

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

CONTENIDO

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO	3
I.1. BASES DE DISEÑO	3
I.1.1 Proyecto civil	3
I.1.2. Proyecto mecánico	3
I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio.....	4
I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.....	10
I.2.1. Hojas de seguridad	29
I.2.2. Almacenamiento.....	31
I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares	31
I.2.4. Pruebas de verificación	38
I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	38
I.3.1. Especificación del cuarto de control	39
I.3.2. Sistemas de aislamiento	41
I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	44
I.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes	44
I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización	48

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

I.1. BASES DE DISEÑO

I.1.1 Proyecto civil

El proyecto de trasvase de hidrocarburos en Querétaro Energy Terminal no involucra ningún tipo de construcción civil, ya que la infraestructura a utilizar esta ya establecida en la terminal, mencionando que el proyecto se refiere únicamente al trasvase de los materiales combustibles: gasolina y diésel.

Actualmente, la espuela de ferrocarril que dará servicio al promovente, se encuentra construida en su totalidad, por lo que no es necesaria la construcción de vías generales de comunicación, bodegas o edificios, sino que únicamente corresponderán a la operación las instalaciones de seguridad como son malla ciclónica, señalamientos ferroviarios y sistemas de seguridad.

Como **Anexo I.A** se presenta la ficha técnica PLG-01 correspondiente a las instalaciones ferroviarias.

I.1.2. Proyecto mecánico

El proyecto consiste en el trasvase de hidrocarburos; gasolinas y diésel, en la terminal no se contará con almacenamiento de los combustibles, solo tendrá una permanencia temporal de auto-tanques vacíos, ya que un Carro-tanque puede permanecer algunos días en las instalaciones, desde su llegada hasta su vaciado total o trasvase.

Para el proceso de trasvase se requiere de los siguientes equipos:

- **2 Equipos Transloader**
- **2 Bombas**

Estos equipos se describen en el apartado I.2.3. “Equipos de proceso y auxiliares” de este mismo capítulo.

Así como de los siguientes equipos auxiliares:

- **2 Equipos de emergencia ENFORCER 10**

Estos equipos se describen a continuación.

I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio

Para responder de manera efectiva a las situaciones de emergencia, Querétaro Energy Terminal, S, de R.L. de C.V. (QET) se ha involucrado en una planificación avanzada y cuidadosa.

Se cuenta con un Plan de Emergencia que tiene como objetivo ayudar a evaluar, desarrollar e implementar capacidades in situ para responder a situaciones de emergencia y coordinar estos esfuerzos con organizaciones de respuesta de emergencia de la manera que mejor proteja a los empleados, vecinos, instalaciones y el medioambiente.

Los equipos de emergencia con los que contará la Terminal son los siguientes:

ENFORCER 10



Figura I.1 Equipo contra incendio Enforcer 10

El equipo **Enforcer 10** es un equipo contra incendios y se contará con **2 unidades dentro de la terminal**, sus especificaciones son las siguientes:

Tabla I.1 Especificaciones Enforcer 10

Capacidad:	10 galones
Capacidad de generación de espuma:	Hasta 200 galones
Ángulo de descarga de la boquilla:	Impulsora automática de hasta 45 pies
Duración de descarga:	Hasta 2.5 minutos

Las dimensiones de estos equipos son:

- Altura: 21.5”
- Ancho: 23.4”
- Largo: 25”
- Peso vacío: 83.3 libras
- Peso cargado: 166.88 libras

El **Enforcer 10** es un equipo móvil para permitir su traslado al sitio exacto donde se realizará el proceso de trasvase, durante el proceso se colocará un equipo de cada lado del Carro-Tanque, en caso de que el proceso de trasvase se realice de forma simultánea a dos Carro-tanques, la ubicación de los equipos contra incendio será en un punto medio, como se muestra en la siguiente figura:



Figura I.2 Ubicación de los equipos contra incendio Enforcer 10 durante el proceso de trasvase

El equipo **Enforcer 10** es un equipo contra incendios que contiene **FireAde 2000** un agente extintor biodegradable (espuma), las características de la espuma **FireAde 2000** son las siguientes:

- **FireAde 2000** es un agente extintor de incendios biodegradables. Sus propiedades de enfriamiento permiten evitar cualquier reavivamiento del fuego, convertir en interés los líquidos inflamables y expandirse sobre toda el área de combustión, acelerando el proceso de extinción del fuego.

- Debido a su habilidad para emulsionar carburantes y disolventes, elimina o reduce los riesgos asociados con hidrocarburos inflamables y el derrame de disolventes polares. El período de inactividad es minimizado o incluso inexistente, ya que las operaciones de limpieza y por derrames, se realizan rápidamente al no haber riesgo de reavivamiento del fuego.

Tabla I.2 Características y capacidades de la espuma FireAde 2000

Principales características	
Agente 100% ECOLÓGICO.	
Doble agente líquido, HUMECTANTE “wetting agent” y ESPUMÓGENO “AFFF”	
No es tóxico, ni corrosivo, MUY LIMPIO.	
EXTINGUE fuegos de clase A, B, C (con agua dieléctrica) D y K en segundos	
Capacidades de Extinción de Fuego	
EFEECTO: Rápido enfriamiento y penetración en múltiples materiales	OPTIMIZAR EN UN 100% el uso del agua de su sistema contra incendios, maximizando su efectividad. EVITAR la propagación de fuego y proteger múltiples materiales del fuego.
EFEECTO: Protección de bienes y rápida extinción del fuego.	REDUCIR los daños y pérdidas en un 85%
CAPACIDAD: Membrana biodegradable con tecnología de suspensión.	ENCAPSULAR vapores inflamables y tóxicos. ELIMINAR el reavivamiento del fuego.

Fuente: Ficha técnica de FireAde 2000.

Se presentan como **Anexo I.B** las fichas técnicas del Enforcer 10 y de FireAde 2000.

Plan de Respuesta ante Emergencias y Derrames

Querétaro Energy Terminal cuenta con un plan de ‘Respuesta ante Emergencias y Derrames’, plan en el cual se describe la planificación y respuesta en caso de un derrame accidental.

Todos los empleados de Querétaro Energy Terminal deben realizar una capacitación exhaustiva específica para las operaciones en la terminal. Esta capacitación en el trabajo incluye procedimientos para la prevención de derrames, limpieza de derrames y manejo de materiales y residuos peligrosos.

Además, todos los empleados de QET deben revisar y estar familiarizados con el Plan de seguridad y el Plan de respuesta de emergencias de la terminal.

El programa existente se modificará según corresponda para garantizar el cumplimiento de todas las reglamentaciones de prevención y seguridad.

- **Programa de contención y acción en caso de una fuga**

La instalación Querétaro Energy Terminal cuenta con personal capacitado y equipo para contener y limpiar volúmenes moderados de materiales derramados. La respuesta inmediata a un derrame de hidrocarburos es responsabilidad de personal operativo que está específicamente capacitado para responder, contener, informar y limpiar.

El equipo y materiales en el sitio incluyen, pero no son limitados, a cubos de derrame flexible, kits de derrames, palas, tierra, arena y materiales absorbentes que pueden usarse para drenar, contener y eliminar derrames / liberaciones menores a moderados.



Figura I.3 Cubo de derrame flexible sin rejilla



Figura I.4 Kits de derrames y material absorbente

La ubicación del Kit para derrames se ubicará estratégicamente cerca de la operación, para tener acceso a él rápidamente en caso de algún derrame durante el proceso de trasvase, la siguiente figura muestra su ubicación:

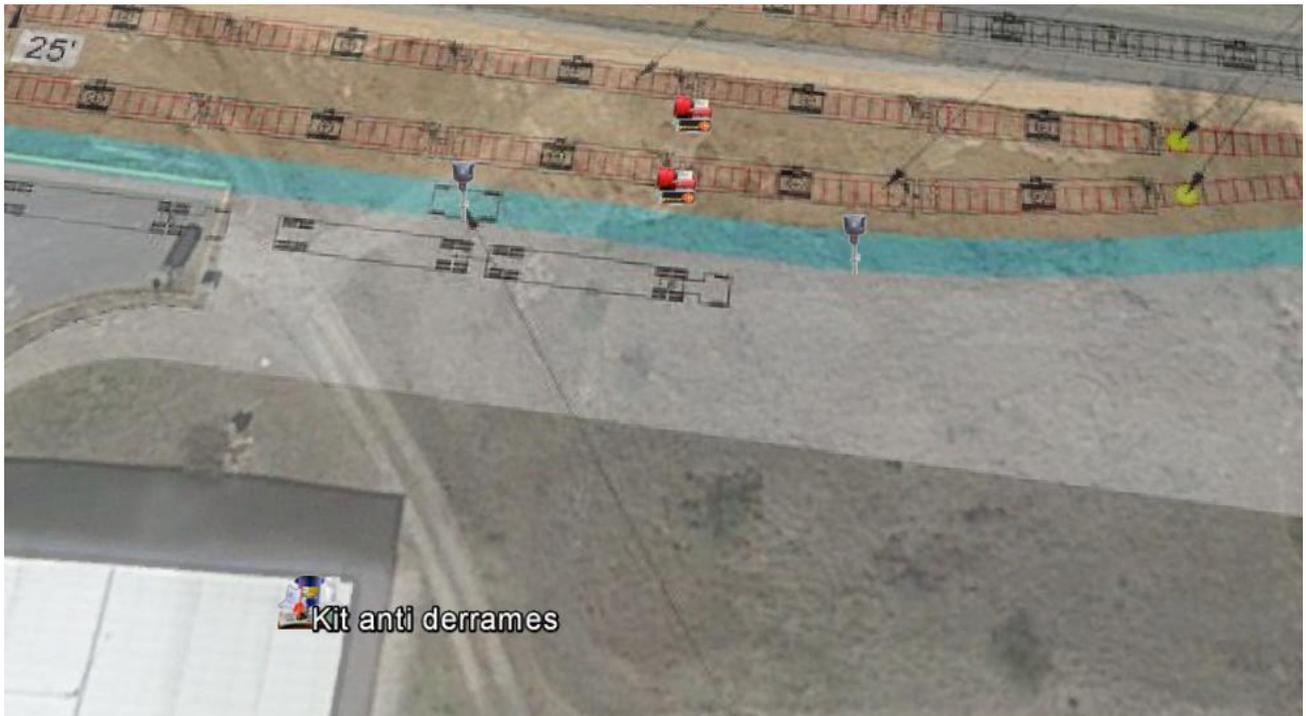


Figura I.5 Ubicación del equipo para derrames durante el proceso de trasvase

Los derrames más grandes se controlan mediante el uso de estructuras de contención, como barreras flotantes o bermas de tierra, que pueden ser rápidamente desplegado o construido para contener derrames / liberaciones más grandes.



Figura I.6 Barrera de protección; berma de tierra



Figura I.7 Barrera de protección; berma de tierra

I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

El proyecto pretende realizar operaciones industriales en materia de transporte y trasvase de hidrocarburos en particular diésel y gasolina, por parte de la empresa Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V., cuyas instalaciones se encuentran al norte del Municipio de Querétaro, Qro., en el Parque Industrial Querétaro (PIQ), con la finalidad de operar segura y eficientemente la espuela del ferrocarril durante la llegada y transferencia de productos líquidos a granel, hidrocarburos, desde un Carro-tanque a auto-tanques para su transporte a terceros.

En general el manejo de los combustibles gasolina y diésel inicia en cuanto se reciben los Carro-tanques con los combustibles en la terminal para trasvasarlos en los auto-tanques del cliente o de terceros y enviarlos a los clientes.

Es menester aclarar que el alcance del proceso es únicamente la operación de la recepción y trasvase de los hidrocarburos, toda vez que Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V., no cuenta con Carro-tanques para transportar sobre las vías férreas ni tanques fijos o auto-tanques, sin embargo, se prestará el servicio a terceros, siendo responsable de las medidas de seguridad y los impactos ambientales que ocurran a partir de esta actividad.

La siguiente figura muestra el esquema general del proceso de trasvase de combustibles en Querétaro Energy Terminal:

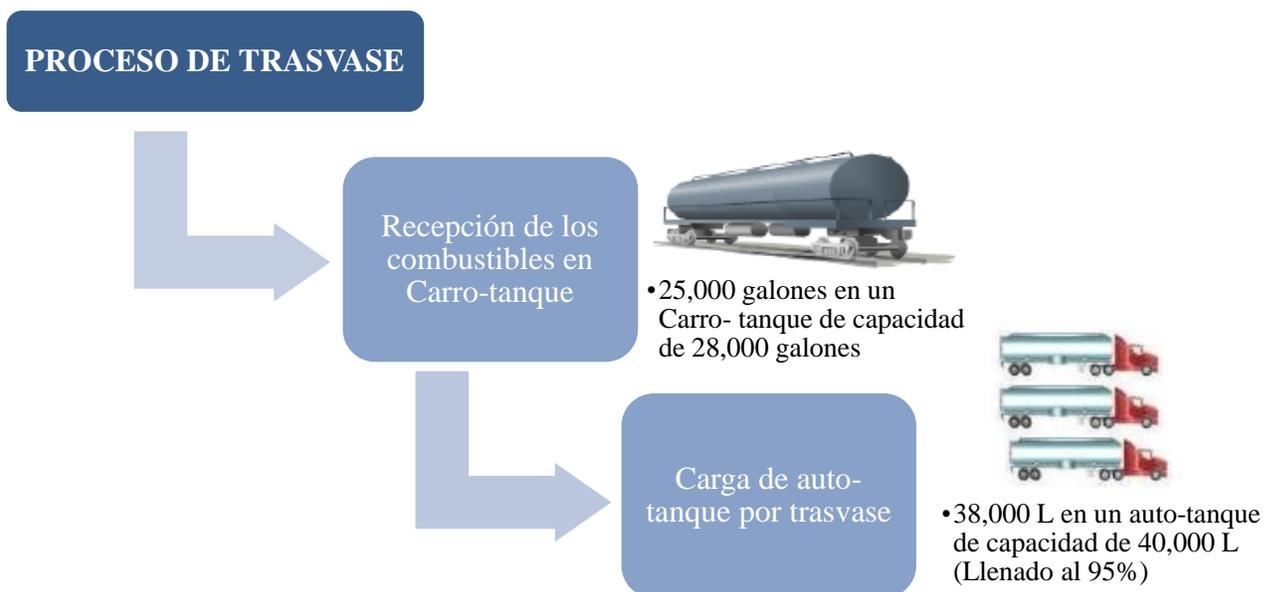


Figura I.8 Esquema general del proceso de trasvase de combustibles

Fuente: Elaboración propia

Se prevé que la cantidad mensual de Carro-tanques a manejar de los combustibles en la terminal será como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla I.3 Cantidad instantánea de Carro-tanques a manejar en la estación

Nombre	Carro-tanques
Gasolinas	10 Max.
Diésel	10 Max.

Operación del proyecto

La operación del proyecto involucra un trasvase mensual aproximado de 300 carro-tanques y una **capacidad máxima instantánea de alojamiento de 10 carro-tanques**, lo que equivale a 300,000 galones (1,135,623.6 litros) de hidrocarburos equivalentes a 7,142.85 barriles en un instante, por lo que de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas en ningún momento rebasaría los límites del umbral establecido para el reporte, en este caso gasolina, que es de 10,000 barriles, no obstante lo anterior se modelarán los riesgos que se pudieran presentar durante la operación, con la finalidad de tomar en cuenta todas las medidas de seguridad al interior y exterior de la planta de acuerdo al riesgo ambiental que representa.

Cabe resaltar que el diésel no se encuentra listado en alguno de los dos listados de Actividades Altamente Riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación.

La operación se llevará a cabo de acuerdo a los procedimientos operativos estándar de Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V., cuyo propósito es establecer medidas de manejo seguras y eficientes para la transferencia de productos líquidos a granel desde el carro-tanque hasta los tanques de las unidades de transporte pertinentes.

La operación de trasvase de hidrocarburos; gasolinas y diésel, contará con las siguientes etapas:

Maniobras en espuela de ferrocarril:

Para que el movimiento sea libre, los operadores del área de trasvase manejarán la máquina y realizará las operaciones de desconexión de mangueras y retiro de calzas (cuñas).

Las indicaciones y señalamientos para el retiro de los carro-tanques vacíos y el ingreso de los equipos llenos, solo se harán entre el Maquinista y Garrotero. Los operadores de la empresa solo serán facilitadores del proceso de retiro e ingreso.

Registros y Posicionamiento en espuela:

Para los registros y el posicionamiento en la vía interna, una vez colocado cada carro-tanque en la posición de trasvase, se procederá a llenar las bitácoras de operación en las que se registrarán los números de cada uno de ellos, la unidad de trasvase utilizada y el del auto-tanque cargado. Se pondrá especial énfasis en las anotaciones del volumen a trasvasar en cada equipo.

Aseguramiento de carro-tanques (Frenado y Señalización):

Para el aseguramiento de los carro-tanque, se colocarán los dispositivos físicos de frenado a los carro-tanques, tales como calzas (cuñas), así como señalamientos y banderolas como se marca en el procedimiento para tales acciones; antes de iniciar cualquier conexión de mangueras.

Todas las maniobras anteriores se describen a detalle en los procedimientos PQET-TER1 y PQET TER2, se presentan como Anexo I.C.

Programación del trasvase para cada equipo:

El seguimiento de la bitácora de llenado para cada uno de los equipos de trasvase de deberá seguir minuciosamente para evitar errores operativos y de sobrellenado. Los equipos de trasvase son dos y cada uno tiene asignada una zona de servicio.

Los equipos pueden estar operando simultáneamente y según la disponibilidad de combustible, pueden estar descargando diferente material. La capacidad de los equipos de trasvase es de 400 gpm, operando a temperatura ambiente y a 50 psi.

Se contará en las unidades de trasvase y equipo receptor de los hidrocarburos en operación de carga, con dispositivos portátiles para verificar los niveles y evitar el sobrellenado de la unidad y su posible generación de un escenario de riesgo de fuga, derrame e incendio.

Los Equipos de trasvase son unidades móviles montados sobre patines y rodamientos, de tal forma que pueden ser desplazados para posicionarse adecuadamente a la distancia entre el carro-tanque y el auto-tanque.

Conexión de carro-tanque con equipo de trasvase:

Una vez que se tenga la asignación para cada uno de los equipos de trasvase, se procederá con la interconexión de la manguera desde el carro-tanque a la succión de la bomba de trasvase y se conecta la manguera de recuperación de vapores entre el carro-tanque y el auto-tanque.

Conexión de Equipo de Trasvase con el auto-tanque:

Una vez que se tenga conectado el carro-tanque a la bomba, se procederá con la interconexión de la manguera desde la bomba de Trasvase desde su descarga a la conexión de carga del auto- tanque.

Uno de los componentes cruciales en las operaciones en la estación, en las operaciones del trasiego de hidrocarburos entre los carro-tanque y el auto-tanque a través de los equipos de trasvase son las mangueras y acoplamientos.

Estos acoplamientos entre los equipos no pueden fugar y deben ser fáciles de operar, y que sean fáciles de mover por los técnicos de carga y descarga en forma segura y en el menor tiempo posible.

Conexiones a Tierra Física entre los equipos:

Antes de iniciar operación de trasvase, el operador deberá asegurarse que los cables de conexión a tierra estén firmemente asegurados entre los 3 equipos involucrados en el trasvase, carro-tanque, Unidad de Trasvase, carro-tanque y a la red de tierra física. Se cuenta con dispositivos de supervisión de tierras físicas y nivel de llenado.



Figura I.9 Conexiones a Tierra Física entre los equipos

Inicio de Traslado de Combustible:

Se inician las operaciones de traslado entre los equipos y se verifica que se esté ejecutando y se observe flujo, revisar que no haya fugas, goteos o derrames mayores. Ante cualquier evidencia de goteo, fuga o derrame se suspende la operación, se informa a la supervisión y se corrige la desviación.

Preventivamente, se colocan charolas en las uniones entre mangueras cuando hay necesidad de colocar extensiones de mangueras y captar posibles goteras y tomar acciones de corrección inmediata suspendiendo la operación de traslado.

Documentación de salida:

Se informa al supervisor que la carga ha sido completada y se entregan las cantidades cargadas en cada unidad, para que se elabore la documentación de salida de la estación y se pase el registro al área de despachos y servicio a clientes.

Cada una de las unidades se verificarán mediante el medidor de flujo másico incluido en el Transloader o, en su caso, se verificarán a través de la báscula que se encuentra instalada dentro de las instalaciones de la empresa Bravo Energy México, S. de R.L. de C.V.

Capacitación a personal:

Antes de realizar actividades, el personal y los subcontratistas deben asistir y reconocer y recibir capacitación específica sobre seguridad en el área de trabajo.

El personal de operaciones de **QET**, será capacitado en los diferentes procedimientos y operaciones que se desarrollen en el área de Trasvase, de tal manera que se tenga pleno conocimiento de los riesgos de los materiales peligrosos que se manejan, Gasolina y Diesel, y las actuaciones en caso de emergencia.

Se estará considerando dentro del contenido de la Capacitación y el Entrenamiento los siguientes aspectos:

1. Conocimiento de las operaciones de trasvase de hidrocarburos, para ello se hará uso del manual de operaciones de la Espuela, que se anexa al presente estudio, en la sección de documentos técnicos. (PQET-TER1 y PQET TER2).
2. Capacitación en materiales peligrosos (Gasolina y Diesel), haciendo uso de la hoja de datos de seguridad del material de cada sustancia.
3. Capacitación en los análisis de seguridad en las operaciones, bajo el enfoque de riesgo, haciendo uso de las herramientas “Que Pasa Si” y listas de Verificación.
4. Capacitación en el uso de los check list, como guía para el inicio de los trabajos en cada jornada.
5. Capacitación en las Acciones de emergencia en caso de:
 - 5.1 Derrames
 - 5.2 Fugas
 - 5.3 Incendio menor
 - 5.4 Incendio mayor
 - 5.5 Evacuación y puntos de conteo
 - 5.6 Roturas de mangueras
 - 5.7 Falla de conexiones
 - 5.8 Choque (menor) entre equipos de auto-tanques
 - 5.9 Falla de energía a equipos de trasvase
 - 5.10 Seguimiento y registros del cumplimiento de programas

6. De cada tema que se lleve a cabo la capacitación y entrenamiento se deberá considerar:
 - 6.1 Evaluación y Retroalimentación a los participantes
 - 6.2 Asegurar al menos un 85% de eficiencia y reforzar para lograr mejorar
 - 6.3 Simulacros y Practicas
 - 6.4 Valuación de deficiencias y plan de acción para mejorar.
 - 6.5 Seguimiento y registros del cumplimiento de programas

Planes de crecimiento a futuro

No se ha proyectado el crecimiento de las operaciones de la planta, se prevé una capacidad máxima de 10 carro-tanques diarios, por lo que, el promovente se compromete a que una vez dadas las condiciones y establecida la decisión de abandono de sitio, después de concluida la vía útil de 30 años, se presentará el programa seis meses antes del cierre, mostrando las medidas pertinentes durante el desmantelamiento de equipo y el abandono de las instalaciones.

Fecha de inicio de operaciones

El inicio de las operaciones de trasvase en Querétaro Energy Terminal se tiene previsto iniciarlas en el mes de junio del 2018, sin embargo, hasta no obtener las autorizaciones pertinentes se comenzarán las operaciones.

Descripción de la instalación

Actualmente la empresa la empresa Bravo Energy México le ha confiado a Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V., el inicio de operaciones de la terminal dentro de sus instalaciones, contando con un contrato de arrendamiento signado entre las partes jurídicamente interesadas.

En la siguiente figura se presenta el LayOut de las instalaciones de Querétaro Energy Terminal:

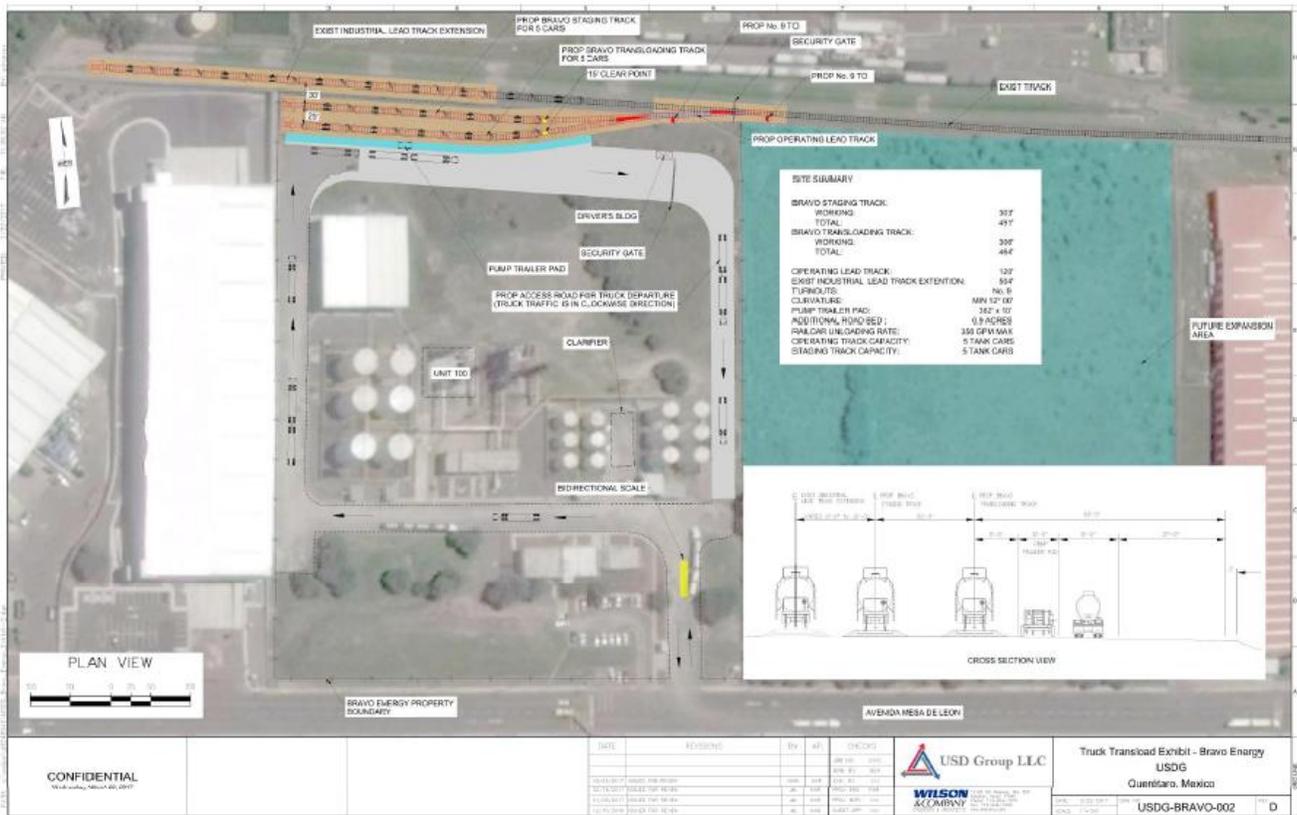


Figura I.10 LayOut de las instalaciones de Querétaro Energy Terminal

El proyecto únicamente consiste en el proceso de trasvase de hidrocarburos: gasolinas y diésel, en Querétaro Energy Terminal no involucra ningún tipo de construcción civil, ya que la infraestructura a utilizar esta ya establecida en la terminal.

