionar que los escenarios lo dividiremos en dos los escenarios de mayor probabilidad de ocurrencia y los escenarios del peor caso posible (mínima probabilidad de ocurrencia) cabe mencionar que estos escenarios son hipotéticos. Por lo que se pueden describir los escenarios modelados para el presente estudio:

#### **14.3 Escenario 1 Modelado con ALOHA**

Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte del fondo del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 150,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique, se realizó la simulación para toxicidad, radiación e inflamabilidad,

#### **14.4 Escenario 2 Modelado con ALOHA**

Fuga accidental de diésel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 100,000 litros de capacidad liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique. se realizó la simulación para toxicidad, radiación e inflamabilidad.

### **14.5 Escenario 3 Modelado con ALOHA**

Incendio por derrame de diésel a causa de una mal conexión en el brazo en la sección descarga generándose un charco de 4 metros de diámetro y un volumen 4.9 metros cúbicos de gasolina.

### **14.6 Escenario 4 Modelado con ALOHA**

Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte del fondo del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico horizontal de 100,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique, se realizó la simulación para toxicidad, radiación e inflamabilidad,

### **14.7 Radios potenciales de afectación**

Tamaño de fuga o derrame: Determinación de los orificios equivalentes de fuga dependerá del tipo de equipo involucrado para ello se consideran los criterios de acuerdo con el "Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis" de la EPA.

Para el caso de fugas por orificio o poros, por estadística se cuenta con los siguientes resultados:

El 90 % de los casos corresponde a un orificio equivalente de 0.5".

El 9 % de los casos corresponde a un orificio equivalente de 1".

El 1% de los casos corresponde a un orificio de 2".

Para el caso de orificios debido a golpes o rupturas parciales de líneas o ductos se considera que:

Para tuberías de diámetro mayor o igual a 6" se considera un orificio de fuga con un diámetro equivalente al

10.0 % de la sección transversal de la propia tubería.

Para tuberías de diámetro inferior a 6" se ha postulado la ruptura total de la línea. Adicionalmente se tomaron las siguientes consideraciones para la simulación:

El orificio formado por corrosión en las bridas, sellos de las válvulas y en las líneas analizadas es de forma regular, de un diámetro determinado.

Las características físicas y químicas de los fluidos permanecen constantes respecto al tiempo.

#### **14.7.1 Consideraciones para el modelado de Diesel**

Para la realización de los modelos de escenarios de riesgos se utilizó el programa ALOHA este programa, al igual que la mayoría de los software disponibles en el mercado tienen la particularidad de trabajar solo con sustancias puras, ya que para simular mezclas es necesario cargar al programa todas las constantes físico-químicas del compuesto, en este caso la gasolina, pero debido a que no se cuenta con todas estas constantes, se procedió a utilizar la información de gasolina natural, es decir el n-octano para alimentar al software con esos datos y algunos que se pueden encontrar en las hojas de seguridad de PEMEX de conformidad a lo manifestado en el libro titulado Petroquímica y Sociedad, en el cual los autores establecen que el n-octano es la gasolina base, pero al no tener

la capacidad de detonación requerida se añaden diversos compuestos para tener una solución final con un poder de detonación mínimo requerido para obtener un mejor rendimiento en los automotores.

Los combustibles no son una sustancia pura, ni una mezcla con características constantes, dado que se trata de destilados de petróleo, sus componentes varían (aunque de pequeña manera), por esta razón, las hojas de datos de seguridad proporcionados por PEMEX no cuentan con la información fisicoquímica necesaria para la realización de los modelados, Para ello se tomó como base la siguiente proporción más común de los combustibles:

**Tabla 18. Proporción más común de combustibles**

Sustancia	No. CAS	%
Combustibles (mezcla de N-Heptano, octano y otras parafinas)	8006-61-9	100%
Aromáticos	N.D	< 1%
Olefinas	N.D	<1%
Benceno	71-43-2	Max. 4.9

Con esta proporción base, (y despreciando el contenido de aromáticos y olefinas, los cuales modifican de manera no representativa las propiedades fisicoquímicas de la mezcla al tratarse todos de una mezcla de solventes orgánicos ligeros con propiedades similares), se realizaron los cálculos con la información fisicoquímica de sustancia llamada N-Heptano por tener el mayor peso molecular, sin embargo las características de todos los componentes son muy parecidos, esta información se alimentó al software ALOHA.

**Tabla 19. Propiedades fisicoquímicas del heptano, octano y benceno.**

Propiedad	Octano
Peso Molecular:	114.229 g/mol
Punto de Ebullición:	125.67 °C
Gravedad específica del líquido:	0.6986
Flash Point:	15 °C
Punto de Fusión:	-56.82 °C
Capacidad calorífica del líquido (Cp. @ 25 °C y 1 atm)	254.6 J/mol.k
Capacidad calorífica del gas	145.3 J/mol.k
Calor de Combustión ( H )	5,465.96 kJ/mol (ver nota 1)
LEL3:	0.96 %
UEL4:	6.5 %
Presión de vapor:	11 mm Hg (@ 20 °C)

#### 14.8 Determinación de las zonas de riesgo

Zonas de Riesgo: Al simular los escenarios de riesgo, se obtiene zonas de alto riesgo y de amortiguamiento, de acuerdo con los límites establecidos por la SEMARNAT, para radiación térmica, sobrepresión y toxicidad.

Valores Umbrales para radiación térmica y sobrepresión: La Tabla siguiente muestra los valores umbrales de referencia adoptados en este estudio para una radiación térmica y sobrepresión.

**Tabla 20. Valores Umbrales Seleccionados. Secretaría Del Medio Ambiente Recursos Naturales. Guía Para Presentación Del Estudio De Riesgo Ambiental-Análisis de Riesgos.**

Zona intermedia de salvaguarda		
Parámetro	Criterios de SEMARNAT	
	Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
TOXICIDAD (Concentración)	IDLH	TLV8 ó TLV15
INFLAMABILIDAD (Radiación térmica)	5.0 kW/m <sup>2</sup> (1500 BTU/pie <sup>2</sup> h)	1.40 kW/m <sup>2</sup> (440 BTU/pie <sup>2</sup> h)
EXPLOSIVIDAD (Sobrepresión)	1.0 psi (0.070 Kg/Cm <sup>2</sup> )	0.5 psi (0.035 Kg/Cm <sup>2</sup> )

Tipos de escenarios: La mayoría de los accidentes en plantas de este tipo son resultado de derrames de materiales, inflamables. Por ejemplo, un material es descargado por orificios ocasionados por daños en el material de los tanques, por fugas en bridas, en sellos de bombas, en partes internas de válvulas y una gran variedad de otras fuentes.

Los modelos matemáticos simulan la descarga de estos materiales, generando información muy útil para determinar las consecuencias de suscitarse un accidente, incluyendo la velocidad de descarga del material, la cantidad total que es descargada, y el estado físico del material descargado. Esta información es valiosa para evaluar el diseño de nuevos procesos y en el caso de procesos en operación evalúa los sistemas de seguridad existentes en la instalación.

Los modelos están constituidos por ecuaciones empíricas o fundamentos que representan el proceso fisicoquímico que ocurre durante la descarga de un material.

Frecuentemente los resultados son sólo estimados desde las propiedades físicas, por lo que la mayoría de los modelos tienden a maximizar la tasa de descarga y la cantidad descargada. Esto asegura que la modelación se encuentre “del lado seguro”.

A continuación, se describirán los tipos de eventos que pueden ocurrir como resultado de la descarga de un líquido inflamable.

Dardo de fuego (Jet Fire): El evento de Jet Fire se puede definir como una llama estacionaria de difusión de gran longitud y poca anchura, como la producida por un soplete oxiacetilénico. Generalmente este evento ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (Jet Fire) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior, esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica.

Pool Fire: El evento de Pool Fire o charco de fuego se aplica a una combustión estacionaria con llama de difusión, de un líquido en un recinto descubierto de dimensiones (extensión) dadas. La fuga al exterior tras un derrame no confinado con generación de un incendio tiene en este caso un efecto de propagación mayor al riesgo intrínseco del suceso de peligro principal, esto podría generar circunstancias negativas para el depósito que contiene el líquido derramado o para otros depósitos cercanos.

Fire Ball: Llama de propagación por difusión, formada cuando una masa importante de combustible se enciende por contacto con llamas estacionarias adyacentes. Se forma un globo incandescente que asciende verticalmente y que se consume con gran rapidez.

Explosión de nube de gas no confinada (UVCE) y confinada (VCE): La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica.

Dispersión de nube tóxica: Los vapores y gases emitidos por un material, pueden generar una dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad

atmosférica, y su afectación dependerá de la toxicidad de los vapores o gases emitidos, siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión.

A continuación, se incluyen las tablas de los efectos que podrían generarse al acontecer los distintos eventos. En la Tabla siguiente se describen los efectos de los valores de intensidad de radiación térmica

**Tabla 21. Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica.**

Valor umbral					Descripción
kW/m2	MW/m2	W/m2	BTU/PIE2H	BTU/PIE2S	
1.40	0.0014	1400.00	443.798	0.123277	Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal). Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.
5.00	0.0050	5000.00	1584.99	0.440275	Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado; Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55.0°C aparecen ampollas.
12.50	0.0125	12500.00	3962.48	1.10069	Extensión del incendio. Fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. La madera puede prender después de una larga exposición. Quemaduras de 2do y 3er grado en menos de un minuto.

En la Tabla siguiente se muestran los efectos generados a los diferentes niveles de sobrepresión sobre instalaciones y sobre el personal que reciba el impacto de la sobrepresión, cabe señalar que estos valores fueron con los cuales se realizaron las simulaciones para el evento de sobrepresión.

**Tabla 22. Efectos Generados A Diferentes Niveles De Sobrepresión.**

Valor umbral				Descripción
Mbar	Bar	KPa	Psi	
34.5	0.0345	3.45	0.5	Destrucción de 10% de ventanas de vidrio. Daños menores a techos de casa. Daños estructurales menores.
69.0	0.069	6.9	1.0	- Demolición parcial de casas con daños reparables, la máxima velocidad del viento es de 79.7 km/h.

## 14.9 Escenario 1 modelado toxicidad con ALOHA

Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 150,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique

Tabla 23. Cálculos de velocidad y gasto del escenario 1.

Cálculo de la velocidad	Gasto del combustible
$V = \sqrt{2gh}$ Donde $V = \text{Velocidad } \left(\frac{m}{s}\right)$ $g = \text{Gravedad } 9.81 \left(\frac{m}{s^2}\right)$ $h = \text{Altura del centro de la fuga hasta nivel del líquido (m)}$ $V = \sqrt{2 \times 9.81 \times 3} = 7.672 \frac{m}{s}$ $V = 6.2641 \frac{m}{s}$	$Q = VA$ Donde $V = \text{Velocidad } \left(\frac{m}{s}\right)$ $A = \text{Área del orificio}$ $V = 7.672 \times \left(\pi \left(\frac{2 \times 0.0254}{2}\right)^2\right) = 0.01555 \frac{m^3}{s}$ $Q = 0.01555 \frac{m^3}{s}$

Datos Generales										
Elaboró	GUILLERMO OSUNA			Fecha	26/07/2021		Software de Simulación	ALOHA		
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparto Salinas Victoria									
Datos del Escenario										
Clave	ESC 1			Tipo de caso			Región de Riesgo del Caso Alterno			
Descripción	Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 150,000 litros de capacidad.			Peor	Más Probable	Caso Alterno	No tolerable	ALARP	Tolerable	
					X		NA			
Modelos empleados en la simulación										
Dardo de fuego	BLEVE	Charco de Fuego	Flamazo de nube de vapor	Exposición de nube de vapor		Explosión Física de recipiente de alta presión	Nube Tóxica			
				Confinada	No Confinada					
							X			
Sustancias Involucradas										
Nombre de la sustancia		Gasolina								
Composición					Propiedades					
Nombre del Componente	Peso Mol	% Peso	% Volumen	LFL	UFL	IDLH	TLV	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Presión de vapor	
Octano	114.23	-	-	ND	ND	1000	ND	703	0.039	
Condiciones de Confinamiento										
Tipo de recipiente										
Cilindro		Esfera		Tubería		Otro:				
Cilindro										
Altura	Diámetro	Diámetro	Longitud	Diámetro	Dimensiones					
4 m de diámetro x 12 m de largo										
Condiciones de operación					Estado Físico					
Presión		Temperatura		Flujo				Líquido	Vapor	Líquido/Vapor
ND		39					Recipiente	x		

