realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a Tipo “C” y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo “D”.

Riesgo Aceptable con Controles (Tipo C):

El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un riesgo Tipo “C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos, deben darse en un plazo no mayor a 180 días. La administración de un riesgo Tipo “C” 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 “D”, 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.

Riesgo Tolerable (Tipo D):

El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo Tipo “D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

Las diferentes categorías de Frecuencia y Consecuencias utilizadas en la matriz de riesgos se describen en las siguientes tablas.

Tabla 15. Categorías de Frecuencia

Clase	Categoría	Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia	Frecuencia / año
F6	Muy Frecuente	Puede ocurrir más de una vez en un año.	≥ 1.0 (≥1x100)
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años	≥0.2 a <1.0 (≥2x10-1 a <1x100)
F4	Poco Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años	≥0.1 a <0.2 (≥1x10-1 a <2x10-1)
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años	≥0.01 a <0.1 (≥1x10-2 a <1x10-1)

Clase	Categoría	Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia	Frecuencia / año
F2	Muy Raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la Instalación.	≥0.001 a <0.01 (≥1x10-3 a <1x10-2)
F1	Extremadamente Raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	≥0.0001 a <0.001 (≥1x10-4 a <1x10-3)

Tabla 16. Categorías de Consecuencias

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 pueden generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día 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 médica que puedan generan 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 horas.	> 5´000,000 a 50´000,000	> 5´000,000 a 50´000,000

Categoría de consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida o diferimiento de producción [USD]	Daños a la instalación [USD]
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 primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	> 50,000 a 500,000	> 50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

I.4.3. Identificación y jerarquización de riesgos

I.4.3.1. HAZID

Para documentar el análisis HAZID se utilizó el software "PHAWorks 5". La identificación de peligros (HAZID) se realizó en sesiones de trabajo; dirigidas por un líder de HAZID y los ingenieros de proceso responsables del proyecto.

Para la planta de Pacífico MEXINOL se analizaron aspectos generales como la interacción entre las diferentes unidades, interacción del sitio con los alrededores, protección ambiental, etc.
Los aspectos específicos analizados fueron:

- Riesgos naturales y ambientales
- Impactos hacia la planta de metanol
- Servicios / instalaciones
- Riesgos a la salud
- Impactos de la planta de metanol

Para la identificación de peligros del proyecto, se analizó cada unidad de proceso en la cual puedan existir peligros debido a las sustancias manipuladas. Los parámetros utilizados fueron los siguientes:

- Sustancias
- Sobrepresión
- Desviaciones de temperatura
- Sobre llenado

El procedimiento HAZID comprendió cuatro etapas principales de análisis:

- Identificación de peligros potenciales
- Identificación de las causas de los peligros
- Discusión de consecuencias
- Listado de salvaguardas
- Establecimiento de recomendaciones si no se instalaron salvaguardas o las salvaguardas previstas no son suficientes

I.4.3.1.1. Nodos

El estudio HAZID de la planta de metanol Pacífico MEXINOL se realizó para los siguientes nodos (unidades):

1. Planta general
2. Preparación del gas de alimentación (Unidad 4011)
3. POX catalítico y recuperación de calor residual (Unidad 4031)
4. Síntesis de metanol (Unidad 4061)
5. Destilación de metanol (Unidad 4071)

6. Almacenamiento intermedio de metanol (Unidad 4101)
7. Recuperación de hidrógeno (Unidad 4111)
8. Sistema de almacenamiento y transferencia de metanol (Unidad 9531)
9. Carga de barco / Área portuaria (Unidad 9531)

I.4.3.2. HAZOP

Para la aplicación del análisis HAZOP se procedió de acuerdo a la siguiente secuencia:

1. Seleccionar una sección del proceso o paso de operación (nodo).
2. Explicar la función del sistema (intención de diseño).
3. Seleccionar una variable del proceso o tarea.
4. Aplicar una palabra guía a la variable de proceso para determinar la desviación.
5. Hacer una lista de las causas posibles (pasar al punto 4 si no hay causas creíbles).
6. Examinar las consecuencias (pasar al punto 4 si no hay consecuencias de interés).
7. Se identifican las protecciones existentes para prevenir la desviación.
8. Proponer acciones correctivas apropiadas.
9. Repetir los pasos 3 a 8 para todas las variables/etapas del proceso.
10. Repetir del paso 4 al 8 para todas las palabras guías.
11. Repetir los pasos 1 a 10 para todos los nodos.

I.4.3.2.1. Nodos

El criterio utilizado para seleccionar los nodos fue considerar los puntos del proceso en los cuales se produce una variación significativa de alguna de las variables o condiciones del proceso, con respecto a las demás etapas[1]. De acuerdo con la descripción del proceso y el diagrama de tubería e instrumentación se definieron los siguientes nodos:

Tabla 17. Nodos seleccionados para la identificación de riesgos

Nodo	Instalación/equipo	Limites	DTI
1	Cilindro de gas cloro de 68 kg	El cilindro completo hasta la válvula de gas del cilindro	PROY-000-CLORACION MEXINOL

[1] Guía Técnica – métodos cualitativos para el análisis de riesgos. Dirección General de Protección Civil y Emergencias, España

Nodo	Instalación/equipo	Limites	DTI
2	Tubing de polietileno	Desde la válvula de gas del cilindro hasta el eyector	PROY-000-CLORACION MEXINOL

I.4.3.2.2. Palabras guía

Las palabras guía empleadas, las variables que interviene en los nodos y las desviaciones analizadas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18. Variables, palabras guía y desviaciones analizadas

Palabra guía	Variable	Desviación
Alto	Presión Nivel Flujo Temperatura	Alta presión Alto Nivel Alto flujo Alta temperatura
Bajo	Presión Nivel Flujo Temperatura	Baja presión Bajo Nivel Bajo Flujo Baja Temperatura
No	Nivel Flujo	No Nivel No flujo
Inverso	Flujo	Flujo inverso

Resultados

Las hojas de trabajo de los análisis HAZID y HAZOP se presentan en los **Anexos 4** y **5**, respectivamente.

I.4.4. Escenarios identificados

De acuerdo con los resultados de los análisis HAZID y HAZOP; en la Planta y ducto se identificaron 11 escenarios de riesgo tipo B (riesgo indeseable), y en el muelle ninguno; sin embargo, en este último

se incluye un escenario tipo C (Riesgo Aceptable con Controles) para analizar sus posibles consecuencias.

Tabla 19. Escenarios de riesgo tipo B en planta y ducto, y tipo C en muelle

No.	Instalación/equipo	Causa	Consecuencia	Nivel de riesgo
20	Tanques de metanol (4101T001A-B, 4101T003, 9531T001A-C)	20.1. Incendio en el área de almacenamiento de metanol.	20.1.1. Radiación de calor; daño de equipo; lesión del personal; peligro para el tráfico de trenes	B
26	Tanques de metanol (4101T001A-B, 4101T003, 9531T001A-C)	26.1. Fallo en unidad de separación de gases del aire (ASU).	26.1.1. Pérdida de inertización de tanques de metanol; posible atmósfera explosiva, riesgo de incendio/explosión.	B
33	Tanques de metanol (4101T001A-B, 4101T003, 9531T001A-C)	33.1. Metanol	33.1.1. Gas / líquido inflamable; fuego y explosión	B
65	Tanques de revisión (4101T001A-B) y tanque de metanol fuera de especificación (4101T003)	65.1. Línea de ventilación bloqueada	65.1.1. Superación de la presión de diseño; liberación de metanol	B
70	Tanques de metanol producto (9531T001A-C)	70.1. Fallo del control de nivel (no se cambia al segundo / tercer tanque)	70.1.1. Sobrellenado del tanque; daño del tanque; transferencia de líquido al depurador 4101C001 a través de la línea de ventilación; posible liberación de metanol	B
71	Tanques de metanol producto (9531T001A-C)	71.1. Línea de ventilación bloqueada	71.1.1. Superación de la presión de diseño; liberación de metanol	B
72	Ducto	72.1. Corrosión	72.1.1. Liberación de metanol; contaminación del medio ambiente	B
72	Ducto	72.2. Onda de presión en caso de una interrupción repentina del flujo durante la carga del barco	72.2.1. Golpe de ariete; posible daño de la línea; liberación de metanol	B

No.	Instalación/equipo	Causa	Consecuencia	Nivel de riesgo
72	Ducto	72.3. Daño mecánico por fuente externa (por ejemplo, accidente de camión)	72.3.1. Liberación de metanol; contaminación del medio ambiente	B
74	Brazo de descarga	74.1. Movimiento de barco	74.1.1. Rotura del brazo de carga; liberación de metanol; contaminación del medio marino	C
1.2.2	Cilindro de cloro	2. Fuga por golpe externo a válvula (caída de cilindro)	1. Vaciado de cilindro	B
2.2.2	Tubing de polietileno	2. Ruptura del tubing por golpe externo	1. Emisión de cloro	B

Con base en los resultados anteriores, a continuación, se presenta la descripción de los escenarios de riesgo identificados.

Tabla 20. Escenarios de riesgo identificados

No.	Escenario
E01	Fuga por orificio de 20% (4") de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada
E02	Fuga por ruptura total (20") de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada
E03	Fuga por orificio de 20% (4") de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada
E04	Fuga por ruptura total (20") de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada
E05	Fuga por orificio de 20% (7.2") de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C, debido a sobre presión por línea de ventilación bloqueada
E06	Fuga por ruptura total (36") de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C, debido a sobre presión por línea de ventilación bloqueada
E07	Fuga por ruptura total (28") del ducto de metanol por corrosión, golpe de ariete o daño externo

No.	Escenario
E08	Fuga por orificio del 20% del brazo de descarga por movimiento del barco
E09	Fuga por ruptura total del brazo de descarga por movimiento del barco
E10	Fuga total de cilindro de cloro, por golpe externo
E11	Fuga por orificio del 20% (1.9 mm) del tubing a eyector por golpe externo
E12	Fuga por ruptura total (9.52 mm) del tubing a eyector por golpe externo

II. ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

II.1.1. Programa de simulación

Para determinar los radios potenciales de afectación de los escenarios descritos, se utilizó el programa de simulación Phast (Process Hazard Analysis Software Tools), desarrollado por la compañía Det Norske Veritas (DNV).

II.1.2. Criterios para definir las zonas de seguridad

Los criterios empleados en la simulación de los escenarios, para determinar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, fueron los establecidos por la SEMARNAT, como se indica en la siguiente Tabla:

Tabla 21. Criterios para definir las zonas de alto riesgo y amortiguamiento

Evento	Zona	
	Alto riesgo	Amortiguamiento
Inflamabilidad (Radiación térmica)	5 kW/m^2	1.4 kW/m^2
Explosividad (Sobrepresión)	0.070 kg/cm^2	0.035 kg/cm^2
Toxicidad (Concentración) Metanol	IDLH: 6,000 ppm	TLV_8: 200 ppm
Toxicidad (Concentración) Cloro	IDLH: 10 ppm	TLV_8: 0.5 ppm

IDLH: Inmediatamente peligroso para la vida o la salud. TLV_8: Valor Umbral Límite, para un periodo de 8 hr

II.1.3. Simulación de escenarios

Condiciones meteorológicas del sitio

A continuación, se describen las características climatológicas del sitio donde se ubicará el proyecto. Esta información se obtuvo del sitio web de la NASA Prediction of Worldwide Energy Resources y en todos los casos corresponden al periodo 2009-2019.

Tabla 22. Condiciones meteorológicas del sitio

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom .anual
Temperatura (° C)	19.22	19.50	21.16	23.27	25.96	29.26	29.96	30.18	29.49	27.73	23.94	20.15	24.99
Velocidad del viento (m/s)	4.082	4.1	3.72	3.56	3.56	3.62	3.17	2.71	2.96	3.31	3.73	4.06	3.55
Humedad relativa (%)	64.96	63.95	60.45	58.19	55.83	60.79	68.18	71.66	73.05	66.50	64.01	66.18	64.48

De acuerdo con la siguiente tabla[2], a una velocidad promedio del viento de 3.55 m/s y una intensidad de radiación moderada, le corresponde una estabilidad B.

Tabla 23. Estabilidad de Pasquill

Velocidad del viento U_{10} (m/s)	Dia: Insolación				Cielo cubierto: Nubosidad 10/10, Altura <2,133.6 m	Noche: Nubosidad	
	Fuerte	Moderado	Ligera	Débil		>4/10	≤4/10
0-0.77	A	A	B	C	D	F	F
0.77-1.80	A	B	B	C	D	F	F
1.80-2.83	A	B	C	D	D	E	F
2.83-3.34	B	B	C	D	D	E	F
3.34-3.86	B	B	C	D	D	D	E
3.86-4.89	B	C	C	D	D	D	E
4.89-5.40	C	C	D	D	D	D	E

[2] Turner, D.B. (1964): A difusión model for an urbana area, J. Appl. Meteor 3, 83-91

Velocidad del viento U_{10} (m/s)	Dia: Insolación				Cielo cubierto: Nubosidad 10/10, Altura <2,133.6 m	Noche: Nubosidad	
	Fuerte	Moderado	Ligera	Débil		>4/10	≤4/10
5.40-5.92	C	C	D	D	D	D	D
≥5.92	C	D	D	D	D	D	D

A continuación, se presentan los datos de simulación empleados y los radios de afectación obtenidos para cada una de los escenarios de riesgo identificados.

La memoria de cálculo de las simulaciones realizadas se presenta en el **Anexo 6**. y la representación en planos, de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento obtenidas, se presentan en el **Anexo 7**.