Actualmente, la espuela de ferrocarril que dará servicio al promovente, se encuentra construida en su totalidad, por lo que no es necesaria la construcción de vías generales de comunicación, bodegas o edificios, sino que únicamente corresponderán a la operación las instalaciones de seguridad como son malla ciclónica, señalamientos ferroviarios y sistemas de seguridad.

Se presenta como **Anexo I.D**, el LayOut para su mejor visualización.

El proyecto se encuentra ubicado dentro del Parque Industrial Querétaro, parque existente desde el año 1997, con una segunda y tercera etapa de funcionamiento, operada desde los años 2012 y 2013.

Es debido a esta infraestructura y servicios que, en el año 2007, la empresa Bravo Energy de México, S. de R.L. de C.V. decidió operar dentro de este fraccionamiento industrial y adquirir un lote contiguo a la vía férrea, con el fin de explotarlo durante el crecimiento de sus operaciones.

El Parque Industrial Querétaro PIQ ofrece servicio de cuidado y mantenimiento de las vialidades internas, desalojo de aguas pluviales, seguridad, gas natural, energía eléctrica, líneas de teléfono, voz y datos, red contra incendios y por supuesto, una vía férrea que atraviesa puntos estratégicos dentro del parque, esta vía tiene como cometido dotar de servicio de transporte por ferrocarril a las empresas que se encuentran dentro del parque que así lo decidan.

Es así que el sitio del proyecto se encuentra totalmente urbanizado con servicios como agua, electricidad, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial (canales de desalojo), vialidades de entrada y salida, y no se requiere la modificación de éstas para la operación, lo que no indica que no habrá impactos ambientales adicionales por la atracción de nuevos servicios a la zona.

Por lo anterior, el sitio es idóneo para llevar a cabo actividades industriales, actividades desarrolladas desde años anteriores y con certeza jurídica y técnica para llevar a cabo la operación de la empresa Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V.

Vida útil

La vía útil del proyecto es de 40 años.

Plano de localización

Las instalaciones de QUERÉTARO ENERGY TERMINAL, S. DE R.L. DE C.V., se encuentran al norte del Municipio de Querétaro, Qro., en el Parque Industrial Querétaro (PIQ), en el Estado de Querétaro, Qro.

Se presenta como **Anexo B** el kmz de la ubicación del proyecto.

La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto:

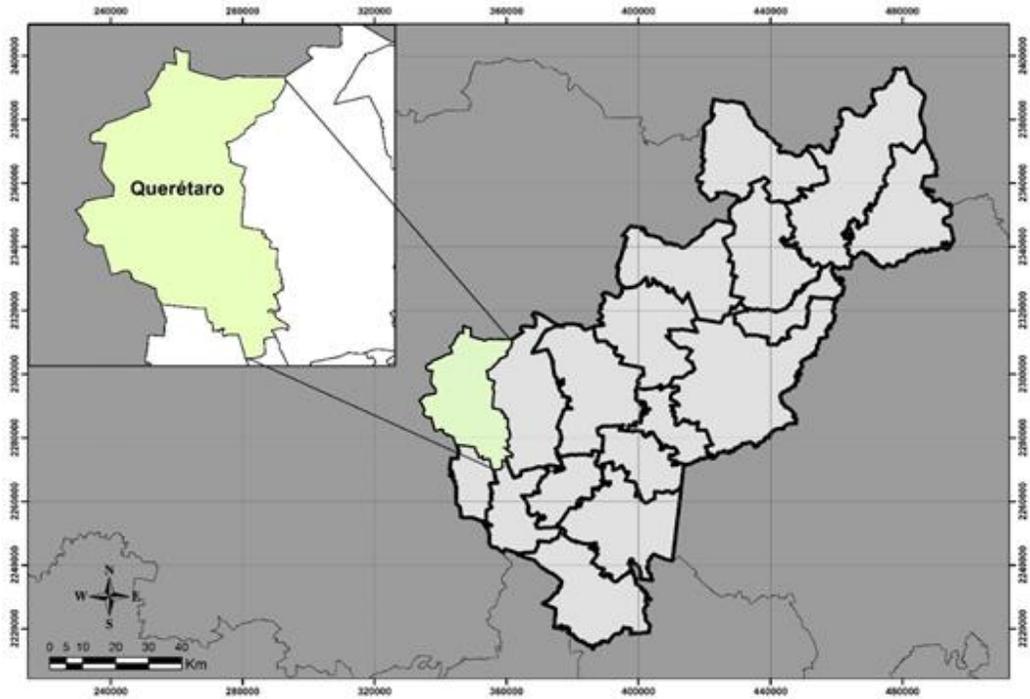


Figura I.11 Localización a nivel estatal del proyecto

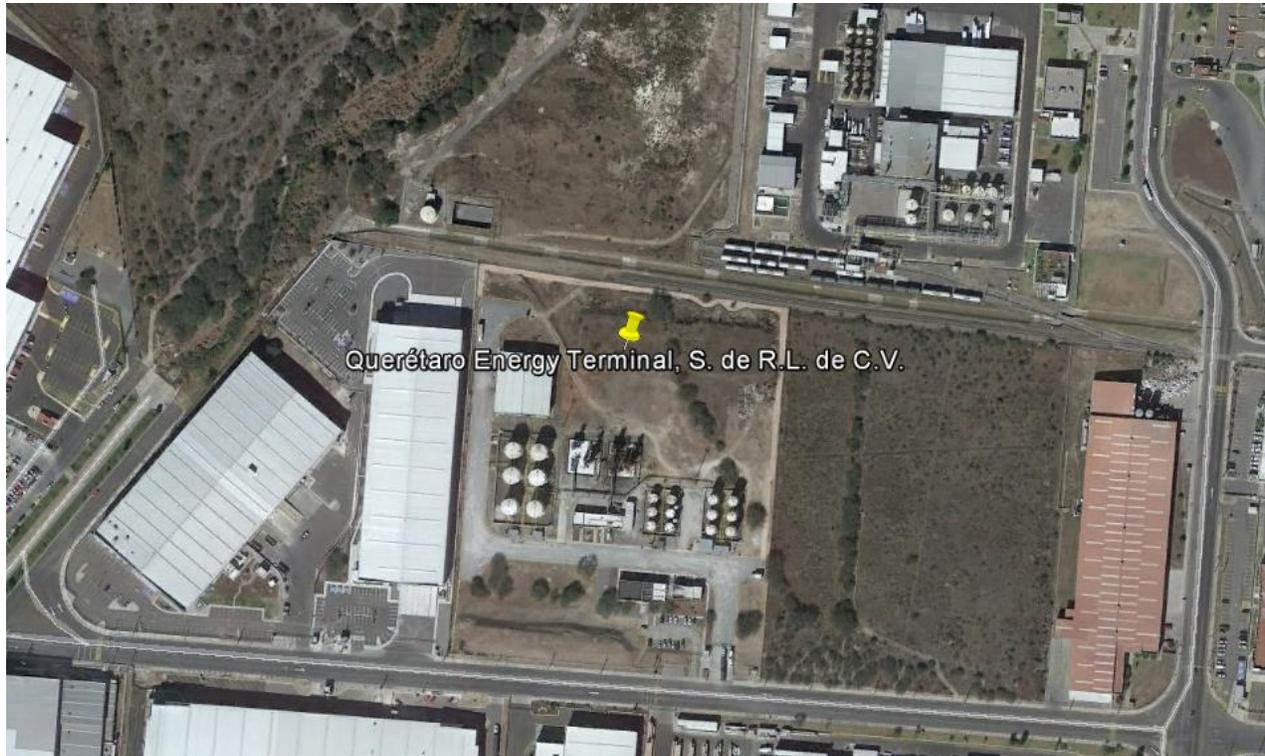


Figura I.12 Ubicación del proyecto

Vías de acceso al proyecto

Las vialidades que conectan al Parque Industrial Querétaro, son vialidades del orden estatal y federal, es decir carreteras que unen estados y municipios en sus travesías, por lo que fácilmente se puede acceder desde la Ciudad de Querétaro al parque industrial a través de la **Carretera Federal 57**, considerada como principal vía al acceso, tomando una leve salida a la derecha en la intersección con la desviación a **carretera San Luis Potosí - Querétaro**, y siguiendo los señalamientos; de la misma manera se puede acceder desde la Carretera Estatal 500, en el sur del PIQ.



Figura I.13 Principal vía de acceso al proyecto



Figura I.14 Entrada al Parque Industrial Querétaro por la carretera Federal 57 y el entronque de la carretera San Luis Potosí – Querétaro



Figura I.15 Entrada al Parque Industrial Querétaro por la Carretera Federal 57



Figura I.16 Acceso al Parque Industrial Querétaro



Figura I.17 Vialidad al interior del Parque Industrial Querétaro



Figura I.18 Vialidad al interior del Parque Industrial Querétaro



Figura I.19 Acceso a Querétaro Energy Terminal

Colindancias y usos de suelo cercanos al proyecto

La terminal colinda al:



Figura I.20 Colindancias del proyecto

Norte: Se encuentra la vía de ferrocarril que cruza el Parque Industrial y que cuenta con una espuela dentro del predio para llevar a cabo las operaciones de transferencia de productos por parte de Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V.

Sur: Se encuentra la Avenida Mesa de León

Este: Terreno baldío de Bravo Energy

Oeste: Con la empresa MPI Products de México

Cabe mencionar que en 5 metros al norte de las vías se encuentra un canal de alrededor de 4 metros de ancho y 1.5 metros de profundidad, éste fue construido con la finalidad de desviar aguas pluviales fuera del parque, por lo que no es una corriente de tipo federal y no cuenta con zonas federales inherentes a sus hombros.



Figura I.21 Canal ubicado al norte del proyecto

El área de proyecto actualmente cuenta con un uso de suelo de Industria Pesada, de acuerdo al Plan Parcial de Desarrollo Urbano Delegación Santa Rosa Jáuregui, Querétaro como se muestra en la siguiente figura:



Figura I.22 Ubicación del proyecto con respecto al Plan Parcial de Desarrollo Urbano Delegación Santa Rosa Jáuregui, Querétaro.

Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad

El proyecto versa sobre la operación de una espuela de ferrocarril, que ya se encuentra construida, para la llegada, trasvase y salida de hidrocarburos; gasolinas y diésel.

La superficie total del polígono que abarca la espuela es **4,190 m²**, sobre la cual Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V., es responsable, de acuerdo a las siguientes coordenadas:

Tabla I.4 Coordenadas

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	350361.63	2303882.48	9	350582.89	2303844.20	17	350510.08	2303839.31
2	350363.16	2303889.89	10	350577.90	2303844.58	18	350506.67	2303839.72
3	350623.20	2303846.50	11	350574.73	2303844.61	19	350434.39	2303851.51
4	350622.97	2303839.55	12	350548.91	2303843.01	20	350434.42	2303854.52
5	350609.51	2303841.82	13	350548.89	2303840.36	21	350431.39	2303855.25
6	350604.02	2303842.53	14	350523.90	2303838.76	22	350433.15	2303870.30
7	350598.36	2303843.07	15	350519.90	2303838.47	23	350361.63	2303882.48
8	350591.71	2303843.63	16	350518.07	2303838.48			

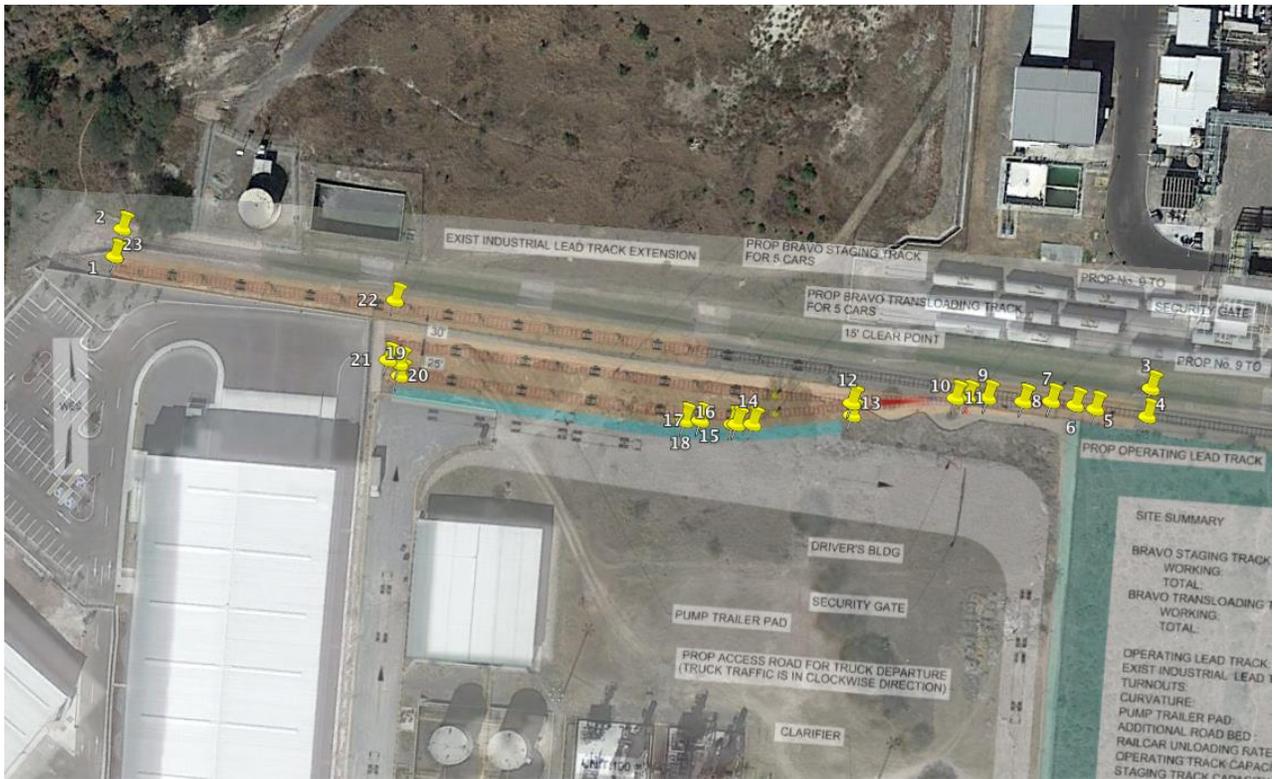


Figura I.23 Polígono de la escuela Querétaro Energy Terminal

Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación

Las instalaciones de QUERÉTARO ENERGY TERMINAL, S. DE R.L. DE C.V. se encuentran ubicadas dentro el Parque Industrial Querétaro (PIQ), por lo tanto, el sitio del proyecto se encuentra totalmente urbanizado con servicios como agua, electricidad, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial (canales de desalojo), vialidades de entrada y salida por ser una zona totalmente industrializada, por lo tanto, las actividades desarrolladas aledañas al proyecto son de carácter totalmente industrial.

Número de personal necesario para la operación de la instalación

Se presenta el organigrama de la estructura de QUERÉTARO ENERGY TERMINAL, S. DE R.L. DE C.V.

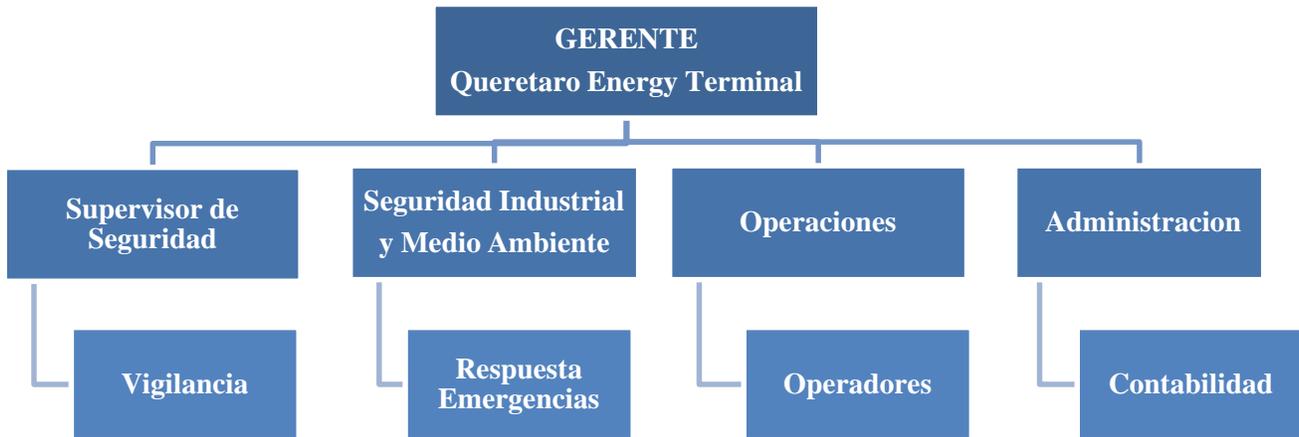


Figura I.24 Organigrama Querétaro Energy Terminal

Este organigrama indica las áreas en las que se divide la estructura administrativa y operativa del proyecto, es importante mencionar que para el proceso de trasvase solo se requiere de 5 personas por turno, ya que la terminal funcionará las veinticuatro (24) horas del día, los siete (7) días de la semana.

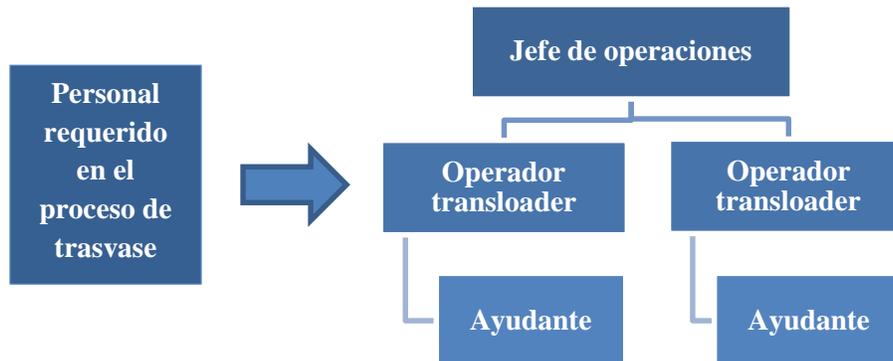


Figura I.25 Personal requerido para el proceso de trasvase

I.2.1. Hojas de seguridad

Con base en las Hojas de Datos de Seguridad se determinó que el manejo de gasolinas y diésel y el suministro de dicho combustible a los usuarios, implica riesgos de incendio y/o explosión.

Se presentan como **Anexo I.E** las hojas de datos.

Tabla I.5 Sustancias manejadas en el trasvase

Sustancia	Características de peligrosidad	Ubicación
Gasolina Magna Gasolina Premium Diesel	Inflamable	Querétaro Energy Terminal

A continuación, se presenta su composición y propiedades de acuerdo a la Hoja de Datos de Seguridad:

Tabla I.6 Composición de la Gasolina

Material	% Vol.	Número ONU	Número CAS ¹
Gasolina	100%	1203	8006-61-9
Aromáticos	35.0% Max.	ND	ND
Olefinas	15.0% Max.	ND	ND
Benceno	2.0% Max.	1114	71-43-2
Oxígeno	2.7% Max.	1072	7782-44-7

Tabla I.7 Composición del Diésel

Material	% Vol.	Número ONU	Número CAS
Diésel	100%	1202	68334-30-5
Aromáticos	30.0% Max.	ND	ND

¹ Chemical Abstracts Service

Tabla I.8 Propiedades de la Gasolina

Propiedades Físicas/Químicas	
Peso molecular	ND
Estado físico	Líquido
Temperatura de ebullición (°C)	ND
Temperatura de fusión (°C)	NA
Temperatura de inflamación (°C)	Inferior a 0°C
Temperatura de auto ignición (°C)	Aproximadamente 250°C
Densidad relativa de vapor (aire=1)	3.0 – 4.0
Solubilidad en agua	Insoluble
Velocidad de evaporación	ND
% de volatilidad	NA

Fuente: Hoja de datos de seguridad de la Gasolina (Anexo I.E)

Tabla I.9 Propiedades del Diésel

Propiedades Físicas/Químicas	
Peso molecular	ND
Estado físico	Líquido
Temperatura de ebullición (°C)	ND
Temperatura de fusión (°C)	ND
Temperatura de inflamación (°C)	45 Min.
Temperatura de auto ignición (°C)	ND
Densidad (kg/m³)	ND
Solubilidad en agua	Insoluble
Velocidad de evaporación	ND
% de volatilidad	NA

Fuente: Hoja de datos de seguridad de Pemex Diesel (Anexo I.E)

I.2.2. Almacenamiento

La terminal no contará con almacenamiento de los combustibles, solo tendrá una permanencia temporal de auto-tanques vacíos, ya que un Carro-tanque puede permanecer algunos días en las instalaciones, desde su llegada hasta su vaciado total o trasvase.

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

Para el proceso de trasvase se requiere del siguiente equipo:

1.2.3.1 PROCESO

TRANSLOADER

El carro 'Transloader' es el principal equipo dentro del proceso de trasvase.

Es un carro ensamblado que se compone de 14 partes y tiene las siguientes especificaciones:

1. Datos de diseño:
 - Tubería certificada ASME B31.3
 - Presión: 150psi@ 100°F (Máximo)
 - Temperatura 0°F -120°F
 - Servicio: Gasolinas y Diésel / Combustible refinado
2. Materiales de construcción:
 - Tubo: Acero al carbono
 - Estructura: Acero al carbono
3. Revestimiento externo:
 - Tubo: Polvo recubierto blanco (pintura)
 - Estructural: Polvo recubierto blanco (pintura)
4. Empaquetado: 304ss empaques de juntas en espiral
5. NDT requerimientos del tubo: 5% radiográfico en todas las soldaduras
6. Conductos eléctricos corren por NEC
7. Peso estimado: 4,500 LB (2,041 kg)



Figura I.26 Transloader

El Transloader está compuesto 14 partes como se muestra en las siguientes figuras:

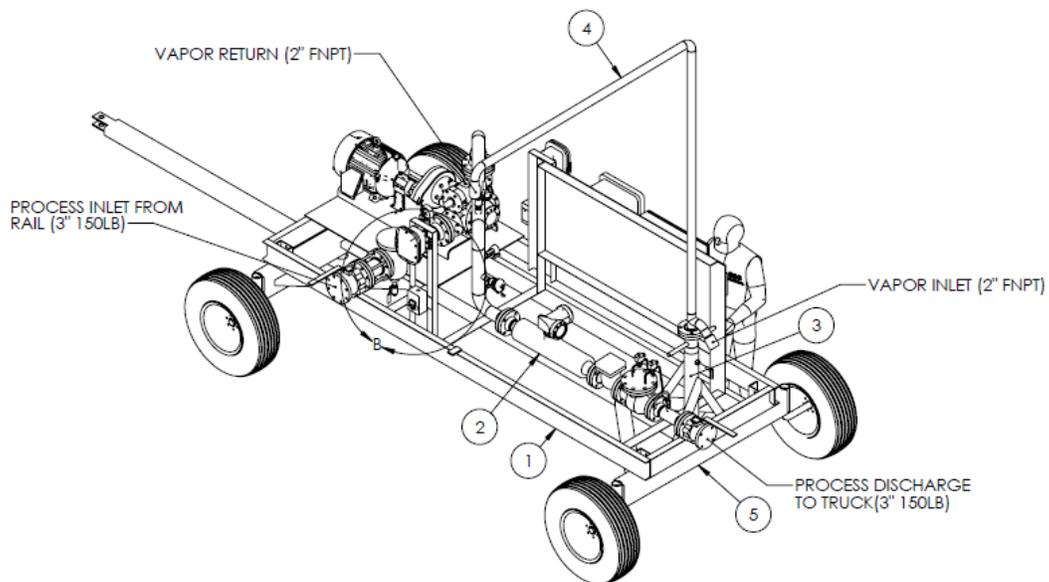


Figura I.27 Partes del Transloader

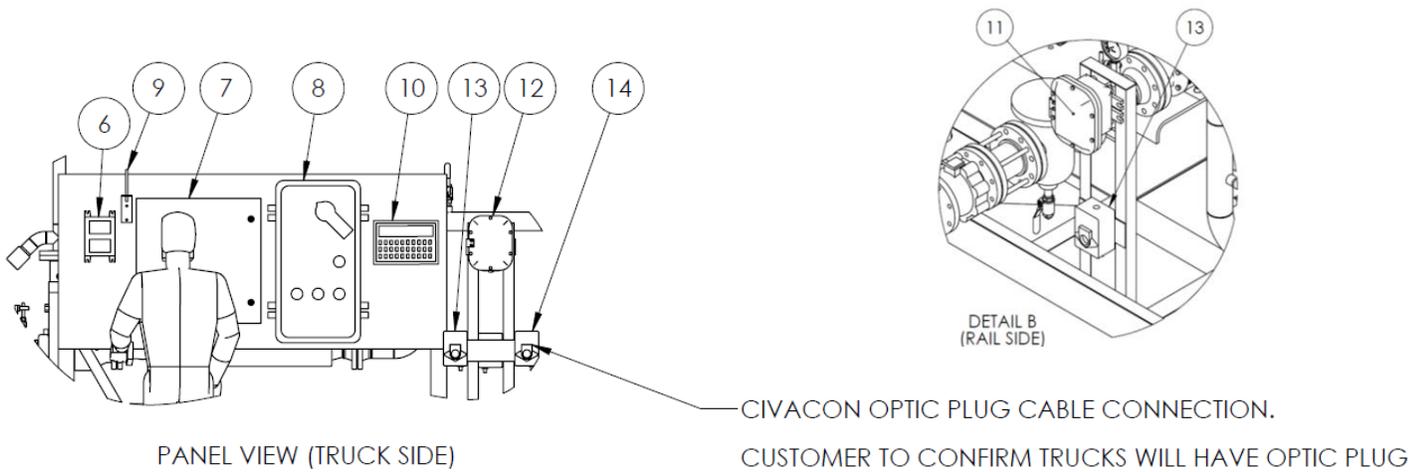


Figura I.28 Partes del Transloader

La siguiente tabla muestra la descripción de las partes del equipo Transloader:

Tabla I.10 Descripción de las partes del equipo Transloader

NO. PARTE	CANTIDAD	PARTE	DESCRIPCIÓN	MARCA
1	1	-	Montaje de Estructura	
2	1	-	Montaje de Línea de Medida	
3	1	-	Soporte de Línea de Vapor	
4	1	-	Montaje de Línea de Vapor	
5	1	X1004	Vagón de Heno	Mayer
6	1	ML-XP-STD-1	Controlador MicroLoad	FMC
7	1	WM24208N4	Cercado 24 X 24 X 8	Rittal
8	1		Motor de Encendido 20 HP	Dayton
9	1	-	Antena WI-FI	Pheonix Contact
10	1	DNT PC3	Controlador Guardián 3	DNT
11	1	8030	Unidad de toma de tierra	Civicon
12	1	8130	Tierra/Caja de llenado	Civicon
13	2	-	Caja de Toma de Tierra unida	Civicon
14	1		Enchufe óptico	Civicon