					$0.01555 \frac{m^3}{s}$		Punto de fuga	x		
<b>Tipo de Fuga</b>					<b>Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente</b>					
Orificio	Rotura total	Liberación de Válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro	Tierra Seca	Tierra Húmeda	Concreto	Otro		
X							x			
<b>Características orificio de fuga</b>				<b>Punto de fuga</b>			<b>Dique</b>			
Diámetro	Área	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación		Altura Hidráulica	Área del dique			
2"	0.00203 m <sup>2</sup>	NA		3 m		NA	NA			
<b>Dirección de la fuga</b>						<b>Tipo de Liberación</b>				
Vertical	Horizontal	Hacia Abajo	Golpea Contra	Inclinada	Grados	Continua	Masiva			
	x	X				x				
<b>Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)</b>			<b>Inventario Fugado</b>				<b>Tasa de liberación</b>			
60 minuto			ND				ND			
<b>Condiciones atmosféricas</b>										
<b>Estabilidad Atmosférica</b>					F					
<b>Temperatura Atmosférica</b>					39 °C					
<b>Presión Atmosférica</b>					ND					
<b>Porcentaje de humedad relativa</b>					59%					
<b>Direcciones dominantes y velocidad del viento</b>					Este					
<b>Tipo de suelo</b>					Concreto Hidráulico					
<b>Simulación del programa ALOHA, escenario 1</b>										
<p>SITE DATA:  Location: SALINAS-VICTORIA, NUEVO LEÓN  Building Air Exchanges Per Hour: 0.73 (unsheltered single storied)  Time: July 23, 2021 1159 hours ST (using computer's clock)</p> <p>CHEMICAL DATA:  Chemical Name: N-OCTANE  CAS Number: 111-65-9 Molecular Weight: 114.23 g/mol  PAC-1: 230 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm  IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm  Ambient Boiling Point: 123.7° C  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.039 atm  Ambient Saturation Concentration: 41,102 ppm or 4.11%</p> <p>ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)  Wind: 3.333 meters/second from ESE at 10 meters  Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths  Air Temperature: 39° C Stability Class: C  No Inversion Height Relative Humidity: 59%</p> <p>SOURCE STRENGTH:  Leak from hole in vertical cylindrical tank  Flammable chemical escaping from tank (not burning)  Tank Diameter: 4 meters Tank Length: 12 meters  Tank Volume: 151 cubic meters  Tank contains liquid Internal Temperature: 39° C  Chemical Mass in Tank: 93,802 kilograms, Tank is 90% full  Circular Opening Diameter: 2 inches  Opening is 3.00 meters from tank bottom  Ground Type: Default soil  Ground Temperature: equal to ambient  Max Puddle Diameter: Unknown  Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  Max Average Sustained Release Rate: 43.3 kilograms/min (averaged over a minute or more)  Total Amount Released: 1,632 kilograms  Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.</p>										

The puddle spread to a diameter of 37 meters.

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian

Red : 18 meters --- (5000 ppm = PAC-3)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Orange: 36 meters --- (385 ppm = PAC-2)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Yellow: 58 meters --- (230 ppm = PAC-1)

Tabla 24. Diámetros de afectación del escenario 1

Toxicidad			
Modelo	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
Nube Tóxica (evaporating puddle)	Ppm		
	5000	385	230
	-- metros	-- metros	58 metros

### 14.10 Escenario 1 modelado 2 flamabilidad con ALOHA

Datos Generales											
Elaboró	GUILLERMO OSUNA		Fecha	26/07/2021		Software de Simulación	ALOHA				
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparto Salinas Victoria										
Datos del Escenario											
Clave	ESC 1		Tipo de caso			Región de Riesgo del Caso Alterno					
Descripción	Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 150,000 litros de capacidad.		Peor	Más Probable	Caso Alterno	No tolerable	ALARP	Tolerable			
				X		NA					
Modelos empleados en la simulación											
Dardo de fuego	BLEVE	Charco de Fuego	Flamazo de nube de vapor	Exposición de nube de vapor		Explosión Física de recipiente de alta presión	Nube Tóxica				
		X		Confinada	No Confinada						
Sustancias Involucradas											
Nombre de la sustancia		Gasolina									
Composición				Propiedades							
Nombre del Componente	Peso Mol	% Peso	% Volumen	LFL	UFL	IDLH	TLV	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Presión de vapor		
Octano	114.23	-	-	ND	ND	1000	ND	703	0.039		
Condiciones de Confinamiento											
Tipo de recipiente					4 m de diámetro x 12 m de largo						
Cilindro		Esfera		Tubería						Otro:	
Cilindro											
Altura	Diámetro	Diámetro	Longitud	Diámetro o						Dimensiones	
Condiciones de operación					Estado Físico						
Presión		Temperatura		Flujo			Líquido	Vapor	Líquido/Vapor		

ND		39			0.01555 $\frac{m^3}{s}$		Recipiente	x		
							Punto de fuga	x		
<b>Tipo de Fuga</b>					<b>Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente</b>					
Orificio	Rotura total	Liberación de Válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro	Tierra Seca	Tierra Húmeda	Concreto	Otro		
X							x			
<b>Características orificio de fuga</b>				<b>Punto de fuga</b>			<b>Dique</b>			
Diámetro	Área	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación		Altura Hidráulica	Área del dique			
2"	0.00203 m <sup>2</sup>	NA		3 m		NA	NA			
<b>Dirección de la fuga</b>						<b>Tipo de Liberación</b>				
Vertical	Horizontal	Hacia Abajo	Golpea Contra	Inclinada	Grados	Continua	Masiva			
	x	X				x				
<b>Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)</b>			<b>Inventario Fugado</b>			<b>Tasa de liberación</b>				
60 minuto			ND			ND				
<b>Condiciones atmosféricas</b>										
<b>Estabilidad Atmosférica</b>					F					
<b>Temperatura Atmosférica</b>					39 °C					
<b>Presión Atmosférica</b>					ND					
<b>Porcentaje de humedad relativa</b>					59%					
<b>Direcciones dominantes y velocidad del viento</b>					Este					
<b>Tipo de suelo</b>					Concreto Hidráulico					
<b>Simulación del programa ALOHA, escenario 1</b>										
<p>SITE DATA:  Location: SALINAS-VICTORIA, NUEVO LEÓN  Building Air Exchanges Per Hour: 0.73 (unsheltered single storied)  Time: July 23, 2021 1159 hours ST (using computer's clock)  CHEMICAL DATA:  Chemical Name: N-OCTANE  CAS Number: 111-65-9 Molecular Weight: 114.23 g/mol  PAC-1: 230 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm  IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm  Ambient Boiling Point: 123.7° C  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.039 atm  Ambient Saturation Concentration: 41,102 ppm or 4.11%  ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)  Wind: 3.333 meters/second from ESE at 10 meters  Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths  Air Temperature: 39° C Stability Class: C  No Inversion Height Relative Humidity: 59%  SOURCE STRENGTH:  Leak from hole in vertical cylindrical tank  Flammable chemical is burning as it escapes from tank  Tank Diameter: 4 meters Tank Length: 12 meters  Tank Volume: 151 cubic meters  Tank contains liquid Internal Temperature: 39° C  Chemical Mass in Tank: 93,802 kilograms  Tank is 90% full  Circular Opening Diameter: 2 inches  Opening is 3.00 meters from tank bottom  Max Puddle Diameter: Unknown  Max Flame Length: 12 meters  Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  Max Burn Rate: 87.8 kilograms/min  Total Amount Burned: 5,226 kilograms  Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.</p>										

The puddle spread to a diameter of 4.6 meters.

**THREAT ZONE:**

Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire

Red : 14 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 19 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 28 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

**Tabla 25. Diámetros de afectación del escenario 1 Flamabilidad**

Radiación Térmica			
Modelo	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
Charco de fuego (Poolfire)	Kw/m <sup>3</sup>		
	10	5.0	2.0
	14 metros	19 metros	28 metros

**14.11 Escenario 2 modelados con ALOHA**

Fuga accidental de Diésel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 100,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique. El programa ALOHA no marca ningún radio de afectación por explosión, de la misma forma no se genera ningún escenario por toxicidad.

Datos Generales									
<b>Elaboró</b>	Alan Granados		<b>Fecha</b>	26/07/2021		<b>Software de Simulación</b>	ALOHA		
<b>Proyecto</b>	Terminal de almacenamiento y reparto Salinas Victoria								
Datos del Escenario									
<b>Clave</b>	ESC 2		<b>Tipo de caso</b>			<b>Región de Riesgo del Caso Alterno</b>			
<b>Descripción</b>	Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 150,000 litros de capacidad.		<b>Peor</b>	<b>Más Probable</b>	<b>Caso Alterno</b>	<b>No tolerable</b>	<b>ALARP</b>	<b>Tolerable</b>	
				X		NA			
Modelos empleados en la simulación									
<b>Dardo de fuego</b>	<b>BLEVE</b>	<b>Charco de Fuego</b>	<b>Flamazo de nube de vapor</b>	<b>Exposición de nube de vapor</b>		<b>Explosión Física de recipiente de alta presión</b>	<b>Nube Tóxica</b>		
				<b>Confinada</b>	<b>No Confinada</b>				
		X							
Sustancias Involucradas									
<b>Nombre de la sustancia</b>		Gasolina							
Composición					Propiedades				
<b>Nombre del Componente</b>	<b>Peso Mol</b>	<b>% Peso</b>	<b>% Volumen</b>	<b>LFL</b>	<b>UFL</b>	<b>IDLH</b>	<b>TLV</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Presión de vapor</b>
Octano	114.23	-	-	ND	ND	1000	ND	703	0.039
Condiciones de Confinamiento									
<b>Tipo de recipiente</b>					4 m de diámetro x 7.96m de largo				
<b>Cilindro</b>	<b>Esfera</b>	<b>Tubería</b>		<b>Otro:</b>					
Cilindro									

Altura	Diámetro	Diámetro	Longitud	Diámetro	Dimensiones				
<b>Condiciones de operación</b>						<b>Estado Físico</b>			
Presión		Temperatura		Flujo			Líquido	Vapor	Líquido/ Vapor
ND		39		0.01555 $\frac{m^3}{s}$		Recipiente	x		
						Punto de fuga	x		
<b>Tipo de Fuga</b>				<b>Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente</b>					
Orificio	Rotura total	Liberación de Válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro	Tierra Seca	Tierra Húmeda	Concreto	Otro	
X							x		
<b>Características orificio de fuga</b>			<b>Punto de fuga</b>			<b>Dique</b>			
Diámetro	Área	Coefficiente de pérdida del orificio	Elevación del punto de liberación	Altura Hidráulica	Área del dique				
2"	0.00203 m <sup>2</sup>	NA	3 m	NA	NA				
<b>Dirección de la fuga</b>						<b>Tipo de Liberación</b>			
Vertical	Horizontal	Hacia Abajo	Golpea Contra	Inclinada	Grados	Continua	Masiva		
	x	x				x			
<b>Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)</b>			<b>Inventario Fugado</b>			<b>Tasa de liberación</b>			
60 minuto			ND			ND			
<b>Condiciones atmosféricas</b>									
<b>Estabilidad Atmosférica</b>				F					
<b>Temperatura Atmosférica</b>				39 °C					
<b>Presión Atmosférica</b>				ND					
<b>Porcentaje de humedad relativa</b>				59%					
<b>Direcciones dominantes y velocidad del viento</b>				Este					
<b>Tipo de suelo</b>				Concreto Hidráulico					
<b>Simulación del programa ALOHA, escenario 1</b>									
<p>SITE DATA:</p> <p>Location: SALINAS VICTORIA, SALINAS VICTORIA</p> <p>Building Air Exchanges Per Hour: 0.70 (unsheltered single storied)</p> <p>Time: July 23, 2021 1333 hours ST (using computer's clock)</p> <p>CHEMICAL DATA:</p> <p>Chemical Name: N-OCTANE</p> <p>CAS Number: 111-65-9 Molecular Weight: 114.23 g/mol</p> <p>PAC-1: 230 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm</p> <p>IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm</p> <p>Ambient Boiling Point: 123.7° C</p> <p>Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.0050 atm</p> <p>Ambient Saturation Concentration: 5,327 ppm or 0.53%</p> <p>ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)</p> <p>Wind: 3.333 meters/second from ESE at 10 meters</p> <p>Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths</p> <p>Air Temperature: 39° F Stability Class: C</p> <p>No Inversion Height Relative Humidity: 59%</p> <p>SOURCE STRENGTH:</p> <p>Leak from hole in vertical cylindrical tank</p> <p>Flammable chemical is burning as it escapes from tank</p> <p>Tank Diameter: 4 meters Tank Length: 7.96 meters</p> <p>Tank Volume: 100 cubic meters</p> <p>Tank contains liquid Internal Temperature: 39° F</p> <p>Chemical Mass in Tank: 64,768 kilograms</p> <p>Tank is 90% full</p> <p>Circular Opening Diameter: 2 inches</p> <p>Opening is 1.99 meters from tank bottom</p> <p>Max Puddle Diameter: Unknown</p>									

Max Flame Length: 11 meters  
 Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  
 Max Burn Rate: 89.6 kilograms/min  
 Total Amount Burned: 5,322 kilograms  
 Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.  
 The puddle spread to a diameter of 4.9 meters.  
 THREAT ZONE:  
 Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire  
 Red : 16 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)  
 Orange: 21 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)  
 Yellow: 30 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

**Tabla 26. Diámetros de afectación del escenario 2 Flamabilidad**

Modelo	Radiación Térmica		
	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
Charco de fuego (Poolfire)	Kw/m <sup>3</sup>		
	10	5.0	2.0
	16 metros	21 metros	30 metros

### 14.12 Escenario 3 modelados con ALOHA

Incendio por derrame de Diesel a causa de una mal conexión en el brazo en la sección de descarga generándose un charco de 4 metros de diámetro y 4.9 metros cúbicos de Diesel. El Diesel no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. El programa ALOHA no marca ningún radio de afectación por explosión, de la misma forma no se genera ningún escenario por toxicidad.