Tabla 24. Datos de simulación

No.	Escenario	Diam. del orificio	Inventario	Temperatura (°C)	Presión (bar)
E01	Fuga por orificio de 20% (4”) de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada	4”	3,200 m^3 (1)	38	5.1
E02	Fuga por ruptura total (20”) de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada	20”	3,200 m^3 (1)	38	5.1
E03	Fuga por orificio de 20% (4”) de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada	4”	6,400 m^3 (1)	33	0.1
E04	Fuga por ruptura total (20”) de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada	20”	6,400 m^3 (1)	33	0.1
E05	Fuga por orificio de 20% (7.2”) de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C, debido a sobre presión por línea de ventilación bloqueada	7.2”	52,000 m^3 (1)	33	0.1
E06	Fuga por ruptura total (36”) de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C, debido a sobre presión por línea de ventilación bloqueada	36”	52,000 m^3 (1)	33	0.1
E07	Fuga por ruptura total del ducto (28”) de metanol por daño mecánico por fuente externa	28”	4,120 m^3 (2)	33	1
E08	Fuga por orificio del 20% (2.4”) del brazo de descarga por movimiento del barco	2.4”	4,468 kg (3)	33	35
E09	Fuga por ruptura total (12”) del brazo de descarga por movimiento del barco	12”	111,690 kg (4)	33	35
E10	Fuga total de cilindro de cloro, por golpe externo	-	68 kg	24.9	6.9
E11	Fuga por orificio del 20% (1.9 mm) del tubing a eyector por golpe externo	1.9 mm	13.9 kg (5)	24.9	6.9
E12	Fuga por ruptura total (9.52 mm) del tubing a eyector por golpe externo	9.52 mm	58.5 kg (6)	24.9	6.9

Notas:

1. Volumen del tanque.

2. Volumen total contenido en el ducto.
3. Tasa de fuga de 148.94 kg/s calculada mediante el software phast y tiempo de respuesta de 30 s.
4. Tasa de fuga de 3,723 kg/s calculada mediante el software phast y tiempo de respuesta de 30 s.
5. Tasa de fuga de 0.0777 kg/s calculada mediante el software phast y tiempo de respuesta de 180 s.
6. Tasa de fuga de 1.951 kg/s calculada mediante el software phast y tiempo de respuesta de 30 s.

Tabla 25. Radios de afectación

No.	Escenario	Incendio Radios de afectación (m)		Explosión Radios de afectación (m)		Nube toxica Radios de afectación (m)	
		Alto riesgo	Amortiguamiento	Alto riesgo	Amortiguamiento	Alto riesgo	Amortiguamiento
E01	Fuga por orificio de 20% (4") de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada	63.68	101.80	21.48	32.08	51.74	257.54
E02	Fuga por ruptura total (20") de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada	63.69	101.80	31.82	49.06	63.35	358.90
E03	Fuga por orificio de 20% (4") de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada	63.68	101.80	15.92	22.95	41.76	205.63
E04	Fuga por ruptura total (20") de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada	63.69	101.80	29.33	44.97	54.32	284.29
E05	Fuga por orificio de 20% (7.2") de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C, debido a sobre presión por línea de ventilación bloqueada	193.86	305.58	29.87	45.85	96.05	525.97
E06	Fuga por ruptura total (36") de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C, debido a sobre presión por línea de ventilación bloqueada	193.87	305.59	37.52	58.41	128.40	782.04
E07	Fuga por ruptura total del ducto (28") de metanol por daño mecánico por fuente externa	88.27	140.71	22.05	35.58	74.72	431.75
E08	Fuga por orificio del 20% (2.4") del brazo de descarga por movimiento del barco	48.67	77.89	18.30	26.85	37.31	139.91
E09	Fuga por ruptura total (12") del brazo de descarga por movimiento del barco	203.49	320.46	38.63	60.25	93.77	477.79

No.	Escenario	Incendio Radios de afectación (m)		Explosión Radios de afectación (m)		Nube toxica Radios de afectación (m)	
		Alto riesgo	Amortiguamiento	Alto riesgo	Amortiguamiento	Alto riesgo	Amortiguamiento
E10	Fuga total de cilindro de cloro, por golpe externo	-	-	-	-	349.81	1,315.88
E11	Fuga por orificio del 20% (1.9 mm) del tubing a eyector por golpe externo	-	-	-	-	92.30	496.95
E12	Fuga por ruptura total (9.52 mm) del tubing a eyector por golpe externo	-	-	-	-	400.76	1,285.31

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

II.2.1. Interacciones de riesgo

De acuerdo con los radios potenciales de afectación obtenidos, las posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones que se encuentran dentro de las Zonas de Alto Riesgo; son las siguientes:



Figura 28. Escenario E01. Fuga por orificio de 20% (4") de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B

Tabla 26. Escenario E01. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	63.68	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto	No rebasa los límites de la planta
	Sobrepresión	21.48	Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación	No rebasa los límites de la planta
	Toxicidad	51.74	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto	No rebasa los límites de la planta



Figura 29. Escenario E02. Fuga por ruptura total (20") de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B

Tabla 27. Escenario E02. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	63.69	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto	No rebasa los límites de la planta
	Sobrepresión	31.82	Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación	No rebasa los límites de la planta
	Toxicidad	63.35	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto	No rebasa los límites de la planta

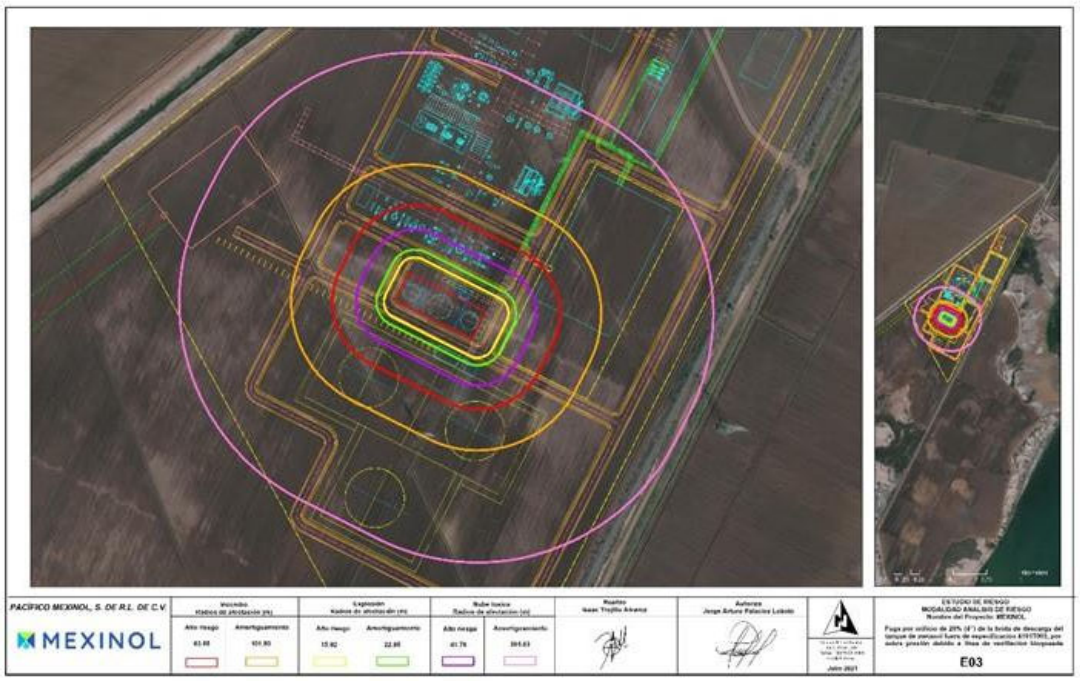


Figura 30. Escenario E03. Fuga por orificio de 20% (4") de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003

Tabla 28. Escenario E03. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	63.68	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto	No rebasa los límites de la planta
	Sobrepresión	15.92	Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación	No rebasa los límites de la planta
	Toxicidad	41.76	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto	No rebasa los límites de la planta



Figura 31. Escenario E04. Fuga por ruptura total (20") de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003

Tabla 29. Escenario E04. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	63.69	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto	No rebasa los límites de la planta
	Sobrepresión	29.33	Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación	No rebasa los límites de la planta
	Toxicidad	54.32	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto	No rebasa los límites de la planta

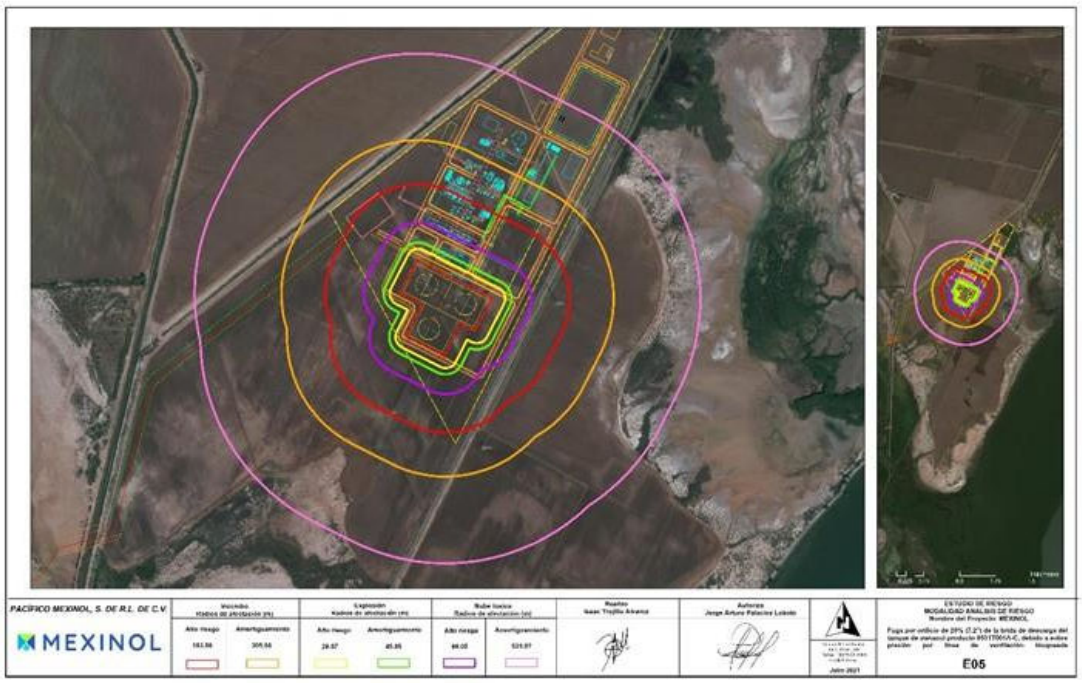


Figura 32. Escenario E05. Fuga por orificio de 20% (7.2") de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C

Tabla 30. Escenario E05. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	193.86	Tanques de almacenamiento de metanol producto, planta de metanol, quemador	En la colindancia sur-suroeste, terrenos de cultivo. En la colindancia este, vías del ferrocarril
	Sobrepresión	29.87	Tanques de almacenamiento de metanol producto	No rebasa los límites de la planta
	Toxicidad	96.05	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto	En la colindancia este, vías del ferrocarril

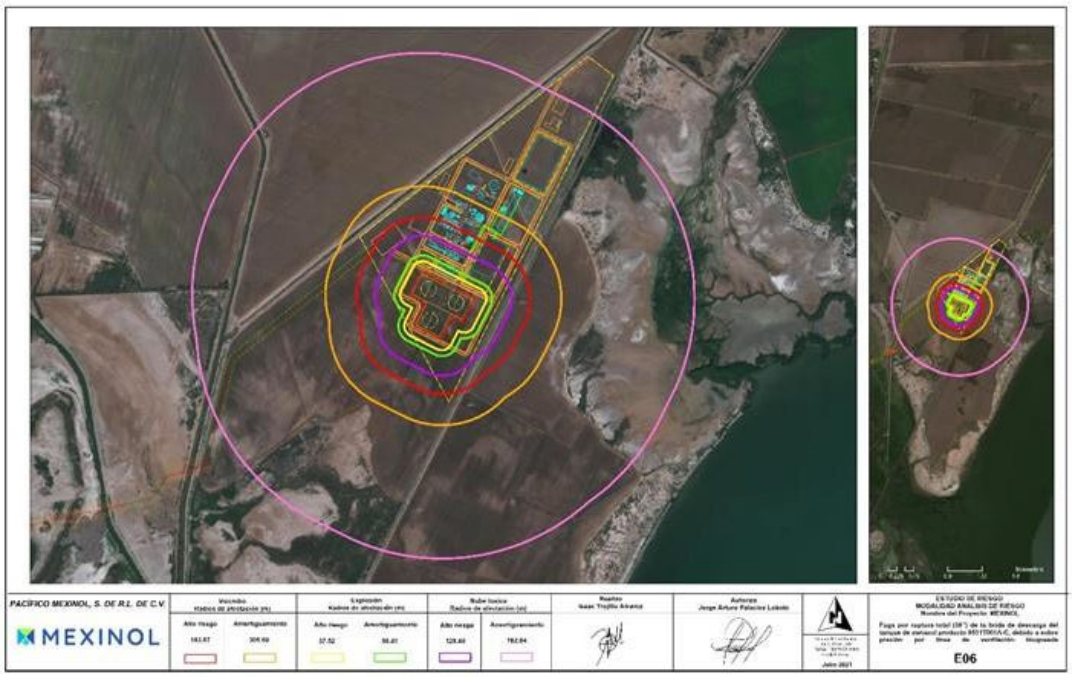


Figura 33. Escenario E06. Fuga por ruptura total (36") de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C