Las dimensiones (en pulgadas) del equipo Transloader se muestran en las siguientes figuras:

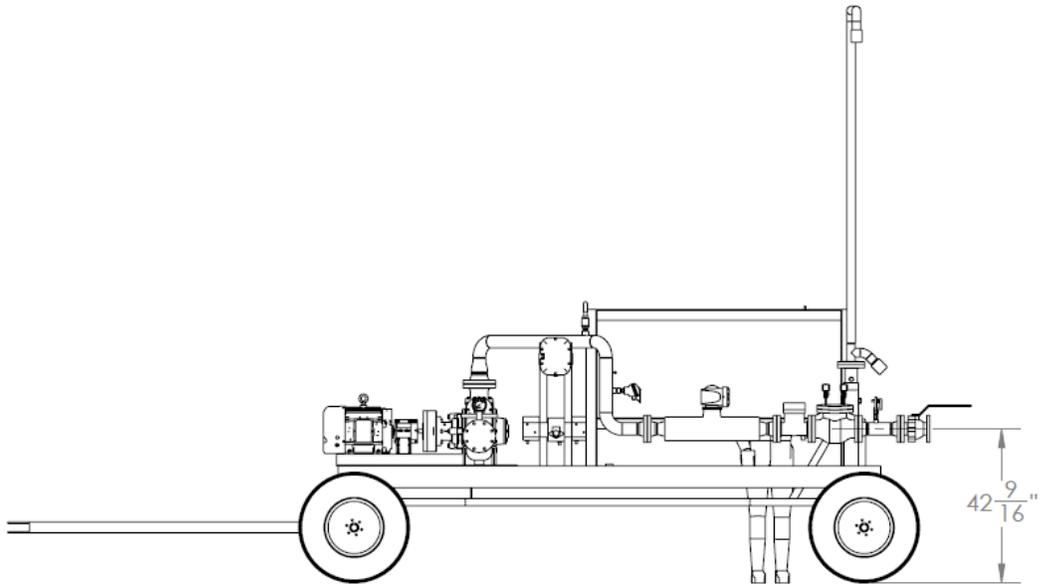


Figura I.29 Dimensiones del Transloader – Vista frontal posterior

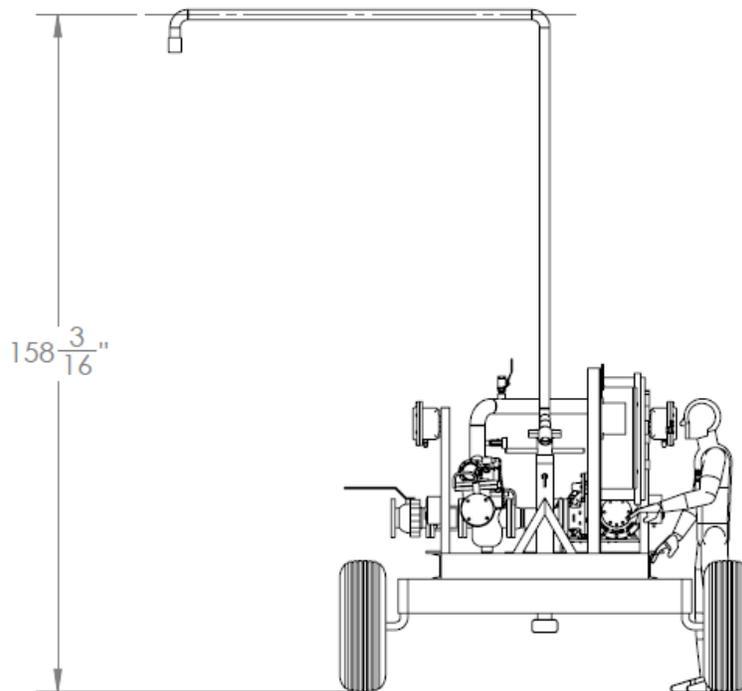


Figura I.30 Dimensiones del Transloader – Vista lateral

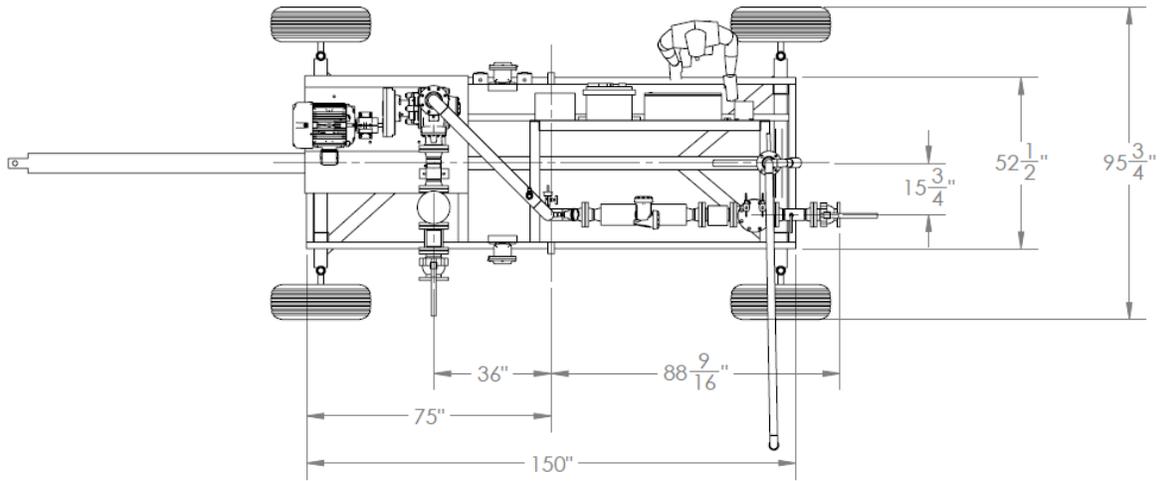


Figura I.31 Dimensiones del Transloader – Vista superior

La siguiente figura muestra el arreglo de las piezas del Transloader desde la entrada al proceso de trasvase hasta la salida para el llenado de los auto-tanques:

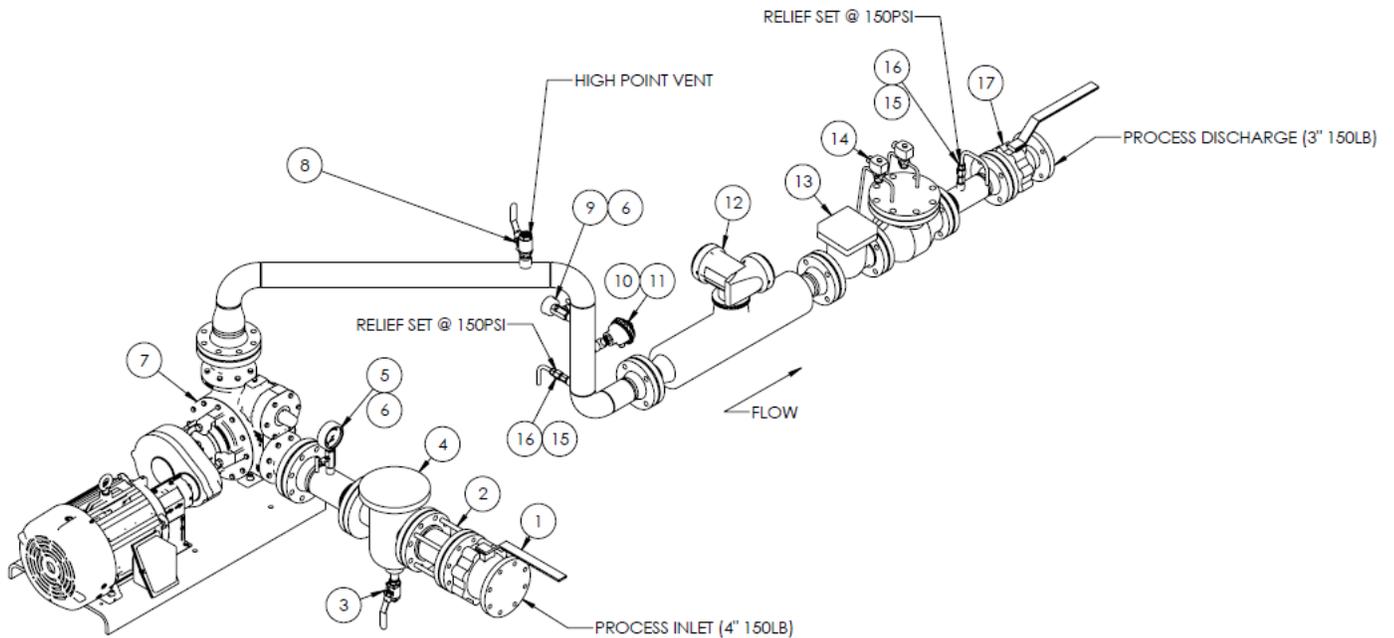


Figura I.32 Arreglo de las piezas del Transloader proceso de trasvase

La siguiente tabla muestra la descripción de las partes:

Tabla I.11 Descripción de las partes del equipo Transloader

NO. PARTE	CANTIDAD	PARTE	DESCRIPCIÓN	MARCA
1	1	F150 4"	Válvula manual de bola 4in 150lb	Flotite
2	1	4inLIF 150Lb Sight Glass	Visor con bridas 4" 150lb	PC
3	1	SS2	Válvula manual de bola .75in NPT	CFF
4	1	BS85	Colador de cestas 4" 150#	Titan
5	1	40-500-60PSI	Manómetro .5in NPT, 4" Esfera, Lleno de líquido, Montaje inferior	Noshok
6	2	604-MFS	Válvula de aguja del instrumento .5in MNPT X FNPT	Noshok
7	1	GX4B-RH-ANSI-254T	Motor 4in x 4in 150lb con bomba de 20hp	Blackmer
8	1	SS2	SS Válvula de bola 1" NPT	CFF
9	1	40-510-300PSI	Manómetro .5in NPT, 4" Esfera, Lleno de líquido, Montaje posterior	Noshok
10	1	2H260L2.25-316	Termopozo 0.75in	UE
11	1	RTP7A-48-NUNXS-004-73-1-L2.25-X-HD70	Sensor RTD	UE
12	1	MFS1000	Medidor de coriolis con bridas 3in 150lb	Khrone
13	1	0114C-13SX	Válvula de retención oscilante 3" 150lb	Powell
14	1	115G003-0302282P	Válvula de control 3" 150lb	OCV
15	2	SS-8CPA2-150	MNPT PRV .5in	Swagelok
16	2	SS-810-7-8	.5 F-TUBE X .5FNPT	Swagelok
17	1	F150-3"	Válvula manual de bola 3in 150lb	Flotite

Dentro de las instalaciones de Querétaro Energy Terminal se contará con 2 unidades Transloader, ya que el proceso de trasvase de podrá realizar simultáneamente a dos Carro-tanques, los cuales ya se encuentran en las instalaciones (Ver Figuras I.26).

La ubicación de los Transloader dentro de la terminal se muestra en la siguiente figura:



Figura I.33 Ubicación de los equipos Transloader en la terminal

Se presentan como **Anexo I.F** las fichas técnicas y Diagramas de Tubería e Instrumentación DTI's de los equipos de trasvase de los combustibles.

1.2.3.1 AUXILIARES

ENCHUFES

Como equipo auxiliar utilizado para el proceso de trasvase de hidrocarburos líquidos; gasolinas y diesel, se cuenta con dos Enchufes tipo postes, como se muestra en las siguientes figuras:



Figura I.34 Enchufes

Estos enchufes permitirán realizar la conexión del Transloader a la corriente eléctrica, para poder realizar el proceso de trasvase.

I.2.4. Pruebas de verificación

No existen pruebas de verificación ya que no se ha puesto en marcha el proyecto.

Se presentan como **Anexo I.G** las pruebas de certificación realizadas a las mangueras y válvulas ya adquiridas.

Una vez que los equipos sean adquiridos en su totalidad se contarán con los certificados de calidad correspondiente.

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

El proceso de trasvase de hidrocarburos; gasolinas y diésel se realizará bajo las siguientes condiciones ambientales y de operación:

- Las propiedades físicas y químicas de las gasolinas y diesel que se trasvasa, **permanecen constantes** con respecto al tiempo.
- Los Transloaders tienen una presión operación normal de **40 PSI**
- El flujo de descarga operativo normal es de **375 galones/minuto**
- El volumen máximo de hidrocarburo en Carro-tanque: **25,5000 - 28,000 galones por Carro-tanque**
- Se consideró una temperatura promedio ambiente de **18.7 °C** (temperatura promedio en la región durante el periodo abril 2017 a abril 2018), y una humedad relativa de **60.7%**.
- Para esta zona geográfica, la velocidad del viento se consideró de **13 Km/h (3.6 m/s)**
- Bajo condiciones atmosféricas sin gran perturbación, y considerando la combinación de velocidad del viento y radiación solar y/o nubosidad, la estabilidad **atmosférica es de tipo "F"**, moderadamente estable.

El trasvase de los combustibles se realizará con bombas y equipo que cuentan con salvaguardas y certificados de calidad.

Se presentan como **Anexo I.F** las fichas técnicas y Diagramas de Tubería e Instrumentación DTI's del equipo necesario para el proceso de trasvase de los combustibles.

I.3.1. Especificación del cuarto de control

Las operaciones de trasvase de gasolinas y diésel en la terminal son físicas, la mayor parte de las actividades son manuales.

Aunque no se tendrá como tal, el cuarto de control con el que se contara contiene el sistema eléctrico, el acceso es controlado y no se encontrara ninguna persona trabajando en su interior, en la siguiente figura se muestra la ubicación de este:

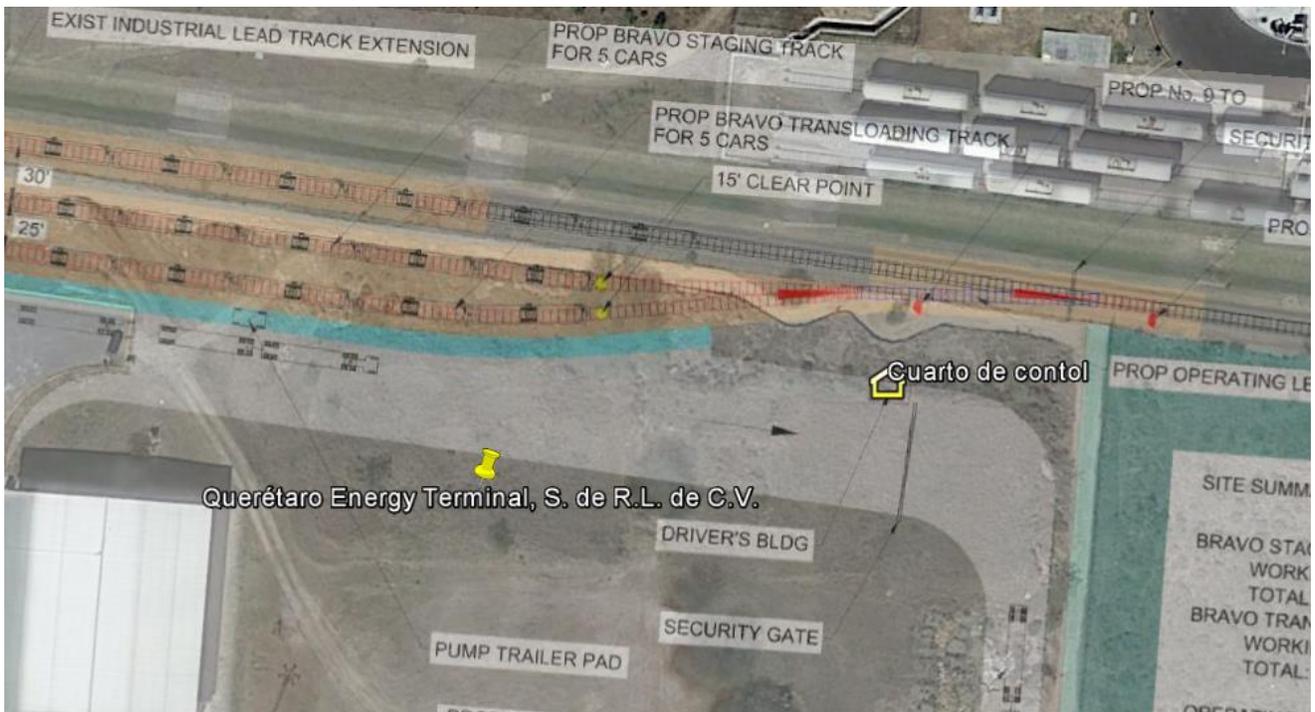


Figura I.35 Ubicación del cuarto de control



Figura I.36 Cuarto de control



Figura I.37 Cuarto de control

I.3.2. Sistemas de aislamiento

En Querétaro Energy Terminal la estación correspondiente al proceso de trasvase de combustibles líquidos; gasolinas y diésel, estará separada y equipada con dos equipos de sistema contra-incendio; **Enforcer 10** es un equipo contra incendios que contiene **FireAde 2000** un agente extintor biodegradable (espuma).

Durante las operaciones de trasvase de estos materiales combustibles se realizará el uso de las banderas:

- ***Banderas Azules y Protección de Vía:***

Protección de Señal Azul

La señal azul (bandera) indica que trabajadores están en, debajo, dentro o en medio de carro tanques y que el equipo no debe acoplarse o moverse.

La bandera azul indica que el equipo puede estar conectado mangueras o tubería de descarga y también indica que el equipo puede estar en lavado, carga o reparación.

Las señales azules pueden colocarse con o sin des-carrilador y/o protección de cerrado. Solo un empleado de la misma clase del que puso la señal la puede retirar.

Retiro de Banderas Azules

Los empleados de Querétaro Energy Terminal no deben retirar señales azules colocadas por un empleado de otra clase, aun si se les solicita. No hacer movimientos más allá de la señal azul.

Protección al personal

Cuando los empleados trabajen en, debajo o entre equipo móvil también deben protegerse colocando una bandera azul. Al terminar el trabajo, la bandera azul debe retirarse por un trabajador de la misma clase del que la puso.

“No operar” o “Etiqueta azul”

Una etiqueta de “No operar” o “Etiqueta azul” colocada en un equipo indica que no debe encenderse o moverse.

Solo la persona que coloca la etiqueta se le permite retirarla.

Equipo cerca de Banderas Azules

No se dejará equipo dentro de un radio de 8 metros, o la mitad de la longitud de un carro tanque, de una bandera azul y/o des-carriladores.

Banderas Rojas

Cuando una Bandera roja se coloca entre rieles o al lado de una vía, el tren o locomotora debe parar y no pasar hasta que la bandera haya sido retirada por un empleado de la misma clase del que la puso.

Esto es para proteger a empleados haciendo mantenimiento de vías, pero significa lo mismo que la bandera azul.

- ***Límites de Operación***

Los límites de operación se establecieron de mutuo acuerdo entre Querétaro Energy Terminal y el Parque Industrial Querétaro. Estos límites establecen puntos dentro de los que podemos operar y puntos en los que no se puede pasar.

Los empleados nunca deben estar fuera de estos límites con vehículos motorizados, de empuje o cualquier otro. Estos límites son definidos por señalamientos en postes, referencias permanentes, puntos de libramiento o marcas indicando los límites.

La siguiente figura muestra el flujo de entrada y salida de los auto-tanques, así como las vías internas en la terminal.

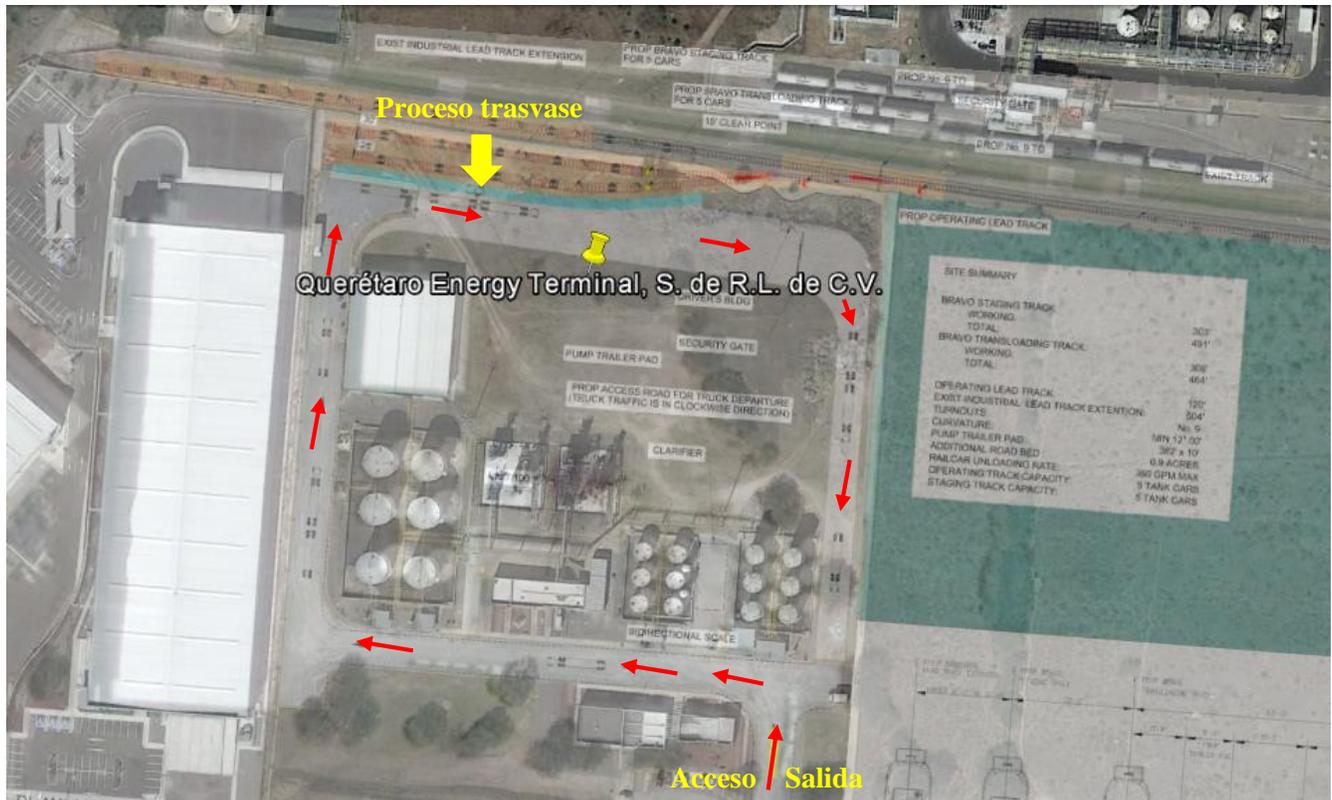


Figura I.38 Flujo y vías internas en la terminal

- **Protección de la Vía Principal y Vías Adyacentes**

Si existiera alguna condición que pudiera causar amenaza a la seguridad de empleados de Querétaro Energy Terminal o del ferrocarril que operen en vías principales o adyacentes, como carros fallando, descarrilados, vías o cambios dañados, los empleados viajarán en las dos direcciones desde la amenaza con equipo de banderas apropiado, bandera roja, linterna, para detener trenes o locomotoras acercándose.

Los empleados se mantendrán protegiendo con banderas hasta que un oficial del Ferrocarril se notificado y libere a Querétaro Energy Terminal de la responsabilidad de proveer protección.

Los empleados de Querétaro Energy Terminal tomarán todos los pasos razonables para notificar al despachador, Gerente de Terminal o dueño sobre la localización de la amenaza lo antes posible.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

En este apartado se identificarán los posibles peligros asociados a la operación del trasvase de gasolinas y diésel, las metodologías empleadas para llevar a cabo dicha identificación son las siguientes:

- Determinación de la peligrosidad de gasolinas y diésel, análisis con base a la hoja de datos de seguridad de dichas sustancias (**Anexo I.E**).
- Análisis HAZOP, análisis realizado de acuerdo a lo establecido en la norma de referencia **NRF-018-PEMEX-2014** para la elaboración de estudios de riesgo utilizando la matriz para la identificación de riesgos incluida en la misma norma.

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

La preocupación de las autoridades federales, estatales y municipales con relación al manejo de hidrocarburos en general ha tenido una revisión cada vez mayor en los últimos 10 años, debido a que en la sociedad civil se han incrementado las preocupaciones sobre posibles impactos adversos a la salud y al entorno ecológico. Esta preocupación tiene como consecuencia el desarrollo de evaluaciones de riesgo en múltiples actividades que pudieran ocasionar riesgos a la salud. Estas evaluaciones de riesgo han dado como resultado una serie de conocimientos relacionados con las estimaciones de afectación y riesgos a la salud de varios de los proyectos de este tipo.

La evaluación de riesgos es un instrumento eficaz, pero complejo y de continua evolución y actualización, de ella derivan muchas disciplinas incluyendo la ingeniería de la contaminación atmosférica, ingeniería de procesos, meteorología, tecnología computarizada, biología, química, toxicología y el estímulo a la relación entre la tecnología y el uso de recursos con la finalidad de promover un desarrollo sustentable.

Se tiene que como antecedente la mayoría de los accidentes con hidrocarburos se debieron a incendios y explosiones, con un 60% del total de los casos; posteriormente fugas con 24% y por último derrame y colapso de estructuras con 8% cada uno.

En cuanto a los lugares en los que se han suscitado los accidentes, la mayoría fue en refinerías (28%) y plantas con fines diversos (28%) -en este rubro se encuentra la planta petroquímica de Pajaritos en México-; seguido de las plataformas (12%); posteriormente ductos (8%), plantas/tanques de almacenamiento (8%) y embarcaciones (8%) y por último, ferrocarriles (4%) y pozos (4%).

En casi todos los siniestros analizados hubo consecuencias fatales: muertos y heridos; los daños al medio ambiente no se reportan, pero es probable que hayan existido.