#### **Escenario 3 modelado flamabilidad con ALOHA**

Datos Generales								
Elaboró	GUILLERMO OSUNA		Fecha	26/07/2021		Software de Simulación	ALOHA	
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparto Salinas Victoria							
Datos del Escenario								
Clave	ESC 3		Tipo de caso			Región de Riesgo del Caso Alterno		
Descripción	Incendio por derrame de Diesel en las descargaderas generándose un charco de 4 metros de diámetro y 4.9 metros cúbicos de Diesel. El Diesel no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable.		Peor	Más Probable	Caso Alterno	No tolerable	ALARP	Tolerable
				X		NA		
Modelos empleados en la simulación								
Dardo de fuego	BLEVE	Charco de Fuego	Flamazo de nube de vapor	Exposición de nube de vapor		Explosión Física de recipiente de alta presión	Nube Tóxica	
				Confinada	No Confinada			
		X						
Sustancias Involucradas								
Nombre de la sustancia		Gasolina						
Composición				Propiedades				

Nombre del Componente	Peso Mol	% Peso	% Volumen	LFL	UFL	IDLH	TLV	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Presión de vapor		
Octano	114.23	-	-	ND	ND	1000	ND	703	0.039		
<b>Condiciones de Confinamiento</b>											
<b>Tipo de recipiente</b>						<b>4 m de diámetro</b>					
Cilindro		Esfera		Tubería						Otro:	
Charco											
Altura	Diámetro	Diámetro	Longitud	Diámetro	Dimensiones						
<b>Condiciones de operación</b>						<b>Estado Físico</b>					
Presión		Temperatura		Flujo			Líquido	Vapor	Líquido/ Vapor		
ND		39		ND		Recipiente	x				
						Punto de fuga	x				
<b>Tipo de Fuga</b>					<b>Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente</b>						
Orificio	Rotura total	Liberación de Válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro	Tierra Seca	Tierra Húmeda	Concreto	Otro			
X							x				
<b>Características orificio de fuga</b>				<b>Punto de fuga</b>			<b>Dique</b>				
Diámetro	Área	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación		Altura Hidráulica	Área del dique				
NA	ND	NA		3 m		NA	NA				
<b>Dirección de la fuga</b>						<b>Tipo de Liberación</b>					
Vertical	Horizontal	Hacia Abajo	Golpea Contra	Inclinada	Grados	Continua		Masiva			
	X	X				x					
<b>Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)</b>				<b>Inventario Fugado</b>			<b>Tasa de liberación</b>				
60 minuto				ND			ND				
<b>Condiciones atmosféricas</b>											
<b>Estabilidad Atmosférica</b>					F						
<b>Temperatura Atmosférica</b>					39 °C						
<b>Presión Atmosférica</b>					ND						
<b>Porcentaje de humedad relativa</b>					59%						
<b>Direcciones dominantes y velocidad del viento</b>					Este						
<b>Tipo de suelo</b>					Concreto Hidráulico						
<b>Simulación del programa ALOHA, escenario 1</b>											
<p>SITE DATA:  Location: SALINAS-VICTORIA, NUEVO LEÓN  Building Air Exchanges Per Hour: 0.73 (unsheltered single storied)  Time: July 23, 2021 1159 hours ST (using computer's clock)</p> <p>CHEMICAL DATA:  Chemical Name: N-OCTANE  CAS Number: 111-65-9 Molecular Weight: 114.23 g/mol  PAC-1: 230 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm  IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm  Ambient Boiling Point: 123.7° C  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.039 atm  Ambient Saturation Concentration: 41,102 ppm or 4.11%</p> <p>ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)  Wind: 3.333 meters/second from ESE at 10 meters  Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths  Air Temperature: 39° C Stability Class: C  No Inversion Height Relative Humidity: 59%</p> <p>SOURCE STRENGTH:  Burning Puddle / Pool Fire  Puddle Diameter: 4 meters Puddle Volume: 4.9 cubic meters  Initial Puddle Temperature: Air temperature</p>											

Flame Length: 11 meters Burn Duration: 50 minutes  
 Burn Rate: 67.4 kilograms/min  
 Total Amount Burned: 3,387 kilograms  
 THREAT ZONE:  
 Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire  
 Red : 13 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)  
 Orange: 17 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)  
 Yellow: 25 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

**Tabla 27. Diámetros de afectación del escenario 3 Flamabilidad**

Radiación Térmica			
Modelo	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
Charco de fuego (Poolfire)	Kw/m <sup>3</sup>		
	10	5.0	2.0
	13 metros	17 metros	25 metros

### 14.13 Escenario 4 modelado toxicidad con ALOHA

Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 100,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique

Datos Generales											
Elaboró	GUILLERMO OSUNA		Fecha	26/07/2021		Software de Simulación	ALOHA				
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparto Salinas Victoria										
Datos del Escenario											
Clave	ESC 1		Tipo de caso			Región de Riesgo del Caso Alterno					
Descripción	Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 100,000 litros de capacidad.		Peor	Más Probable	Caso Alterno	No tolerable	ALARP	Tolerable			
				x		NA					
Modelos empleados en la simulación											
Dardo de fuego	BLEVE	Charco de Fuego	Flamazo de nube de vapor	Exposición de nube de vapor		Explosión Física de recipiente de alta presión	Nube Tóxica				
				Confinada	No Confinada						
							X				
Sustancias Involucradas											
Nombre de la sustancia		Gasolina									
Composición				Propiedades							
Nombre del Componente	Peso Mol	% Peso	% Volumen	LFL	UFL	IDLH	TLV	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Presión de vapor		
Octano	114.23	-	-	ND	ND	1000	ND	703	0.039		
Condiciones de Confinamiento											
Tipo de recipiente					3.8 m de diámetro x 9.15 m de largo						
Cilindro		Esfera		Tubería						Otro:	
Cilindro											
Altura	Diámetro	Diámetro	Longitud	Diámetro o						Dimensiones	
Condiciones de operación					Estado Físico						

Presión		Temperatura			Flujo			Líquido	Vapor	Líquido/ Vapor	
ND		39			0.0087 $\frac{m^3}{s}$		Recipiente	x			
							Punto de fuga	x			
Tipo de Fuga					Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente						
Orificio	Rotura total	Liberación de Válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro	Tierra Seca	Tierra Húmeda	Concreto	Otro			
X							x				
Características orificio de fuga				Punto de fuga			Dique				
Diámetro	Área	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación		Altura Hidráulica	Área del dique				
2"	0.00203 m <sup>2</sup>	NA		0.95 m		NA	NA				
Dirección de la fuga						Tipo de Liberación					
Vertical	Horizontal	Hacia Abajo	Golpea Contra	Inclinada	Grados	Continua		Masiva			
	x	X				x					
Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)				Inventario Fugado			Tasa de liberación				
60 minuto				ND			ND				
Condiciones atmosféricas											
Estabilidad Atmosférica						F					
Temperatura Atmosférica						39 °C					
Presión Atmosférica						ND					
Porcentaje de humedad relativa						59%					
Direcciones dominantes y velocidad del viento						Este					
Tipo de suelo						Concreto Hidráulico					
Simulación del programa ALOHA, escenario 1											
<p>SITE DATA:  Location: SALINAS-VICTORIA, NUEVO LEÓN  Building Air Exchanges Per Hour: 0.71 (unsheltered single storied)  Time: August 26, 2021 1420 hours ST (using computer's clock)</p> <p>CHEMICAL DATA:  Chemical Name: N-OCTANE  CAS Number: 111-65-9 Molecular Weight: 114.23 g/mol  PAC-1: 230 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm  IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm  Ambient Boiling Point: 123.7° C  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.039 atm  Ambient Saturation Concentration: 41,102 ppm or 4.11%</p> <p>ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)  Wind: 3.33 meters/second from ESE at 10 meters  Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths  Air Temperature: 39° C Stability Class: D  No Inversion Height Relative Humidity: 59%</p> <p>SOURCE STRENGTH:  Leak from hole in horizontal cylindrical tank  Flammable chemical escaping from tank (not burning)  Tank Diameter: 3.8 meters Tank Length: 9.15 meters  Tank Volume: 104 cubic meters  Tank contains liquid Internal Temperature: 39° C  Chemical Mass in Tank: 67.2 tons Tank is 85% full  Circular Opening Diameter: 2 inches  Opening is 0.95 meters from tank bottom  Ground Type: Concrete  Ground Temperature: equal to ambient  Max Puddle Diameter: Unknown  Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  Max Average Sustained Release Rate: 43.2 kilograms/min</p>											

(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 1,625 kilograms

Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.

The puddle spread to a diameter of 37 meters.

THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas

Red : LOC was never exceeded --- (5000 ppm = PAC-3)

Orange: 107 meters --- (385 ppm = PAC-2)

Yellow: 151 meters --- (230 ppm = PAC-1)

**Tabla 28 Diámetros de afectación del escenario 4 Toxicidad**

Toxicidad			
Modelo	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
Nube Tóxica (evaporating puddle)	Ppm		
	5000	385	230
	-- metros	107 metros	151 metros

### 14.14 Escenario 4 modelado flamabilidad con ALOHA

Datos Generales									
Elaboró	GUILLERMO OSUNA		Fecha	26/07/2021		Software de Simulación	ALOHA		
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparto Salinas Victoria								
Datos del Escenario									
Clave	ESC 1		Tipo de caso			Región de Riesgo del Caso Alterno			
Descripción	Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 100,000 litros de capacidad.		Peor	Más Probable	Caso Alterno	No tolerable	ALARP	Tolerable	
				x		NA			
Modelos empleados en la simulación									
Dardo de fuego	BLEVE	Charco de Fuego	Flamazo de nube de vapor	Exposición de nube de vapor		Explosión Física de recipiente de alta presión	Nube Tóxica		
		x		Confinada	No Confinada				
Sustancias Involucradas									
Nombre de la sustancia		Gasolina							
Composición					Propiedades				
Nombre del Componente	Peso Mol	% Peso	% Volumen	LFL	UFL	IDLH	TLV	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Presión de vapor
Octano	114.23	-	-	ND	ND	1000	ND	703	0.039
Condiciones de Confinamiento									
Tipo de recipiente						3.8 m de diámetro x 9.15 m de largo			
Cilindro		Esfera	Tubería		Otro:				
Cilindro									
Altura	Diámetro	Diámetro	Longitud	Diámetro o	Dimensiones				
Condiciones de operación						Estado Físico			
Presión		Temperatura		Flujo			Líquido	Vapor	Líquido/Vapor
ND		39				Recipiente	x		