Tabla 31. Escenario E06. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	193.87	Tanques de almacenamiento de metanol producto, planta de metanol, quemador	En la colindancia sur-suroeste, terrenos de cultivo. En la colindancia este, vías del ferrocarril
	Sobrepresión	37.52	Tanques de almacenamiento de metanol producto, Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación	No rebasa los límites de la planta
	Toxicidad	128.40	Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y tanques de almacenamiento de metanol producto	En la colindancia este, vías del ferrocarril

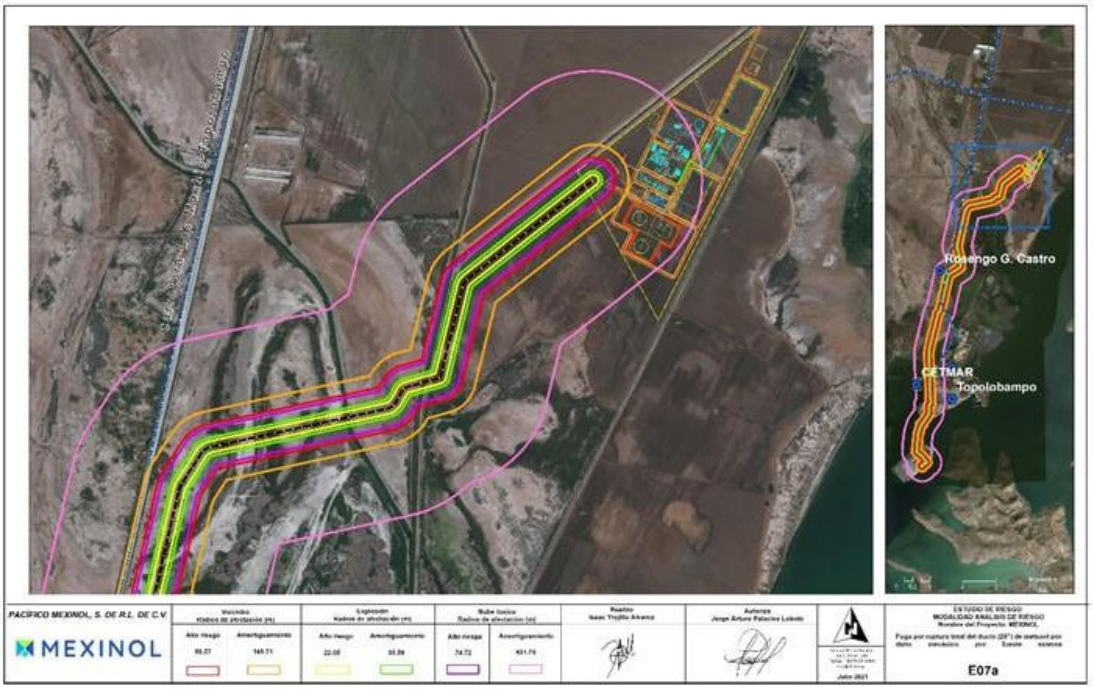


Figura 34. Escenario E07. Fuga por ruptura total del ducto (28") de metanol (1 de 4)

Tabla 32. Escenario E07-1. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	88.27	Estación de bombas de metanol	Terrenos de cultivo y terrenos sin uso y sin infraestructura
	Sobrepresión	22.05	Estación de bombas de metanol	Terrenos de cultivo y terrenos sin uso y sin infraestructura
	Toxicidad	74.72	Estación de bombas de metanol	Terrenos de cultivo y terrenos sin uso y sin infraestructura

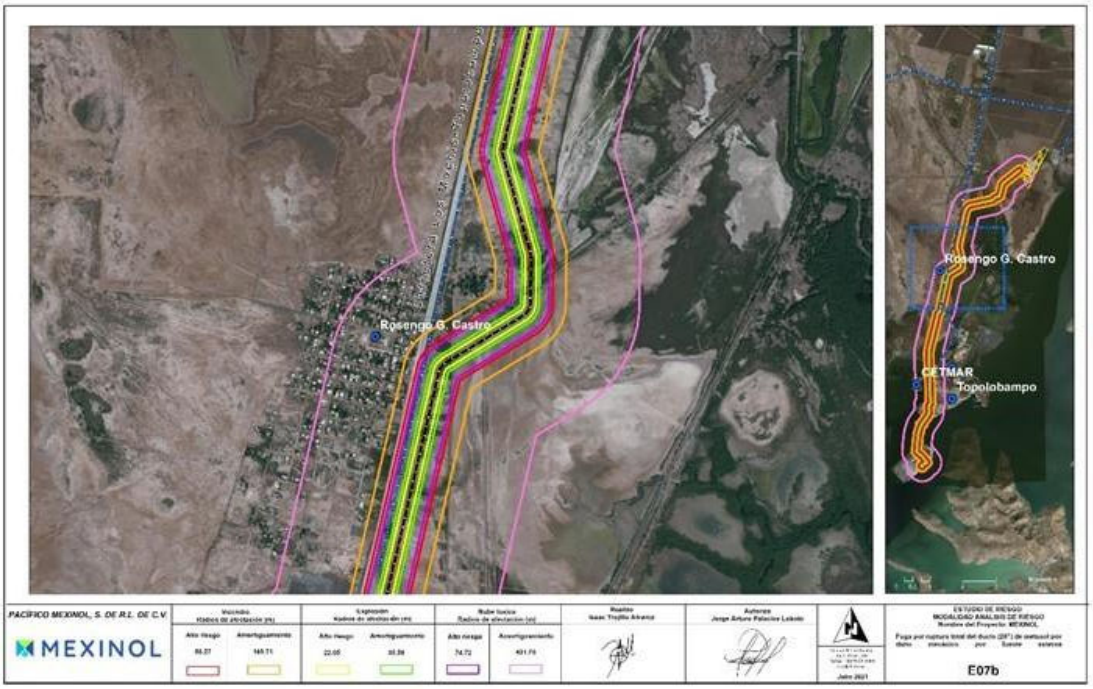


Figura 35. Escenario E07. Fuga por ruptura total del ducto (28") de metanol (2 de 4)

Tabla 33. Escenario E07-2. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	88.27	-	Terrenos sin uso y sin infraestructura
	Sobrepresión	22.05	-	Terrenos sin uso y sin infraestructura
	Toxicidad	74.72	-	Carretera Los Mochis-Topolobampo y terrenos sin uso y sin infraestructura

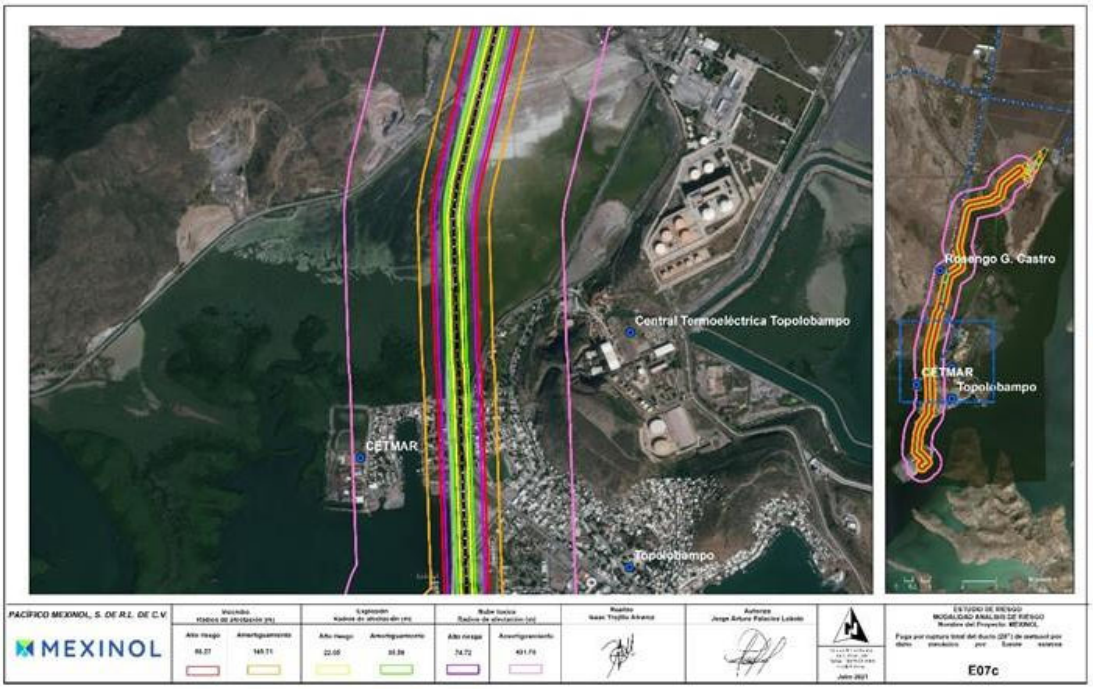


Figura 36. Escenario E07. Fuga por ruptura total del ducto (28") de metanol (2 de 4)

Tabla 34. Escenario E07-3. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	88.27	-	Carretera Los Mochis-Topolobampo
	Sobrepresión	22.05	-	Carretera Los Mochis-Topolobampo
	Toxicidad	74.72	-	Carretera Los Mochis-Topolobampo

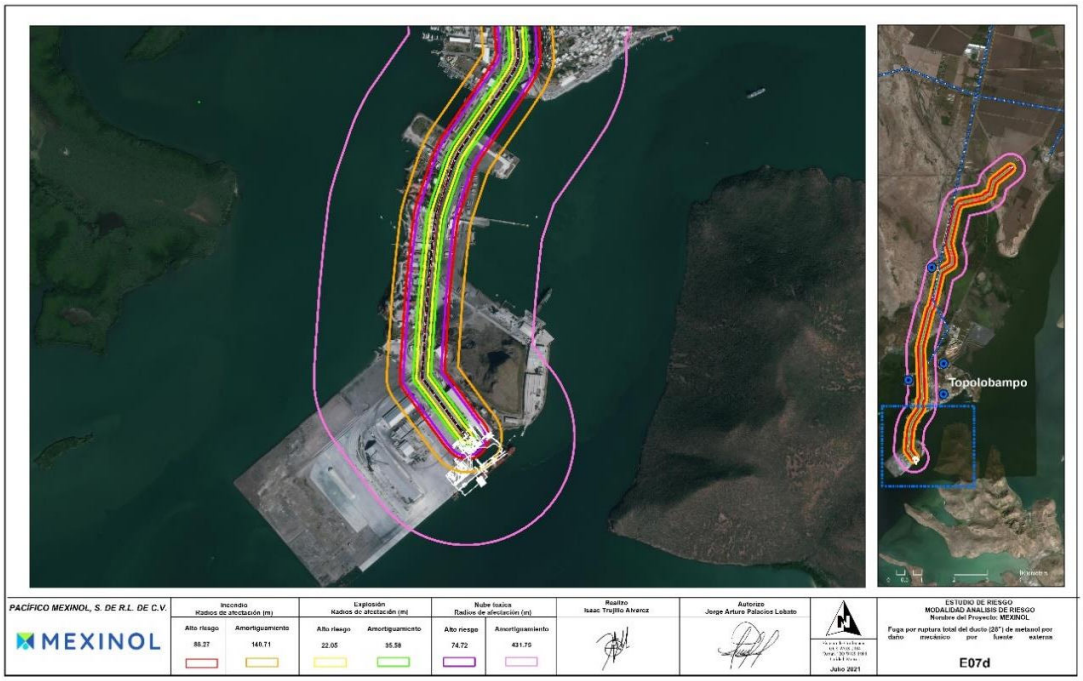


Figura 37. Escenario E07. Fuga por ruptura total del ducto (28") de metanol (4 de 4)

Tabla 35. Escenario E07-4. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	88.27	-	Carretera Los Mochis-Topolobampo y Terminal Transoceánica de Topolobampo
	Sobrepresión	22.05	-	Carretera Los Mochis-Topolobampo y Terminal Transoceánica de Topolobampo
	Toxicidad	74.72	-	Carretera Los Mochis-Topolobampo y Terminal Transoceánica de Topolobampo

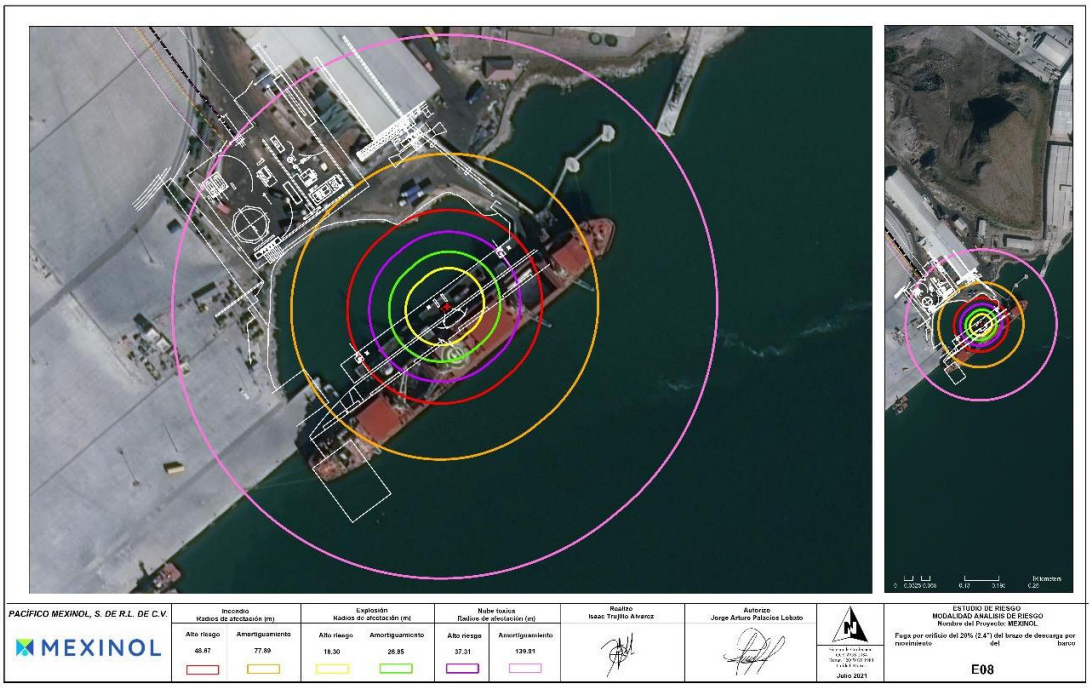


Figura 38. Escenario E08. Fuga por orificio del 20% (2.4") del brazo de descarga

Tabla 36. Escenario E08. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	48.67	Brazos de descarga	Buque y Bahía de Ohuira
	Sobrepresión	18.30	Brazos de descarga	Buque y Bahía de Ohuira
	Toxicidad	37.31	Brazos de descarga	Buque y Bahía de Ohuira