- **Clasificación de los accidentes:**

Tabla I.12 Clasificación de los accidentes de Hidrocarburos

ACONTECIMIENTO	NÚMERO DE INCIDENTES
Fuga	6
Incendio	8
Explosión / Incendio	7
Derrame	2
Colapso de estructuras	2

Fuente: Abrisco; Asociación del análisis de riesgo

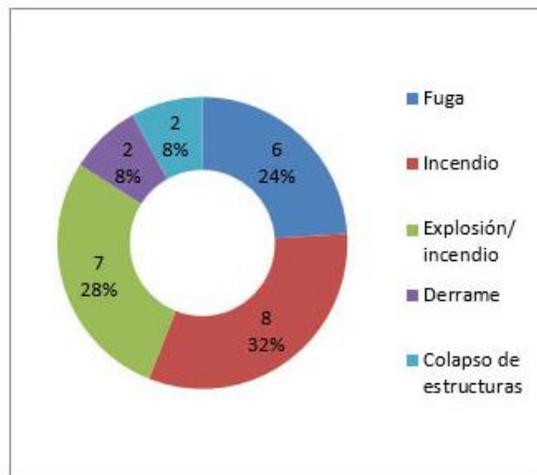


Figura I.39 Clasificación de los accidentes de Hidrocarburos

- **Lugar de los accidentes:**

Tabla I.13 Lugar de los accidentes de Hidrocarburos

LUGAR DEL ACCIDENTE	NÚMERO
Refinerías	7
Plataformas	3
Plantas / tanques de almacenamiento	2
Embarcaciones	2
Ferrocarril	1
Pozos	1
Ductos	2
Otros	7

Fuente: Abrisco; Asociación del análisis de riesgo

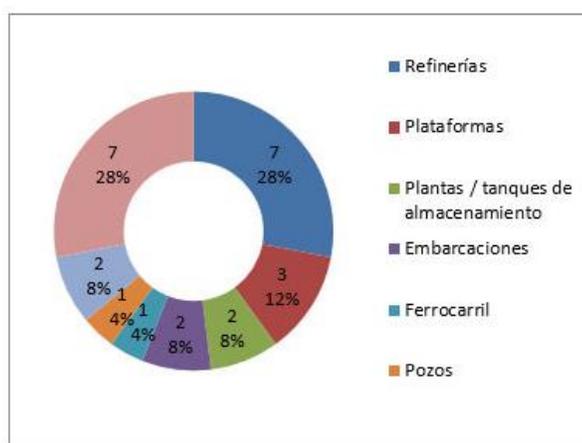


Figura I.40 Lugar de los accidentes de Hidrocarburos

Cabe mencionar que actualmente en México el proceso de trasvase es una actividad cada vez más frecuente, desde 1960 a la fecha, y los antecedentes de explosiones o incendios que se tienen en ellos realmente son pocos, dado que la tecnología con la que se cuenta hoy en día, tiene con dispositivos de seguridad adecuados.

Sin embargo, no podemos perder de vista el error humano e incluso los riesgos tecnológicos que en algún momento pudieran darse.

En la siguiente tabla se muestran las principales sustancias involucradas en accidentes químicos del año 1990 al año 1996:

Tabla I.14 Accidentes por fugas de sustancias

SUSTANCIA	ACCIDENTES
Gasolina	223
Gas combustible	165
Diésel	122
Amoniaco	119
Combustóleo	65
Ácido sulfúrico	47
Aceite industrial	35
Cloro y compuestos del cloro	33
Hidróxido de sodio	17
Disolventes	11
Ácido clorhídrico	11
TOTAL	848

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la gasolina es una de las sustancias que ocasiona más accidentes. Las fuentes de las que se tomó la información fueron: CENAPRED² de los años 1990-1996 y PROFEPA³ de los años 1993-1996.

Como se puede apreciar, los accidentes en el sector hidrocarburos son frecuentes y pueden derivarse de múltiples situaciones: errores humanos, falta de mantenimiento de instalaciones, falla en las medidas de seguridad, fenómenos naturales, entre otros. Por ello, es importante tener un programa de seguros que permitan contar con las sumas económicas adecuadas para enfrentar las consecuencias derivadas de los accidentes.

Es necesario mencionar que la empresa **Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V.** aún no se encuentra operando, por lo que no se ha presentado ningún antecedente de incidente y/o accidente en las instalaciones.

² Centro Nacional de Prevención de Desastres

³ Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Metodología del análisis de consecuencias

Los escenarios determinados para el análisis de consecuencias para el presente proyecto son los que resultaron de la jerarquización de riesgos aplicando la metodología **Análisis HAZOP** para la simulación de los eventos y la determinación de los radios de afectación se utilizó el programa **ALOHA® 5.4.7.0**, desarrollado en conjunto por la **NOAA y EPA**, para la simulación de escenarios de riesgo en un estudio de riesgo ambiental.

Para la definición de los escenarios se siguió un enfoque sistemático basado en los criterios sugeridos por el **American Institute of Chemical Engineers (AICHE)**. De acuerdo con estos criterios las fugas de materiales deben considerar tamaños grandes, medianos, pequeños de los orificios para así cubrir en los resultados todas las posibilidades de radios de afectación. Dadas las condiciones del proceso de trasvase de hidrocarburos líquidos, y para las simulaciones los diámetros de fuga se definieron como **100 mm para fuga grande, 25 mm para fuga mediana, 5 mm para fuga pequeña** para el derrame de gasolina o diésel.

- **Análisis HAZOP:**

Un Estudio de Peligro y Operabilidad, HAZOP, por sus siglas en inglés Hazard and Operability Study, es una metodología estructurada de manera simple para identificar peligros mediante el empleo de razonamiento lógico a partir del diseño original de un sistema determinado. La metodología consiste en suponer que el diseño original es el adecuado para el funcionamiento del sistema, además de seguro y operable, de esta manera se estudian las desviaciones de los parámetros clave con respecto al diseño original, ayudándose con palabras guía para controlar la evaluación.

El análisis se realizó para el trasvase de hidrocarburos **Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V.**, previo al inicio de la revisión se impartió, como se acostumbra en este tipo de estudios, un curso de la metodología a fin de que todos los miembros del equipo se familiaricen con la secuencia del análisis y se homologuen los criterios.

Una vez que se conoce la metodología del análisis HAZOP, se llevan a cabo las sesiones de trabajo para cada nodo identificado y se indican los parámetros de operación relevantes, se resume el modo normal de operación, así como las características de peligrosidad de las sustancias manejadas en el nodo.

El nodo identificado en el sistema de trasvase fue el siguiente:

Nodo 1. Trásvase de hidrocarburos líquidos; Gasolina y/o Diésel

Posteriormente para este nodo se procede a elaborar la lista de desviaciones al modo normal de operación que puedan darse.

Para facilitar y sistematizar esta etapa, las desviaciones se obtienen combinando alguna palabra guía, tal como Más, Menos, No, etc., con cada uno de los parámetros de operación que aplican al nodo.

La Tabla I.15 muestra la lista de desviaciones originalmente propuesta por Imperial Chemical Industries, Ltd. (ICI) junto con una explicación de su interpretación.

Tabla I.15 Desviaciones utilizadas en el Análisis HAZOP

Desviación	Interpretación
No flujo	Suspensión o completa ausencia del flujo
Menos flujo	Disminución en el flujo por debajo del valor o rango de diseño
Más flujo	Incremento en el flujo por arriba del valor o rango de diseño
Flujo inverso	Tener flujo en sentido contrario al especificado en el diseño
Alta presión	Existencia de una presión mayor a la del valor o rango de diseño
Baja presión	Existencia de una presión menor a la del valor o rango de diseño
Alta temperatura	Existencia de una temperatura mayor a la del valor o rango de diseño
Baja temperatura	Existencia de una temperatura menor a la del valor o rango de diseño
Alto nivel	Tener un nivel que rebase el valor o rango de diseño
Bajo nivel	Tener un nivel que esté por debajo del valor o rango de diseño
Parte de...	Que la proporción entre los componentes de un material o sustancia sea diferente a la proporción normal o de diseño
También...	Que existan materiales o sustancias adicionales al material o sustancia especificado en el diseño
Otro...	Que el material o sustancia original sea sustituido por otro
Arranque	Variaciones al modo normal de arrancar un proceso o equipo
Paro	Variaciones al modo normal de parar un proceso o equipo
Alivio	Presencia o ausencia, o fallas de los sistemas de alivio

Desviación	Interpretación
Instrumentación	Alteraciones en el funcionamiento normal de un instrumento
Muestreo	Variaciones al modo normal de tomar muestras en el sistema
Falla de servicios	Ausencia o variación en el suministro de electricidad, vapor, agua, aire, etc.
Corrosión/erosión	Presencia de desgaste interno o externo en las paredes de equipos y tuberías
Mantenimiento	Variaciones al modo normal de realizar las actividades de mantenimiento
Tierras/estática	Ausencia o falla de estos sistemas
Fenómenos naturales	Efectos nocivos en el sistema por erosión, frío intenso, sismo, huracán, tornado, inundación, etc.

Para cada desviación se define la causa o causas inmediatas que podrían provocarla.

Una vez definido el listado de causas se procede a especificar la consecuencia o consecuencias de cada causa teniendo cuidado de no confundir la consecuencia con la desviación. La captura de éstas se hizo en una hoja de trabajo siguiendo la estructura típica de un HAZOP, enseguida se enumeran las salvaguardas, que son medidas de seguridad, ya sea para prevención o control de los eventos. De esta manera cada causa se analiza considerando sus efectos y medidas de protección, y si al final de dicho análisis resulta que la situación no es segura entonces se emiten recomendaciones.

En esta metodología al analizar todas las desviaciones de un nodo, se procede con el nodo siguiente, a medida que se avanza en los nodos se encuentran situaciones similares para componentes similares de equipo o situaciones, en estos casos se hace referencia a las secciones previas donde ya se había realizado el análisis, se valoró la frecuencia y la consecuencia del evento, tomando en cuenta la efectividad de las salvaguardas, y sus calificaciones se escribieron en las columnas correspondientes con los siguientes criterios:

Frecuencia:

En la **Tabla I.16** se muestra la frecuencia de ocurrencia de los eventos.

Tabla I.16 Frecuencia de ocurrencia de los eventos (NRF-018-PEMEX-2014)

Frecuencia		Criterios de ocurrencia
Categoría	Tipo	Cualitativo
Alta	F4	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años
Media	F3	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones
Baja	F2	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar
Remota	F1	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra

Consecuencia:

En la **Tabla I.17** se muestran las consecuencias en forma descriptiva.

Tabla I.17 Consecuencias Tipo de evento y categoría (NRF-018-PEMEX-2014)

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A LAS PERSONAS				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y la salud pública	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad y la salud pública	Evacuación; Lesiones menores o afectación a la seguridad y salud pública moderada; costos por afectaciones y daños entre 5 y 10 millones de pesos	Evacuación; lesionados; una o más fatalidades; afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos
Seguridad y salud del personal y proveedor y/o contratista	Sin lesiones; primeros auxilios	Atención Médica; Lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal;	Una o más fatalidades; Lesionados graves con daños irreversibles; Incapacidad parcial o total permanentes

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
			efectos moderados a la salud	
AL AMBIENTE				
Efectos en el Centro de Trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; polvos y partículas en el aire	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por: fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas; evacuación del personal.
Efectos fuera del Centro de Trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas de vecinos	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores; quemadores operando continuamente; ruidos persistentes y presencia de humos	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos; daño significativo a largo plazo de la flora y fauna ó repetición de eventos mayores
Descargas y Derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable.	Informe a las Autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces.	Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortandad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas; reacción de grupos ambientalistas.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.

Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
AL NEGOCIO				
Pérdida de producción, daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menor a 5 millones de pesos	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción de hasta 20 millones de pesos	Más de un mes de paro. Daños a propiedades o a las instalaciones; pérdida mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportable	Se da una alerta por parte de las Autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor, proceso judicial
Daños en propiedad de terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total de los bienes o de la funcionalidad de los bienes; posibilidad de lesiones o fatalidades	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante
A LA IMAGEN				
Atención de los medios al evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales	Difusión local significativa; entrevistas, TV local	Atención de medios a nivel nacional	Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros

Con los valores de frecuencia y consecuencia se buscó su intersección en la matriz de riesgo de Petróleos Mexicanos, para determinar su nivel de grado de riesgo (GR).

En la **Tabla I.18** se muestra la matriz.

Tabla I.18 Matriz de riesgos (NRF-018-PEMEX-2014)

F R E C U E N C I A	Alta F4	B	B	A	A
	Media F3	C	C	B	A
	Baja F2	D	C	B	A
	Remota F1	D	D	C	B
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		CONSECUENCIA			

Los criterios de calificación del nivel de riesgo establecidos por Petróleos Mexicanos son:

Tipo A – Riesgo intolerable: El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo “A” representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo C o de preferencia a Tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días.

Tipo B – Riesgo indeseable: El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

Tipo C – Riesgo aceptable con controles: El riesgo es significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

Tipo D – Riesgo razonablemente aceptable: El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención conjuntamente con otras mejoras operativas.

En todos aquellos eventos donde se obtuvieron niveles de aceptación de riesgo con calificaciones **A**, **B** o **C** se emitieron recomendaciones orientadas a disminuir el grado de riesgo.

Condiciones para efectuar la simulación del riesgo

En el presente proyecto se consideran las siguientes condiciones para efectuar la *simulación del riesgo*.

a) Las propiedades físicas y químicas de las gasolinas y diésel que se trasvasa, permanecen constantes con respecto al tiempo.

b) Se consideró una temperatura promedio ambiente de **18.7 °C** (temperatura promedio en la región durante el periodo abril 2017 a abril 2018), y una humedad relativa de **60.7%**.

c) Para esta zona geográfica, la velocidad del viento se consideró de **5.6 Km/h**.

d) Bajo condiciones atmosféricas sin gran perturbación, y considerando la combinación de velocidad del viento y radiación solar y/o nubosidad, la estabilidad **atmosférica es de tipo "F"**, moderadamente estable.

Cabe mencionar que para que se origine un evento de incendio, se deberá haber presentado una fuga o derrame previamente.

Como **Anexo I.H** se presentan las hojas de trabajo del análisis HAZOP en donde se reportan todos los tipos de riesgo encontrados para cada una de las desviaciones que se analizaron.

Descripción de los eventos probables

Como resultado de la aplicación de la metodología, previamente expuesta, se determinaron las siguientes situaciones de riesgo tipo B, tipo C y tipo D para el proyecto, cabe mencionar que no se identificaron situaciones de riesgo tipo A.

1. Fuga de combustible en Carro-tanque; La unidad llega a la terminal con alguna fuga
2. Derrame de combustible por desconexión de la manguera al incrementarse el flujo (mayor presión) durante el trasvase de combustible
3. Fuga de combustible por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque
4. Explosión de Carro-tanque con el combustible, debido a un incremento anormal de temperatura y presión, a causa de un posible evento de incendio en las cercanías de la terminal
5. Fuga de combustible en auto-tanque después de realizado el trasvase

Tabla I.19 Situaciones de riesgo tipo B (Indeseable), tipo C (Aceptable con controles) y tipo D (Razonablemente aceptable)

Desviación	Posibles Causas	Posibles consecuencias	GR
Mayor flujo de Carro-Tanque a Auto-tanque	Mala operación bomba (motor) ubicada en el transloader	<ul style="list-style-type: none"> ° Derrame del hidrocarburo; Gasolina o Diésel. ° Sobre llenado de auto-tanque. ° Incendio. 	Tipo B
	Sobrepresión en la tubería al realizar la descarga		
Menor flujo de Carro-Tanque a Auto-tanque	Mala operación de válvulas	<ul style="list-style-type: none"> ° Daño bomba ° Retrabajo 	Tipo C
	Perdidas de eficiencia de la bomba (motor)		
	No hay producto en CT		
	Taponamiento en filtro		
No flujo	El equipo no opera, es decir no hay producto en Carro-tanque	° Retraso en operaciones	Tipo C
Flujo Inverso	No se presenta		
Más presión	Incremento de temperatura (Ver nodo de mayor temperatura)	<ul style="list-style-type: none"> ° Liberación controlada de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel. ° Fuga por ruptura de tubería y/o conexiones 	Tipo C
	Mala operación de válvulas durante recuperación de vapores.		
Presión de vacío	No se presenta		
Mayor temperatura	<ul style="list-style-type: none"> ° Incremento anormal de temperatura en la descarga. ° Operar en vacío el transloader. ° Temperatura ambiente elevada. ° Mala operación de las válvulas de manguera o del auto-tanque. 	<ul style="list-style-type: none"> ° Alta presión en la tubería. ° Vaporización del producto, lo que genera una alta presión en Carro-tanque y auto-tanque. ° Posible fuga de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel en conexiones. 	Tipo C
Menor temperatura	Temperatura ambiente muy baja	No se registran	
Mayor nivel de combustible en auto-tanque	Falta supervisión del equipo encargado de realizar el proceso de trasvase	<ul style="list-style-type: none"> ° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel. 	Tipo D
	Falla el flujometro del transloader.		
	Mal documentada el auto-tanque		

Desviación	Posibles Causas	Posibles consecuencias	GR
	Daño en válvula de corte o cierre.		
No hay nivel de combustible en auto-tanque	Mala operación; no se realiza el Check-list, por lo tanto no se verifica el nivel de hidrocarburo del carro tanque	° Calentamiento del motor de la bomba si se opera por periodos prolongados. ° Incremento de la temperatura en la tubería. ° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel.	Tipo C
	Se termina el hidrocarburo del Carro-tanque		
	Fuga de producto por válvula abierta		
Menor nivel de combustible en auto-tanque	Falla de un flujometro	° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel. ° Retrabajo.	Tipo D
	Mala operación del equipo encargado de realizar el proceso de trasvase		
	Fuga del producto en auto-tanque o Carro-tanque		
Trasvase de otro material en lugar de gasolina o diésel	No se sigue el procedimiento de carga.	° Contaminación de producto. ° Posible reacción por incompatibilidad del producto. ° Daño al equipo.	Tipo C
	Confusión de número/ matrícula de Carro-tanque		
	Error de programación de Energy Querétaro Terminal o cliente.		

De acuerdo a la metodología que se propuso (HAZOP) para la identificación de los puntos de riesgo de las instalaciones y de la evaluación del riesgo (programa ALOHA® 5.4.7.0), el orden en que se pueden presentar los eventos de riesgo pueden ser de forma aislada o secuencial.

Como resultado de la revisión documental de gasolinas, se identifican de manera preliminar y no jerarquizada los riesgos siguientes:

- **Incendio por derrame de gasolinas o diésel**
- **Explosión por derrame de gasolinas o diésel**

Las gasolinas y el diésel tienen niveles de inflamabilidad, se presenta su composición y propiedades en la Hoja de Datos de Seguridad de gasolina (**Anexo I.E**).

Por lo tanto, se proponen los probables escenarios por derrame de gasolinas y/o diésel en los diferentes puntos del proceso de trasvase, con base a los cuáles se realizará el análisis de consecuencias:

Nodo 1. Trasvase de hidrocarburos líquidos; Gasolinas o Diésel

1. Fuga de combustible en Carro-tanque; La unidad llega a la terminal con alguna fuga

Tiempo promedio de fuga: 15 minutos. Tiempo máximo de fuga antes de realizarse el Check-List de inspección a la unidad.

Criterios AICHE: Fuga de 100 mm, fuga de 25 mm y fuga de 5 mm

Tabla I.20 Ubicación carro-tanque

Carro-tanque	Coordenadas	
Carro-tanque 1	20°49'43.07"N	100°26'13.04"O
Carro-tanque 2	20°49'42.95"N	100°26'12.05"O

2. Derrame de combustible por desconexión de la manguera al incrementarse el flujo (mayor presión) durante el trasvase del combustible

Tiempo promedio de fuga: 1 minuto. Tiempo máximo de fuga por activación de paro de emergencia

Presión de operación: 225 psig (sobrepresión, presión máxima con la que se realizan las pruebas a las mangueras).

Diámetro de tubería: 4"

Longitud de tubería: 5 metros aproximadamente

Criterios AICHE: Fuga 100 mm; por ser prácticamente el diámetro de la tubería

Tabla I.21 Ubicación tubería 4" fuga 100 mm

Tubería 4"	Coordenadas	
Transload 1	20°49'42.88"N	100°26'13.07"O
Transload 2	20°49'42.74"N	100°26'12.07"O

3. Fuga de combustible por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque

Tiempo promedio de fuga: 1 minuto. Tiempo máximo de fuga por activación de paro de emergencia

Presión de operación: 225 psig (sobrepresión, presión máxima con la que se realizan las pruebas a las mangueras)

Longitud de tubería: 5 metros aproximadamente

Criterios AICHE: Fuga de 25 mm y Fuga de 5 mm

Tabla I.22 Ubicación tubería 4” fuga 25 mm y 5mm

Tubería 4”	Coordenadas	
Transload 1	20°49'42.88"N	100°26'13.07"O
Transload 2	20°49'42.74"N	100°26'12.07"O

4. Fuga de combustible en auto-tanque después de realizado el trasvase

Tiempo promedio de fuga: 5 minutos. Tiempo máximo de fuga antes de que alguien se percate de la fuga.

Criterios AICHE: Fuga de 100 mm, fuga de 25 mm y fuga de 5 mm

Tabla 1.23 Ubicación auto-tanque

Auto-tanque	Coordenadas	
Auto-tanque 1	20°49'42.46"N	100°26'11.32"O
Auto-tanque 2	20°49'42.37"N	100°26'10.48"O

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES	3
II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	3
II.2 INTERACCIONES DE RIESGO	13
II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.....	14

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

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Como resultado de la aplicación de la metodología, previamente expuesta, se determinaron las siguientes situaciones de riesgo tipo B, tipo C y tipo D para el proyecto, cabe mencionar que no se identificaron situaciones de riesgo tipo A.

Tabla II.1 Situaciones de riesgo tipo B (Indeseable), tipo C (Aceptable con controles) y tipo D (Razonablemente aceptable)

Desviación	Posibles Causas	Posibles consecuencias	GR
Mayor flujo de Carro-Tanque a Auto-tanque	Mala operación bomba (motor) ubicada en el transloader	<ul style="list-style-type: none"> ° Derrame del hidrocarburo; Gasolina o Diésel. ° Sobre llenado de auto-tanque. ° Incendio. 	Tipo B
	Sobrepresión en la tubería al realizar la descarga		
Menor flujo de Carro-Tanque a Auto-tanque	Mala operación de válvulas	<ul style="list-style-type: none"> ° Daño bomba ° Retrabajo 	Tipo C
	Perdidas de eficiencia de la bomba (motor)		
	No hay producto en CT		
	Taponamiento en filtro		
No flujo	El equipo no opera, es decir no hay producto en Carro-tanque	<ul style="list-style-type: none"> ° Retraso en operaciones 	Tipo C
Flujo Inverso	No se presenta		
Más presión	Incremento de temperatura (Ver nodo de mayor temperatura)	<ul style="list-style-type: none"> ° Liberación controlada de hidrocarburo líquido; gasolina o diesel. ° Fuga por ruptura de tubería y/o conexiones 	Tipo C
	Mala operación de válvulas durante recuperación de vapores.		
Presión de vacío	No se presenta		
Mayor temperatura	<ul style="list-style-type: none"> ° Incremento anormal de temperatura en la descarga. ° Operar en vacío el transloader. ° Temperatura ambiente elevada. ° Mala operación de las válvulas de manguera o del auto-tanque. 	<ul style="list-style-type: none"> ° Alta presión en la tubería. ° Vaporización del producto, lo que genera una alta presión en Carro-tanque y auto-tanque. ° Posible fuga de hidrocarburo líquido; gasolina o diesel en conexiones. 	Tipo C

Desviación	Posibles Causas	Posibles consecuencias	GR
Menor temperatura	Temperatura ambiente muy baja	No se registran	
Mayor nivel de combustible en auto-tanque	Falta supervisión del equipo encargado de realizar el proceso de trasvase	° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel.	Tipo D
	Falla el flujometro del transloader.		
	Mal documentado el auto-tanque		
	Daño en válvula de corte o cierre.		
No hay nivel de combustible en auto-tanque	Mala operación; no se realiza el Check-list, por lo tanto no se verifica el nivel de hidrocarburo del carro tanque	° Calentamiento del motor de la bomba si se opera por periodos prolongados. ° Incremento de la temperatura en la tubería. ° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel.	Tipo C
	Se termina el hidrocarburo del Carro-tanque		
	Fuga de producto por válvula abierta		
Menor nivel de combustible en auto-tanque	Falla de un flujometro.	° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel. ° Retrabajo.	Tipo D
	Mala operación del equipo encargado de realizar el proceso de trasvase		
	Fuga del producto en auto-tanque o Carro-tanque		
Trasvase de otro material en lugar de gasolina o diésel	No se sigue el procedimiento de carga.	° Contaminación de producto. ° Posible reacción por incompatibilidad del producto. ° Daño al equipo.	Tipo C
	Confusión de número/ matricula de Carro-tanque		
	Error de programación de Energy Querétaro Terminal o cliente.		

De acuerdo a la metodología que se propuso (HAZOP) para la identificación de los puntos de riesgo de las instalaciones y de la evaluación del riesgo (programa ALOHA® 5.4.7.0), el orden en que se pueden presentar los eventos de riesgo pueden ser de forma aislada o secuencial.

Como resultado de la revisión documental de los combustibles, se identifican de manera preliminar y no jerarquizada los riesgos siguientes:

- **Incendio por derrame de gasolinas o diésel**
- **Explosión por derrame de gasolinas o diésel**

Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento

Se presentan los diagramas de pétalos que comprenden las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, para cada uno de los escenarios establecidos.

Como **Anexo II.A** se presentan las memorias correspondientes a los radios de afectación de cada uno de los escenarios:

- Memorias ALOHA® 5.4.7.0 de cada uno de los escenarios
- .kmz de cada uno de los radios obtenidos para cada escenario establecido (si es que se generan).