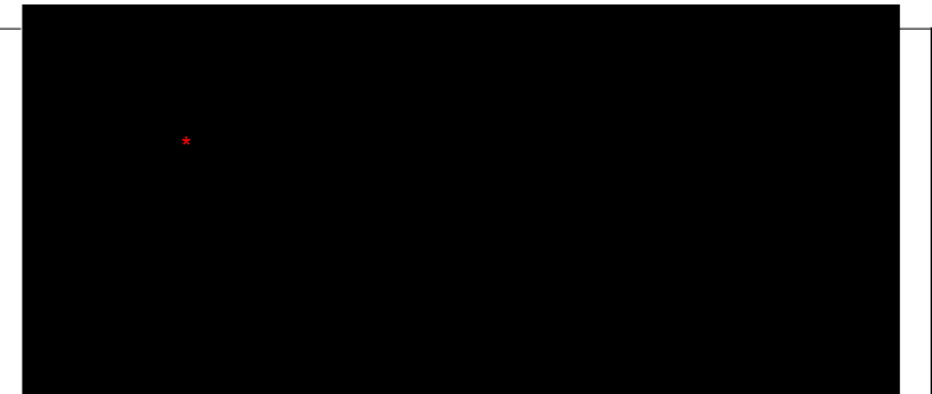
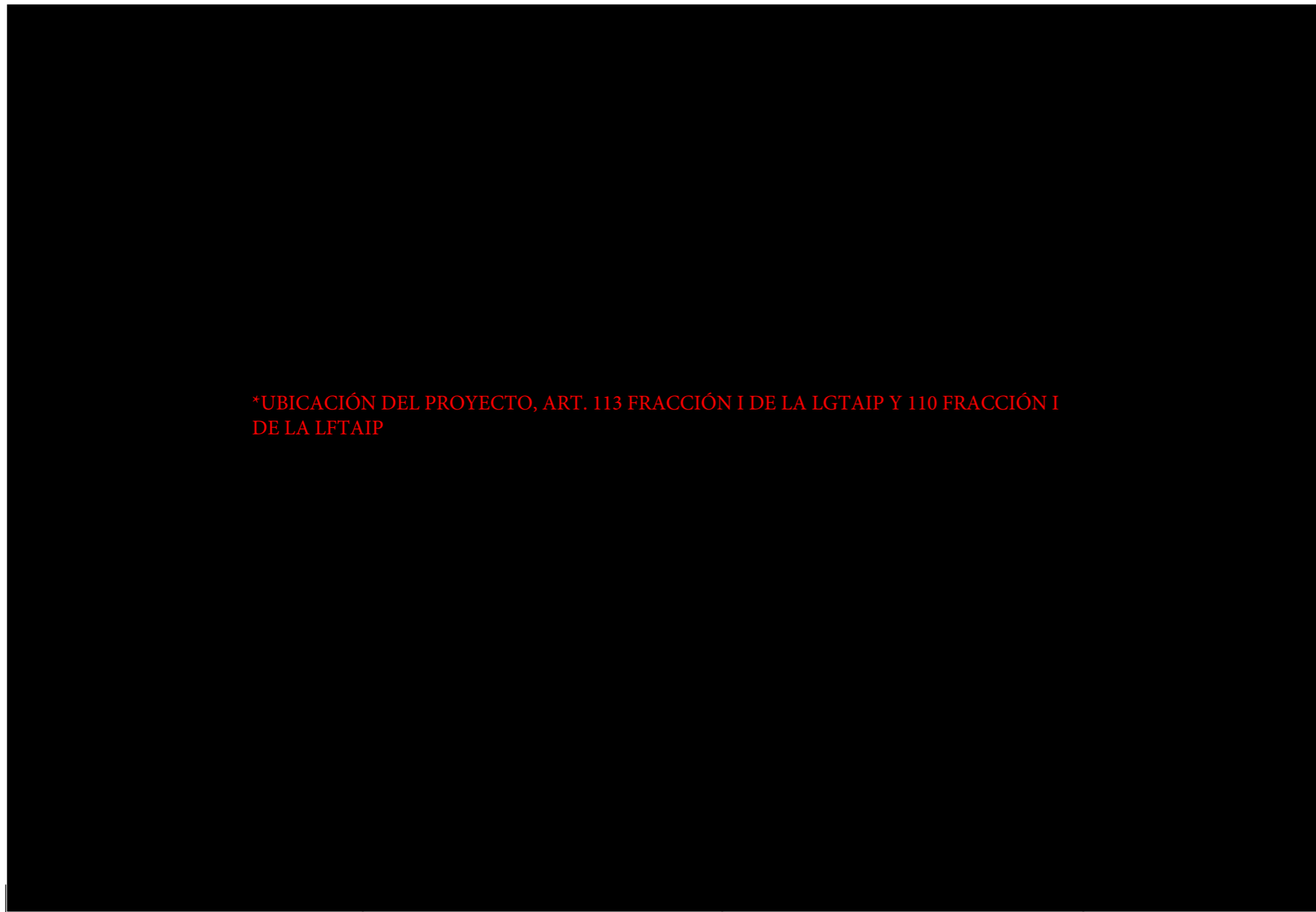
					0.0087 $\frac{m^3}{s}$		Punto de fuga	x		
<b>Tipo de Fuga</b>					<b>Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente</b>					
Orificio	Rotura total	Liberación de Válvula de alivio	Cizalla de tubería	Otro	Tierra Seca	Tierra Húmeda	Concreto	Otro		
X							x			
<b>Características orificio de fuga</b>				<b>Punto de fuga</b>			<b>Dique</b>			
Diámetro	Área	Coeficiente de pérdida del orificio		Elevación del punto de liberación		Altura Hidráulica	Área del dique			
2"	0.00203 m <sup>2</sup>	NA		0.95 m		NA	NA			
<b>Dirección de la fuga</b>						<b>Tipo de Liberación</b>				
Vertical	Horizontal	Hacia Abajo	Golpea Contra	Inclinada	Grados	Continua	Masiva			
	x	X				x				
<b>Tiempo estimado de liberación (desde que se presenta la fuga hasta que deja de emitir debido a una acción de control o bien al agotamiento del inventario) (s)</b>			<b>Inventario Fugado</b>				<b>Tasa de liberación</b>			
60 minuto			ND				ND			
<b>Condiciones atmosféricas</b>										
<b>Estabilidad Atmosférica</b>					F					
<b>Temperatura Atmosférica</b>					39 °C					
<b>Presión Atmosférica</b>					ND					
<b>Porcentaje de humedad relativa</b>					59%					
<b>Direcciones dominantes y velocidad del viento</b>					Este					
<b>Tipo de suelo</b>					Concreto Hidráulico					
<b>Simulación del programa ALOHA, escenario 1</b>										
<p>SITE DATA:  Location: SALINAS-VICTORIA, NUEVO LEÓN  Building Air Exchanges Per Hour: 0.71 (unsheltered single storied)  Time: August 26, 2021 1420 hours ST (using computer's clock)</p> <p>CHEMICAL DATA:  Chemical Name: N-OCTANE  CAS Number: 111-65-9 Molecular Weight: 114.23 g/mol  PAC-1: 230 ppm PAC-2: 385 ppm PAC-3: 5000 ppm  IDLH: 1000 ppm LEL: 9600 ppm UEL: 65000 ppm  Ambient Boiling Point: 123.7° C  Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.039 atm  Ambient Saturation Concentration: 41,102 ppm or 4.11%</p> <p>ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)  Wind: 3.33 meters/second from ESE at 10 meters  Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths  Air Temperature: 39° C Stability Class: D  No Inversion Height Relative Humidity: 59%</p> <p>SOURCE STRENGTH:  Leak from hole in horizontal cylindrical tank  Flammable chemical is burning as it escapes from tank  Tank Diameter: 3.8 meters Tank Length: 9.15 meters  Tank Volume: 104 cubic meters  Tank contains liquid Internal Temperature: 39° C  Chemical Mass in Tank: 67.2 tons Tank is 85% full  Circular Opening Diameter: 2 inches  Opening is 0.95 meters from tank bottom  Max Puddle Diameter: Unknown  Max Flame Length: 12 meters  Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour  Max Burn Rate: 87.8 kilograms/min  Total Amount Burned: 5,226 kilograms  Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.  The puddle spread to a diameter of 4.6 meters.</p> <p>THREAT ZONE:</p>										

Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire  
 Red : 14 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)  
 Orange: 19 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)  
 Yellow: 28 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)

**Tabla 29 Diámetros de afectación del escenario 4 Flamabilidad**

Radiación Térmica			
Modelo	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
	Kw/m <sup>3</sup>		
Charco de fuego (Poolfire)	<b>10</b>	<b>5.0</b>	<b>2.0</b>
	14 metros	19 metros	28 metros

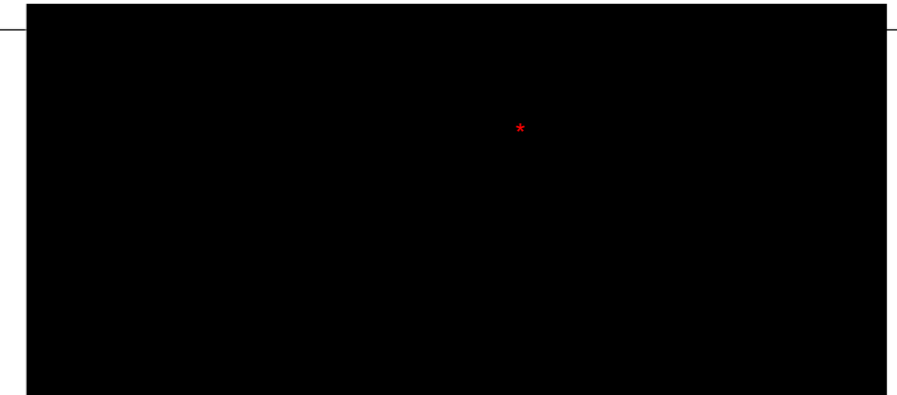
14.14.1 Escenario 1 Derrame de diesel por ruptura en tanque en la sección de almacenamiento "Toxicidad"



Radios potenciales de afectación por radiación térmica			
Niveles de toxicidad		Distancia	
230 ppm		Zona de amortiguamiento	58 metros
385 ppm		Zona de alto riesgo	-- metros
5000 ppm		Zona de alto riesgo a equipos	-- metros
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparo Salinas Victoria		
Nodo o sistema: Almacenamiento de Diesel	Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 150,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique		
No. de escenario: Escenario 1			
		Clave o número del plano	
		ESC-1	

14.14.2 Escenario 1 Derrame de diesel por ruptura en tanque en la sección de almacenamiento "Flamabilidad"

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



Radios potenciales de afectación por radiación térmica			
Niveles de radiación térmica		Distancia	
2 kW/m <sup>2</sup>		Zona de amortiguamiento	28 metros
5.0 kW/m <sup>2</sup>		Zona de alto riesgo	19 metros
10 kW/m <sup>2</sup>		Zona de alto riesgo a equipos	14 metros
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparo Salinas Victoria		
Nodo o sistema: Almacenamiento de Diésel	Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 150,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique .		
No. de escenario: Escenario 1			
		Clave o número del plano	
		ESC-1	

CONCLUSION ESCENARIO 1: Dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos. La distancia entre tanques es de 14 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 10 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos.

14.14.3 Escenario 2 Derrame de diesel por ruptura en tanque en la sección de almacenamiento "Flamabilidad"

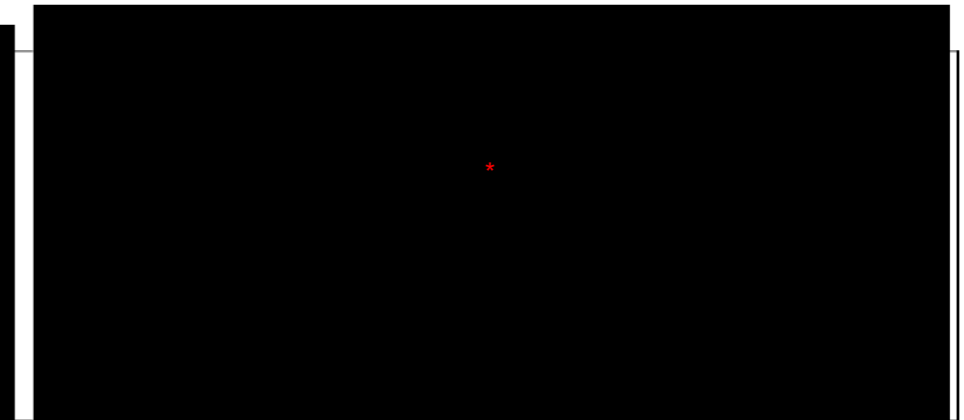
\*UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Radios potenciales de afectación por radiación térmica			
Niveles de radiación térmica		Distancia	
2 kW/m <sup>2</sup>		Zona de amortiguamiento	30 metros
5.0 kW/m <sup>2</sup>		Zona de alto riesgo	21 metros
10 kW/m <sup>2</sup>		Zona de alto riesgo a equipos	16 metros
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparo Salinas Victoria		
Nodo o sistema: Almacenamiento de Diésel	Fuga accidental de Diésel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 100,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique. El programa ALOHA no marca ningún radio de afectación por explosión, de la misma forma no se genera ningún escenario por toxicidad.		
No. de escenario: Escenario 2			
Ítem	Clave o número del plano		
	ESC-2		

CONCLUSIÓN ESCENARIO 2. Dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se veía afectada la zona de residuos peligroso cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos. La distancia entre tanques es de 16 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 10 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos.

14.14.4 Escenario 3 Derrame de diésel a causa de una mal conexión en la sección de descarga "Flamabilidad"

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



Radios potenciales de afectación por radiación térmica			
Niveles de radiación térmica		Distancia	
2 kW/m <sup>2</sup>		Zona de amortiguamiento	25 metros
5.0 kW/m <sup>2</sup>		Zona de alto riesgo	17 metros
10 kW/m <sup>2</sup>		Zona de alto riesgo a equipos	13 metros
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparo Salinas Victoria		
Nodo o sistema: Descarga de Diésel	Incendio por derrame de Diésel a causa de una mal conexión en el brazo en las descargaderas generándose un charco de 4 metros de diámetro y 4.9 metros cúbicos de Diesel. El Diesel no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. El programa ALOHA no marca ningún radio de afectación por explosión, de la misma forma no se genera ningún escenario por toxicidad.		
No. de escenario: Escenario 3			
		Clave o número del plano	
		ESC-3	

**CONCLUSIÓN ESCENARIO 3.** Dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos y auto-tanques que se encuentre en servicio de descarga y carga respectivamente. La distancia entre tanques es de 13 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 10 kW lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos.