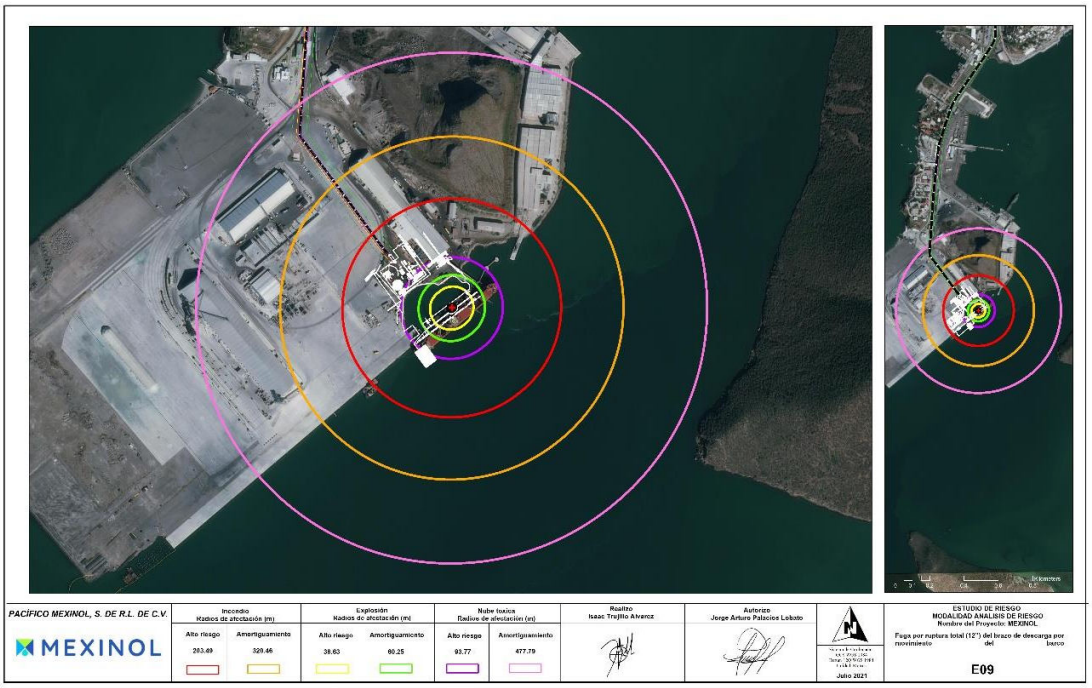


Figura 39. Escenario E09. Fuga por ruptura total (12") del brazo de descarga

Tabla 37. Escenario E09. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Radiación	203.49	Todas las instalaciones de Pacífico MEXINOL en el puerto	Bodega de la Terminal Transoceánica de Topolobampo, buque y Bahía de Ohuira
	Sobrepresión	38.63	Brazos de descarga	Buque y Bahía de Ohuira
	Toxicidad	93.77	Brazos de descarga, bombas contra incendio y paquete de compresión de vapor	Buque y Bahía de Ohuira

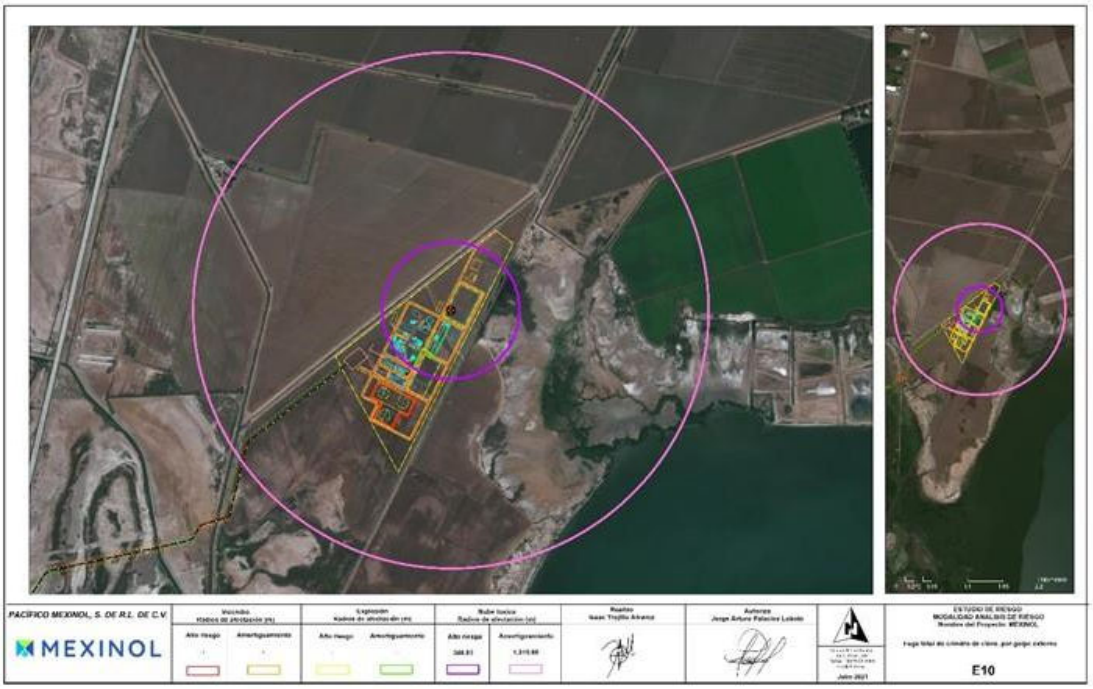


Figura 40. Escenario E10. Fuga total de cilindro de cloro

Tabla 38. Escenario E10. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Toxicidad	349.81	Planta de Japama, almacén de químicos, cuarto de control, taller, servicios 1 (torre de enfriamiento, cisterna de agua contra incendio), servicios 2 (subestación principal), planta de metanol y Unidad de Separación de Gases del Aire	En la colindancia norte-oeste, terrenos de cultivo. En la colindancia sur-este, terrenos sin uso o infraestructura y vías del ferrocarril

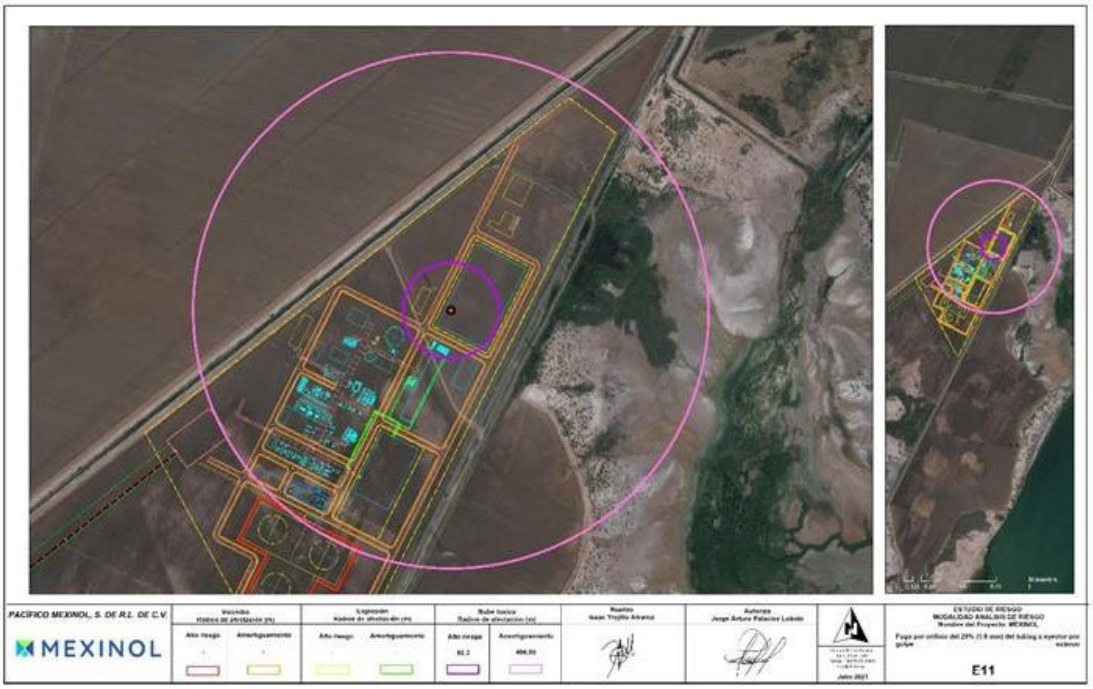


Figura 41. Escenario E11. Fuga por orificio del 20% (1.9 mm) del tubing a eyector

Tabla 39. Escenario E11. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Toxicidad	92.30	Planta de Japama, almacén de químicos, servicios 1 (torre de enfriamiento)	No rebasa los límites de la planta

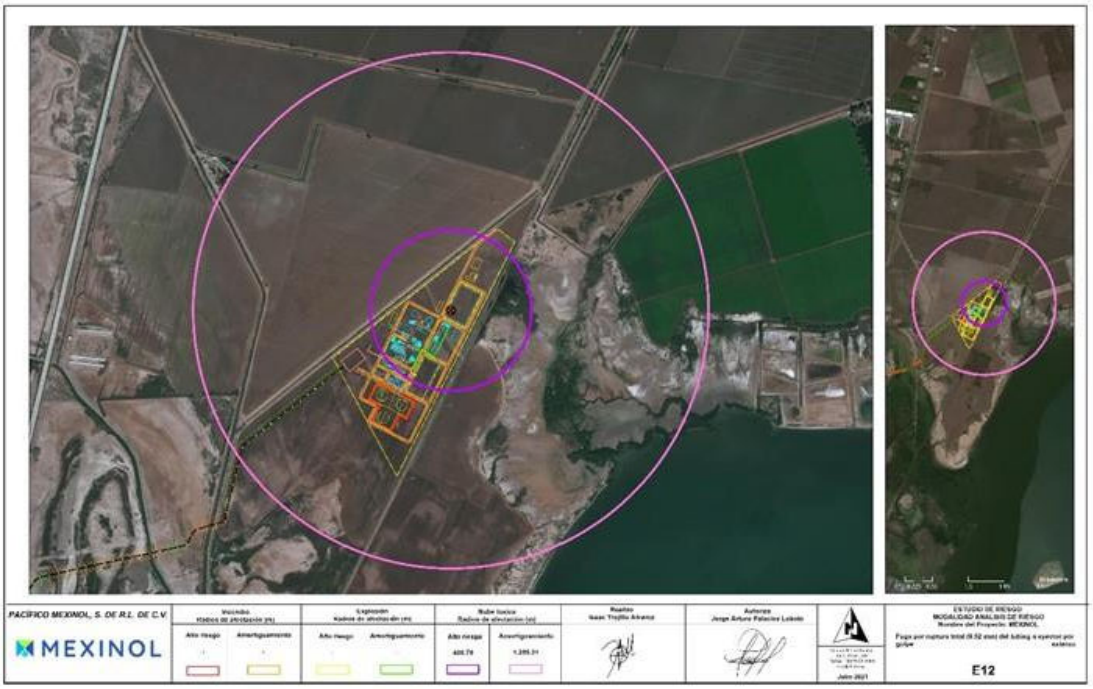


Figura 42. Escenario E12. Fuga por ruptura total (9.52 mm) del tubing a eyector

Tabla 40. Escenario E12. Interacciones de riesgo

Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de afectación (m)	Áreas, equipos, ductos, o instalaciones dentro del radio	
			Interior de la planta	Fuera de la planta
Alto Riesgo	Toxicidad	400.76	Planta de Japama, almacén de químicos, cuarto de control, taller, servicios 1 (torre de enfriamiento, cisterna de agua contra incendio), servicios 2 (subestación principal), planta de metanol y Unidad de Separación de Gases del Aire	En la colindancia norte-oeste, terrenos de cultivo. En la colindancia sur-este, terrenos de cultivo, terrenos sin uso o infraestructura y vías del ferrocarril

II.2.2. Medidas preventivas para la reducción de la ocurrencia de las interacciones de riesgo

Para el control especifico de los escenarios de riesgo identificados, la planta contará con las siguientes medidas preventivas:

Para el manejo de metanol:

- Sistema de protección contra incendios para almacenamiento de metanol (sistema de aspersión de agua; hidrantes y monitores; sistema de espuma)

- Tanque de reserva para nitrógeno en caso de falla de la unidad de separación de gases del aire (ASU)
- Detección de vapores inflamables
- Diques para contención de derrames de metanol
- Clasificación de áreas peligrosas y equipo específico para cada zona peligrosa
- Válvulas de seguridad o discos de ruptura en tanques de revisión 4101T001-003
- Válvulas de seguridad o discos de ruptura en tanques de almacenamiento de metanol producto 9531T001A-C
- Interruptores de alto nivel en tanques de almacenamiento de metanol producto 9531T001A-C
- Se considero en el diseño un alto margen de corrosión para el ducto de metanol
- Protección catódica para el ducto de metanol
- Sistema de limpieza inteligente (diablos) para la inspección del ducto de metanol
- El ducto de metanol está diseñado para caso de golpe de ariete (estudio externo de golpe de ariete)

Para el manejo de cloro:

- Capuchón protector de válvula de cilindro de cloro
- Detectores de gas cloro con alarma visual y sonora
- Paro de emergencia manual del sistema de cloración
- Lavador de emisiones de cloro (Scrubber)

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

De acuerdo con la información del diagnóstico ambiental realizado en el Capítulo IV de la MIA del presente proyecto, a continuación, se identifican y describen los componentes ambientales y asentamientos humanos que pueden ser afectados por los eventos de riesgo identificados, considerando las zonas de alto riesgo y amortiguamiento.