Escenario 1:

Tabla II.2 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 1

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Fuga de combustible en Carro-tanque; La unidad llega a la terminal con alguna fuga			
Fuga 100 mm	Incendio	31	60
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 25 mm	Incendio	Menor a 10	15
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 5 mm	Incendio	Menor a 10	Menor a 10
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio para las fugas de 100mm y 25mm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

Tabla II.3 Escenario 1

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m2	1.4 Kw/m2	1 psi	0.5 psi
100 mm	20,473	344	22	31	60	No se generó	No se generó
25 mm	1,280	21.5	9	Menor a 10	15	No se generó	No se generó
5 mm	51.2	.86	3	Menor a 10	Menor a 10	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 1, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

Incendio

Explosión

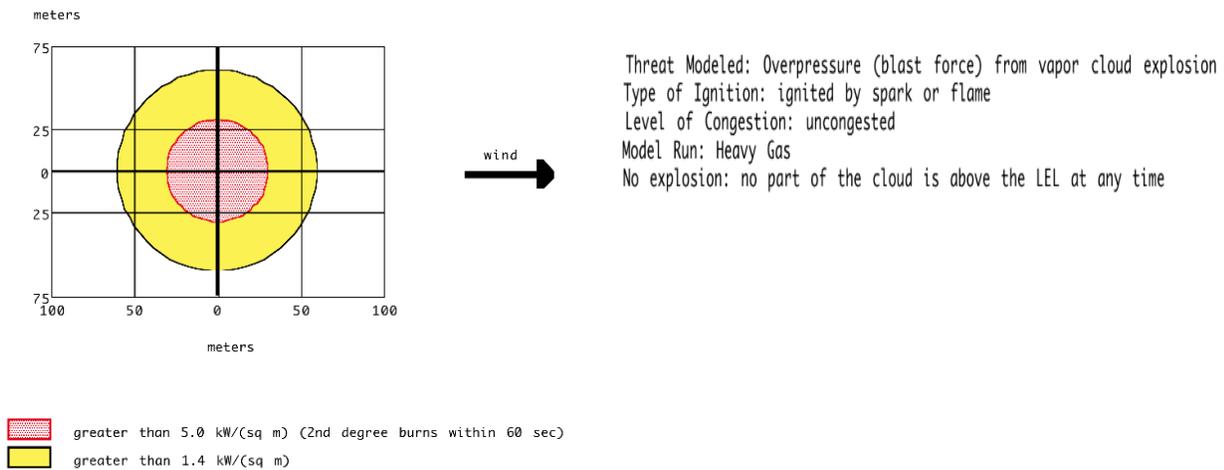


Figura II.1 Radios de afectación Escenario 1 - Fuga 100 mm

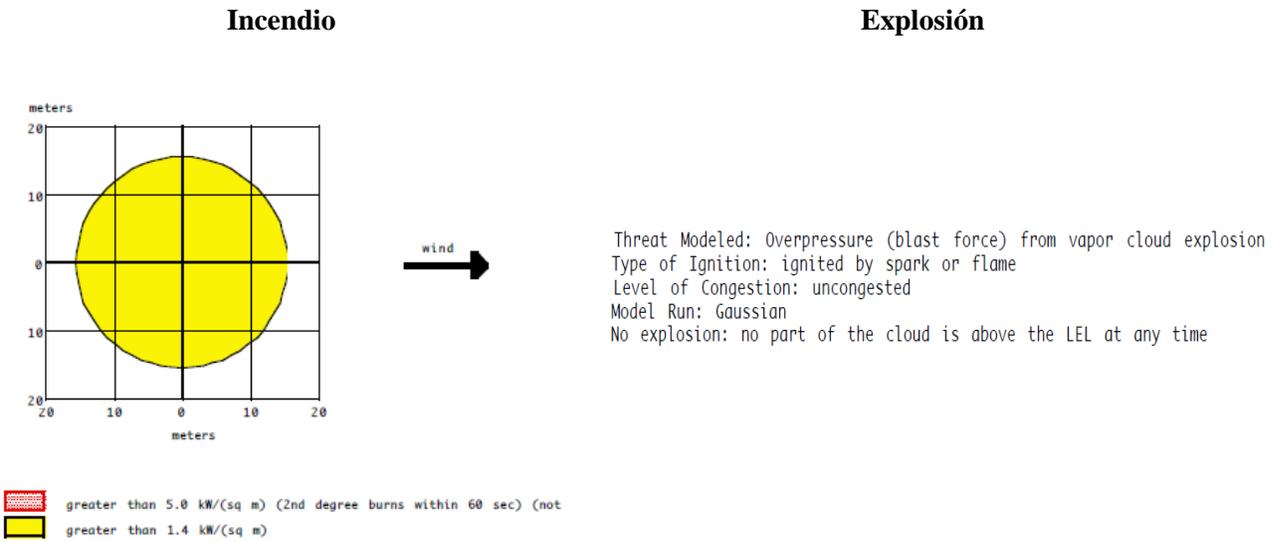


Figura II.2 Radios de afectación Escenario 1 - Fuga 25 mm

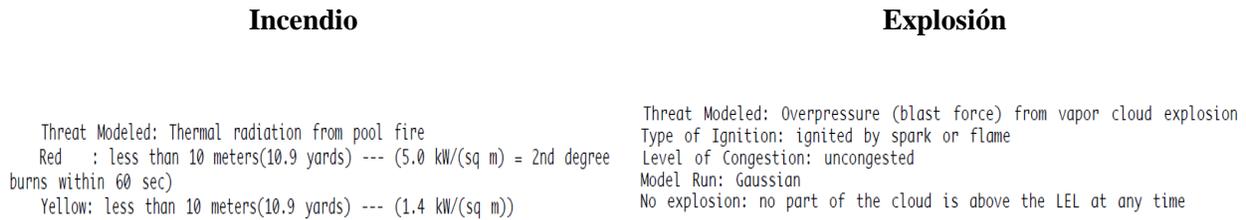


Figura II.3 Radios de afectación Escenario 1 - Fuga 5 mm

Escenario 2:

Tabla II.4 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 2

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Derrame de combustible por desconexión de la manguera al incrementarse el flujo (mayor presión) durante el trasvase del combustible			
Derrame	Incendio	11	23
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

Tabla II.5 Escenario 2

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
Derrame	2,824	47.1	11	11	23	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 2, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

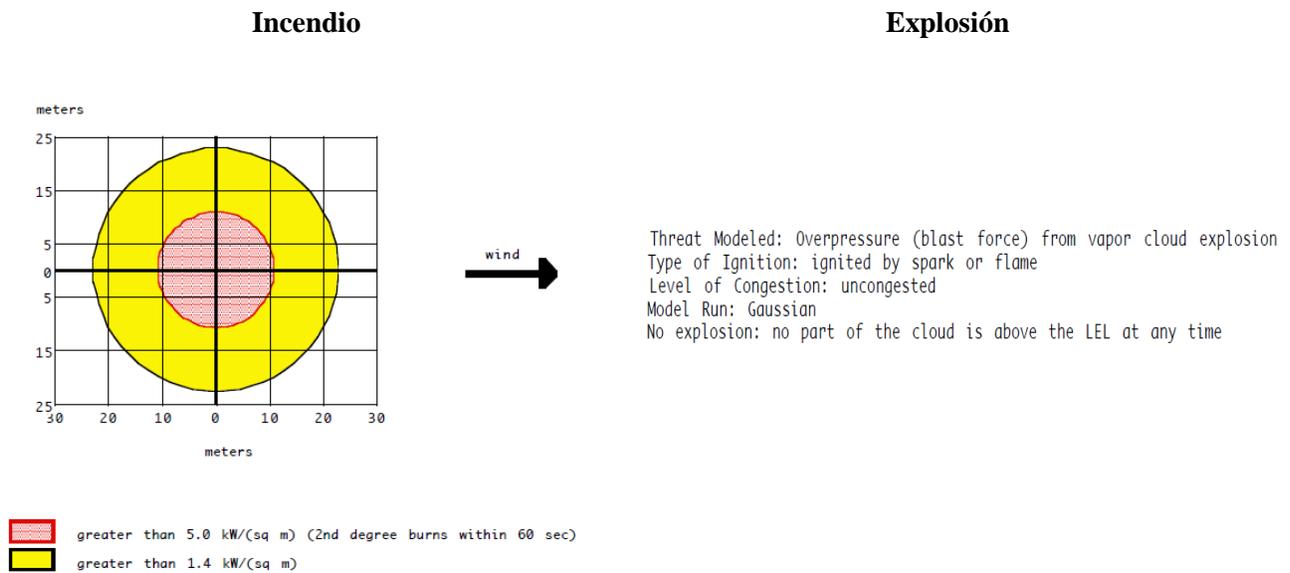


Figura II.4 Radios de afectación Escenario 2, derrame

Escenario 3:

Tabla II.6 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 3

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Fuga de combustible por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque			
Fuga 25 mm	Incendio	Menor a 10	13
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 5 mm	Incendio	Menor a 10	Menor a 10
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio para fuga de 25mm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

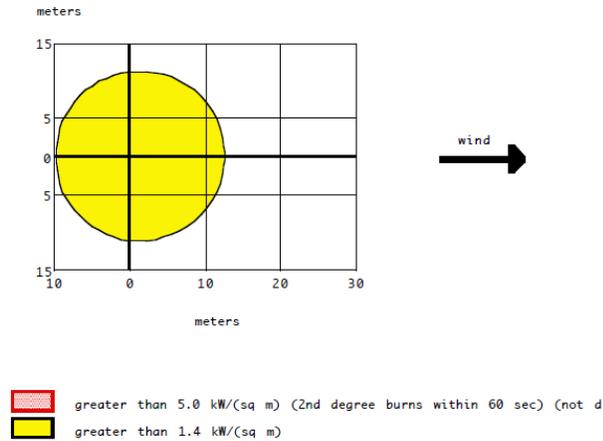
Tabla II.7 Escenario 3

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
25 mm	698	11.6	7	Menor a 10	13	No se generó	No se generó
5 mm	51.2	2.53	4	Menor a 10	Menor a 10	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 3, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

Incendio

Explosión



Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 No explosion: no part of the cloud is above the LEL at any time

Figura II.5 Radios de afectación Escenario 3, fuga 25 mm

Incendio

Explosión

Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
 Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: less than 10 meters(10.9 yards) --- (1.4 kW/(sq m))

Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 No explosion: no part of the cloud is above the LEL at any time

Figura II.6 Radios de afectación Escenario 3, fuga 5 mm

Escenario 4:

Tabla II.8 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 4

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Fuga de combustible en auto-tanque después de realizado el trasvase			
Fuga 100 mm	Incendio	31	60
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 25 mm	Incendio	Menor a 10	15
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 5 mm	Incendio	Menor a 10	Menor a 10
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio para fuga de 100mm y 25mm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

Tabla II.9 Escenario 4

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
100 mm	6,629	344	22	31	60	No se generó	No se generó
25 mm	1,280	21.5	9	Menor a 10	15	No se generó	No se generó
5 mm	51.2	0.86	3	Menor a 10	Menor a 10	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 4, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

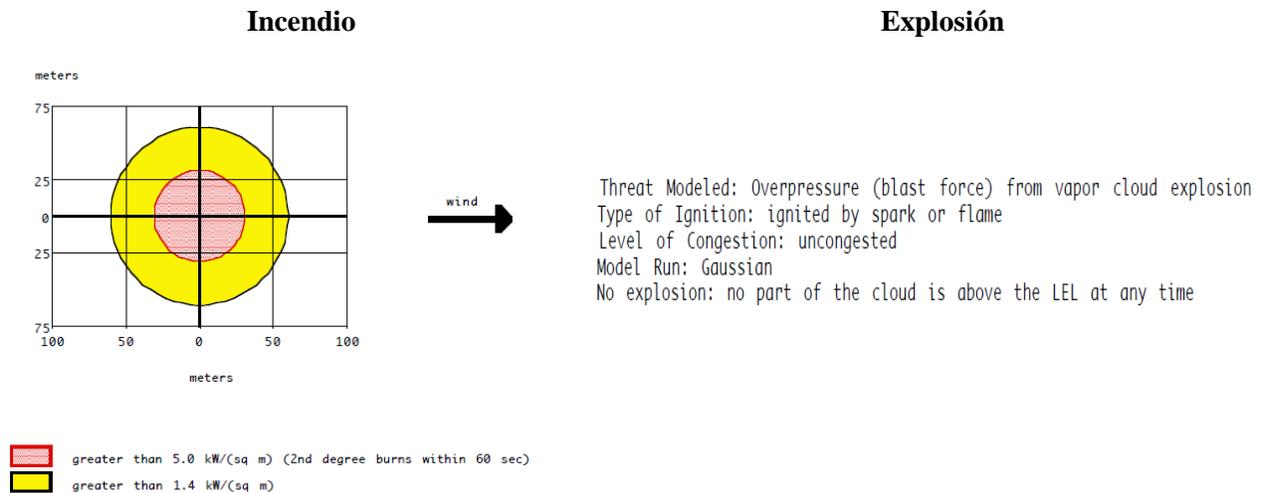


Figura II.7 Radios de afectación Escenario 4 - Fuga 100 mm

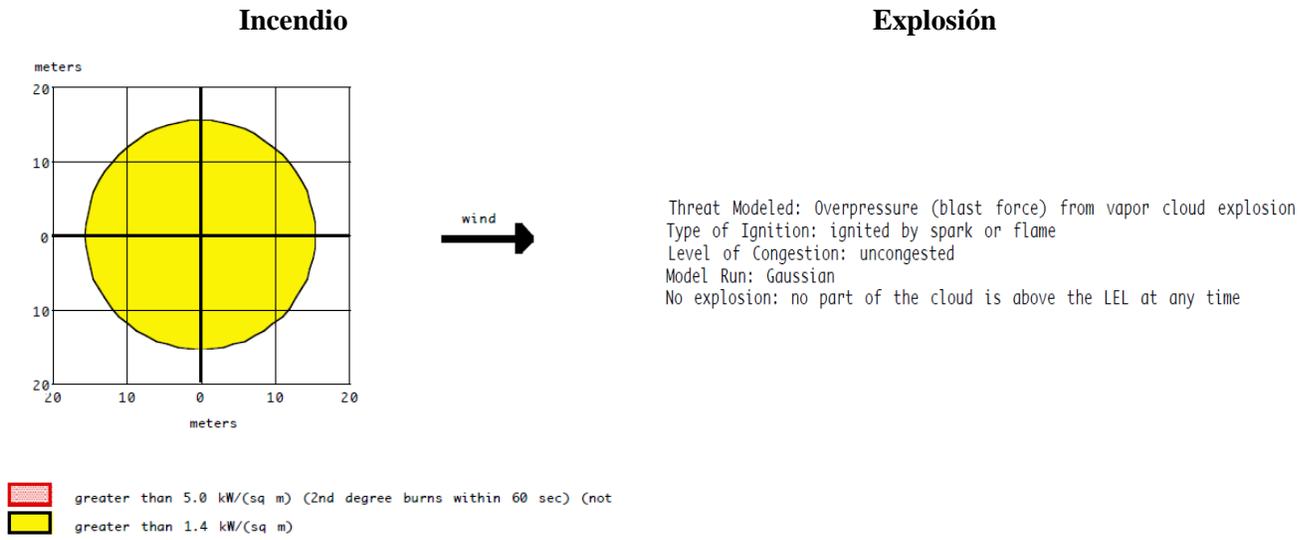


Figura II.8 Radios de afectación Escenario 4 - Fuga 25 mm

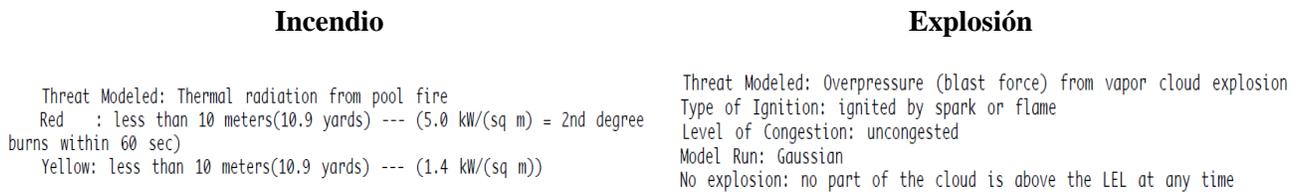


Figura II.9 Radios de afectación Escenario 4 - Fuga 5 mm

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

De acuerdo a los resultados mostrados en las tablas anteriores y en los diagramas de pétalos que se muestran a continuación en donde se indican los radios de alto riesgo y amortiguamiento para cada uno de los escenarios analizados en el proceso de trasvase de hidrocarburos líquidos; gasolina y diésel, en los resultados obtenidos se puede observar que los escenarios que presentan los radios de alto riesgo y amortiguamiento mayores corresponden al Escenario No.1 Fuga de combustible en Carro-tanque; La unidad llega a la terminal con alguna fuga y el Escenario No.4 Fuga de combustible en auto-tanque después de realizado el trasvase, ya que presentan fugas de las mismas dimensiones, considerando que para el Escenario No.1 la fuga simulada se presenta en el Carrotanque y para el Escenario No.4 la fuga simulada se presenta en el auto-tanque, para estos escenarios se obtuvo como consecuencia un incendio para una fuga de 100mm, con un radio de alto de riesgo de 31 m y un radio de amortiguamiento de 60 m, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad de las gasolinas ni el diesel para esta sobrepresión, tampoco se genera consecuencia para una sobrepresión de 0.5 psi.

Es importante identificar las fuentes de ignición que pudiera encontrar en ese radio, así como evitar que la temperatura se eleve o que la fuga sea de larga duración a fin de evitar que se genere un daño mayor.

En segundo lugar de importancia por la magnitud de los radios de afectación generados, se tiene el escenario No. 2, referente a un Derrame de combustible por desconexión de la manguera al incrementarse el flujo (mayor presión) durante el trasvase del combustible, se simuló una fuga de gasolina o diesel en la manguera de 4 pulgadas de diámetro y manejando una sobrepresión. Las consecuencias obtenidas fue un radio de alto riesgo de 11 m y amortiguamiento de 23 metros para una radiación térmica de 5 y 1.4 Kw/m², respectivamente, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad de las gasolinas ni el diesel para esta sobrepresión, tampoco se genera consecuencia para una sobrepresión de 0.5 psi.

En tercer lugar de importancia se tiene el escenario No. 3 correspondiente a una Fuga de combustible por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque, se obtuvieron radios de amortiguamiento para un incendio derivados de la fuga, se obtienen radios no mayor a 10m y 13m, respectivamente. Cabe mencionar que para este escenario tampoco se generó la consecuencia de explosión.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Las instalaciones de QUERÉTARO ENERGY TERMINAL, S. DE R.L. DE C.V. se encuentran al norte del Municipio de Querétaro, Qro., en el Parque Industrial Querétaro (PIQ), en el Estado de Querétaro, Qro.

La siguiente figura muestra la ubicación de la terminal:

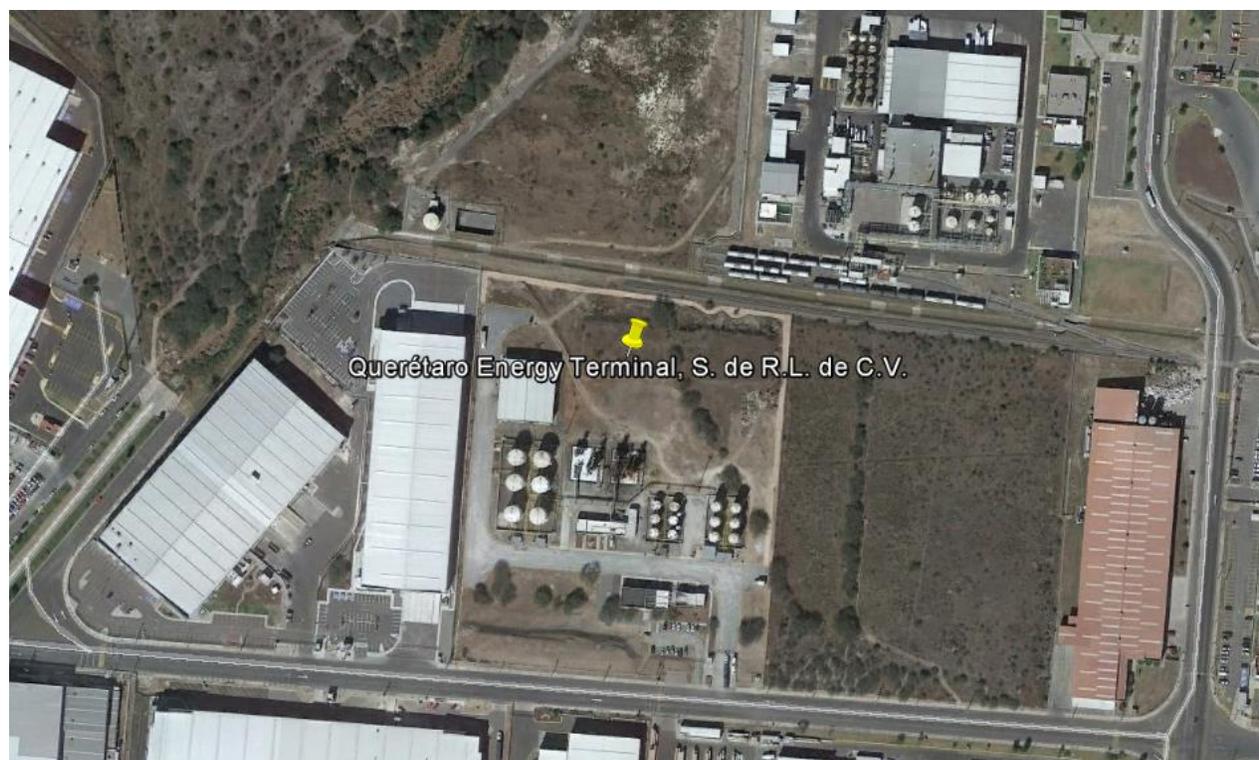


Figura II.10 Ubicación del proyecto

Como puede observarse en los siguientes diagramas de pétalos que muestran las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos asociados al proceso, la mayoría de los escenarios con radios de alto riesgo (5 Kw/m^2) no salen del límite de propiedad del predio, lo que implica que las interacciones no se darán con los predios y empresas colindantes.

Escenario 1.-

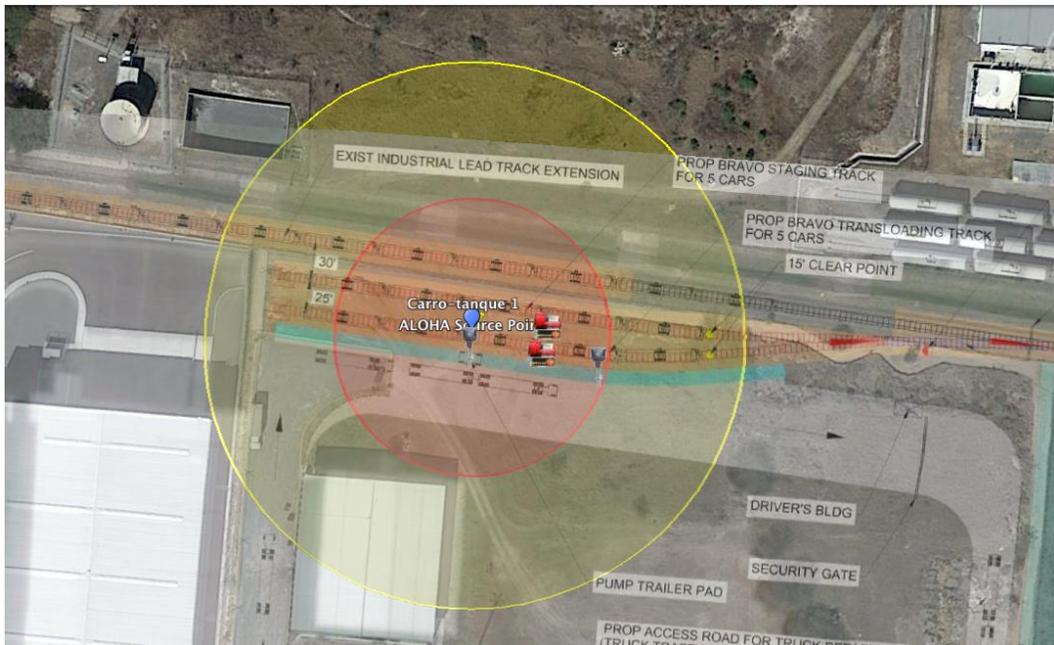


Figura II.11 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 100mm – Carrotanque 1



Figura II.12 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 100mm – Carrotanque 2



Figura II.13 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 25mm – Carro-tanque 1



Figura II.14 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 25mm – Carro-tanque 1

Como se mencionó en el análisis de consecuencias, este escenario No.1 , junto con el No.4 obtuvieron el primer nivel de importancia dados los radios de alto riesgo obtenidos, únicamente se generó como consecuencia eventos de incendio.

Como se puede ver en los diagramas de pétalos (figuras superiores) la afectación por un incendio derivado de una fuga en el Carrotanque, cuyo radio de alto riesgo es de 31 m, queda prácticamente dentro del polígono del predio de la terminal.

Las principales afectaciones que se darían dentro de la terminal incluye la espuela, así como daños menores a la redonda. Las afectaciones fuera del predio de la instalación se dieron en la parte norte, después de la espuela, en terreno baldío.

El personal afectado sería básicamente el equipo que opere el transloader por lo que es importante que dicho personal tenga conocimiento de los riesgos involucrados por el manejo de hidrocarburos líquidos y la respuesta ante alguna contingencia presentada, así mismo se recomienda contar con un sistema de comunicación de peligros con la empresa colindante al norte de la terminal.

Escenario 2.-



Figura II.15 Radios de afectación Escenario 2 – Incendio - Derrame – Transloader 1

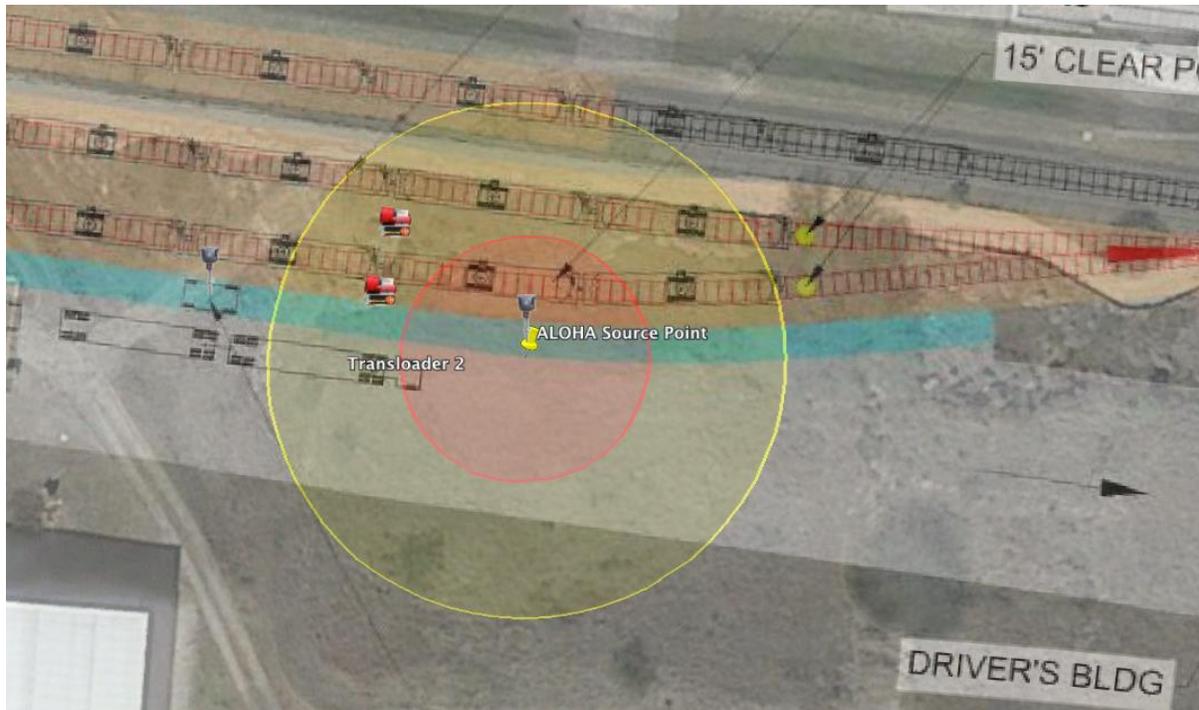


Figura II.16 Radios de afectación Escenario 2 – Incendio - Derrame – Transloader 2

Como se mencionó en el análisis de consecuencias, este escenario obtuvo el segundo nivel de importancia dados los radios de alto riesgo obtenidos, únicamente se generó como consecuencia eventos de incendio.

Como se puede ver en los diagramas de pétalos (figuras superiores) la afectación por un incendio derivado de un derrame por manguera, queda dentro del polígono del predio de la terminal.

Cabe mencionar que se podrían dar daños y lesiones al personal que opera la zona del proyecto, estas lesiones podrían llegar a quemaduras de segundo grado dependiendo del tiempo de exposición a una radiación de 5 Kw/m^2 . Derivado de esto se propone un estricto control de fuentes de ignición, así como una rápida respuesta a emergencias a fin de no generar altas temperaturas durante un tiempo prolongado, así como planes de respuesta a emergencia y la infraestructura necesaria para combatir dichos eventos y una comunicación eficiente con la empresa ubicada al norte del predio.