14.14.5 Escenario 4 Derrame de diésel por ruptura en tanque en la sección de almacenamiento "Toxicidad"

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

Radios potenciales de afectación por radiación térmica			
Niveles de radiación térmica		Distancia	
230 ppm		Zona de amortiguamiento	151 metros
385 ppm		Zona de alto riesgo	107 metros
5000 ppm		Zona de alto riesgo a equipos	0 metros
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparo Salinas Victoria		
Nodo o sistema: Descarga de Diésel	Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 100,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique.		
No. de escenario: Escenario 4			
		Clave o número del plano	
		ESC-4	

**CONCLUSION ESCENARIO 4:** Dentro de la zona de afectación por toxicidad, se vería afectada la zona de las islas de carga y la vialidad cercana principalmente. El radio de afectación es de 107 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una toxicidad de 385 ppm lo cual podría afectar al personal operativo y a los autos en circulación a la vialidad cercana.

14.14.6 Escenario 4 Derrame de diésel por ruptura en tanque en la sección de almacenamiento "Flamabilidad"

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

Radios potenciales de afectación por radiación térmica			
Niveles de radiación térmica		Distancia	
2 kW/m <sup>2</sup>		Zona de amortiguamiento	28 metros
5.0 kW/m <sup>2</sup>		Zona de alto riesgo	19 metros
10 kW/m <sup>2</sup>		Zona de alto riesgo a equipos	14 metros
Proyecto	Terminal de almacenamiento y reparo Salinas Victoria		
Nodo o sistema: Descarga de Diésel	Fuga accidental de Diesel a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a la corrosión en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 100,000 litros de capacidad, liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique		
No. de escenario: Escenario 4			
		Clave o número del plano	
		ESC-4	

**CONCLUSION ESCENARIO 4:** Dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, la propiedad privada cercana, también afectaría a los tanques contiguos y auto-tanques que se encuentre en servicio de descarga y carga respectivamente. El radio de afectación es de 14 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 10 kW lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos y la propiedad privada cercana.

## 14.15 Interacciones de riesgo

Después de hacer un análisis de todos los escenarios podemos concluir que, si se tendrán interacción de riesgos con equipos dentro de la instalación, únicamente el escenario 1 y 2 salen de la instalación, pero sin consecuencias para alguna zona habitacional cercana, el escenario 4 afectaría a una edificación cercana. A continuación, se describen cada una de estas interacciones de riesgo por cada nodo.

**Interacción escenario 1:** Dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente que se refiere a los tanques horizontales. También podría generarse un daño a parte de la planta, tanques de almacenamiento y parte de la vialidad.

**Interacción escenario 2:** Dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la zona de residuos peligrosos cercana principalmente y autotanques contiguos.

La distancia entre tanques es de 16 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 10 kW lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos

**Interacción escenario 3:** Dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los auto tanques contiguos. En conclusión, podemos decir que ninguno de los escenarios antes previstos sobrepasará las instalaciones, ninguno afectara directamente a las poblaciones cercanas y todos cuentan con medidas preventivas y de sistemas de emergencia para que no se generen en la vida útil del proyecto Terminal de Almacenamiento y Salinas Victoria.

**Interacción escenario 4:** Dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los auto tanques contiguos y aun propiedad privada cercana. En conclusión, podemos decir que solo el escenario 4 de los escenarios antes previstos sobrepasará las instalaciones, y afectará directamente a una edificación cercana.

Para evitar el escenario 4 se deben de aplicar todas las medidas preventivas y contar con un sistema de emergencia para que no se generen en la vida útil del proyecto Terminal de Almacenamiento y Salinas Victoria.

A continuación, se muestra la imagen de todos los rangos de afectación

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

Con base a lo observado podemos decir que no excede el límite de radio de los 500m, aunado a esto la terminal de almacenamiento contara con todas las medidas necesarias para salvaguardar las áreas colindantes

### 14.16 Efectos sobre el Sistema Ambiental

Después de analizar todos los escenarios y las interacciones de estos riesgos con equipo e instalaciones cercanas podemos describir los efectos directos que se tendría sobre el medio ambiente, los escenarios no sobrepasan los límites del Proyecto sin embargo en el caso de una pool fire (incendio) los efectos serian:

- Contaminación del aire por los gases producidos por la reacción de combustión de los hidrocarburos formados, principalmente, por Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de Carbono, vapor de agua, Hidrógeno, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno y Plomo, dichos gases se consideran contaminantes ya que son parte de la problemática de efecto invernadero, además de causar lluvia acida la cual es un factor de riesgo para la vida acuática, las plantas y los seres humanos.
- En caso de un incendio con las consecuencias arriba mencionadas podría verse afectado por lluvia acida la zona de cultivos que se encuentra rodeando al proyecto el mayor efecto se deriva de bajar o terminar con la vida de los microorganismos fijadores de nitrógeno además empobrecimiento de ciertos nutrientes esenciales por lo que las plantas y árboles no disponen de estos y se hacen más vulnerables a las plagas.

- Efectos sobre la salud de las personas, los contaminantes del aire, como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, pueden causar enfermedades respiratorias, como el asma o la bronquitis crónica.

Sin embargo, como se ha mencionado existen medidas de seguridad y preventivas para evitar este tipo de eventualidades y así evitar daños al medio ambiente, instalación y personal, además de que en la instalación se contara con un sistema de recuperación de vapores, de extinción de incendios, de contención de derrames y trampas para hidrocarburos.

**SISTEMA DE PROTECCION AMBIENTAL** Se considera en el diseño la prevención de derrame de producto y la prevención de que dicho derrame de producto alcance el medio ambiente local en apego a lo establecido en la norma de ordenamiento ecológico e impacto ambiental NOM-117-SEMARNAT-2006, así como la norma de especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental NOM-086-SEMARNAT-SENERSCFI-2005, esto mediante la construcción de diques en área de tanques de almacenamiento, sardineles en casa de bombas, y una red de drenaje aceitoso que cubre la totalidad de las áreas operativas.

#### Aire

Considerando como impactos prioritarios la emisión de partículas, gases de combustión, ruido debido a la etapa de preparación de sitio, particularmente por el despalme del área donde se efectuarán las obras que comprende el desarrollo del proyecto, se consideran las siguientes medidas: Gases de Combustión. Se tendrá especial cuidado para que los vehículos y maquinaria a contratar observen en tiempo y forma los programas de verificación vehicular que se encuentren vigentes, antes y durante la ejecución de las obras. Se evaluarán los niveles de emisión de contaminantes y se efectuarán las actividades correctivas en las unidades que no cumplan con la normativa, tal y como lo establece el artículo 28 del Reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación de la atmosfera y la siguientes Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT, NOM-043-SEMARNAT, NOM-044-SEMARNAT.

#### Agua.

Se diseñarán las instalaciones para drenar agua contaminada de áreas de potencial derrame de hidrocarburo mediante una ruta controlada por medio de una red segregada de drenaje hacia una planta de tratamiento de aguas residuales como parte de este proyecto en el área de la terminal esta estarán acorde a las normas mexicanas NOM-001-SEMARNAT, NOM-002-SEMARNAT y NOM-003- SEMARNAT vigentes, en lo que

resulten aplicables. Este sistema cumplirá con todas las regulaciones y especificaciones bajo el manual producido por API: "Manual of disposal of refinery waste API". La teoría de separación del sistema se basa en la velocidad de ascensión de los glóbulos de aceite (velocidad vertical) y su relación con la velocidad de carga superficial del separador. Esto determina con seguridad que las partículas de aceite serán suspendidas en la parte superior para su remoción. Es importante hacer notar que cualquier agua a ser descargada por el separador, será certificada mediante pruebas de laboratorio internas para asegurar que esta contiene menos de las ppm de producto contaminante de acuerdo a las Normas Mexicanas. Suelo, subsuelo y mantos acuíferos. Como acción preventiva, durante la etapa de preparación del sitio, en la actividad conocida como el despalme y nivelación, se recuperará la capa de materia orgánica y el horizonte de suelo con materia orgánica en proceso de degradación, para su aprovechamiento en las zonas de amortiguamiento para la regeneración de suelo, que mejore las características edafológicas del área, con la finalidad de garantizar un mejor crecimiento de las especies vegetales. Como medida de prevención en la etapa de construcción se cuidará el manejo de los cementantes, los cuales deberán resguardarse en bodegas y el personal de obra evitara el derrame accidental o irresponsable de los aglutinantes como cemento, cal, morteros, las bolsas de estos materiales deberán recolectarse y depositarse en un lugar específico para evitar su dispersión. Los residuos sólidos de acero (varilla, alambre, alambón), deberán ser recolectados y enviados a un área de acopio para su reutilización o en su caso serán confinados para su traslado a los sitios que determinen las autoridades municipales, los desechos de madera para cimbra que ya no sea útil para la actividad constructiva, se recolectara y enviara al área de acopio de residuos de obra para su disposición final. Los materiales de desecho producto de los trabajos realizados con morteros y concretos serán recolectados permanentemente durante el tiempo que dure la obra hasta su limpieza y entrega de obra, estos desechos sólidos serán confinados para su traslado a los sitios que determinen la autoridades municipales, cumpliendo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

#### **14.17 Recomendaciones Técnico – Operativas**

Con la finalidad de realizar una caracterización de las recomendaciones se le asoció la magnitud de riesgo calculado para cada una de las desviaciones, resultado de la ponderación realizada con el grupo multidisciplinario y se le clasifica de acuerdo con dicho resultado, la mayoría de las recomendaciones se clasificaron para las desviaciones con Riesgo tipo C (Riesgo Aceptable con Controles) sin embargo también se identificaron riesgos tipo B (Riesgo indeseable) de acuerdo con su magnitud de

riesgo, cabe mencionar que el análisis se realizó considerando que las salvaguardas fallan y estas recomendaciones servían de soporte al sistema y disminuir la probabilidad de que ocurriese un evento no deseado.

- Confirmar el correcto funcionamiento del sistema de tuberías, hay que confirmar que las bombas seleccionadas y la tubería no sobrepasen la presión de diseño.
- Considerar válvula de expansión térmica donde se requiera.
- Elaborar procedimiento De operación por recibo de autotanke, carrotanke y Poliducto.
- Tener un grupo de vigilancia las 24 horas dentro y fuera de la terminal.
- Implementar un programa de operación, inspección y mantenimiento a tuberías, válvulas y equipos.
- Considerar la instalación de un dispositivo para prevenir sobrepresión PSV.
- Considerar testigos de corrosión.
- Señales y bolardos.
- Sistema de paro de emergencia manual.
- Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos.
- Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo con el Proveedor.
- Considerar indicador de nivel local.
- Proveer de capacitación y procedimientos de Operación al personal para que realice el paro de Bombas que aplique o para que opere (abra o cierre) las válvulas necesarias.
- Implementar un Programa de mantenimiento del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento.
- Implementar un Programa de mantenimiento del sistema de pararrayos en cada tanque de Almacenamiento.
- Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y vigilancia del operador.
- Aplicar programa de Inspección y mantenimiento a tanques de Almacenamiento.
- Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el API 650.
- Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años.
- Verificar que la presión de shut down de las bombas no exceda la presión de diseño de las tuberías.
- Verificar que la alarma de baja presión funcione durante todo el proceso.
- Verificar que el paro de emergencia se encuentre instalado corriente arriba del medidor.
- Verificar que la bomba de relevo cumpla con características similares a la bomba principal.
- Verificar que los sellos de la bomba se encuentren en óptimas condiciones de operación antes de comenzar actividades.
- Procedimiento del acceso de autotanques, deberá de contemplar que los autotanques lleguen vacíos.
- Aplicar el procedimiento De verificación para el Control de acceso de Autotanques.
- Aplicar el procedimiento De verificación para el Control de acceso de Carrotanques.
- Supervisión por parte del personal de seguridad de la Terminal.
- Aplicar lista de Verificación de puntos de conexión / desconexión Antes y después del bombeo (inspección visual).

- Proveer de capacitación En procedimientos de Operación en la conexión y Desconexión de auto Tanque y Carro Tanques antes de iniciar el bombeo hacia tanques de almacenamiento (inspección de rutina).
- Verificar durante el Desarrollo de la ingeniería de detalle que la presión de Diseño de los equipos no es Mayor a presión de flujo Cero de la bomba (shut-off).
- Considerar la adición de una válvula a la entrada del tanque.
- Adicionar sistema de dren (fosas) en el área de descargaderas y llenaderas.
- Adicionar arrestador de flama.
- Aplicar lista de Verificación de puntos de Conexión / desconexión Antes y después del bombeo (inspección visual).
- Proveer capacitación en procedimientos de operación en la conexión y desconexión de autotanques antes de iniciar el bombeo hacia tanques de almacenamiento.
- El proveedor del equipo (paquete de recuperación de vapores) deberá proveer el análisis de riesgos correspondiente cumpla con la normatividad en Materia ambiental y de Seguridad.
- Realizar un plan de Simulacros y programa de Capacitación de personal en materia de seguridad y respuesta a emergencias.