Tabla 41. Efectos sobre los componentes ambientales

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Efecto sobre el componente ambiental
Medio abiótico			
Clima	Modificación del microclima	En el SAR, se registra un clima tipo BW(h')hw muy seco cálido. La temperatura promedio anual varía de 14.3°C a 19.3°C, las temperaturas máximas se presentan en los meses de mayo y junio y van de 15.7°C a 23.1°C, en lo referente a las temperaturas mínimas se presenta en diciembre, con una media anual que va de 10.8°C a 15.6°C. La precipitación media anual va de 347.7 mm a 716. mm, siendo los meses más lluviosos de julio a septiembre, siendo el periodo más seco de diciembre a febrero. El microclima fue modificado desde que se eliminó la cobertura vegetal para el desarrollo de la agricultura desde hace al menos 50 años.	Los eventos de riesgo identificados; en caso de presentarse, serian de corta duración y de efectos reversibles, por lo que no se esperan modificaciones al microclima.
Calidad del aire	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones a la atmósfera	De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio de 2016, las fuentes con emisiones de más de 100 t/año de NOx en Ahome son: quemas agrícolas, generación de energía eléctrica, autos particulares, camionetas particulares, motocicletas, pickup y vehículos<3.8 toneladas, maquinaria agrícola, autobuses, tractocamiones,	En caso de presentarse, alguno de los eventos identificados; se generarían emisiones a la atmósfera, de gases de combustión o de gas cloro.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Efecto sobre el componente ambiental
		vehículos>3.8 toneladas y locomotoras de recorrido; las cuales también destacan por su alta emisión de los otros contaminantes.	
Ruidos y vibraciones	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones de ruido	En término generales no existen fuentes importantes de emisiones de ruido, las principales fuentes de emisión de ruido son los vehículos que transitan sobre la carretera Los Mochis-Topolobampo.	Solo los eventos de explosión generarían altos niveles de ruido; sin embargo, estos serian de muy corta duración.
	Presencia de fallas o fracturas	En el SAR no existen riesgos geológicos o geotécnicos como; fallas o fracturas, de acuerdo al marco geológico regional, así como de los resultados del estudio de mecánica de suelo, existe presencia de materiales compresibles que pudieran generar asentamientos diferenciales.	No se espera que los niveles de sobre presión alcanzados, provoque la formación de fallas o fracturas.
Geomorfología	Modificación del relieve	En el SAR existen tres tipos básicos de topoformas: playa, llanura y sierra. La llanura es la topoforma predominante en el SAR, se registran tres tipos de llanura: la llanura deltaica que ocupa aproximadamente el 52% dele del SAR, le sigue la llanura costera con ciénagas salinas con el 23% y al final la llanura deltaica salina, con el 15%. Las sierras que se encuentran dentro del SAR, se subdividen en dos: sierra baja con laderas escarpadas	No se espera que los eventos identificados provoquen la modificación del relieve.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Efecto sobre el componente ambiental
		que ocupa solo el 2% y la sierra baja de laderas escarpadas con llanuras ocupa el 5.72%.	
Suelo	Presencia o ausencia de degradación del suelo	En el SAR se registran en ocho tipos de suelo de acuerdo a la cartografía de INEGI, predominan los suelos vertisol (46.6%) y solonchak (29.965) que se distribuyen en la mayor parte de la llanura, el leptosol se ubica en la zona que corresponde a la sierra, mientras que el arenosol se presenta en la barra. En la siguiente tabla se presenta la superficie de cada tipo de suelo. El predio norte donde se construirá la planta Pacífico MEXINOL presenta suelo tipo vertisol, mientras que el poliducto, la mayor parte de su trayectoria se ubicará en suelos tipo solonchack. De acuerdo a los criterios establecidos por la SEMARNAT, en el SAR aproximadamente el 66% de la superficie presenta algún tipo de degradación: la degradación química ocupa el 64.3% y se presenta en el área que ocupa la agricultura mientras que la degradación física se presenta en la zona urbana de Los Mochis.	La mayor parte de la Planta estará pavimentada por lo que solo en pequeñas partes existirá suelo expuesto; sin embargo, no se espera una degradación del suelo ya que el metanol no persiste en el medio ambiente y cuando se descarga en aguas superficiales, tierra y aguas subterráneas, se diluye de inmediato hasta llegar a bajas concentraciones, permitiendo que las bacterias nativas de la tierra o del agua lo degraden biológicamente en un tiempo relativamente corto. Debido a la velocidad relativa de degradación biológica del metanol, se espera que los tiempos de limpieza natural sean más rápidos que los tiempos de limpieza activa.
	Erosión	La mayor parte del SAR no presenta erosión debido principalmente a que se encuentra en una llanura, solo el 9.03% presenta algún grado de erosión de acuerdo a	La mayor parte de la Planta estará pavimentada por lo que solo en pequeñas partes existirá suelo

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Efecto sobre el componente ambiental
		la clasificación de INEGI, el 7.37% corresponde a erosión hídrica y 1.65% a erosión antrópica.	expuesto; sin embargo, no se espera que los eventos identificados provoquen la erosión del suelo.
Hidrología superficial	Modificación del drenaje superficial	El drenaje superficial del SAR ha sido modificado por la construcción de drenes agrícolas para el riego de los diferentes módulos que integran el Distrito de Riego No.75 Red Valle del Fuerte.	No se espera que los eventos identificados provoquen la modificación del drenaje superficial.
	Presencia o ausencia de contaminación del agua	Se registra contaminación en la Bahía de Ohuira por las descargas de los drenes agrícolas y de algunas localidades que se asientan en las cercanías de la bahía.	No se espera contaminación del ya que el metanol no persiste en el medio ambiente y cuando se descarga en aguas superficiales, tierra y aguas subterráneas, se diluye de inmediato hasta llegar a bajas concentraciones, permitiendo que las bacterias nativas de la tierra o del agua lo degraden biológicamente en un tiempo relativamente corto. Debido a la velocidad relativa de degradación biológica del metanol, se espera que los tiempos de limpieza natural sean más rápidos que los tiempos de limpieza activa.
Hidrología subterránea	Estado actual del acuífero (sobreexplotado o subexplotado)	El SAR abarca parcialmente dos acuíferos: Río Fuerte que ocupa el 94% y Río Sinaloa con el 5.84%, ambos acuíferos presentan disponibilidad de agua subterránea de acuerdo a la CONAGUA, Río Fuerte con 103.215510 hm^3/año y el Acuífero Río Sinaloa con 8.231880 con hm^3/año	No se espera que los eventos identificados afecten la disponibilidad del agua subterránea.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Efecto sobre el componente ambiental
Medio biótico			
Vegetación	Proporción de vegetación natural/superficie total del SAR	El En el SAR predominan los ecosistemas modificados constituidos por el las zonas agrícola del Distrito de Riego No.75 Red Valle del Fuerte ocupando el 67% de la superficie del SAR, los ecosistemas naturales ocupan 28% de la superficie están constituidos principalmente Matorral sarcocaule, Vegetación halófila xerófila y el manglar, los ecosistemas artificiales están constituidos principalmente por la Ciudad de Los Mochis, la localidad de Topolobampo y el Puerto de Topolobampo.	El sitio donde se ubicará la planta presenta la perdida de la vegetación natural debido a las actividades de agricultura que se han desarrollado, por lo que no se espera afectación a este componente ambiental.
Fauna	Hábitat	El hábitat de la fauna silvestre ha sido modificado y fragmentado desde hace al menos 50 años por la agricultura, así como por el desarrollo urbano, la construcción de las vías de comunicación principalmente la carretera Los Mochis Topolobampo y la vía del ferrocarril. Actualmente los tipos de vegetación natural han sido fragmentados y solo en la costa se puede observar áreas continuas de manglar.	Los eventos de fuga de cloro tendrían un efecto negativo en la fauna del lugar, principalmente sobre las aves.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Efecto sobre el componente ambiental
Medio socioeconómico			
Paisaje	Calidad del paisaje	El SAR se caracteriza por ser predominantemente un ecosistema modificado desde hace al menos 50 años por el establecimiento de las actividades agrícolas, por lo que los ecosistemas naturales han sido fragmentados, las áreas mejor conservadas se encuentran en las áreas inmediatas a la costa en donde se registra el manglar.	No se espera que los eventos identificados provoquen la modificación de la calidad del paisaje, ya que estos son de efectos reversibles.
Demografía	Número de habitantes	La población del total de los tres municipios que abarca parcialmente el SAR, de acuerdo al Censo de Población y Vivienda de 2020 es de 374,836 personas distribuidas en 181 localidades Los municipios y localidades que conforman el SAR se caracterizan por presentar una tasa de crecimiento positiva. Ahome presenta un crecimiento poblacional significativo a partir del año 2000 a la fecha.	No se espera afectación ya que, en el sitio, no existe población cercana afectable.
Población indígena	Número de localidades indígenas	En el municipio de Ahome se registraron un total de 2,749 personas de más de tres años que hablan una lengua indígena distribuidas en 33 localidades, en Guasave la población fue de 382 personas en una sola localidad y en El Fuerte fue de 5 personas en dos localidades	No se espera afectación ya que, en el sitio, no existe población cercana afectable.

Componente ambiental	Indicador	Escenario actual	Efecto sobre el componente ambiental
Servicios	% de viviendas con servicios	Las viviendas particulares registradas en el SAR ascienden a 111,849 de las cuáles el 99.54% tiene servicio de energía eléctrica, el 98.83% tiene agua potable y el 98.99% cuenta con sistema de drenaje	No se espera afectación ya que, en el sitio, no existen zonas habitacionales cercanas.
Empleo	Número de personas desocupadas	En el SAR, la población económicamente activa es de 185,233 personas, la población ocupada es de 181,929 personas, la población desocupada es de 3,304 personas y la población no económicamente activa es de 119,764 personas.	Sin bien, algunos de los eventos identificados pueden afectar las operaciones de la planta, esta afectación será temporal; por lo que no se no se espera afectación a las fuentes de empleo.
Actividades productivas	Superficie en has dedicadas a agricultura	El SAR abarca gran parte del Distrito de Riego No.075 Río Fuerte, el cual tiene una extensión de 250,000 hectáreas, está integrada por los 13 módulos de riego: Guasave, Río Fuerte, Leyva Solano, Ruiz Cortines, Batequis, Taxtes, Sevelbampo, Pascola, Mavari, Cahuinahua, Juncos, Nohme y Santa Rosa donde se ubicará la planta de producción de Metanol. En el SAR se registra una superficie dedicada a actividades agrícolas de 82,151.39 has que corresponden al 60.12% de la superficie del SAR	No se espera afectación a las actividades productivas de la zona, ya que los eventos identificados son de corta duración y de efectos reversibles.

III. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Con base en los resultados obtenidos a través de la identificación y jerarquización de riesgos, así como de la simulación de escenarios del presente estudio; se establecieron las siguientes recomendaciones:

Tabla 42. Recomendaciones técnico operativas

No.	Recomendación
1.	Comprobar si las bombas de transferencia de agua de lluvia deben estar conectadas a una fuente de alimentación de emergencia.
2.	Considerar en la base del diseño que es posible que se produzcan daños menores en caso de huracán.
3.	Establecer un plan de respuesta de emergencia (paro de la planta, procedimiento de evacuación, etc.)
4.	Considerar la aprobación de terceros en función de los resultados del informe preliminar del suelo.
5.	Establecer un plan de respuesta de emergencia (paro de la planta, procedimiento de evacuación, etc.)
6.	Establecer un plan de respuesta a emergencias
7.	Establecer un plan de respuesta a emergencias
8.	Establecer un control del tráfico de camiones dentro del área de la planta (velocidad límite, señalizar zonas de tránsito, etc.)
9.	Establecer un plan de respuesta a emergencias
10.	Establecer un plan de respuesta de emergencia para la zona del puerto
11.	Elaborar una evaluación cuantitativa de riesgos (QRA); que considere onda explosiva para edificios ocupados
12.	Establecer un plan de respuesta de emergencia en caso de liberación al exterior del área de la planta
13.	Elaborar el cálculo de la dispersión
14.	Definir el tamaño del tanque de almacenamiento de reserva de nitrógeno
15.	Comprobar protecciones para ASU
16.	Verificar el arreglo de las instalaciones para minimizar la posibilidad de incendio.
17.	Verificar el diseño de control de nivel

No.	Recomendación
18.	Instalar protecciones para el llenado excesivo del lavador
19.	Verificar sistema de control de nivel
20.	Comprobar si se cuenta con válvulas de acción rápida dentro del barco (si el cierre <2 s, revisar el estudio de golpe de ariete)
21.	Establecer un plan de respuesta a emergencias
22.	Establecer el cierre de la válvula en la línea de transferencia de metanol o el paro de las bombas de transferencia, en caso de alta presión en la línea de retorno de vapor; se debe considerar el tiempo de cierre de la válvula en el estudio del golpe de ariete
23.	Establecer la prohibición de almacenar materiales combustibles o inflamables, en el cuarto de cloración.
24.	Colocar equipo contra incendios en el cuarto de cloración.
25.	Establecer un procedimiento de inspección al ingreso de cilindros de cloro a la planta
26.	Establecer un programa de inspecciones periódicas que incluya la revisión de los cilindros almacenados y en operación
27.	Adquirir un kit “A”, para fugas en cilindros, mascarillas tipo canister y de aire autónomo
28.	Establecer procedimientos para la atención de fugas de cloro.
29.	Establecer brigadas capacitadas para la atención a emergencias.
30.	Establecer un programa de capacitación del personal, en el que se incluyan los procedimientos para la atención de fugas de cloro
31.	Establecer un programa de simulacros en el que se contemplen fugas de cloro
32.	Incluir la báscula de los cilindros, en el programa de mantenimiento.
33.	Establecer un programa de mantenimiento en el que se incluya la válvula de control de flujo.
34.	Elaborar un manual de operación del sistema de cloración, en el que se incluyan procedimientos de operación, inspección y mantenimiento.
35.	Establecer un programa de mantenimiento en el que el regulador de vacío.
36.	Llevar una bitácora o registro de la medición de cloro en el agua y mantenerla actualizada

III.1.1 Sistemas de seguridad

III.1.1.1. Planta

Las materias primas del proceso, los productos intermedios y finales, los productos químicos auxiliares que se manipulan pueden ser inflamables, combustibles o tóxicos. La condición de emergencia puede resultar de derrames o fugas, además de inhalación, contacto con la piel, absorción cutánea, ingestión oral, incendios ocurridos. Además, las fallas en el trabajo mecánico durante el mantenimiento pueden causar lesiones; por lo tanto y en principio, todas las personas que se encuentren dentro de las áreas designadas de seguridad de la Planta Pacífico MEXINOL, deben usar Equipo de Protección Personal (PPE).

Se requiere equipo de seguridad adicional para proporcionar primeros auxilios en caso de incidentes graves, así como información de seguridad para colocar en ubicaciones de plantas relacionadas (señalización).

Equipo de protección personal (PPE)

Es obligatorio usar EPP al ingresar a la planta. El EPP fijado como equipamiento básico incluye:

- Casco de seguridad
- Zapatos de seguridad
- Protección de oídos
- Lentes de seguridad

Conjunto de escape

El "juego de escape" consta de una campana de escape con filtro de gas. El filtro de gas debe proteger contra los gases tóxicos que contienen monóxido de carbono que pueden liberarse accidentalmente. Para varias tareas, p. Ej. actividades de control o mantenimiento, el personal puede necesitar equipo de protección adicional como guantes, protección para los oídos, mascarillas, trajes de gas, equipos de respiración (SCBA), etc.

El PPE para el personal fijo de la empresa será otorgado por la gerencia de la planta. Los contratistas proporcionarán el equipo de protección personal para su personal que este ejecutando actividades dentro de las instalaciones de la planta.

Equipo de seguridad

Con respecto a incidentes y emergencias, se requiere un equipo de seguridad particular, principalmente para proporcionar primeros auxilios e información de seguridad:

- Regaderas de seguridad con lavaojos.
- Puntos de primeros auxilios (botiquines y camillas)
- Señales de seguridad

Todas las personas en la instalación deben recibir instrucciones sobre las reglas de seguridad y los procedimientos de emergencia en caso de incidentes o situaciones de emergencia. Estas instrucciones deben cubrir la prevención de incidentes, la ubicación de la información de seguridad y la aplicación y uso de equipo de seguridad. El personal debe saber dónde encontrar los elementos y equipos relacionados.

Equipo de primeros auxilios

El equipo de primeros auxilios comprende puntos de primeros auxilios y regaderas de seguridad con lavaojos.

Puntos de primeros auxilios

Los puntos de primeros auxilios deberán estar equipados de modo que se puedan tratar las heridas leves. En caso de lesiones, se debe informar al Centro de Emergencias de inmediato. Si es necesario, la víctima debe ser transportada al Centro Médico. El punto de primeros auxilios comprende el estuche de almacenamiento que contiene el botiquín de primeros auxilios, la manta y la camilla.
Los puntos de primeros auxilios deben estar ubicados en edificios como:

- Edificio de control principal
- Subestaciones
- Taller
- Salas de operador
- Puertas de entrada

Duchas de seguridad con lavaojos

Las regaderas de seguridad deben estar ubicadas donde se almacenan y / o manipulan productos químicos peligrosos y donde se puedan suponer derrames de líquidos de proceso.

Las regaderas de seguridad estarán equipadas con unidades de lavado de ojos / cara. La ubicación de las regaderas de seguridad debe estar en un buen lugar accesible, es decir, cerca de las vías de escape o para caminar. La distancia desde la fuente potencial de escape se determinará de modo que la persona afectada pueda llegar a la regadera de seguridad en no más de 10 segundos.
El diseño de regaderas / lavaojos de seguridad debe estar de acuerdo con ANSI Z358.1-2014 (Equipo de regadera y lavaojos de emergencia).

Tabla 43. Lista de duchas de seguridad con lavaojos:

Unidades de Proceso	Ubicación de la duchas de emergencia más cercana	Regadera de emergencia con Tanque	Químicos peligrosos
Planta de Metanol			
4061	Síntesis de Metanol: Tambor de Metanol Flash I (4061D002)	no	Metanol
4061	Síntesis de Metanol: Tambor de Metanol Flash I (4061D004)	no	Metanol
4071	Destilación de Metanol: tanque de NaOH (4071D003) / bomba de dosificación de NaOH (4071P002)	no	Soda caustica
4071	Destilación de Metanol: Columna de pre-ejecución (4071C001) / Bomba del fondo de la Columna de pre-ejecución 4071P001A-B / Bomba de reflujo de la Columna de pre-ejecución 4071P003A-B	no	Metanol
4071	Destilación de Metanol: Columna de metanol de Alta presión 4071C002 / Bomba de reflujo de la columna de metanol de Alta presión 4071P004A-B	no	Metanol
4071	Destilación de Metanol: Columna de Metanol de baja presión 4071C003 / Bomba de reflujo de la columna de metanol de baja presión p 4071P007A-B	no	Metanol

Unidades de Proceso	Ubicación de la duchas de emergencia más cercana	Regadera de emergencia con Tanque	Químicos peligrosos
4101	Almacenamiento intermedio de metanol: Bombas de Metanol 4101P001A-B, 4101P002A-B	no	Metanol
	Almacenamiento de químicos	no	Diferentes químicos
Fuera de la planta e instalaciones			
8901	Estación de dosificación de diferentes químicos en las unidades de pretratamiento de desmineralización, de desmineralización y pulido de agua (8901U001, 8901U002; 8901U003) (2 regaderas de seguridad)	no	Químicos (por ejemplo, FeCL3, PE, H_2SO_4, NaOH, NaClO)
8831	Estación de dosificación para la unidad de caldera auxiliar 8831U001	no	Químicos
8831	Unidad de dosificación de químicos 8881U001 / Unidad de clorado 8881U002 (sistema de agua de enfriamiento)	no	Cloro, Inhibidor de corrosión y Biocida
9531	Bombas de carga de Metanol 9531P001A-C / Estación de PIGGING 9531U003-X02	no	Metanol
9631	Carga de Buques (Puerto)	si	Metanol

Según la norma ANSI Z358.1-2014, la tasa de agua está diseñada para un mínimo de 76 l / min para regaderas y 11,4 l / min para lavados de ojos / rostro durante un mínimo de 15 minutos. Las regaderas de seguridad se conectarán a un sistema de circulación de agua en un rango de temperatura entre 16 y 38 °C. El circuito de regadera de seguridad se alimentará desde el sistema de agua potable.
En la zona de carga del buque en el puerto se instalará una regadera de seguridad con tanque superior.

Información de seguridad

Conos de viento

Fuera de los edificios, las personas deben percibir la dirección del viento mirando hacia las mangas de viento y tomar el camino a través de la dirección del viento en caso de liberación de gas tóxico. Las mangas de viento se iluminarán con conexión a la iluminación de emergencia para proporcionar información de la dirección del viento también por la noche y en caso de corte de energía que pueda

ocurrir junto con la liberación de gas tóxico. Las mangas de viento se ubicarán en puntos más altos en el área de la planta, p. a:

- Tanque de almacenamiento de metanol (9531T001A)
- Tanque de agua tratada (8891T001)
- Columna de metanol HP (4071C002)
- Reactor isotérmico (4061R001A-B)
- Calentador encendido (4031U001)

Señales de seguridad

Se deben instalar señales de seguridad que brinden información para su uso en la prevención de accidentes y para advertir de peligros para la salud.

Los avisos se utilizarán como letreros de condición obligatoria y segura especificados de acuerdo con las normas OSHA / ANSI.

Las señales obligatorias indican que se debe tomar un curso de acción específico, p. Ej. llevar equipo de protección durante la manipulación de productos químicos. Se preverán las siguientes señales obligatorias:

- Use protección para los ojos
- Use protección respiratoria
- Use protección para las manos
- Use protector facial

Las señales deben ubicarse en lugares donde se manipulen productos químicos, en estación de dosificación, en áreas de carga / descarga, etc.

La señal "Use protección para los oídos" debe ubicarse en lugares donde el ruido exceda el límite de 90 dB (A), p. Ej. en las áreas de maquinarias.

Las señales de condiciones seguras brindan información sobre las condiciones seguras. Se preverán las siguientes señales de condición de seguridad:

- Estación de primeros auxilios
- Regadera de emergencia

- Punto de encuentro / reunión

Señales de equipos contra incendios:

- Indicación de dirección para vías de evacuación en edificios.
- Señales de salida para rutas de escape en edificios
- Punto de llamada de alarma de incendio para botones de alarma manual
- Carrete de manguera contra incendios en las cajas de mangueras
- Extintor de incendios ubicado encima de los extintores y en los gabinetes de extintores.

Las señales de advertencia brindan información sobre los peligros de los productos químicos (venenosos, inflamables, explosivos, etc.) y los peligros eléctricos. Las señales de prohibición especifican comportamientos o acciones que no están permitidas.

Detección de gas

El propósito del sistema de detección de gases es la detección temprana de una fuga de gas para gases inflamables o tóxicos y la notificación de una estación con personal permanente.

Para este propósito, se deben instalar detectores de gas en áreas críticas de la planta para monitoreo continuo del ambiente con estación de trabajo de alarma de gas para información del operador en la Sala de Control Central.

Los detectores de gas deben ubicarse donde se pueda esperar un peligro. Especialmente los detectores de gas se instalarán en:

- Conductos de entrada de aire de los sistemas HVAC en edificios tripulados
- Casa del analizador donde se manipulan gases tóxicos o inflamables
- Áreas cerradas de la planta con ventilación insuficiente donde pueden ocurrir gases o vapores tóxicos, inflamables o sofocantes (por ejemplo, MeOH, H_2 / CO, CH_4).

La gerencia de la planta proporcionará detectores de gas portátiles para las actividades de mantenimiento.

Tabla 44. Ubicación de detectores de gas

Ubicación	Componente	Nota
Planta de Metanol		
Compresor de gas natural 4011K001 CH4	(LEL)	alarma
Compresor de gas de síntesis 4061K001	CO (T)	alarma
Compresor de gas de reciclo 4061K002	Hidrogeno (LEL)	alarma
Bomba de fondo de la columna de pre-ejecución 4071P001A-B	Metanol (LEL)	alarma
Bomba de reflujo de la columna de pre-ejecución 4071P003A-B	Metanol (LEL)	alarma
Bomba de reflujo de la columna de alta presión de metanol 4071P004A-B	Metanol (LEL)	alarma
Bomba de reflujo de la columna de baja presión de metanol 4071P007A-B	Metanol (LEL)	alarma
Bombas de transferencia de metanol 4101P001A-B	Metanol (LEL)	alarma
Bombas de metanol impuro 4101P002A-B	Metanol (LEL)	alarma
Bombas de desagüe de metanol 4711D001	Metanol (LEL)	alarma
Casa de analizadores de hidrocarburos	LEL) CO (T) oxigeno (O)	alarma / parada
Fuera de la planta y utilidades		
Bomba de carga de metanol 9531P001A-C	Metanol (LEL)	alarma
Estación de PIGGING 9531U003-X02 (Planta)	Metanol (LEL)	alarma
Estación de PIGGING 9531U003-X01 (Puerto)	Metanol (LEL)	alarma
Edificios (ductos para de entrada de aire del sistema de acondicionamiento de aire)		
Hidrogeno en el edificio principal de sala de control	(LEL) CO (T)	alarma / parada
Subestación principal	Hidrogeno (LEL) CO (T)	alarma / parada
Subestación de MeOH	Hidrogeno (LEL) CO (T)	alarma/ Parada

* Detectores de gases inflamables: (LEL), Detectores de gases tóxicos: (T), Detección de deficiencia de oxígeno: (O)

III.1.1.2. Muelle

Sistema contra incendios

Considerando que el Metanol es un producto inflamable Clase I, según la NFPA 30, el puerto contará con un sistema contra incendios fijo, con la intención de minimizar cualquier impacto ante este evento.