Escenario 3.-



Figura II.17 Radios de afectación Escenario 3 – Incendio - Fuga 25mm – Transloader 1



Figura II.18 Radios de afectación Escenario 3 – Incendio - Fuga 25mm – Transloader 2

Para el escenario 3 se tienen únicamente consecuencias de incendio para el evento simulado por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque, como se puede observar en las figuras anteriores los radios de alto riesgo no son mayores a 10m por lo que no se representan en los diagramas de pétalos, únicamente los radios de amortiguamiento, y estos no salen del predio de la terminal.

Es importante contar con un adecuado sistema de señalamientos en el área de trasvase y que los operadores cuenten con la capacitación necesaria para operar tanto el equipo transloaders como tener el conocimiento amplio de los carrotanques y los auto-tanques.

Como se puede observar este predio no cuenta con grandes características ambientales, dado que se encuentra totalmente inmerso en una zona industrial, por lo que la actividad pretendida no ocasionará impactos ambientales en la zona.

Escenario 4.-



Figura II.19 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 100mm – Auto-tanque 1

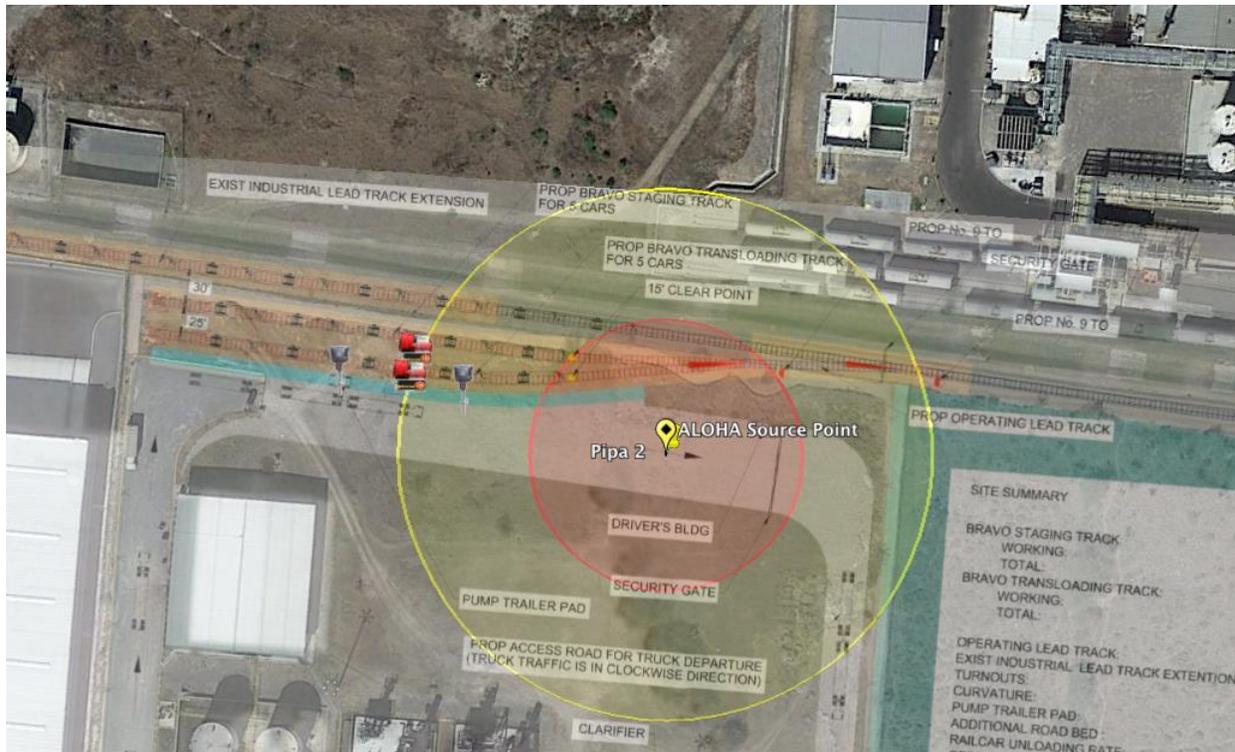


Figura II.20 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 100mm – Auto-tanque 2

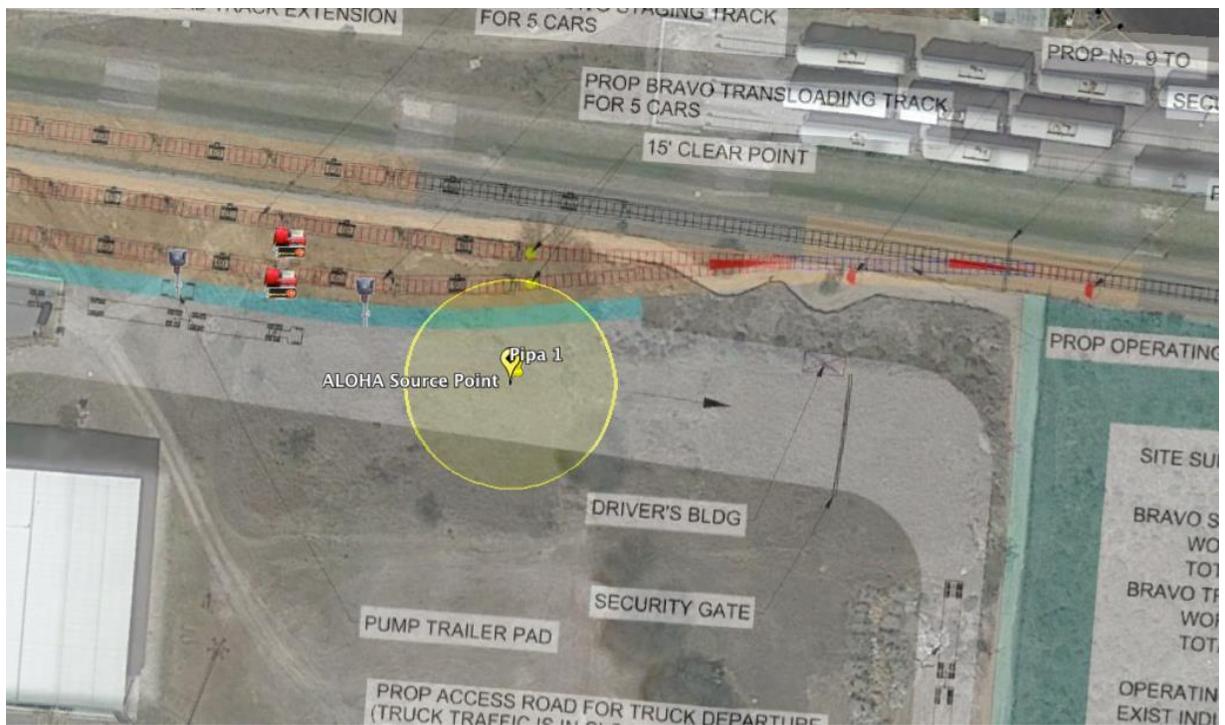


Figura II.21 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 25mm – Auto-tanque 1



Figura II.22 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 25mm – Auto-tanque 2

De acuerdo a los resultados , y mencionado anteriormente, se indican que los radios de alto riesgo y amortiguamiento para el Escenario No.4 la fuga simulada se presenta en el auto-tanque, para este escenario se obtuvo como consecuencia un incendio para una fuga de 100mm, con un radio de alto de riesgo de 31 m y un radio de amortiguamiento de 60 m, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad de las gasolinas ni el diesel para esta sobrepresión, tampoco se genera consecuencia para una sobrepresión de 0.5 psi.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES	3
II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	3
II.2 INTERACCIONES DE RIESGO	13
II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.....	14

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

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Como resultado de la aplicación de la metodología, previamente expuesta, se determinaron las siguientes situaciones de riesgo tipo B, tipo C y tipo D para el proyecto, cabe mencionar que no se identificaron situaciones de riesgo tipo A.

Tabla II.1 Situaciones de riesgo tipo B (Indeseable), tipo C (Aceptable con controles) y tipo D (Razonablemente aceptable)

Desviación	Posibles Causas	Posibles consecuencias	GR
Mayor flujo de Carro-Tanque a Auto-tanque	Mala operación bomba (motor) ubicada en el transloader	<ul style="list-style-type: none"> ° Derrame del hidrocarburo; Gasolina o Diésel. ° Sobre llenado de auto-tanque. ° Incendio. 	Tipo B
	Sobrepresión en la tubería al realizar la descarga		
Menor flujo de Carro-Tanque a Auto-tanque	Mala operación de válvulas	<ul style="list-style-type: none"> ° Daño bomba ° Retrabajo 	Tipo C
	Perdidas de eficiencia de la bomba (motor)		
	No hay producto en CT		
	Taponamiento en filtro		
No flujo	El equipo no opera, es decir no hay producto en Carro-tanque	<ul style="list-style-type: none"> ° Retraso en operaciones 	Tipo C
Flujo Inverso	No se presenta		
Más presión	Incremento de temperatura (Ver nodo de mayor temperatura)	<ul style="list-style-type: none"> ° Liberación controlada de hidrocarburo líquido; gasolina o diesel. ° Fuga por ruptura de tubería y/o conexiones 	Tipo C
	Mala operación de válvulas durante recuperación de vapores.		
Presión de vacío	No se presenta		
Mayor temperatura	<ul style="list-style-type: none"> ° Incremento anormal de temperatura en la descarga. ° Operar en vacío el transloader. ° Temperatura ambiente elevada. ° Mala operación de las válvulas de manguera o del auto-tanque. 	<ul style="list-style-type: none"> ° Alta presión en la tubería. ° Vaporización del producto, lo que genera una alta presión en Carro-tanque y auto-tanque. ° Posible fuga de hidrocarburo líquido; gasolina o diesel en conexiones. 	Tipo C

Desviación	Posibles Causas	Posibles consecuencias	GR
Menor temperatura	Temperatura ambiente muy baja	No se registran	
Mayor nivel de combustible en auto-tanque	Falta supervisión del equipo encargado de realizar el proceso de trasvase	° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel.	Tipo D
	Falla el flujometro del transloader.		
	Mal documentado el auto-tanque		
	Daño en válvula de corte o cierre.		
No hay nivel de combustible en auto-tanque	Mala operación; no se realiza el Check-list, por lo tanto no se verifica el nivel de hidrocarburo del carro tanque	° Calentamiento del motor de la bomba si se opera por periodos prolongados. ° Incremento de la temperatura en la tubería. ° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel.	Tipo C
	Se termina el hidrocarburo del Carro-tanque		
	Fuga de producto por válvula abierta		
Menor nivel de combustible en auto-tanque	Falla de un flujometro.	° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel. ° Retrabajo.	Tipo D
	Mala operación del equipo encargado de realizar el proceso de trasvase		
	Fuga del producto en auto-tanque o Carro-tanque		
Trasvase de otro material en lugar de gasolina o diésel	No se sigue el procedimiento de carga.	° Contaminación de producto. ° Posible reacción por incompatibilidad del producto. ° Daño al equipo.	Tipo C
	Confusión de número/ matricula de Carro-tanque		
	Error de programación de Energy Querétaro Terminal o cliente.		

De acuerdo a la metodología que se propuso (HAZOP) para la identificación de los puntos de riesgo de las instalaciones y de la evaluación del riesgo (programa ALOHA® 5.4.7.0), el orden en que se pueden presentar los eventos de riesgo pueden ser de forma aislada o secuencial.

Como resultado de la revisión documental de los combustibles, se identifican de manera preliminar y no jerarquizada los riesgos siguientes:

- **Incendio por derrame de gasolinas o diésel**
- **Explosión por derrame de gasolinas o diésel**

Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento

Se presentan los diagramas de pétalos que comprenden las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, para cada uno de los escenarios establecidos.

Como **Anexo II.A** se presentan las memorias correspondientes a los radios de afectación de cada uno de los escenarios:

- Memorias ALOHA® 5.4.7.0 de cada uno de los escenarios
- .kmz de cada uno de los radios obtenidos para cada escenario establecido (si es que se generan).

Escenario 1:

Tabla II.2 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 1

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Fuga de combustible en Carro-tanque; La unidad llega a la terminal con alguna fuga			
Fuga 100 mm	Incendio	31	60
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 25 mm	Incendio	Menor a 10	15
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 5 mm	Incendio	Menor a 10	Menor a 10
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio para las fugas de 100mm y 25mm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

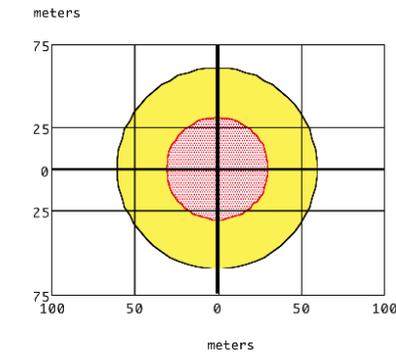
Tabla II.3 Escenario 1

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m2	1.4 Kw/m2	1 psi	0.5 psi
100 mm	20,473	344	22	31	60	No se generó	No se generó
25 mm	1,280	21.5	9	Menor a 10	15	No se generó	No se generó
5 mm	51.2	.86	3	Menor a 10	Menor a 10	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 1, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

Incendio

Explosión



Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Heavy Gas
 No explosion: no part of the cloud is above the LEL at any time

- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
- greater than 1.4 kW/(sq m)

Figura II.1 Radios de afectación Escenario 1 - Fuga 100 mm

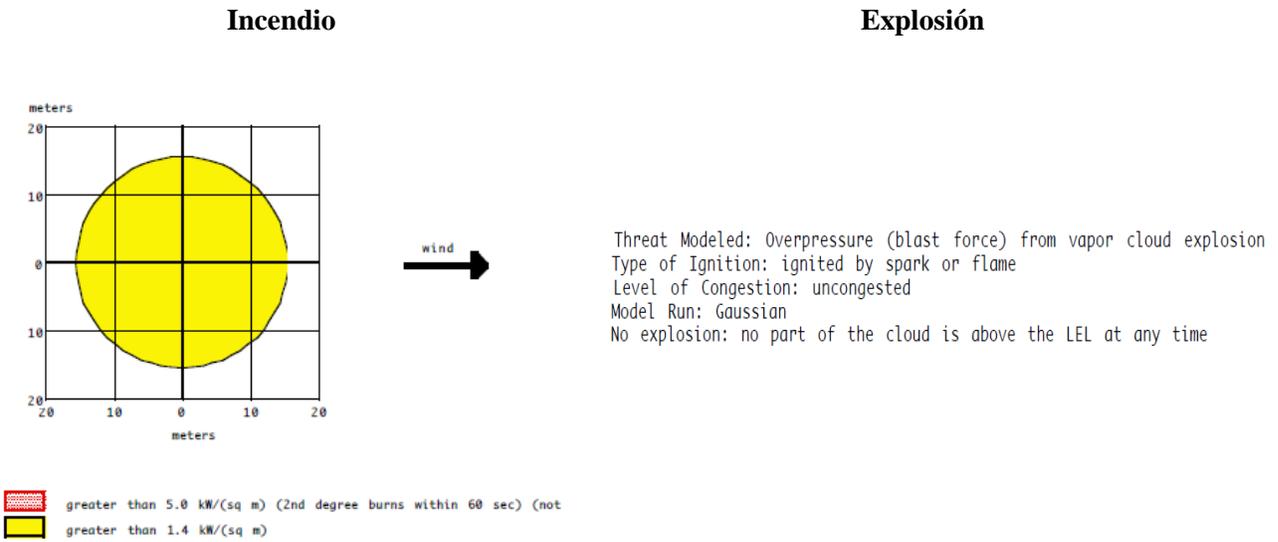


Figura II.2 Radios de afectación Escenario 1 - Fuga 25 mm

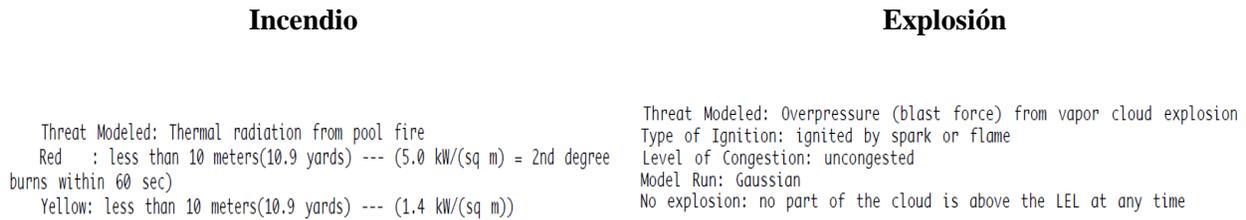


Figura II.3 Radios de afectación Escenario 1 - Fuga 5 mm

Escenario 2:

Tabla II.4 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 2

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Derrame de combustible por desconexión de la manguera al incrementarse el flujo (mayor presión) durante el trasvase del combustible			
Derrame	Incendio	11	23
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

Tabla II.5 Escenario 2

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
Derrame	2,824	47.1	11	11	23	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 2, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

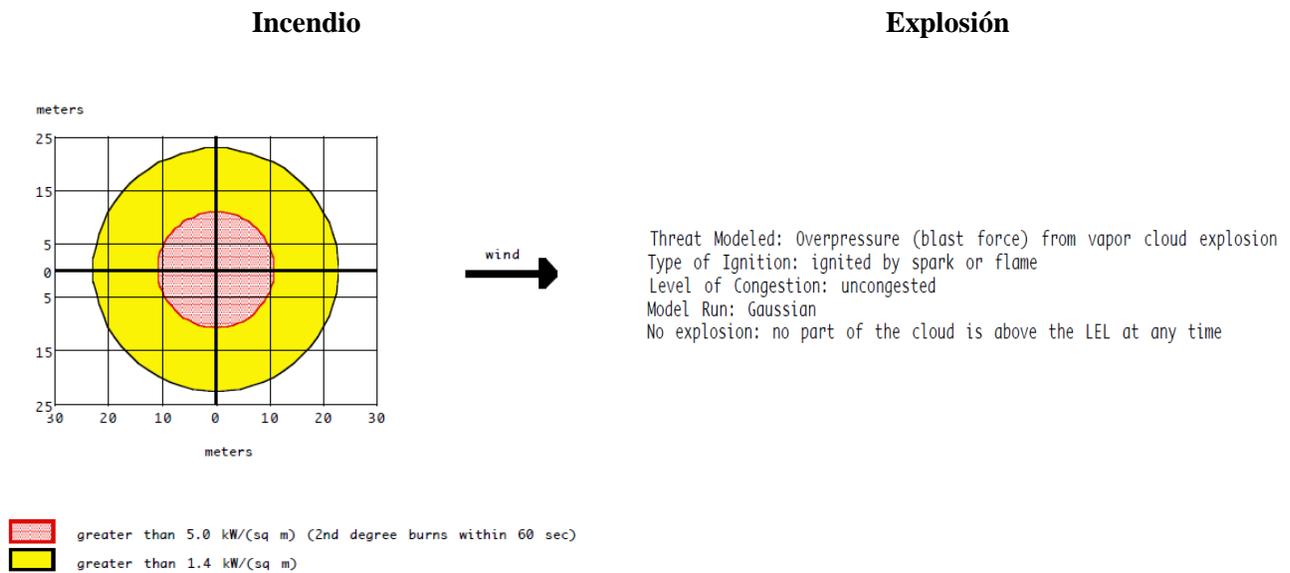


Figura II.4 Radios de afectación Escenario 2, derrame

Escenario 3:

Tabla II.6 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 3

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Fuga de combustible por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque			
Fuga 25 mm	Incendio	Menor a 10	13
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 5 mm	Incendio	Menor a 10	Menor a 10
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio para fuga de 25mm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

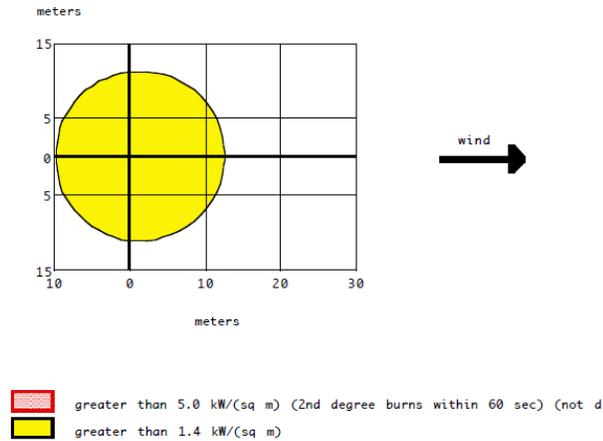
Tabla II.7 Escenario 3

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
25 mm	698	11.6	7	Menor a 10	13	No se generó	No se generó
5 mm	51.2	2.53	4	Menor a 10	Menor a 10	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 3, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

Incendio

Explosión



Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 No explosion: no part of the cloud is above the LEL at any time

Figura II.5 Radios de afectación Escenario 3, fuga 25 mm

Incendio

Explosión

Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
 Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: less than 10 meters(10.9 yards) --- (1.4 kW/(sq m))

Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
 Type of Ignition: ignited by spark or flame
 Level of Congestion: uncongested
 Model Run: Gaussian
 No explosion: no part of the cloud is above the LEL at any time

Figura II.6 Radios de afectación Escenario 3, fuga 5 mm

Escenario 4:

Tabla II.8 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 4

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Fuga de combustible en auto-tanque después de realizado el trasvase			
Fuga 100 mm	Incendio	31	60
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 25 mm	Incendio	Menor a 10	15
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 5 mm	Incendio	Menor a 10	Menor a 10
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio para fuga de 100mm y 25mm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

Tabla II.9 Escenario 4

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
100 mm	6,629	344	22	31	60	No se generó	No se generó
25 mm	1,280	21.5	9	Menor a 10	15	No se generó	No se generó
5 mm	51.2	0.86	3	Menor a 10	Menor a 10	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 4, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

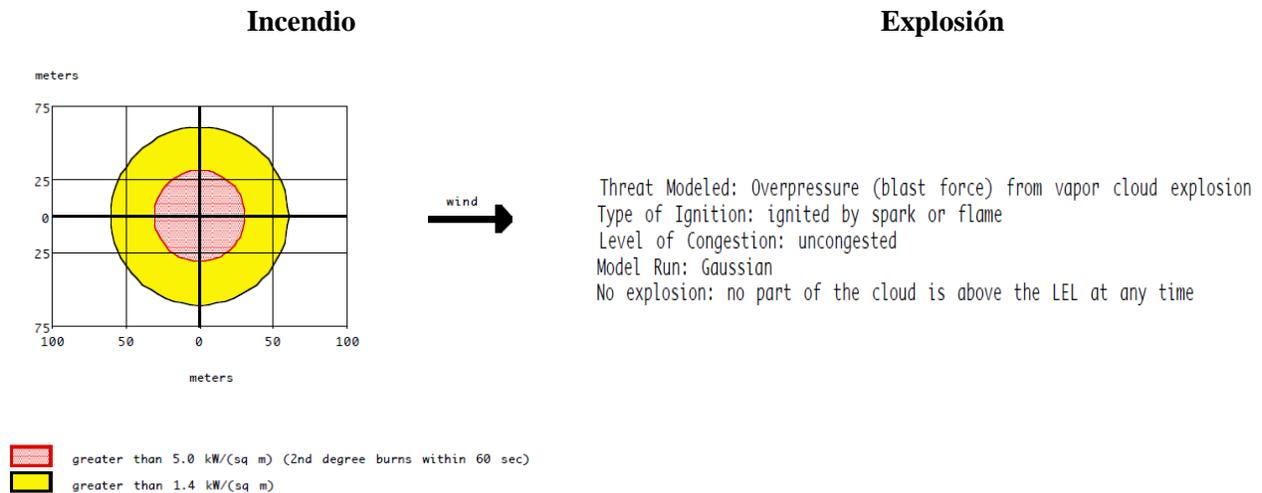


Figura II.7 Radios de afectación Escenario 4 - Fuga 100 mm

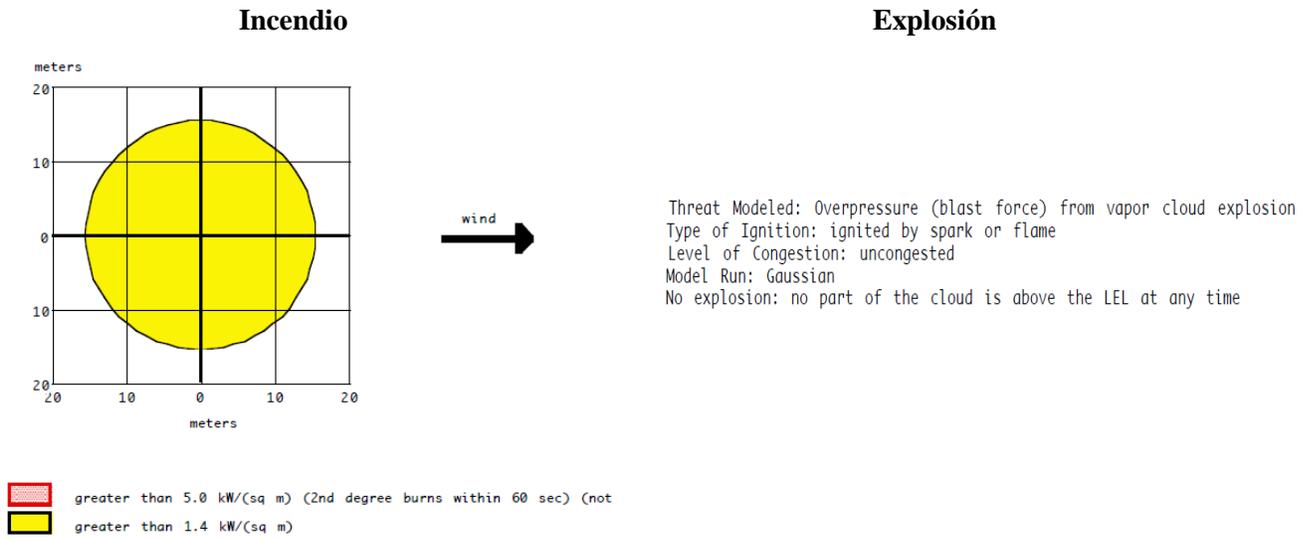


Figura II.8 Radios de afectación Escenario 4 - Fuga 25 mm

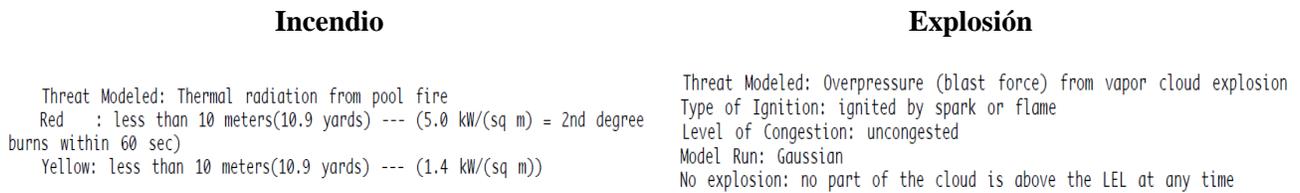


Figura II.9 Radios de afectación Escenario 4 - Fuga 5 mm

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

De acuerdo a los resultados mostrados en las tablas anteriores y en los diagramas de pétalos que se muestran a continuación en donde se indican los radios de alto riesgo y amortiguamiento para cada uno de los escenarios analizados en el proceso de trasvase de hidrocarburos líquidos; gasolina y diésel, en los resultados obtenidos se puede observar que los escenarios que presentan los radios de alto riesgo y amortiguamiento mayores corresponden al Escenario No.1 Fuga de combustible en Carro-tanque; La unidad llega a la terminal con alguna fuga y el Escenario No.4 Fuga de combustible en auto-tanque después de realizado el trasvase, ya que presentan fugas de las mismas dimensiones, considerando que para el Escenario No.1 la fuga simulada se presenta en el Carrotanque y para el Escenario No.4 la fuga simulada se presenta en el auto-tanque, para estos escenarios se obtuvo como consecuencia un incendio para una fuga de 100mm, con un radio de alto de riesgo de 31 m y un radio de amortiguamiento de 60 m, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad de las gasolinas ni el diesel para esta sobrepresión, tampoco se genera consecuencia para una sobrepresión de 0.5 psi.