Otras medidas que se recomienda implementar en la Terminal para reducir la posibilidad de ocurrencia de los eventos identificados son los siguientes:

- Incluir en el Programa de Capacitación Anual lo correspondiente a la operación de recibo de producto por descargaderas y llenaderas.
- Instalar conexiones eléctricas a prueba de explosión en toda la instalación.
- Programar el cambio anual de sellos mecánicos
- Verificar la integridad de los diques de contención.
- Dar mantenimiento constante (limpieza) al drenaje aceitoso.
- Realizar constantemente simulacros de incendio al año.
- Realizar mantenimientos preventivos al sistema fijo contra incendio.
- Realizar mantenimientos preventivos al sistema móvil contra incendio (extintores).
- Desarrollar e Implementar el Manual de procedimientos para la operación, mantenimiento y seguridad.
- Desarrollar e Implementar el Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).
- Se debe tener a la mano las especificaciones de diseño, construcción, planos y datos históricos de las condiciones de operación, mantenimientos y reparaciones efectuadas al sistema, así como datos de

corrosión y de protección catódica que deben ponerse a disposición del personal operativo.

- Desarrollar e Implementar el Programa anual de operación, mantenimiento y seguridad avalado por un Tercero Autorizado.

#### **14.18 Sistemas De Seguridad**

En caso de presentar un evento de incendio y/o fuga de productos, se contará con rutas de evacuación y equipo de combate de incendio, combate de fuego directo, equipo autónomo de respiración y el equipo de protección personal, además de los procedimientos especiales en caso de emergencia que serán descritos en el Programa de Prevención de Accidentes.

Los Sistemas de Seguridad y Contra incendio para la Terminal de Almacenamiento se basa y cumple con la Norma Oficial Mexicana de Emergencia: NOM-006-ASEA-2017, “Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre- Arranque, Operación, Mantenimiento, Cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos y Petróleo, excepto para Gas Licuado de Petróleo” y con los estándares de la NFPA (National Fire Protection Association), que se indican en este documento.

La fuente de suministro de agua para el sistema contra incendio de la planta estará conformada por dos tanques los cuales se ubicarán estratégicamente y estarán diseñados con una capacidad de almacenamiento para satisfacer el combate de incendio en el área de mayor consumo durante un tiempo definido por el estándar NFPA.

El sistema de agua contra incendio en el Terminal de Almacenamiento y Reparto SALINAS VICTORIA estará conformado por dos (2) tanques de almacenamiento de agua, con una capacidad nominal mínima de 3600 m<sup>3</sup> c/u para el suministro de agua a la red de distribución del sistema contra incendio por un tiempo de dos (2) horas para el escenario de incendio más crítico (mayor demanda de agua) en los terminales que es 6356,7 m<sup>3</sup>. Los tanques serán techo fijo cónico atmosférico.

Los requerimientos de agua para formación de espuma se determinarán en función de la utilización de una solución agua-concentrado de espuma al 3% (97% agua - 3% concentrado de espuma). El concentrado de espuma será AFFF al 3% En el diseño del sistema de espuma, se deberá considerar las facilidades para el lavado con agua dulce después de usar el sistema. La pendiente no debe ser menor del uno por ciento (1%) en las tuberías hacia el punto de

drenaje. Los accesorios serán de acero al carbono y adecuados para la presión de trabajo del sistema.

Se deberá asegurar que la presión disponible en cada uno de los dispositivos, bajo las condiciones de flujo requerido, correspondan a los requerimientos indicados por el fabricante del equipo.

El Sistema de Bombeo de Agua Contra Incendio deberá estar conformado por los componentes mínimos requeridos en el Código NFPA 20 “Centrifugal Fire Pumps”, que son:

El sistema de bombeo de agua contra incendio cumplirá con los lineamientos establecidos en la norma NFPA 20

- Bombas contra incendio con sus respectivos motores de accionamiento.
- Manómetros ubicados en la succión y descarga de cada bomba.
- Tuberías ubicadas en la succión, descarga y accesorios.
- Válvula de alivio en la tubería de descarga de cada bomba.
- Línea de prueba con facilidad para equipo de medición de flujo para pruebas de las bombas y demás equipos descritos.
- Para el dimensionamiento del sistema de bombeo de agua, se especificó dentro de las bases y criterios de diseño un factor de sobrediseño del caudal de las bombas contra incendio de veinte por ciento (20%) considerando el consumo de agua por los monitores para enfriamiento.

La configuración del sistema de distribución de agua contra incendio consistirá en una red o malla formada por lazos cerrados alrededor de los diferentes bloques de tanques o áreas de riesgo individuales de la planta. El dimensionamiento preliminar de la red principal de tubería será definido por los cálculos hidráulicos, considerando como caudal de diseño el requerido en la sección, área o bloque de tanques con mayor demanda. Las tuberías principales de la red de agua contra incendio se instalarán en su mayoría superficialmente, de ser necesario se enterrarán únicamente en puntos críticos, tales como cruces de carreteras, calles de acceso y las áreas verdes de protección. Los ramales de la red de distribución serán enterrados en los lugares donde se determine que pueden estar sometidos a daños por incendio/explosión, en vías de acceso y deberán ser protegidos adecuadamente.

#### **14.19 Medidas Preventivas**

#### **14.19.1 Tratamiento de Aguas Aceitosas (CPI)**

El drenaje del área de carga de autotanques y del área de bombeo será direccionado hacia un sistema de separación agua-aceite, para realizar la separación primaria del aceite libre en el agua aceitosa. El sistema incluye un separador API y un CPI, diseñados para remover gotas de aceite de hasta 150 micrones. El agua aceitosa en el área de tanques y bombas será drenada hacia un cárcamo común de recolección. Este cárcamo contendrá una bomba para enviar el agua aceitosa hacia el separador API.

#### **14.19.2 Sistema de puesta a tierra**

La Terminal de Almacenamiento requiere un sistema de puesta a tierra para la seguridad del personal y las instalaciones, por lo tanto, se diseñó una red de tierra principal para la subestación eléctrica, sala de control y edificios de acuerdo con los requisitos del Estándar IEEE 80, IEEE Std 142, Norma Mexicana sección 250 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

La puesta a tierra de elementos como bastidores, escalerillas y demás equipos de telecomunicaciones, debe cumplir con lo indicado en el estándar TIA 607-C y en la norma oficial NOM-001-SEDE-2012 El calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra enterrados, que permitirán la conexión de la barra de tierra a la malla de tierra del edificio será 2 AWG

#### **14.19.4 Sistema de Control de Procesos**

El Sistema de Control de Procesos se utilizará para el control de las variables de proceso, el control secuencial y la supervisión de los equipos terminales, como válvulas y bombas; así como la supervisión de los paquetes o sistemas que conforman la terminal, como el sistema de tanques, carga de autotanques, etc.

El Sistema de Control de Procesos permitirá llevar registros históricos de los movimientos de productos, durante la Recepción, Almacenamiento y Entrega.

El sistema de control debe tener la capacidad de monitorear y controlar las variables operativas de los equipos que componen la instalación, entre las cuales se encuentran:

- a) Sistemas de Recepción de Productos;
- b) Tanques de almacenamiento;
- c) Sistemas de Entrega de Productos;
- d) Bombeo de Productos;
- e) Válvulas, y
- f) Acceso a la instalación.

El Sistema de Control de Procesos tendrá todos los dispositivos modulares asociados necesarios (módulos de procesador, unidades de fuente de alimentación, terminales de conexión, tarjetas de E/S, etc.) instalados en gabinetes del sistema y completamente cableados.

El sistema de control debe contemplar la instalación de infraestructura, instrumentos y equipos en las áreas de Recepción y Entrega de Producto por Auto-tanque.

El sistema de Control de Procesos se diseñará de acuerdo con lo requerido en la sección 8.3.13 de la norma NOM-006-ASEA-2017.

Los equipos que conforman el Sistema de Control de Procesos como son las estaciones de operación, estaciones de ingeniería, impresoras, servidores, histórico estarán interconectados mediante una red de control de procesos, redundante, de alta velocidad e integridad. El protocolo será ETHERNET TCP/IP.

Cuando se requiera la implementación de un sistema de control automatizado, éste debe proveer el procesamiento de variables digitales y analógicas provenientes de campo, así como ejecutar las siguientes funciones: elaboración de reportes, interfaz hombre-máquina, generación de alarmas y eventos.

Todos los equipos, válvulas, medidores, detectores, instrumentos de medición, instrumentos de control, transmisores de presión, Unidades de Control Local (UCL), servidores, equipos de telecomunicaciones, impresoras, controladores de planta, módulos de entrada y salida, gabinetes y otros equipos que integran el sistema de control, deben cumplir con Normas, Códigos y Estándares nacionales e internacionales referenciados en la norma NOM-006-ASEA-2017 y ser adecuados para la clasificación eléctrica del área donde serán instalados.

El Sistema de Control de Procesos debe disponer de medios para controlar el arranque y paro del equipo de bombeo de Productos para la Recepción y Entrega.

El Sistema de Control de Procesos contará con una red de puesta a tierra de todos los equipos, la cual debe de ser suficiente para soportar cualquiera de las corrientes que le puedan ser impuestas durante una falla a tierra; y, además, tendrá una baja impedancia para limitar el potencial sobre la tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de sobre corriente. La conexión a tierra será totalmente efectiva para protección del personal y del equipo, así como su eficaz apertura del circuito de protección.

El Sistema de Control de Procesos dispondrá de funciones de medición y control de las variables operativas de la instalación para la operación segura, preservando los siguientes objetivos:

- a) Monitorear y controlar (local y/o remotamente) las condiciones de operación y seguridad en el manejo de Productos, notificando alarmas operativas/seguridad y eventos relevantes;
- b) Realizar el paro ordenado de la operación de la instalación conforme a los protocolos establecidos;
- c) Monitorear la medición de las variables del proceso en la instalación;
- d) Realizar el control de operaciones de volumen de Productos, con seguridad;
- e) Proveer de los registros sobre las actividades de Recepción, almacenamiento y Entrega que se realizan en la instalación;
- f) Proveer el reporte de balance de Productos, manejados con objeto de preservar la contención y confinamiento del producto;
- g) Los tanques deben disponer de un indicador local y remoto de las variables operativas para control (nivel de Productos, nivel de agua y temperatura del Producto), y

h) Para la continuidad en el bombeo de Producto en caso de falla del sistema, se debe disponer de otros medios para el arranque y paro de la bomba.

El Sistema de Control de Procesos se comunicará, mediante la red de control de procesos con los sistemas instrumentados de seguridad (Sistema de Paro de Emergencia y Sistema de Fuego y Gas).

El Sistema de Control de Procesos se comunicará, en forma bidireccional, con sistemas de terceros mediante enlaces de comunicación y protocolo de comunicación (MODBUS, ETHERNET, etc.). Entre los sistemas de terceros se encuentran:

- Sistema de Monitoreo de Tanques (TGS)

Cada tanque tendrá un Sistema de Medición de Tanques con métodos de medición automática de nivel y temperatura para terminales basados en la medición del volumen almacenado, de acuerdo con la NOM-006-ASEA-2017. El sistema de monitoreo de tanques TGS deberá estar certificado para medición de transferencia y custodia.

Para la medición e indicación de la presión, temperatura, nivel y su transmisión, cada sistema de monitoreo de tanques deberá disponer de la siguiente instrumentación:

- Medidor de Nivel, tecnología Radar (FMCW)
- Medidor de Temperatura
- Transmisor de presión
- Indicación remota a pie de tanque.
- Concentrador de Señales del Tanque

El Concentrador de Señales del Tanque es el dispositivo que continuamente monitorea la medición de los transmisores de temperatura, presión y nivel del tanque, así como información de estatus de cada uno, la almacena en una memoria intermedia (buffer) y la transmite al sistema de monitoreo de tanques cuando es solicitada por éste. También, a través de él se alimentan cada uno de los dispositivos conectados a la red digital del tanque.

- Concentrador de Datos de Campo

El Concentrador de Datos de Campo continuamente monitorea datos medidos y calculados de uno o más tanques, provenientes de uno o más Concentradores de Señales de Tanques y luego los almacena en su memoria intermedia. Cada vez que se recibe una solicitud, el Concentrador de Datos de Campo puede inmediatamente enviar datos desde un grupo de tanques a una PC que esté ejecutando la aplicación del sistema de monitoreo de tanques.

- Unidad Maestra sistema de monitoreo de tanques

Constituido por un PC servidor de datos y un software de aplicación, proporciona al operador funciones de inventario y transferencia de custodia, configuración y servicio de sistemas de medición de tanques. Este software recopila todos los datos de medición de tanques como nivel, temperatura, interfaz de agua y presión de los dispositivos de campo provenientes de los Concentradores de Datos de Campo del sistema de medición de tanques y calcula automáticamente el volumen y la masa para tanques de transferencia de inventario y custodia. Como mínimo, las funciones que debe ejecutar la Unidad Maestra del sistema de monitoreo de tanques son:

- Datos de presión, temperatura, nivel y presión en tiempo real.