El dimensionamiento del sistema contra incendios se realizará basándose en las consideraciones de la NFPA y las especificaciones de la normativa mexicana. El mismo funcionará con los siguientes componentes:

- Red de agua contra incendio: El sistema contempla un tanque de almacenamiento con capacidad de suministro de 4 horas y un sistema de tuberías para el suministro a las áreas operativas.
- Bombas contra incendio: Se consideran 3 bombas principales (2 operativas y 1 de reserva) para el suministro de agua. Igualmente se consideran 2 bombas jockey (1 operativa y 1 de reserva).
- Sistema de Espuma y Monitores: La zona de muelle contará con 2 monitores con capacidad de manejar 350 m3/h de flujo cada uno, con un alcance minino de 70 m. Controlados remotamente e instalados en torres de 20 m de altura para combatir eficientemente fuegos en la plataforma o en el conector de tuberías del barco. Cada monitor contará con una boquilla eductora de espuma y el kit de succión estará compuesto por un tanque de concentrado de espuma al 3% con capacidad 265 galones y contarán con conexiones de concentrado de espuma resistente a alcoholes con base AFFF (AR-AFFF).
- Hidrantes: Se instalarán hidrantes por toda la red según requerimientos de la OCIMF y de la NFPA, el espaciamiento máximo entre hidrantes será de 50 m en el muelle.
- Extintores Portátiles: Los extintores portátiles se ubicarán en lugares de fácil acceso y clara visibilidad, con su correcta demarcación y ubicación a no más de 1 metro sobre el suelo. Se considerarán las siguientes unidades: 4 unidades de 9 - 12 kg DP, 3 unidades 50 kg DP.

Sistema de Detección de Fuego y Gas (F&G)

El sistema de F&G permitirá detectar y registrar oportunamente de manera automática, posibles eventos de incendio que se puedan materializar en las diferentes áreas de proceso del muelle. Notificará a los operarios sobre condiciones de emergencia para que se tomen las respectivas medidas de control y mitigación que permitan minimizar el impacto.

El sistema visualizará a través de una interfaz gráfica HMI todos los eventos asociados al sistema contra incendio. El diseño del sistema F&G cumplirá con la Norma NFPA 70 y NFPA 72; sus componentes serán listados UL o aprobados FM para uso en sistemas contra incendio.

Sistema de Alarma

Se plantea la instalación de alarmas visuales y alarmas sonoras en puntos estratégicos (rutas de evacuación), con el fin de alertar al personal que permanece en estas áreas y procedan a ejecutar los planes de evacuación. La intensidad sonora y luminosa, de estos dispositivos, debe ser adecuada para la anunciación de cada área.

De igual manera se instalarán interruptores manuales en diferentes lugares del puerto para permitir que cualquier persona pueda activar las sirenas y alarmas de incendio.

Sistema de Paro de Emergencia

El puerto considerará un sistema de paro de emergencia (ESD) que recibirá las señales de campo de los instrumentos de emergencia y de los instrumentos de F&G y se comunicará, para monitoreo, con el sistema de control de proceso en la sala de control de la planta.

Sistema de Circuito Cerrado de TV (CCTV)

El sistema de CCTV consiste en un sistema de monitoreo y registro compuesto por cámaras de video distribuidas en sitios estratégicos, un servidor de control y configuración de cámaras, un servidor para almacenamiento de video, una estación de trabajo y control del sistema, además de todos los accesorios requeridos por el sistema para su correcto funcionamiento.

En áreas del muelle se instalarán cámaras tipo domo PTZ y cámaras fijas; las cámaras domo serán controladas desde el cuarto de control. Las cámaras no serán ubicadas en áreas clasificadas. Las cámaras tipo domo PTZ instaladas en exteriores serán ubicadas sobre postes de 8 - 10 m de altura. El sensor de las cámaras de video instaladas en exteriores tendrá alta sensibilidad nocturna. Todas las señales se centralizarán en el cuarto de control principal, en donde se ubicarán los servidores de almacenamiento de video, control y configuración del sistema. El objetivo del sistema de CCTV es:

- Monitorear y supervisar las áreas designadas como críticas para los objetivos de seguridad de la planta.
- Monitorear actividades de riesgo y operación.
- Ayudar al monitoreo de operaciones críticas y operaciones riesgosas.
- Registrar y almacenar los videos generados de los diferentes eventos ocurridos.

- Servir como herramienta de respaldo para el análisis de eventos anormales o investigaciones posteriores.
- Apoyar los demás sistemas de seguridad con el fin de confirmar alarmas de intrusión, eventos de acceso y alarmas en el sistema F&G.

Sistema de Control de Acceso

Con el propósito de controlar el acceso y delimitar las áreas clasificadas, se contempla la instalación de un cerramiento en malla.

Sistema de Control de Proceso

Las operaciones de carga de buques estarán controladas desde la sala de control principal en la planta, donde estarán disponibles todas las señales del sistema de control de proceso. En las adyacencias del puerto se instalará un cuarto de operaciones, donde se podrán visualizar las señales y tendrá comunicación con la sala de control principal en la planta.

En el siguiente plano se muestra la ubicación de conos de viento, regaderas de emergencia y botiquines.

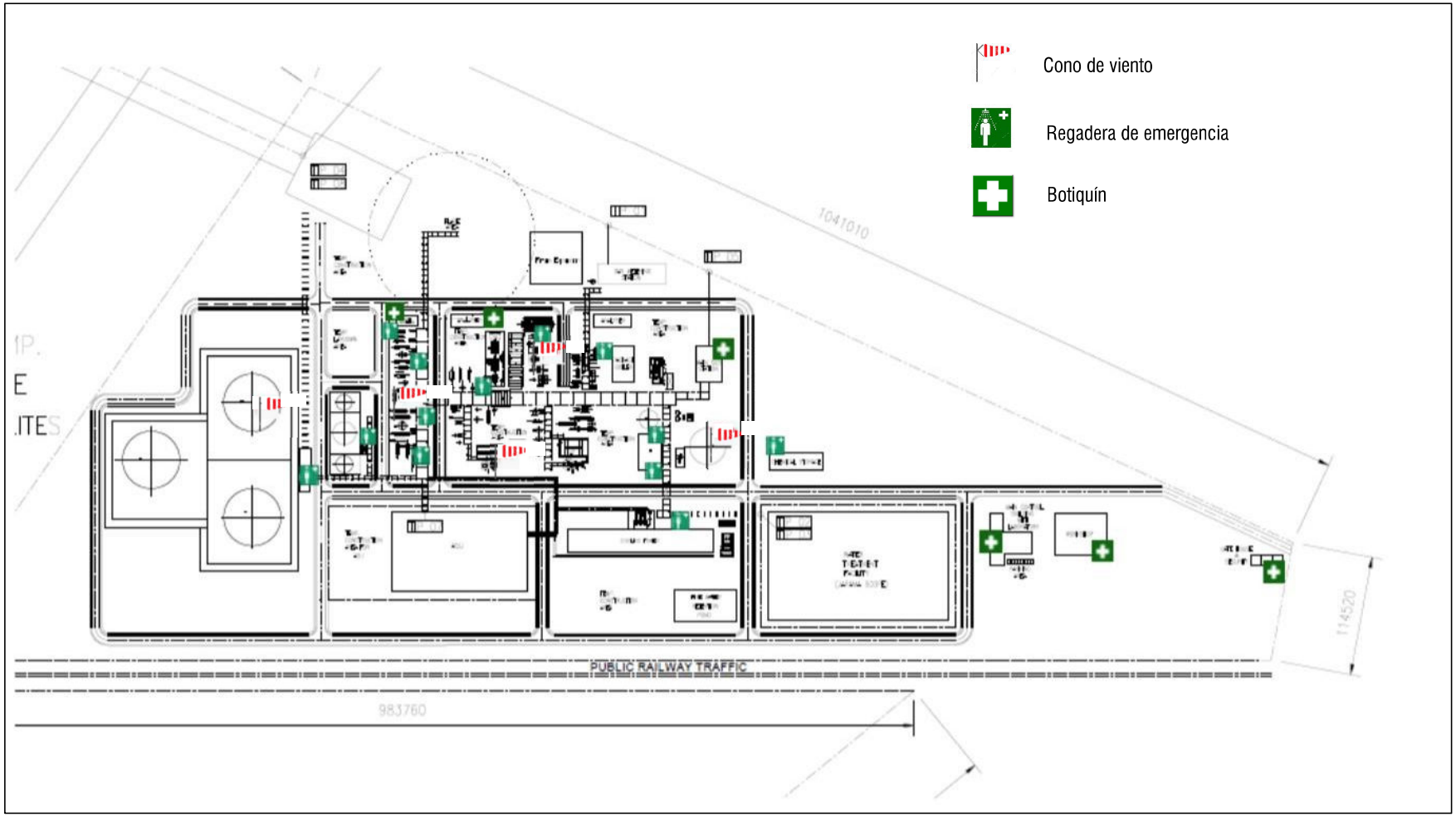


Figura 43. Ubicación de conos de viento, regaderas de emergencia y de botiquines

III.1.2 Medidas preventivas

III.I.2.1. Programa de mantenimiento

Tabla 45. Programa de mantenimiento

Nombre del equipo	Tipo	Rondas Operacionales (Vigilancia)		Monitorización de la Condición (Predictivo)		Mantto. Preventivo		Evaluación de Eficiencia		Mantto. Mayor (Overhaul)	
		Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia
Tambor KO del compresor de gas de alimentación	Recipiente a presión	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Compresor de gas natural	Compresor	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	A	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10) A
Turbina de compresor NG	Turbina de vapor	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	A	Nivel 9	ST	Nivel11	(10-15) A
Hidrogenación y Desulfuración. Reactor	Reactor	Nivel 1	D	Nivel 7	ST						
Absorbente de desulfuración	Recipiente a presión	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Catalizador de hidrogenación	Reactor	Nivel 1	D	Nivel 7	ST						
Saturador	Recipiente a presión	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Separador de condensado LP	Recipiente a presión	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Tambor de vapor HP I	Recipiente a presión	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Tambor de vapor HP II	Recipiente a presión	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Tambor de condensado MP	Recipiente a presión	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Tambor flash de condensado de proceso	Recipiente a presión	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Precalentador MP BFW	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		

Nombre del equipo	Tipo	Rondas Operacionales (Vigilancia)		Monitorización de la Condición (Predictivo)		Mantto. Preventivo		Evaluación de Eficiencia		Mantto. Mayor (Overhaul)	
		Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia
Enfriador de Syngas I	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Precalentador de oxígeno	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Precalentador HP BFW	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Precalentador de agua tratada	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Precalentador de gas combustible	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Enfriador de agua ATR	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Enfriador final de gas de síntesis	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Filtro de oxigeno	Filtro	Nivel 1	S	Nivel 7	ST	Nivel 2	S				
Bomba de agua de reciclaje de saturador	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10) A
Bomba de reciclaje de agua ATR	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10) A
Bomba de condensado MP	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10) A
Bomba de condensado LP	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10) A
Pre-reformador	Reformador	Nivel 1	D	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
POX catalítico (ATR)	Reformador	Nivel 1	D	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Estufa	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Tambor de vapor MP I	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Tambor flash de metanol I	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Tambor de vapor MP II	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Tambor flash de metanol II	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						

Nombre del equipo	Tipo	Rondas Operacionales (Vigilancia)		Monitorización de la Condición (Predictivo)		Mantto. Preventivo		Evaluación de Eficiencia		Mantto. Mayor (Overhaul)	
		Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia
Tambor KO del compresor de gas de síntesis	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Precalentador Reactor II	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Enfriador de metanol crudo II	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Enfriador HP BFW	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Enfriador de metanol crudo I	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Eyector de reactor isotérmico I	Eyector	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Eyector de reactor isotérmico II	Eyector	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Compresor de gas de síntesis	Compresor	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	A	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10) A
Tambor de alimentación de columna de pre-ejecución	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Tambor de reflujo de columna de pre-ejecución	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Tambor de reflujo de columna de metanol HP	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Tambor de reflujo de columna de metanol LP	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Rehervidor de columna de pre-ejecución I	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Calentador de columna de pre-ejecución II	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						

Nombre del equipo	Tipo	Rondas Operacionales (Vigilancia)		Monitorización de la Condición (Predictivo)		Mantto. Preventivo		Evaluación de Eficiencia		Mantto. Mayor (Overhaul)	
		Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia
Rehervidor de columna de metanol HP I	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Hervidor de columna de metanol HP II	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Rehervidor de columna de metanol LP	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Enfriador de metanol HP II	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Condensador de techo de columna de metanol LP	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Enfriador de metanol puro	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Filtro protector de metanol	Filtro	Nivel 1	S	Nivel 7	ST	Nivel 2	S				
Filtro de metanol	Filtro	Nivel 1	S	Nivel 7	ST	Nivel 2	S				
Bomba de fondos de columna de pre-ejecución	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de reflujo de columna de pre-ejecución	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de reflujo de columna de metanol HP	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de agua de columna de metanol LP	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de aceite Fusel	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A