Es importante identificar las fuentes de ignición que pudiera encontrar en ese radio, así como evitar que la temperatura se eleve o que la fuga sea de larga duración a fin de evitar que se genere un daño mayor.

En segundo lugar de importancia por la magnitud de los radios de afectación generados, se tiene el escenario No. 2, referente a un Derrame de combustible por desconexión de la manguera al incrementarse el flujo (mayor presión) durante el trasvase del combustible, se simuló una fuga de gasolina o diesel en la manguera de 4 pulgadas de diámetro y manejando una sobrepresión. Las consecuencias obtenidas fue un radio de alto riesgo de 11 m y amortiguamiento de 23 metros para una radiación térmica de 5 y 1.4 Kw/m², respectivamente, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad de las gasolinas ni el diesel para esta sobrepresión, tampoco se genera consecuencia para una sobrepresión de 0.5 psi.

En tercer lugar de importancia se tiene el escenario No. 3 correspondiente a una Fuga de combustible por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque, se obtuvieron radios de amortiguamiento para un incendio derivados de la fuga, se obtienen radios no mayor a 10m y 13m, respectivamente. Cabe mencionar que para este escenario tampoco se generó la consecuencia de explosión.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Las instalaciones de QUERÉTARO ENERGY TERMINAL, S. DE R.L. DE C.V. se encuentran al norte del Municipio de Querétaro, Qro., en el Parque Industrial Querétaro (PIQ), en el Estado de Querétaro, Qro.

La siguiente figura muestra la ubicación de la terminal:

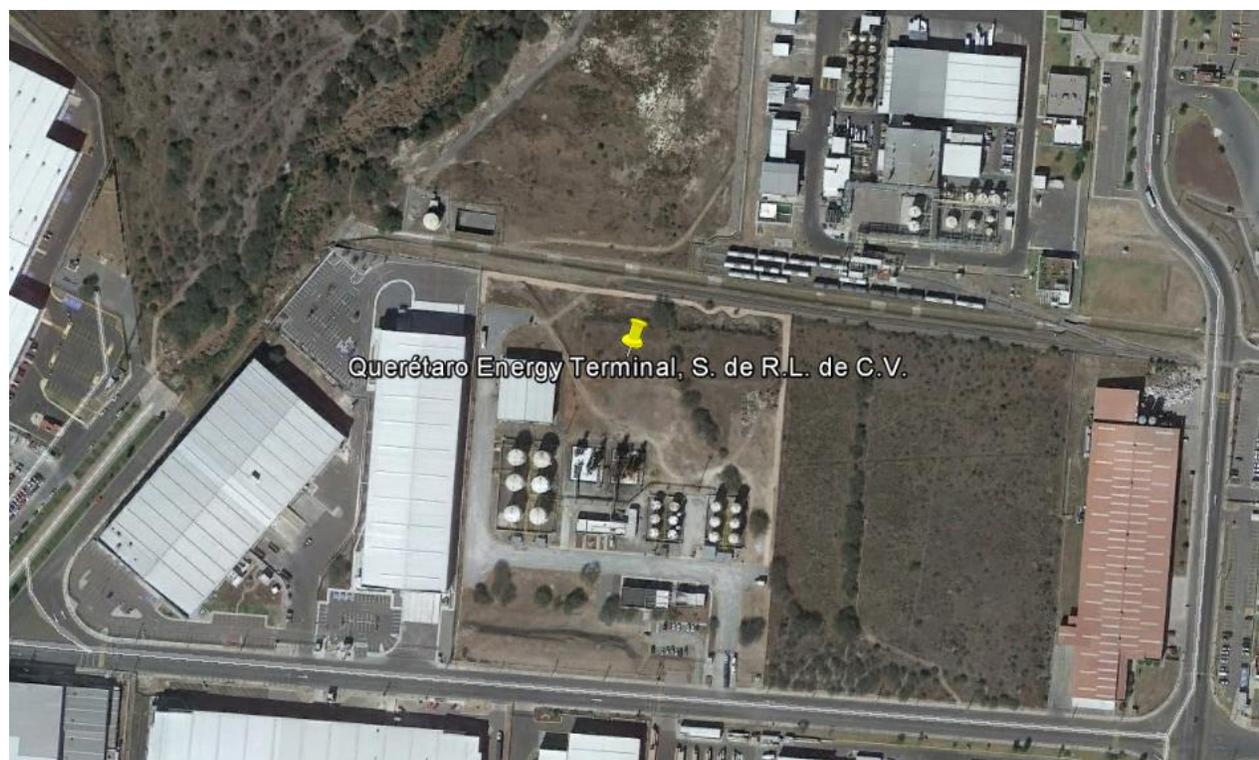


Figura II.10 Ubicación del proyecto

Como puede observarse en los siguientes diagramas de pétalos que muestran las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos asociados al proceso, la mayoría de los escenarios con radios de alto riesgo (5 Kw/m^2) no salen del límite de propiedad del predio, lo que implica que las interacciones no se darán con los predios y empresas colindantes.

Escenario 1.-

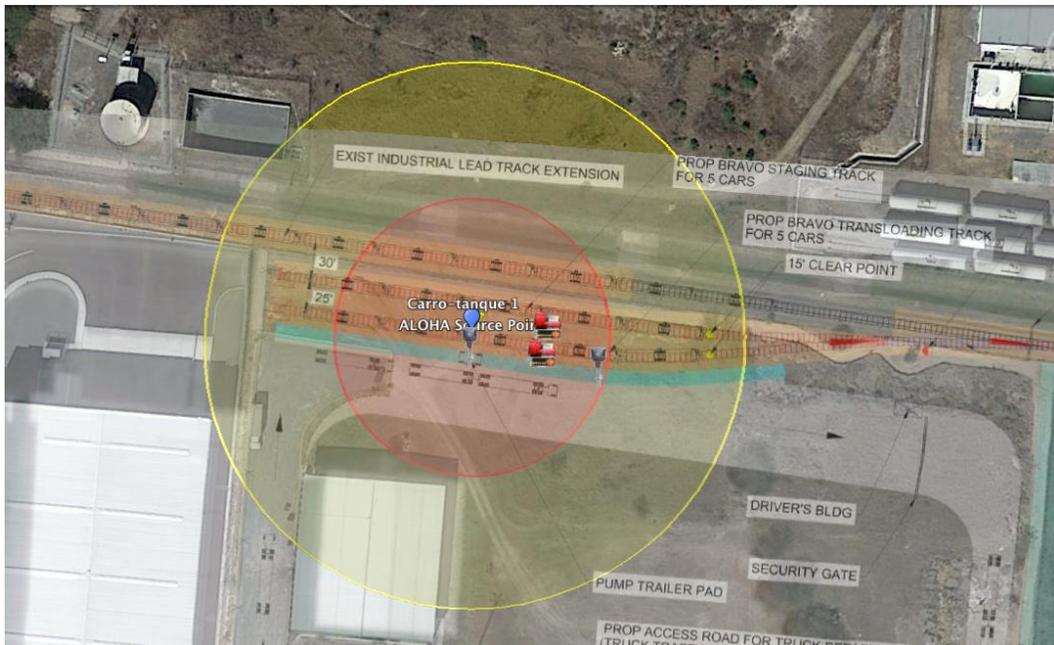


Figura II.11 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 100mm – Carrotanque 1



Figura II.12 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 100mm – Carrotanque 2



Figura II.13 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 25mm – Carro-tanque 1



Figura II.14 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 25mm – Carro-tanque 1

Como se mencionó en el análisis de consecuencias, este escenario No.1 , junto con el No.4 obtuvieron el primer nivel de importancia dados los radios de alto riesgo obtenidos, únicamente se generó como consecuencia eventos de incendio.

Como se puede ver en los diagramas de pétalos (figuras superiores) la afectación por un incendio derivado de una fuga en el Carrotanque, cuyo radio de alto riesgo es de 31 m, queda prácticamente dentro del polígono del predio de la terminal.

Las principales afectaciones que se darían dentro de la terminal incluye la espuela, así como daños menores a la redonda. Las afectaciones fuera del predio de la instalación se dieron en la parte norte, después de la espuela, en terreno baldío.

El personal afectado sería básicamente el equipo que opere el transloader por lo que es importante que dicho personal tenga conocimiento de los riesgos involucrados por el manejo de hidrocarburos líquidos y la respuesta ante alguna contingencia presentada, así mismo se recomienda contar con un sistema de comunicación de peligros con la empresa colindante al norte de la terminal.

Escenario 2.-



Figura II.15 Radios de afectación Escenario 2 – Incendio - Derrame – Transloader 1

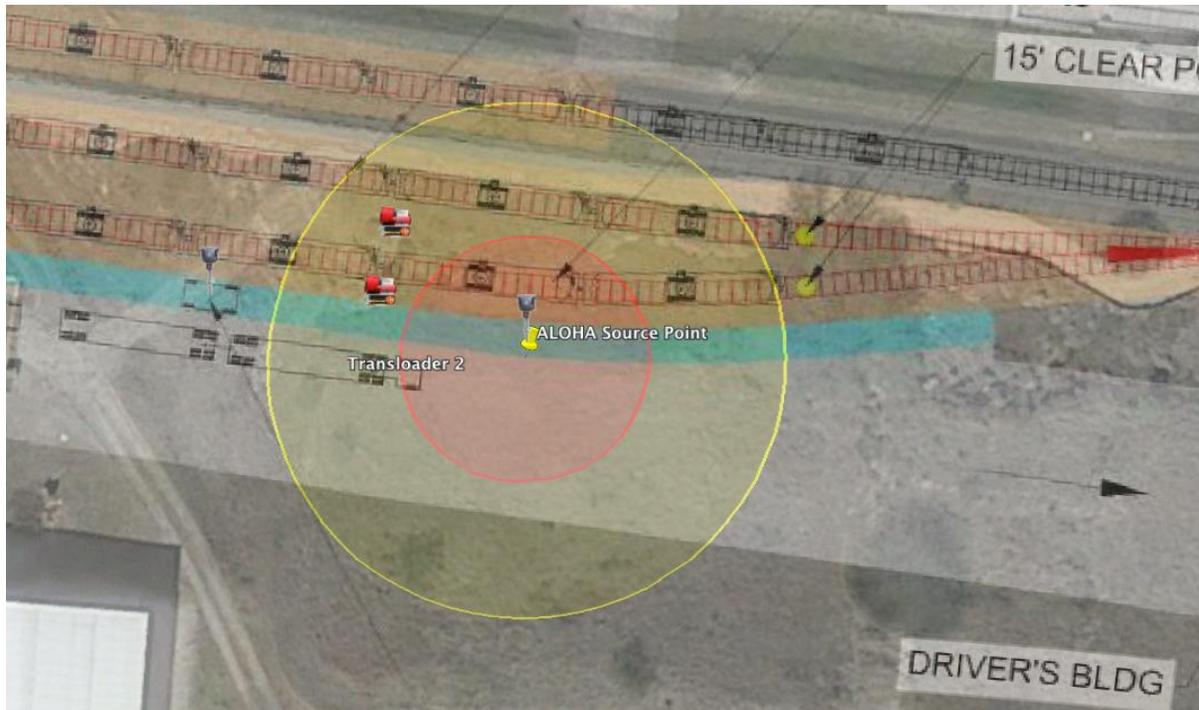


Figura II.16 Radios de afectación Escenario 2 – Incendio - Derrame – Transloader 2

Como se mencionó en el análisis de consecuencias, este escenario obtuvo el segundo nivel de importancia dados los radios de alto riesgo obtenidos, únicamente se generó como consecuencia eventos de incendio.

Como se puede ver en los diagramas de pétalos (figuras superiores) la afectación por un incendio derivado de un derrame por manguera, queda dentro del polígono del predio de la terminal.

Cabe mencionar que se podrían dar daños y lesiones al personal que opera la zona del proyecto, estas lesiones podrían llegar a quemaduras de segundo grado dependiendo del tiempo de exposición a una radiación de 5 Kw/m^2 . Derivado de esto se propone un estricto control de fuentes de ignición, así como una rápida respuesta a emergencias a fin de no generar altas temperaturas durante un tiempo prolongado, así como planes de respuesta a emergencia y la infraestructura necesaria para combatir dichos eventos y una comunicación eficiente con la empresa ubicada al norte del predio.

Escenario 3.-



Figura II.17 Radios de afectación Escenario 3 – Incendio - Fuga 25mm – Transloader 1



Figura II.18 Radios de afectación Escenario 3 – Incendio - Fuga 25mm – Transloader 2

Para el escenario 3 se tienen únicamente consecuencias de incendio para el evento simulado por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque, como se puede observar en las figuras anteriores los radios de alto riesgo no son mayores a 10m por lo que no se representan en los diagramas de pétalos, únicamente los radios de amortiguamiento, y estos no salen del predio de la terminal.

Es importante contar con un adecuado sistema de señalamientos en el área de trasvase y que los operadores cuenten con la capacitación necesaria para operar tanto el equipo transloaders como tener el conocimiento amplio de los carrotanques y los auto-tanques.

Como se puede observar este predio no cuenta con grandes características ambientales, dado que se encuentra totalmente inmerso en una zona industrial, por lo que la actividad pretendida no ocasionará impactos ambientales en la zona.

Escenario 4.-



Figura II.19 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 100mm – Auto-tanque 1

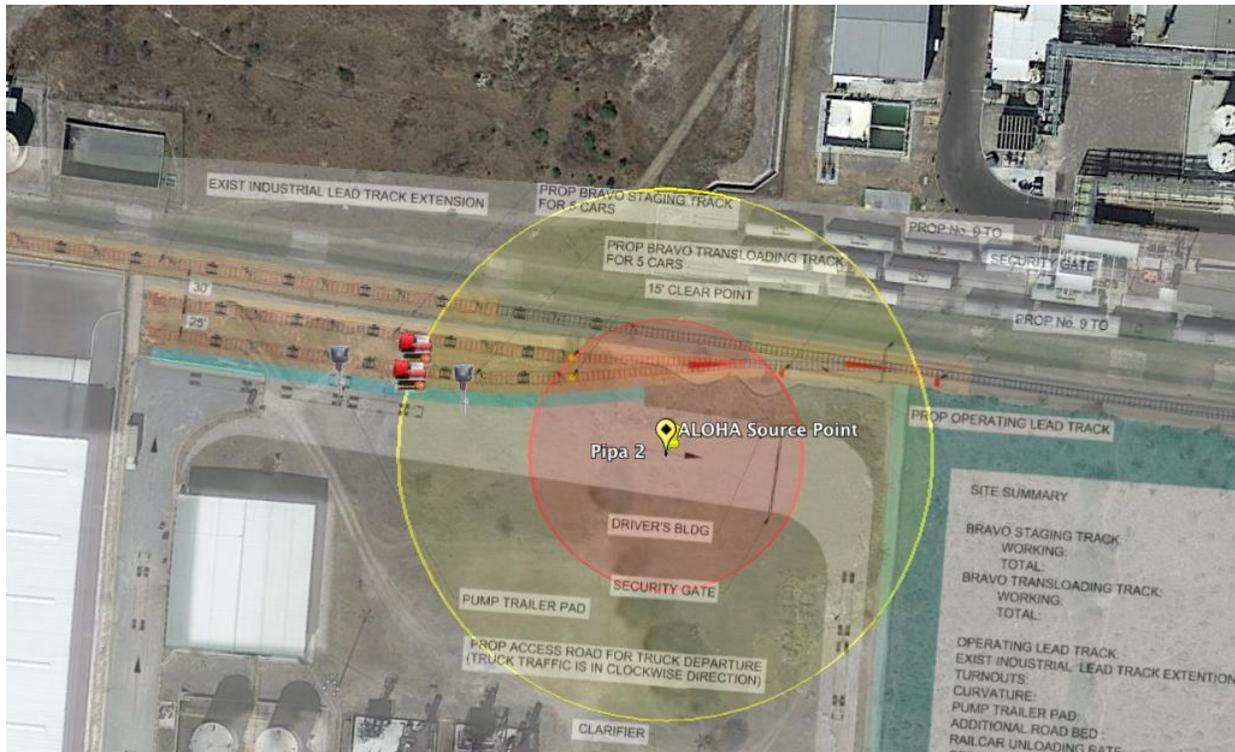


Figura II.20 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 100mm – Auto-tanque 2

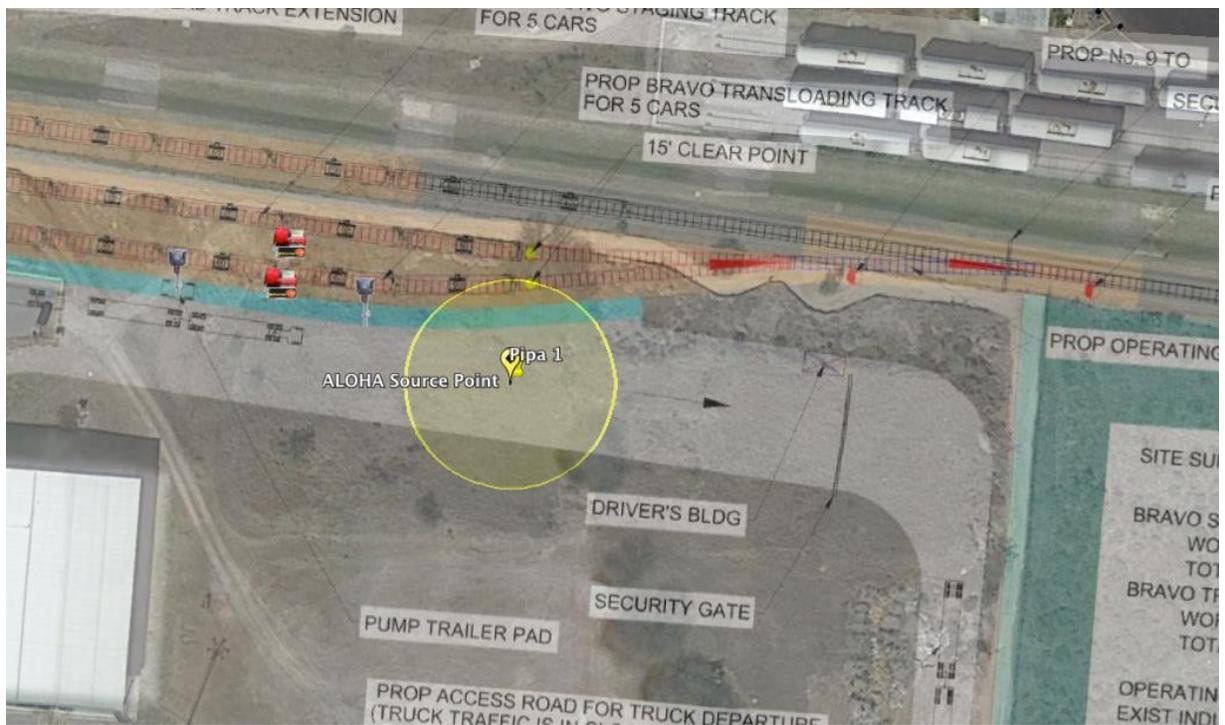


Figura II.21 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 25mm – Auto-tanque 1



Figura II.22 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 25mm – Auto-tanque 2

De acuerdo a los resultados , y mencionado anteriormente, se indican que los radios de alto riesgo y amortiguamiento para el Escenario No.4 la fuga simulada se presenta en el auto-tanque, para este escenario se obtuvo como consecuencia un incendio para una fuga de 100mm, con un radio de alto de riesgo de 31 m y un radio de amortiguamiento de 60 m, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad de las gasolinas ni el diesel para esta sobrepresión, tampoco se genera consecuencia para una sobrepresión de 0.5 psi.

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

CONTENIDO

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.....	3
III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	3
III.1.1 Sistemas de seguridad.....	4
III.1.2 Medidas preventivas	10

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

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

- Monitorear continuamente la toma del Carrotanque y del auto-tanque durante todo el tiempo del proceso de trasvase.
- Colocar siempre el Cubo de derrame flexible durante el proceso de trasvase de los combustibles.
- Actualizar y mantener un Plan de atención a emergencias en específico para el trasvase de combustibles.
- Asegurarse de que la verificación de las condiciones de Carro-tanques en la terminal (antes de iniciar cualquier operación de trasvase); y asegurarse del cumplimiento a los programas de mantenimiento por parte de los proveedores.
- Exigir a los diferentes clientes que se coloquen válvulas de sobre-llenado a los auto-tanques (auto-tanques).
- Exigir a los diferentes clientes que se coloquen sensores de llenado de llenado a los auto-tanques (auto-tanques).
- Establecer y mantener un programa de Capacitación constante para el personal operativo, sobre la operación propiamente, así como de los riesgos intrínsecos de los materiales combustibles y su manejo adecuado.
- Inspección del remanente en Carro-tanques y auto-tanques, antes de iniciar cualquier operación de trasvase de combustibles.
- Desenganchar los Carro-tanques que contienen material (lado poniente del que se esté trasvasando), y que se quede al menos una estación vacía (un espacio para un carro-tanque) durante las operaciones del trasvase de combustibles; con esto logrará aislarse un poco más estas operaciones minimizando el efecto dominó.
- Es importante que el personal que realiza las operaciones de trasvase de materiales combustibles, esté completamente capacitado, tanto en las operaciones que lleva a cabo normalmente como en la prevención, seguridad y ataque de cualquier contingencia/emergencia.
- Contar con un programa continuo de análisis de riesgo de la planta (mediante la metodología Haz-Op).
- Establecer todas las instrucciones en los procedimientos de operación incluyendo condiciones anormales y cómo actuar.
- Involucramiento de la Gerencia y Dirección general en materia de seguridad a grado tal de no existir presiones de tipo económico, o de cualquier otro tipo que puedan dejar de lado la seguridad.

- Dentro de los programas de entrenamiento en seguridad, se deberá incluir a administrativos y contratistas.

III.1.1 Sistemas de seguridad

Para responder de manera efectiva a las situaciones de emergencia, Querétaro Energy Terminal, S, de R.L. de C.V. (QET) se ha involucrado en una planificación avanzada y cuidadosa.

Se cuenta con un Plan de Emergencia que tiene como objetivo ayudar a evaluar, desarrollar e implementar capacidades in situ para responder a situaciones de emergencia y coordinar estos esfuerzos con organizaciones de respuesta de emergencia de la manera que mejor proteja a los empleados, vecinos, instalaciones y el medioambiente.

Los equipos de emergencia con los que contará la Terminal son los siguientes:

ENFORCER 10



Figura III.1 Equipo contra incendio Enforcer 10

El equipo **Enforcer 10** es un equipo contra incendios y se contará con **2 unidades dentro de la terminal**, sus especificaciones son las siguientes:

Tabla III.1 Especificaciones Enforcer 10

Capacidad:	10 galones
Capacidad de generación de espuma:	Hasta 200 galones

Ángulo de descarga de la boquilla:	Impulsora automática de hasta 45 pies
Duración de descarga:	Hasta 2.5 minutos

Las dimensiones de estos equipos son:

- Altura: 21.5”
- Ancho: 23.4”
- Largo: 25”
- Peso vacío: 83.3 libras
- Peso cargado: 166.88 libras

El **Enforcer 10** es un equipo móvil para permitir su traslado al sitio exacto donde se realizará el proceso de trasvase, durante el proceso se colocará un equipo de cada lado del Carro-Tanque, en caso de que el proceso de trasvase se realice de forma simultánea a dos Carro-tanques, la ubicación de los equipos contra incendio será en un punto medio, como se muestra en la siguiente figura:



Figura III.2 Ubicación de los equipos contra incendio Enforcer 10 durante el proceso de trasvase

El equipo **Enforcer 10** es un equipo contra incendios que contiene **FireAde 2000** un agente extintor biodegradable (espuma), las características de la espuma **FireAde 2000** son las siguientes:

- **FireAde 2000** es un agente extintor de incendios biodegradables. Sus propiedades de enfriamiento permiten evitar cualquier reavivamiento del fuego, convertir en interés los líquidos inflamables y expandirse sobre toda el área de combustión, acelerando el proceso de extinción del fuego.
- Debido a su habilidad para emulsionar carburantes y disolventes, elimina o reduce los riesgos asociados con hidrocarburos inflamables y el derrame de disolventes polares. El período de inactividad es minimizado o incluso inexistente, ya que las operaciones de limpieza y por derrames, se realizan rápidamente al no haber riesgo de reavivamiento del fuego.

Tabla III.2 Características y capacidades de la espuma FireAde 2000

Principales características	
Agente 100% ECOLÓGICO.	
Doble agente líquido, HUMECTANTE “weitting agent” y ESPUMÓGENO “AFFF”	
No es tóxico, ni corrosivo, MUY LIMPIO.	
EXTINGUE fuegos de clase A, B, C (con agua dieléctrica) D y K en segundos	
Capacidades de Extinción de Fuego	
EFEECTO: Rápido enfriamiento y penetración en múltiples materiales	OPTIMIZAR EN UN 100% el uso del agua de su sistema contra incendios, maximizando su efectividad. EVITAR la propagación de fuego y proteger múltiples materiales del fuego.
EFEECTO: Protección de bienes y rápida extinción del fuego.	REDUCIR los daños y pérdidas en un 85%
CAPACIDAD: Membrana biodegradable con tecnología de suspensión.	ENCAPSULAR vapores inflamables y tóxicos. ELIMINAR el reavivamiento del fuego.

Fuente: Ficha técnica de FireAde 2000.

Se presentan como **Anexo I.B** las fichas técnicas del Enforcer 10 y de FireAde 2000.

Plan de Respuesta ante Emergencias y Derrames

Querétaro Energy Terminal cuenta con un plan de ‘Respuesta ante Emergencias y Derrames’, plan en el cuál se describe la planificación y respuesta en caso de un derrame accidental.

Todos los empleados de Querétaro Energy Terminal deben realizar una capacitación exhaustiva específica para las operaciones en la terminal. Esta capacitación en el trabajo incluye procedimientos para la prevención de derrames, limpieza de derrames y manejo de materiales y residuos peligrosos.