- Cálculos en línea de inventario de volumen neto y bruto y densidad usando estándares API e ISO.
- Sistema de Bombeo para Medición y Carga de Autotanques

Implementa e integra al Sistema de Control de Procesos, las variables de instrumentación y control de las Unidades de Control Local para el sistema de medición de flujo de llenado en las islas de llenado y descarga de combustibles. El sistema de medición y carga deberá estar certificado para medición de transferencia de custodia. Habrá una isla de llenado que deberá contar, como mínimo, con la siguiente instrumentación:

- Sensor y transmisor de flujo
  - Sensor y transmisor de presión
  - Sensor y transmisor de presión diferencial
  - Sensor y transmisor de densidad
  - Sensor y transmisor de temperatura
  - Válvulas de alivio de presión
  - Válvulas de control
  - Válvulas de cierre de emergencia
  - Unidad de Control Local (UCL)
- 
- Sistema de Detección de Fugas en Tanques
- El sistema de detección de fugas en los tanques deberá monitorear de manera continua posibles fugas de combustible localizadas en la base de los tanques. Este sistema deberá estar constituido, como mínimo, por:
- Sensor lineal de combustible, resistente a la humedad y apto para operar a la intemperie. Este sensor deberá bordear toda la circunferencia inferior de uno o varios tanques.
  - Panel de control local con pantalla LCD para configuración de la disposición de los sensores e identificación del sitio de la fuga. Comunicación Modbus RS-485.
  - Accesorios: terminadores de fin de línea, elementos de sujeción del sensor lineal, etc.
  - Módulo de interfaz entre el sensor lineal y el panel de control.
  - Software basado en Windows para configuración, monitoreo y diagnóstico.

- Sistemas Instrumentados de Equipos Paquete

Los equipos paquete deberán contar con uno o varios patines (skids) en los cuales estará toda la instrumentación y paneles de control dedicados a la función específica del paquete. La instrumentación de equipos paquete deberá cumplir con API RP 551. Su comunicación con el Sistema de Control de Procesos será a través de una red Modbus RS-485.

Los equipos paquete a ser instalados son:

- Sistema Hidroneumático
- Sistema de Aire de Planta e Instrumentos
- Sistema de Recuperación de Vapores
- Tratamiento de Aguas Aceitosas
- Sistema de Control de Válvulas Motorizadas

Las válvulas motorizadas se usarán para control abierto-cerrado y serán de puerto completo (full port) con conexiones bridadas y rating 150#, como mínimo. Las válvulas motorizadas estarán interconectadas a través de una red propietaria con una unidad de control maestra ubicada en sala de control la cual se comunicará vía Modbus RS-485 con el Sistema de Control de Procesos. Las señales del actuador (motor) que serán enviadas/recibidas al Sistema de Control de Procesos son: Arranque, Paro, Local/Remoto, Alarma, Posición abierta/cerrada y estatus; así como alarmas de torque y falla. Incluido en los documentos PAO-001-PR-CD-001 y PAO-001-GN-IC, cabe mencionar que se especificará en la ingeniería de detalle

#### *14.19.5 Sistema de Paro de Emergencia (ESD)*

El Diseño de la instalación contará con un Sistema de Paro de Emergencia, que permita dirigir las actividades de la instalación a un estado seguro, este sistema se diseñará considerando los criterios establecidos en el código API 2610 vigente, equivalente o aquel que lo sustituya, sin perjuicio de la normatividad nacional e internacional aplicable y vigente para este sistema.

El sistema de Paro de Emergencia (ESD) se diseñará de acuerdo con lo requerido en la sección 8.3.14 de la norma NOM-006-ASEA-2017.

El ESD se utilizará para procesar las funciones instrumentadas de seguridad requeridas, como la protección contra sobrellenado de tanques y para procesar los paros de emergencia (botones de golpe tipo hongo, color rojo) ubicados en todo la terminal (recepción, almacenamiento, entrega de combustibles y área de productos inflamables).

Los módulos y las redes de E/S del sistema se configurarán según lo requerido por la documentación del proveedor del sistema de seguridad para proporcionar una calificación de Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) inicial de 2 (que será verificada con los posteriores Análisis Cuantitativos de Riesgos), requerida para cada función instrumentada de seguridad procesada por el sistema.

El ESD estará diseñado para detectar cualquier condición de funcionamiento anormal que las medidas correctivas anteriores del Sistema de Control de Procesos no hayan podido controlar, desplegará alarmas y desencadenará el apagado automático del proceso y accionamiento de los equipos e instrumentos de campo. El diseño será basado en falla segura (de-energized to trip).

El ESD proporcionará una respuesta automática a condiciones inseguras, ya sea por condiciones de apagado de emergencia o paradas críticas del proceso para llevarla a una condición segura.

Los sistemas de Paro de emergencia (ESD) y de Detección de Fuego y Gas (FGS) estarán interconectados mediante una red de seguridad (SIS), redundante, y certificada para aplicaciones de seguridad. Este enlace permitirá notificar al ESD la presencia de un fuego o escape de gas

confirmado en alguna área de la terminal a efecto de iniciar la secuencia de paro de emergencia de esa área.

## 15. Análisis de Vulnerabilidad e Interacción del riesgo.

Tabla 30 Análisis de vulnerabilidad para el escenario 1.

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipos de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ESC 1	Población	Toxicidad	Alto Riesgo	Ninguno	Ninguno	NA
			Amortiguamiento	Ninguno		
	Medio Ambiente		Alto Riesgo	Ninguno	Ninguno	NA
			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	NA
	Personal		Alto Riesgo	Personal que se encuentre dentro del área de interés (zona de tanques), la afectación podrá ser la suficiente para causar dolor al personal que no se cubra con equipo de protección personal.	Uso de equipo de protección personal: casco, overol de algodón, botas, guantes y lentes de seguridad.	Los trabajadores no podrán realizar ninguna de las actividades que les sean asignadas sin el uso de equipo de EPP.  Capacitación para respuesta a emergencias (derrame y/o incendio).  Disponer y mantener libre las rutas de evacuación con un ancho mínimo de 90 cm y que canalicen a un lugar seguro ante una emergencia (7.14 NOM-002-STPS), señalizadas y rotuladas con base a la NOM-026-STPS-2008/NOM-003-SEGOB-2011).
			Amortiguamiento	Sin afectaciones por exposición prolongada.		

	Instalaciones/ Producción		Alto Riesgo	Líneas y Tanques de almacenamiento cercanos	Registro de drenaje aceitoso. Dique de contención	<p>Elaborar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), tomando en cuenta los escenarios de pérdida de contención, identificados en este estudio de estimación de consecuencias.</p> <p>Garantizar cubrir la zona de inflamabilidad con detectores de gas combustibles ubicados a una altura con base a la dirección del viento y que abarque los posibles puntos de fuga en áreas y equipos.</p> <p>Contar con un programa de mantenimiento de acuerdo a la NOM-006-ASEA-2017.</p> <p>Mantener siempre acordonada el área cuando se realizan maniobras de carga y descarga de auto – tanques y mantener disponibilidad de extintores portátiles cuando éstos estén siendo utilizados.</p>
			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	Ninguno

**Tabla 31 Análisis de vulnerabilidad para el escenario 1.**

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipos de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ESC 1	Población	Flamabilidad	Alto Riesgo	Ninguno	Ninguno	NA
			Amortiguamiento	Ninguno		
	Medio Ambiente		Alto Riesgo	Ninguno	Ninguno	NA
			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	NA

			Alto Riesgo	Personal que se encuentre dentro del área de interés (zona de tanques), la afectación podrá ser la suficiente para causar dolor al personal que no se cubra con equipo de protección personal.	Uso de equipo de protección personal: casco, overol de algodón, botas, guantes y lentes de seguridad.	Los trabajadores no podrán realizar ninguna de las actividades que les sean asignadas sin el uso de equipo de EPP.
	Personal		Amortiguamiento	Sin afectaciones por exposición prolongada.		Capacitación para respuesta a emergencias (derrame y/o incendio). Capacitación para la realización de las actividades que le sean asignadas, principalmente para la de recepción y descarga de combustible a tanque de almacenamiento; así como para el despacho del mismo.
						Capacitar y difundir la filosofía de paro por emergencia al personal administrativo y operadores de las llenaderas

	Instalaciones/ Producción		Alto Riesgo	Líneas y Tanques de almacenamiento cercanos	<p>Utilizar materiales compatibles para evitar la corrosión galvánica</p> <p>El proyecto considera la aplicación de un sistema de protección integral, compuesto por un sistema externo de protección contra tormentas eléctricas</p> <p>Dique de contención -Sistemas de detección de gas y fuego -Paro de emergencia</p>	<p>Garantizar cubrir la zona de inflamabilidad con detectores de gas combustibles ubicados a una altura con base a la dirección del viento y que abarque los posibles puntos de fuga en áreas y equipos.</p> <p>Cumplir con los programas de mantenimiento e inspección de sistemas, equipos y accesorios críticos de seguridad con base a lo recomendado por el proveedor</p> <p>Elaborar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), tomando en cuenta los escenarios de pérdida de contención, identificados en este estudio de estimación de consecuencias.</p> <p>Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas y al sistema para rayos.</p> <p>Cumplir con los programas de mantenimiento e inspección de sistemas, equipos y accesorios críticos de seguridad con base a lo recomendado por el proveedor</p>
			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	Ninguno

**Tabla 32 Análisis de vulnerabilidad para el escenario 2.**

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipos de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ESC 2	Población	Flamabilidad	Alto Riesgo	Ninguno	Ninguno	NA
			Amortiguamiento	Ninguno		
	Medio Ambiente		Alto Riesgo	Ninguno	Ninguno	NA
			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	NA

	Personal		Alto Riesgo	Personal que se encuentre dentro del área de interés (zona de tanques), la afectación podrá ser la suficiente para causar dolor al personal que no se cubra con equipo de protección personal.	Uso de equipo de protección personal: casco, overol de algodón, botas, guantes y lentes de seguridad.	Los trabajadores no podrán realizar ninguna de las actividades que les sean asignadas sin el uso de equipo de EPP.
			Amortiguamiento	Sin afectaciones por exposición prolongada.		Capacitación para respuesta a emergencias (derrame y/o incendio).  Capacitación para la realización de las actividades que le sean asignadas, principalmente para la de recepción y descarga de combustible a tanque de almacenamiento; así como para el despacho del mismo.  Disponer y mantener libre las rutas de evacuación con un ancho mínimo de 90 cm y que canalicen a un lugar seguro ante una emergencia (7.14 NOM-002-STPS), señalizadas y rotuladas con base a la NOM-026-STPS-2008/NOM-003-SEGOB-2011).
	Instalaciones/ Producción		Alto Riesgo	Líneas y Tanques de almacenamiento cercanos	Utilizar materiales compatibles para evitar la corrosión galvánica  El proyecto considera la aplicación de un sistema de protección integral, compuesto por un sistema externo de protección contra tormentas eléctricas  -Dique de contención -Sistemas de detección de gas y fuego -Paro de emergencia	Cumplir con los programas de mantenimiento e inspección de sistemas, equipos y accesorios críticos de seguridad con base a lo recomendado por el proveedor.  Elaborar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), tomando en cuenta los escenarios de pérdida de contención, identificados en este estudio de estimación de consecuencias.  Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas y al sistema para rayos.  Garantizar cubrir la zona de inflamabilidad con detectores de gas combustible ubicados a una altura con base a la dirección del viento y que abarque los posibles puntos de fuga en áreas y equipos.

			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	Ninguno
--	--	--	-----------------	---------	---------	---------

**Tabla 33 Análisis de vulnerabilidad para el escenario 3.**

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipos de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ESC 3	Población	Flamabilidad	Alto Riesgo	Ninguno	Ninguno	NA
			Amortiguamiento	Ninguno		
	Medio Ambiente		Alto Riesgo	Ninguno	Ninguno	NA
			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	NA
	Personal		Alto Riesgo	Personal que se encuentre dentro del área de interés (zona de tanques), la afectación podrá ser la suficiente para causar dolor al personal que no se cubra con equipo de protección personal.	Uso de equipo de protección personal: casco, overol de algodón, botas, guantes y lentes de seguridad.	Disponer y mantener libre las rutas de evacuación con un ancho mínimo de 90 cm y que canalicen a un lugar seguro ante una emergencia (7.14 NOM-002-STPS), señalizadas y rotuladas con base a la NOM-026-STPS-2008/NOM-003-SEGOB-2011).  Los trabajadores no podrán realizar ninguna de las actividades que les sean asignadas sin el uso de equipo de EPP.
			Amortiguamiento	Sin afectaciones por exposición prolongada.		