Nombre del equipo	Tipo	Rondas Operacionales (Vigilancia)		Monitorización de la Condición (Predictivo)		Mantto. Preventivo		Evaluación de Eficiencia		Mantto. Mayor (Overhaul)	
		Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia
Bomba de reflujo de columna de metanol LP	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de transferencia de metanol	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de metanol fuera de especificación	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de reciclaje de agua de lavado	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de agua de lavado BD	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Tanque de control de metanol	Tanque	Nivel 1	M	Nivel 7	A						
Tanque de metanol fuera de especificaciones	Tanque	Nivel 1	M	Nivel 7	A						
Unidad de PSA de alta presión	Patín de absorción	Nivel 1	D	Nivel 7	ST	Nivel 3	M	Nivel 9	ST		
Desaereador	Recipiente a presión	Nivel 1	S	Nivel 7	ST						
Enfriador de soplado	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Precalentador de condensado de turbina	Intercambiador de Calor	Nivel 1	S	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Turbina de bomba HP BFW	Turbina de Vapor	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M			Nivel 9	ST	Nivel11	(10-15)A
Bomba HP BFW	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba MP BFW	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A

Nombre del equipo	Tipo	Rondas Operacionales (Vigilancia)		Monitorización de la Condición (Predictivo)		Mantto. Preventivo		Evaluación de Eficiencia		Mantto. Mayor (Overhaul)	
		Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia
Bomba de condensado LP	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Caldera auxiliar	Calentador de Combustión	Nivel 1	D	Nivel 7	ST			Nivel 9	A		
Receptor de aire para instrumentos	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Unidad de aire para instrumentos	Compresor	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	A	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Generador	Generador eléctrico	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	A	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Turbina de generador	Turbina de Vapor	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	A	Nivel 9	ST	Nivel11	(10-15)A
Torre de enfriamiento	Torre de enfriamiento	Nivel 1	S	Nivel 6	ST			Nivel 9	A		
Ventilador de la torre de enfriamiento	Ventilador	Nivel 1	S	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST		
Turbina de bomba de agua de refrigeración	Turbina de Vapor	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	A	Nivel 9	ST		
Bomba de agua refrigerante	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Tanque de agua tratada	Tanque	Nivel 1	M	Nivel 7	A						
Bomba de agua pulida	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de regeneración	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Tanque de agua pulido	Tanque	Nivel 1	M	Nivel 7	A						
Tanque de neutralización	Tanque	Nivel 1	M	Nivel 7	A						

Nombre del equipo	Tipo	Rondas Operacionales (Vigilancia)		Monitorización de la Condición (Predictivo)		Mantto. Preventivo		Evaluación de Eficiencia		Mantto. Mayor (Overhaul)	
		Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia
Unidad de Pretratamiento de Desmineralización	Patín de tratamiento de agua	Nivel 1	S	Nivel 4/5	ST	Nivel 3	M	Nivel 9	ST		
Unidad de desmineralización	Patín de tratamiento de agua	Nivel 1	S	Nivel 4/5	ST	Nivel 3	M	Nivel 9	ST		
Unidad de pulido	Patín de tratamiento de agua	Nivel 1	S	Nivel 4/5	ST	Nivel 3	M	Nivel 9	ST		
Tanque de agua contra incendios (puerto)	Tanque	Nivel 1	M	Nivel 7	A						
Planta de Bombas Contra Incendio	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Puerto de bombas contra incendios	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Bomba de extinción de incendios	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Planta de metanol Flare KO Drum	Recipiente a presión	Nivel 1	M	Nivel 7	ST						
Flare K.O. Bomba de tambor (metanol)	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A
Llamarada de la planta de metanol	Quemador	Nivel 1	M	Nivel 6	A			Nivel 9	A		
Bomba de carga de metanol	Bomba	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	M	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A

Nombre del equipo	Tipo	Rondas Operacionales (Vigilancia)		Monitorización de la Condición (Predictivo)		Mantto. Preventivo		Evaluación de Eficiencia		Mantto. Mayor (Overhaul)	
		Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia	Alcance	Frecuencia
Tanque de almacenamiento de metanol	Tanque	Nivel 1	M	Nivel 7	A						
Brazo de carga de buques de metanol	Garzas	Nivel 1	M	Nivel 7	T						
Paquete de compresión de vapor	Compresor	Nivel 1	D	Nivel 4/5	M	Nivel 3	A	Nivel 9	ST	Nivel11	(5-10)A

Frecuencia: D: diario, S: semanal, M: mensual, T: trimestral, Q: cuatrimestral, ST: semestral, A: anual, 2A: bianual, 4A: cada 4 años, 5-10A: de 5 a 10 años, 10-15A: de 10 a 15 años

Tabla de Alcance

Nivel1	En Servicio	Operacional (Vigilancia)	Inspeccion Visual, Chequeo de Niveles y Variables de proceso.
Nivel2	Fuera de Servicio	Operacional (Vigilancia)	Nivel 1 + limpieza y verificacion de ajustes, cambio de lubricantes de ser necesario.
Nivel3	En Servicio	Mantenimiento Preventivo	Lubricacion
Nivel4	En Servicio	Monitorizacion de la Condicion (Predictivo)	Captura de datos de Vibraciones, Temperatura y Ruido.
Nivel5	En Servicio	Monitorizacion de la Condicion (Predictivo)	Analisis de Lubricantes
Nivel6	Fuera de Servicio	Monitorizacion de la Condicion (Predictivo)	Videoscopia
Nivel7	Fuera de Servicio	Monitorizacion de la Condicion (Predictivo)	Medicion de espesores, mapeo de corrosion y revision de cupones.
Nivel8	Fuera de Servicio	Pruebas y Calibracion (Detectivos)	Pruebas de lazo y control
Nivel9	En Servicio	Evaluacion de Eficiencias	Prueba de Desempeno (Hidraulico, Termodinamico, Neumatico, etc)
Nivel10	Fuera de Servicio	Mantenimiento Preventivo	Remover equipo del campo y translado al Taller para: Desarmado, Limpieza e Inspeccion (Metrologia),
Nivel11	Fuera de Servicio	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Mayor. (Overhaul)

IV. RESUMEN

IV.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

De acuerdo con los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas; las interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones que se encuentran dentro de las Zonas de Alto Riesgo; de los eventos identificados, son los siguientes:

Escenario E01. Fuga por la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B.

Al interior de la planta:

Radiación. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto

Sobrepresión. Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación

Toxicidad. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto

Fuera de la planta:

No se rebasan los límites de la planta

Escenario E02. Fuga por ruptura total de la brida del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B

Al interior de la planta:

Radiación. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto

Sobrepresión. Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación

Toxicidad. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto

Fuera de la planta:

No se rebasan los límites de la planta

Escenario E03.Fuga por la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003

Al interior de la planta:

Radiación. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto

Sobrepresión. Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación

Toxicidad. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto

Fuera de la planta:

No se rebasan los límites de la planta

Escenario E04. Fuga por ruptura total de la brida del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003

Al interior de la planta:

Radiación. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto

Sobrepresión. Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación

Toxicidad. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto

Fuera de la planta:

No se rebasan los límites de la planta

Escenario E05. Fuga por la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C

Al interior de la planta:

Radiación. Tanques de almacenamiento de metanol producto, planta de metanol, quemador

Sobrepresión. Tanques de almacenamiento de metanol producto

Toxicidad. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y área de tanques de almacenamiento de metanol producto

Fuera de la planta:

Radiación. En la colindancia sur-suroeste, terrenos de cultivo. En la colindancia este, vías del ferrocarril

Sobrepresión. No rebasa los límites de la planta

Toxicidad. En la colindancia este, vías del ferrocarril

Escenario E06. Fuga por ruptura total de la brida del tanque de metanol producto 9531T001A-C

Al interior de la planta:

Radiación. Tanques de almacenamiento de metanol producto, planta de metanol, quemador

Sobrepresión. Tanques de almacenamiento de metanol producto, Tanques de revisión y tanque de metanol fuera de especificación

Toxicidad. Tanques de revisión, tanque de metanol fuera de especificación, planta de metanol y tanques de almacenamiento de metanol producto

Fuera de la planta:

Radiación. En la colindancia sur-suroeste, terrenos de cultivo. En la colindancia este, vías del ferrocarril

Sobrepresión. No rebasa los límites de la planta

Toxicidad. En la colindancia este, vías del ferrocarril

Escenario E07. Fuga por ruptura total del ducto de metanol

Al interior de la planta:

Estación de bombas de metanol

Fuera de la planta:

Terrenos de cultivo y terrenos sin uso y sin infraestructura

Carretera Los Mochis-Topolobampo

Terminal Transoceánica de Topolobampo

Escenario E08. Fuga por el brazo de descarga

Al interior de la planta:

Radiación. Brazos de descarga

Sobrepresión. Brazos de descarga

Toxicidad. Brazos de descarga

Fuera de la planta:

Buque y Bahía de Ohuira

Escenario E09. Fuga por ruptura total del brazo de descarg

Al interior de la planta:

Radiación. Todas las instalaciones de Pacífico MEXINOL en el puerto

Sobrepresión. Brazos de descarga

Toxicidad. Brazos de descarga, bombas contra incendio y paquete de compresión de vapor

Fuera de la planta:

Radiación. Bodega de la Terminal Transoceánica de Topolobampo, buque y Bahía de Ohuira

Sobrepresión. Buque y Bahía de Ohuira

Toxicidad. Buque y Bahía de Ohuira

Escenario E10. Fuga total de cilindro de cloro

Al interior de la planta:

Planta de Japama, almacén de químicos, cuarto de control, taller, servicios 1 (torre de enfriamiento, cisterna de agua contra incendio), servicios 2 (subestación principal), planta de metanol y Unidad de Separación de Gases del Aire

Fuera de la planta:

En la colindancia norte-oeste, terrenos de cultivo. En la colindancia sur-este, terrenos de cultivo, terrenos sin uso o infraestructura y vías del ferrocarril

Escenario E11. Fuga por el tubing a eyector

Al interior de la planta:

Planta de Japama, almacén de químicos, servicios 1 (torre de enfriamiento)

Fuera de la planta:

No se rebasan los límites de la planta

Escenario E12. Fuga por ruptura total del tubing a eyector

Al interior de la planta:

Planta de Japama, almacén de químicos, cuarto de control, taller, servicios 1 (torre de enfriamiento, cisterna de agua contra incendio), servicios 2 (subestación principal), planta de metanol y Unidad de Separación de Gases del Aire

Fuera de la planta:

En la colindancia norte-oeste, terrenos de cultivo. En la colindancia sur-este, terrenos de cultivo, terrenos sin uso o infraestructura y vías del ferrocarril

IV.2. RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO

PACÍFICO MEXINOL, S. DE R.L. DE C.V., propone construir una unidad de producción de Metanol de 5,000 ton por día, la planta Pacífico MEXINOL, ubicada en el Municipio de Ahome, dentro del Corredor industrial Los Mochis - Topolobampo, Sinaloa, México. El producto final de la planta, Metanol, se cargará en barcos en el Puerto de Topolobampo. El proyecto consiste en la producción de metanol, a partir de gas natural, la producción de gas de síntesis, la obtención de metanol, su destilación y su comercialización.

La planta de Pacífico MEXINOL está conformada por las siguientes instalaciones:

1. Línea de suministro de gas natural
2. Edificios
3. Almacenamiento de Metanol (Patio de Tanques)
4. Líneas de metanol y de nitrógeno
5. Área del Puerto

Las sustancias peligrosas que se utilizaran en cantidades mayores a las de reporte son: metanol y cloro.

Para la identificación de peligros se utilizaron las metodologías HAZID para el proceso de metanol y HAZOP para el proceso de Cloración de agua. De acuerdo con los resultados obtenidos, se identificaron los siguientes escenarios potenciales de riesgo:

Tabla 46. Escenarios de riesgo identificados

No.	Escenario
E01	Fuga por orificio de 20% (4") de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada
E02	Fuga por ruptura total (20") de la brida de descarga del tanque de revisión de metanol 4101T001A-B, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada
E03	Fuga por orificio de 20% (4") de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada
E04	Fuga por ruptura total (20") de la brida de descarga del tanque de metanol fuera de especificación 4101T003, por sobre presión debido a línea de ventilación bloqueada
E05	Fuga por orificio de 20% (7.2") de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C, debido a sobre presión por línea de ventilación bloqueada
E06	Fuga por ruptura total (36") de la brida de descarga del tanque de metanol producto 9531T001A-C, debido a sobre presión por línea de ventilación bloqueada
E07	Fuga por ruptura total (28") del ducto de metanol por corrosión, golpe de ariete o daño externo
E08	Fuga por orificio del 20% del brazo de descarga por movimiento del barco
E09	Fuga por ruptura total del brazo de descarga por movimiento del barco

No.	Escenario
E10	Fuga total de cilindro de cloro, por golpe externo
E11	Fuga por orificio del 20% (1.9 mm) del tubing a eyector por golpe externo
E12	Fuga por ruptura total (9.52 mm) del tubing a eyector por golpe externo

Para la jerarquización de los riesgos identificados se utilizó la matriz de riesgos publicada por PEMEX, en el documento 800-16400-DCO-GT-75. Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgos de Proceso.

Para determinar los radios potenciales de afectación de los escenarios descritos, se utilizó el programa de simulación Phast (Process Hazard Analysis Software Tools), ver. 6.6; desarrollado por la compañía Det Norske Veritas (DNV).

De acuerdo con los resultados obtenidos, los escenarios con mayores radios de afectación de alto riesgo, son: por incendio y explosión, Fuga de metanol por ruptura total del brazo de descarga por movimiento del barco y por nube tóxica, Fuga de cloro por ruptura total del tubing a eyector por golpe externo.

IV.3. INFORME TÉCNICO

El Informe técnico se presenta en el **Anexo 8**.

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

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

V.1.1 Planos de localización

En la figura 3, se muestra la localización del proyecto y en el **Anexo 1**. se presenta el plano correspondiente.