						<p>Disponer de material absorbente en el área de recibo y llenaderas de auto-tanques para recolección de los pequeños derrames, canalizarlos y disponerlo en un lugar seguro (NOM-005-STPS-1998).</p> <p>La estructura del cobertizo de recibo y llenaderas de auto-tanques, deberá tener protección ignífuga resistente a incendio de hidrocarburos.</p> <p>Mantener siempre acordonada el área de cuando se realizan maniobras de carga y descarga de auto – tanques y mantener disponibilidad de extintores portátiles cuando éstos estén siendo utilizados.</p> <p>Elaborar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), tomando en cuenta los escenarios de pérdida de contención, identificados en este estudio de estimación de consecuencias.</p> <p>Garantizar cubrir la zona de inflamabilidad con detectores de gas combustible ubicados a una altura con base a la dirección del viento y que abarque los posibles puntos de fuga en áreas y equipos.</p>
	Instalaciones/ Producción		Alto Riesgo	Líneas y Tanques de almacenamiento cercanos	<p>Paro de emergencia</p> <p>Controladores de nivel</p> <p>Prohibir el paso a personal no autorizado Sistema de vigilancia</p> <p>-Dique de contención</p> <p>-Sistemas de detección de gas y fuego</p> <p>-Paro de emergencia</p>	
			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	Ninguno

**Tabla 34 Análisis de vulnerabilidad para el escenario 4.**

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipos de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar	
ESC 2	Población	Flamabilidad	Alto Riesgo	Ninguno	Almacén	-Dique de contención	Elaborar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), tomando en cuenta los escenarios de pérdida de contención, identificados en este estudio de estimación de consecuencias.
			Amortiguamiento			-Sistemas de detección de gas y fuego	
	Medio Ambiente		Alto Riesgo	Ninguno	Ninguno	Ninguno	NA
			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	Ninguno	NA
	Personal		Alto Riesgo	Personal que se encuentre dentro del área de interés (zona de tanques), la afectación podrá ser la suficiente para causar dolor al personal que no se cubra con equipo de protección personal.	Uso de equipo de protección personal: casco, overol de algodón, botas, guantes y lentes de seguridad.	Los trabajadores no podrán realizar ninguna de las actividades que les sean asignadas sin el uso de equipo de EPP.  Capacitación para respuesta a emergencias (derrame y/o incendio).  Capacitación para la realización de las actividades que le sean asignadas, principalmente para la de recepción y descarga de combustible a tanque de almacenamiento; así como para el despacho del mismo.	
			Amortiguamiento	Sin afectaciones por exposición prolongada.			Disponer y mantener libre las rutas de evacuación con un ancho mínimo de 90 cm y que canalicen a un lugar seguro ante una emergencia (7.14 NOM-002-STPS), señalizadas y rotuladas con base a la NOM-026-STPS-2008/NOM-003-SEGOB-2011).

					<p>Utilizar materiales compatibles para evitar la corrosión galvánica</p> <p>El proyecto considera la aplicación de un sistema de protección integral, compuesto por un sistema externo de protección contra tormentas eléctricas</p> <p>-Dique de contención</p> <p>-Sistemas de detección de gas y fuego</p> <p>-Paro de emergencia</p>	<p>Cumplir con los programas de mantenimiento e inspección de sistemas, equipos y accesorios críticos de seguridad con base a lo recomendado por el proveedor.</p> <p>Elaborar Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), tomando en cuenta los escenarios de pérdida de contención, identificados en este estudio de estimación de consecuencias.</p> <p>Dar mantenimiento al sistema de tierras físicas y al sistema para rayos.</p> <p>Garantizar cubrir la zona de inflamabilidad con detectores de gas combustible ubicados a una altura con base a la dirección del viento y que abarque los posibles puntos de fuga en áreas y equipos.</p>
	Instalaciones/ Producción		Alto Riesgo	Líneas y Tanques de almacenamiento cercanos		
			Amortiguamiento	Ninguno	Ninguno	Ninguno

## 16. Reposicionamiento de escenarios de Riesgo

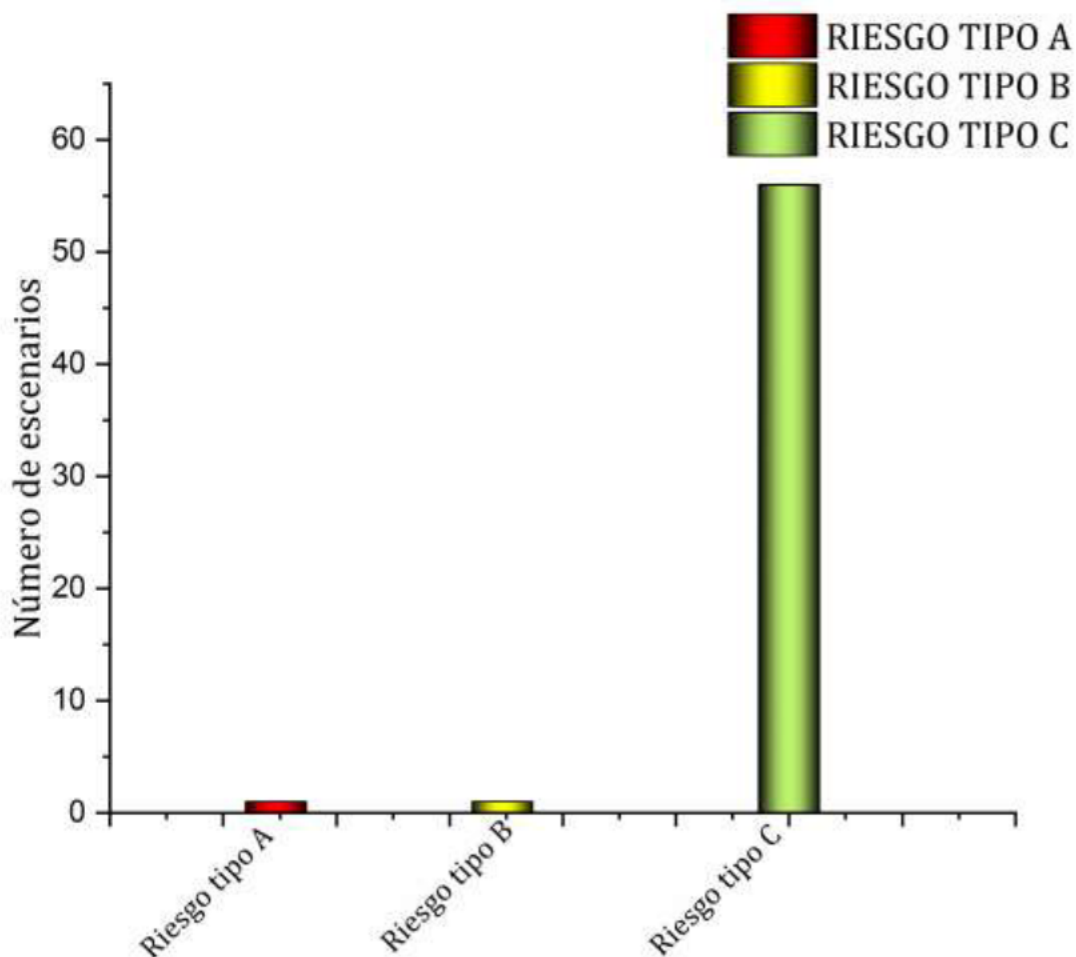
Al considerar las medidas preventivas en la evaluación de riesgo, se observa una mejoría sustancial, como se aprecia en la siguiente tabla, sin embargo, aún queda la posibilidad de mejorar con elementos de seguridad durante la ingeniería de detalle, por ejemplo, con la selección de materiales, accesorios, etc. El proceso de prevención y mejora se extenderá hasta la operación de la planta a través de programas y procedimientos, algunos obligatorios por la normatividad y la legislación.

Para reducir el riesgo de las instalaciones de una planta industrial en proyecto, se tiene que llevar a cabo una planeación que permita desarrollar los lineamientos y políticas en seguridad y medio ambiente. Entre las medidas que propician proyectos con bases sólidas en seguridad y medio ambiente se pueden citar las siguientes:

- Aplicación de la mejor disponible tecnología.
- Sistemas pasivos de seguridad independientes entre sí. Los sistemas son confiables; no requieren intervención del personal o de fuentes de energía.
- Protocolos de prueba bien documentados; función verificada completamente; buenos resultados; fallas raras

- Procesos son bien entendidos. No rebasar los límites de operación y tener planes cuando esto ocurre para tomar acciones inmediatas para volver a condiciones normales.
- Proceso estable; Los peligros potenciales asociados son bien entendidos. La información para operar dentro de los límites y condiciones seguras siempre está disponible.
- Instrucciones operativas claras y precisas. Disciplina para cumplirlas. Los errores son señalados y corregidos en forma inmediata. Reentrenamiento rutinario, incluye operaciones normales, transitorias operacionales y de respuesta a emergencias. Todas las contingencias consideradas.
- Manejo de personal con múltiples operadores con experiencia en todos los turnos. El trabajo o aburrimiento no son excesivos. Nivel de estrés óptimo. Personal bien calificado.
- Motivación del personal para una clara dedicación y compromiso con el trabajo. Los riesgos son claramente comprendidos y evaluados.

Figura 21. Escenarios identificados.



Por consiguiente, para mantener el riesgo fuera del rango de clasificación de Riesgos Indeseables (TipoB) y No Tolerables (Tipo A), se emiten ocho recomendaciones en la Tabla 32 (Ver Anexo 4).

Tabla 35 Recomendaciones del Análisis HAZOP.

No.	Recomendación	Riesgo	Responsable
1	Actualizar los procedimientos operativos de recepción, incluyendo programa de capacitación al personal.	C	PRIMEFUEL S.A.P.I DE CV.
2	Elaborar y aplicar programa de mantenimiento preventivo al sistema de bombeo.	C	PRIMEFUEL S.A.P.I DE CV.
3	Actualizar el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE) de la instalación, considerando los resultados del análisis de riesgos y consecuencias.	C	PRIMEFUEL S.A.P.I DE CV.
4	Elaborar y aplicar un programa de mantenimiento preventivo al sistema de control de nivel de tanques de almacenamiento.	C	PRIMEFUEL S.A.P.I DE CV.
5	Actualizar los procedimientos operativos de entrega, incluyendo programa de capacitación al personal.	C	PRIMEFUEL S.A.P.I DE CV.

6	Elaborar y aplicar programa de capacitación a operadores de autotanques.	C	PRIMEFUEL S.A.P.I DE CV.
7	Verificar la integridad estructural y hermeticidad de los sistemas de contención (diques y fosas de drenaje).	C	PRIMEFUEL S.A.P.I DE CV.
8	Instalar barreras de protección estructural en tuberías de llegada de las áreas de entrega.	C	PRIMEFUEL S.A.P.I DE CV.

## 17. Conclusiones y recomendaciones

Con el apoyo del Grupo Multidisciplinario y Evaluación de Riesgos y con base al análisis de la documentación de ingeniería y mecanismos de salvaguarda contemplados para su instalación en el proyecto, se identificaron los riesgos probables en las secciones de recepción y entrega de producto para la venta, con los siguientes resultados en la Magnitud de Riesgo: se identificaron 56 escenarios con la metodología HazOp; en donde el 73 % de los escenarios corresponden a Riesgos Aceptables con Controles (Tipo B) y el 17.9 % corresponden a escenarios con Riesgos Tolerables (Tipo C), de los receptores de riesgo: al personal, a la población, para el medio ambiente, para la instalación en conjunto. Por lo anterior, se plantearon doce escenarios hipotéticos de pérdida de contención para aquellos escenarios con tipo de riesgo C con la finalidad de estimar las consecuencias por radiación, sobrepresión y toxicidad al personal, instalación y medio ambiente.

En el diseño, el proyecto se propone dentro de las normas de seguridad vigentes y contará con los medios necesarios para preservar la seguridad de las instalaciones, así como el entorno ecológico a lo largo de su vida útil.

El desarrollo de la ingeniería básica, instalación y operación del proyecto está sustentado en códigos y normas nacionales e internacionales. El diseño empleado minimiza el riesgo. Durante la identificación de peligros se consideró un total de 3 en base a las consecuencias de interés: Fuga y Derrame.

## 18. Referencias

- NORMA Oficial Mexicana NOM-006-ASEA-2017, Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos y petróleo, excepto para gas licuado de petróleo.
- GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

Fuente:<http://www.proceso.com.mx/478205/explosion-en-refineria-pemexen-salamanca-deja-ocho-empleados-heridos>

Fuente: <https://www.cronista.com/economia-politica/Mendoza-exploto-un-tanque-lleno-de-petroleo-en-una-planta-de-YPF-20140322-0012.html>

Fuente:<http://www.newshidalgo.mx/sofocan-canato-de-incendio-al-interior-de-la-refineria-miguel-hidalgo-en-tula/>

Fuente:<https://www.milenio.com/estados/pemex-reporta-incendio-en-refineria-de-hidalgo>

Fuente:<http://www.elfinanciero.com.mx/economia/pemex-atiende-incendio-en-refineria-de-tula.html>

Fuente:<https://www.debate.com.mx/mexico/Controlan-incendio-en-refineria-de-Tula-20170106-0003.html>

Fuente:<https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/explosion-en-refineria-de-petrobras-en-texas-deja-un-herido>

Fuente:<https://www.chicagotribune.com/hoy/ct-hoy-8538801-explosion-en-planta-quimica-en-texas-1-muerto-y-3-heridos-story.html>

Fuente:<https://www.univision.com/noticias/accidentes/siete-heridos-tras-una-explosion-en-una-planta-petrolera-en-texas>

Fuente:<https://www.informador.mx/Internacional/Incendio-en-tanques-de-combustible-en-Rio-de-Janeiro-deja-un-muerto-20130523-0052.html>

Fuente:<https://www.cronista.com/economia-politica/Mendoza-exploto-un-tanque-lleno-de-petroleo-en-una-planta-de-YPF-20140322-0012.html>