Además, todos los empleados de QET deben revisar y estar familiarizados con el Plan de seguridad y el Plan de respuesta de emergencias de la terminal.

El programa existente se modificará según corresponda para garantizar el cumplimiento de todas las reglamentaciones de prevención y seguridad.

- **Programa de contención y acción en caso de una fuga**

La instalación Querétaro Energy Terminal cuenta con personal capacitado y equipo para contener y limpiar volúmenes moderados de materiales derramados. La respuesta inmediata a un derrame de hidrocarburos es responsabilidad de personal operativo que está específicamente capacitado para responder, contener, informar y limpiar.

El equipo y materiales en el sitio incluyen, pero no son limitados a cubos de derrame flexible, kits de derrames, palas, tierra, arena y materiales absorbentes que pueden usarse para drenar, contener y eliminar derrames / liberaciones menores a moderados.



Figura III.3 Cubo de derrame flexible sin rejilla



Figura III.4 Kits de derrames y material absorbente

La ubicación del Kit para derrames se ubicará estratégicamente cerca de la operación, para tener acceso a él rápidamente en caso de algún derrame durante el proceso de trasvase, la siguiente figura muestra su ubicación:

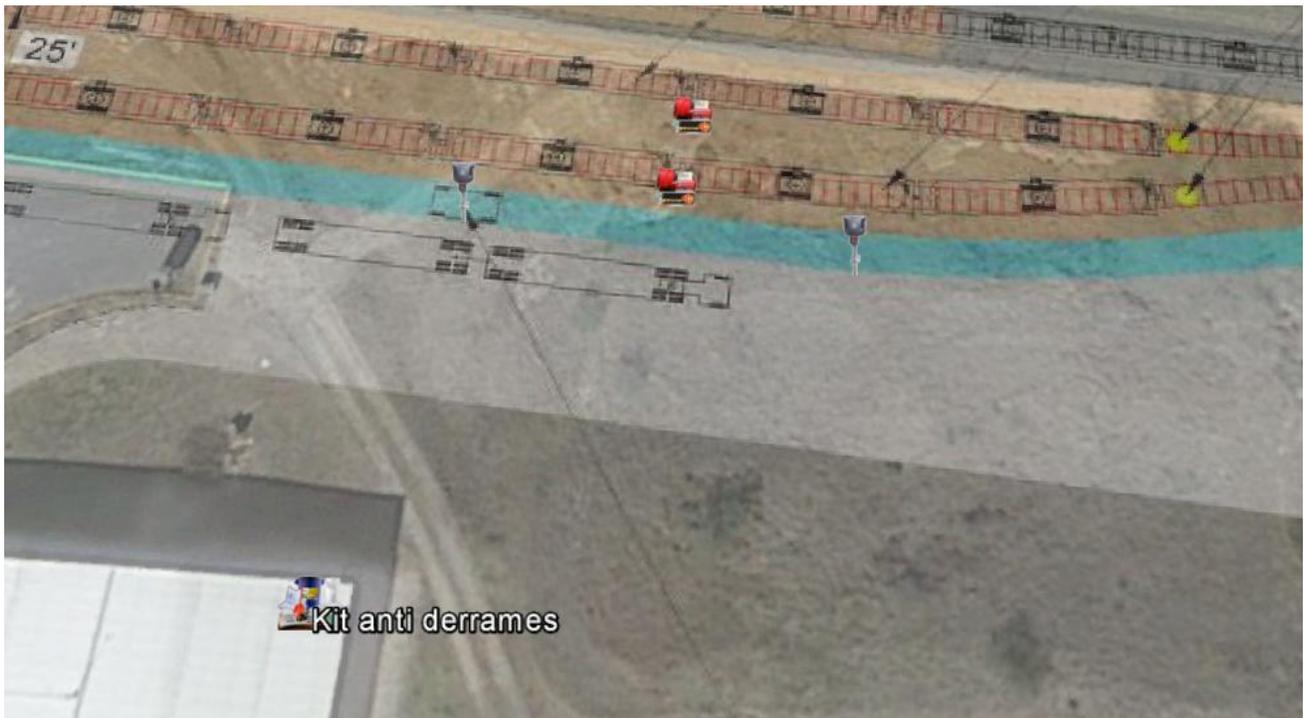


Figura III.5 Ubicación del equipo para derrames durante el proceso de trasvase

Los derrames más grandes se controlan mediante el uso de estructuras de contención, como barreras flotantes o bermas de tierra, que pueden ser rápidamente desplegado o construido para contener derrames / liberaciones más grandes.



Figura III.6 Barrera de protección; berma de tierra



Figura III.7 Barrera de protección; berma de tierra

III.1.2 Medidas preventivas

Se presenta como Anexo I.C los procedimientos:

- PQET-TER1 Procedimiento de Seguridad del Ferrocarril
- PQET-TER2 Precauciones y Requerimientos del Ferrocarril

Se presenta como Anexo I.F las fichas técnicas de operación y mantenimiento del equipo Transloader y todos sus componentes.

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

CONTENIDO

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.....3

 III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS3

 III.1.1 Sistemas de seguridad.....4

 III.1.2 Medidas preventivas10

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

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

- Monitorear continuamente la toma del Carrotanque y del auto-tanque durante todo el tiempo del proceso de trasvase.
- Colocar siempre el Cubo de derrame flexible durante el proceso de trasvase de los combustibles.
- Actualizar y mantener un Plan de atención a emergencias en específico para el trasvase de combustibles.
- Asegurarse de que la verificación de las condiciones de Carro-tanques en la terminal (antes de iniciar cualquier operación de trasvase); y asegurarse del cumplimiento a los programas de mantenimiento por parte de los proveedores.
- Exigir a los diferentes clientes que se coloquen válvulas de sobre-llenado a los auto-tanques (auto-tanques).
- Exigir a los diferentes clientes que se coloquen sensores de llenado de llenado a los auto-tanques (auto-tanques).
- Establecer y mantener un programa de Capacitación constante para el personal operativo, sobre la operación propiamente, así como de los riesgos intrínsecos de los materiales combustibles y su manejo adecuado.
- Inspección del remanente en Carro-tanques y auto-tanques, antes de iniciar cualquier operación de trasvase de combustibles.
- Desenganchar los Carro-tanques que contienen material (lado poniente del que se esté trasvasando), y que se quede al menos una estación vacía (un espacio para un carro-tanque) durante las operaciones del trasvase de combustibles; con esto logrará aislarse un poco más estas operaciones minimizando el efecto dominó.
- Es importante que el personal que realiza las operaciones de trasvase de materiales combustibles, esté completamente capacitado, tanto en las operaciones que lleva a cabo normalmente como en la prevención, seguridad y ataque de cualquier contingencia/emergencia.
- Contar con un programa continuo de análisis de riesgo de la planta (mediante la metodología Haz-Op).
- Establecer todas las instrucciones en los procedimientos de operación incluyendo condiciones anormales y cómo actuar.
- Involucramiento de la Gerencia y Dirección general en materia de seguridad a grado tal de no existir presiones de tipo económico, o de cualquier otro tipo que puedan dejar de lado la seguridad.

- Dentro de los programas de entrenamiento en seguridad, se deberá incluir a administrativos y contratistas.

III.1.1 Sistemas de seguridad

Para responder de manera efectiva a las situaciones de emergencia, Querétaro Energy Terminal, S, de R.L. de C.V. (QET) se ha involucrado en una planificación avanzada y cuidadosa.

Se cuenta con un Plan de Emergencia que tiene como objetivo ayudar a evaluar, desarrollar e implementar capacidades in situ para responder a situaciones de emergencia y coordinar estos esfuerzos con organizaciones de respuesta de emergencia de la manera que mejor proteja a los empleados, vecinos, instalaciones y el medioambiente.

Los equipos de emergencia con los que contará la Terminal son los siguientes:

ENFORCER 10



Figura III.1 Equipo contra incendio Enforcer 10

El equipo **Enforcer 10** es un equipo contra incendios y se contará con **2 unidades dentro de la terminal**, sus especificaciones son las siguientes:

Tabla III.1 Especificaciones Enforcer 10

Capacidad:	10 galones
Capacidad de generación de espuma:	Hasta 200 galones

Ángulo de descarga de la boquilla:	Impulsora automática de hasta 45 pies
Duración de descarga:	Hasta 2.5 minutos

Las dimensiones de estos equipos son:

- Altura: 21.5”
- Ancho: 23.4”
- Largo: 25”
- Peso vacío: 83.3 libras
- Peso cargado: 166.88 libras

El **Enforcer 10** es un equipo móvil para permitir su traslado al sitio exacto donde se realizará el proceso de trasvase, durante el proceso se colocará un equipo de cada lado del Carro-Tanque, en caso de que el proceso de trasvase se realice de forma simultánea a dos Carro-tanques, la ubicación de los equipos contra incendio será en un punto medio, como se muestra en la siguiente figura:



Figura III.2 Ubicación de los equipos contra incendio Enforcer 10 durante el proceso de trasvase

El equipo **Enforcer 10** es un equipo contra incendios que contiene **FireAde 2000** un agente extintor biodegradable (espuma), las características de la espuma **FireAde 2000** son las siguientes:

- **FireAde 2000** es un agente extintor de incendios biodegradables. Sus propiedades de enfriamiento permiten evitar cualquier reavivamiento del fuego, convertir en interés los líquidos inflamables y expandirse sobre toda el área de combustión, acelerando el proceso de extinción del fuego.
- Debido a su habilidad para emulsionar carburantes y disolventes, elimina o reduce los riesgos asociados con hidrocarburos inflamables y el derrame de disolventes polares. El período de inactividad es minimizado o incluso inexistente, ya que las operaciones de limpieza y por derrames, se realizan rápidamente al no haber riesgo de reavivamiento del fuego.

Tabla III.2 Características y capacidades de la espuma FireAde 2000

Principales características	
Agente 100% ECOLÓGICO.	
Doble agente líquido, HUMECTANTE “weitting agent” y ESPUMÓGENO “AFFF”	
No es tóxico, ni corrosivo, MUY LIMPIO.	
EXTINGUE fuegos de clase A, B, C (con agua dieléctrica) D y K en segundos	
Capacidades de Extinción de Fuego	
EFEECTO: Rápido enfriamiento y penetración en múltiples materiales	OPTIMIZAR EN UN 100% el uso del agua de su sistema contra incendios, maximizando su efectividad. EVITAR la propagación de fuego y proteger múltiples materiales del fuego.
EFEECTO: Protección de bienes y rápida extinción del fuego.	REDUCIR los daños y pérdidas en un 85%
CAPACIDAD: Membrana biodegradable con tecnología de suspensión.	ENCAPSULAR vapores inflamables y tóxicos. ELIMINAR el reavivamiento del fuego.

Fuente: Ficha técnica de FireAde 2000.

Se presentan como **Anexo I.B** las fichas técnicas del Enforcer 10 y de FireAde 2000.

Plan de Respuesta ante Emergencias y Derrames

Querétaro Energy Terminal cuenta con un plan de ‘Respuesta ante Emergencias y Derrames’, plan en el cuál se describe la planificación y respuesta en caso de un derrame accidental.

Todos los empleados de Querétaro Energy Terminal deben realizar una capacitación exhaustiva específica para las operaciones en la terminal. Esta capacitación en el trabajo incluye procedimientos para la prevención de derrames, limpieza de derrames y manejo de materiales y residuos peligrosos.

Además, todos los empleados de QET deben revisar y estar familiarizados con el Plan de seguridad y el Plan de respuesta de emergencias de la terminal.

El programa existente se modificará según corresponda para garantizar el cumplimiento de todas las reglamentaciones de prevención y seguridad.

- **Programa de contención y acción en caso de una fuga**

La instalación Querétaro Energy Terminal cuenta con personal capacitado y equipo para contener y limpiar volúmenes moderados de materiales derramados. La respuesta inmediata a un derrame de hidrocarburos es responsabilidad de personal operativo que está específicamente capacitado para responder, contener, informar y limpiar.

El equipo y materiales en el sitio incluyen, pero no son limitados a cubos de derrame flexible, kits de derrames, palas, tierra, arena y materiales absorbentes que pueden usarse para drenar, contener y eliminar derrames / liberaciones menores a moderados.



Figura III.3 Cubo de derrame flexible sin rejilla



Figura III.4 Kits de derrames y material absorbente

La ubicación del Kit para derrames se ubicará estratégicamente cerca de la operación, para tener acceso a él rápidamente en caso de algún derrame durante el proceso de trasvase, la siguiente figura muestra su ubicación:

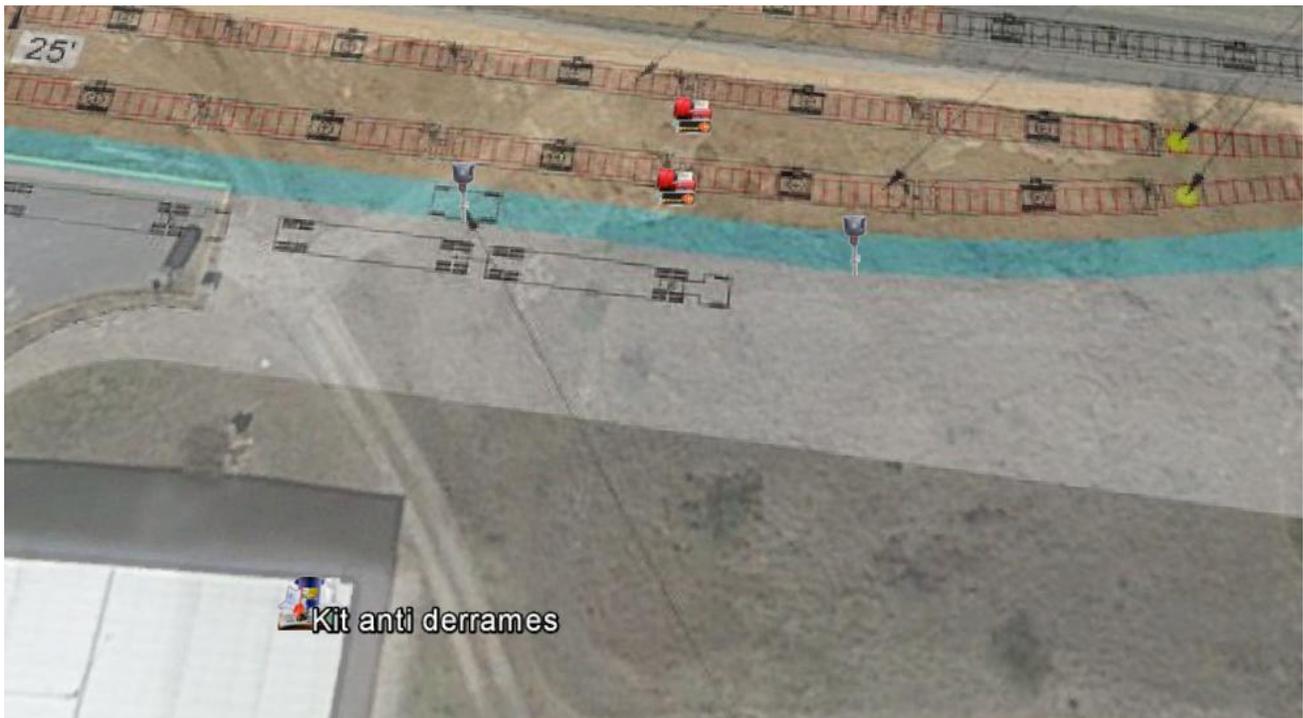


Figura III.5 Ubicación del equipo para derrames durante el proceso de trasvase

Los derrames más grandes se controlan mediante el uso de estructuras de contención, como barreras flotantes o bermas de tierra, que pueden ser rápidamente desplegado o construido para contener derrames / liberaciones más grandes.



Figura III.6 Barrera de protección; berma de tierra



Figura III.7 Barrera de protección; berma de tierra

III.1.2 Medidas preventivas

Se presenta como Anexo I.C los procedimientos:

- PQET-TER1 Procedimiento de Seguridad del Ferrocarril
- PQET-TER2 Precauciones y Requerimientos del Ferrocarril

Se presenta como Anexo I.F las fichas técnicas de operación y mantenimiento del equipo Transloader y todos sus componentes.

IV. RESUMEN

CONTENIDO

IV. RESUMEN.....3

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....3

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN
MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.....4

IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO24

IV. RESUMEN

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

1. Considerar los radios de afectación obtenidos en las simulaciones para determinar las rutas de evacuación y rutas alternas en caso de presentarse algún evento de incendio que genere daños en las instalaciones de la Terminal y fuera de ella.
2. Asegurar que el personal que opera en el proceso de trasvase de hidrocarburos líquidos; gasolinas y diésel, esté debidamente capacitado en el uso de equipo contra incendio.
3. Contar con un sistema de comunicación de peligros que incluya las brigadas de emergencias de la empresa Bravo Energy México.
4. Tener estricto control del mantenimiento y vigilancia del estado físico del equipo Transloader y de todos sus componentes.
5. Llevar registros documentales del estado en el que se encuentran las mangueras, enchufes tipo postes, carrotanques, auto-tanques y equipos transloaders del proceso de trasvase.
6. Capacitar periódicamente al personal involucrado en los riesgos del manejo de hidrocarburos líquidos como materiales inflamables.
7. Contar con un adecuado Programa Interno para Prevenir Accidentes.
8. Evaluar la efectividad del plan de respuesta interno y externo.
9. Coordinación y cooperación con las autoridades municipales, bomberos y policía, intercambios de experiencia y capacitación mutua.
10. Contar con el visto bueno de protección civil.
11. El proyecto se considera ambientalmente viable.

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

Como resultado de la aplicación de la metodología, previamente expuesta, se determinaron las siguientes situaciones de riesgo tipo B, tipo C y tipo D para la estación de medición y regulación de gas natural, cabe mencionar que no se identificaron situaciones de riesgo tipo A.

Tabla IV.1 Situaciones de riesgo tipo B (Indeseable), tipo C (Aceptable con controles) y tipo D (Razonablemente aceptable)

Desviación	Posibles Causas	Posibles consecuencias	GR
Mayor flujo de Carro-Tanque a Auto-tanque	Mala operación bomba (motor) ubicada en el transloader	<ul style="list-style-type: none"> ° Derrame del hidrocarburo; Gasolina o Diésel. ° Sobre llenado de auto-tanque. ° Incendio. 	Tipo B
	Sobrepresión en la tubería al realizar la descarga		
Menor flujo de Carro-Tanque a Auto-tanque	Mala operación de válvulas	<ul style="list-style-type: none"> ° Daño bomba ° Retrabajo 	Tipo C
	Perdidas de eficiencia de la bomba (motor)		
	No hay producto en CT		
	Taponamiento en filtro		
No flujo	El equipo no opera, es decir no hay producto en Carro-tanque	° Retraso en operaciones	Tipo C
Flujo Inverso	No se presenta		
Más presión	Incremento de temperatura (Ver nodo de mayor temperatura)	<ul style="list-style-type: none"> ° Liberación controlada de hidrocarburo líquido; gasolina o diesel. ° Fuga por ruptura de tubería y/o conexiones 	Tipo C
	Mala operación de válvulas durante recuperación de vapores.		
Presión de vacío	No se presenta		
Mayor temperatura	<ul style="list-style-type: none"> ° Incremento anormal de temperatura en la descarga. ° Operar en vacío el transloader. ° Temperatura ambiente elevada. ° Mala operación de las válvulas de manguera o del auto-tanque. 	<ul style="list-style-type: none"> ° Alta presión en la tubería. ° Vaporización del producto, lo que genera una alta presión en Carro-tanque y auto-tanque. ° Posible fuga de hidrocarburo líquido; gasolina o diesel en conexiones. 	Tipo C
	Menor temperatura		

Desviación	Posibles Causas	Posibles consecuencias	GR
Mayor nivel de combustible en auto-tanque	Falta supervisión del equipo encargado de realizar el proceso de trasvase	° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel.	Tipo D
	Falla el flujometro del transloader.		
	Mal documentado el auto-tanque.		
	Daño en válvula de corte o cierre.		
No hay nivel de combustible en auto-tanque	Mala operación; no se realiza el Check-list, por lo tanto no se verifica el nivel de hidrocarburo del carro tanque	° Calentamiento del motor de la bomba si se opera por periodos prolongados. ° Incremento de la temperatura en la tubería. ° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel.	Tipo C
	Se termina el hidrocarburo del Carro-tanque		
	Fuga de producto por válvula abierta		
Menor nivel de combustible en auto-tanque	Falla de un flujometro.	° Derrame de material de hidrocarburo líquido; gasolina o diésel. ° Retrabajo.	Tipo D
	Mala operación del equipo encargado de realizar el proceso de trasvase		
	Fuga del producto en auto-tanque o Carro-tanque		
Trasvase de otro material en lugar de gasolina o diésel	No se sigue el procedimiento de carga.	° Contaminación de producto. ° Posible reacción por incompatibilidad del producto. ° Daño al equipo.	Tipo C
	Confusión de número/ matricula de Carro-tanque		
	Error de programación de Energy Querétaro Terminal o cliente.		

De acuerdo a la metodología que se propuso (HAZOP) para la identificación de los puntos de riesgo de las instalaciones y de la evaluación del riesgo (programa ALOHA® 5.4.7.0), el orden en que se pueden presentar los eventos de riesgo pueden ser de forma aislada o secuencial.

Como resultado de la revisión documental de los combustibles, se identifican de manera preliminar y no jerarquizada los riesgos siguientes:

- **Incendio por derrame de gasolinas o diésel**

- **Explosión por derrame de gasolinas o diésel**

Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento

Se presentan los diagramas de pétalos que comprenden las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, para cada uno de los escenarios establecidos.

Como **Anexo II.A** se presentan las memorias correspondientes a los radios de afectación de cada uno de los escenarios:

- Memorias ALOHA® 5.4.7.0 de cada uno de los escenarios
- .kmz de cada uno de los radios obtenidos para cada escenario establecido (si es que se generan).

Escenario 1:

Tabla IV.2 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 1

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Fuga de combustible en Carro-tanque; La unidad llega a la terminal con alguna fuga			
Fuga 100 mm	Incendio	31	60
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 25 mm	Incendio	Menor a 10	15
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 5 mm	Incendio	Menor a 10	Menor a 10
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio para las fugas de 100mm y 25mm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

Tabla IV.3 Escenario 1

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
100 mm	20,473	344	22	31	60	No se generó	No se generó
25 mm	1,280	21.5	9	Menor a 10	15	No se generó	No se generó
5 mm	51.2	.86	3	Menor a 10	Menor a 10	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 1, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

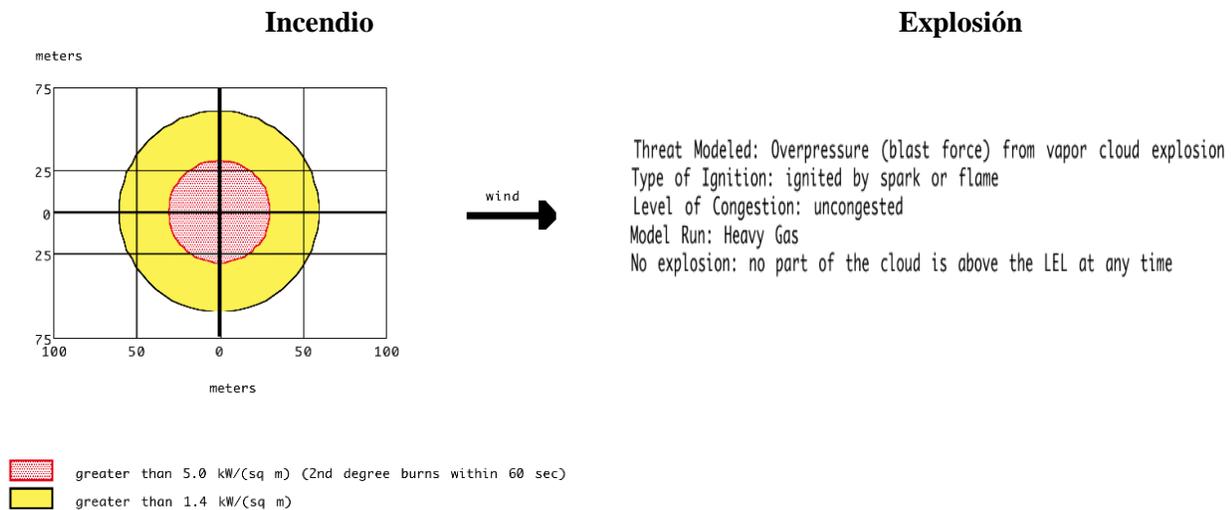


Figura IV.1 Radios de afectación Escenario 1 - Fuga 100 mm

Incendio

Explosión

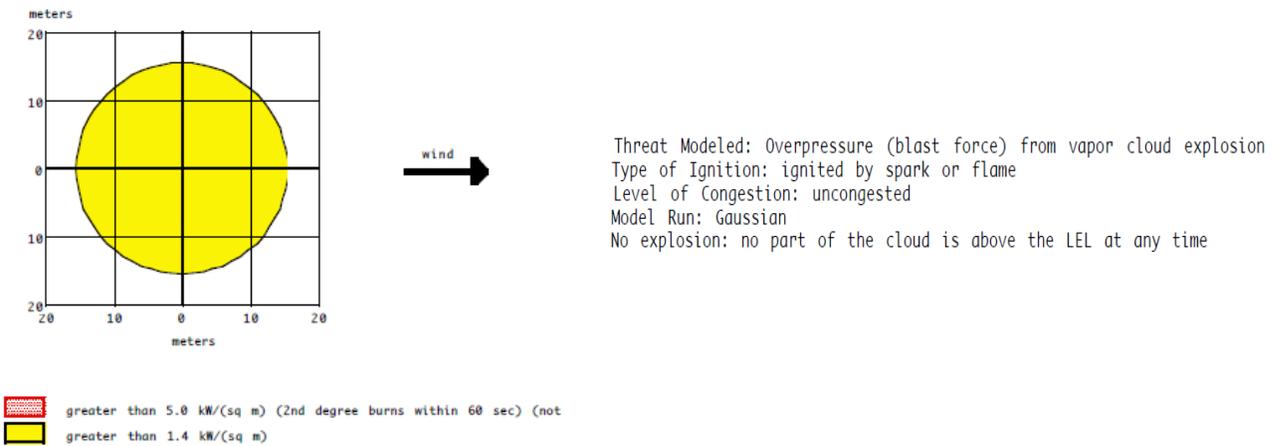


Figura IV.2 Radios de afectación Escenario 1 - Fuga 25 mm

Incendio

Explosión

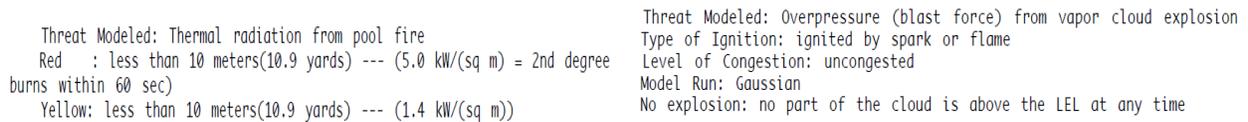


Figura IV.3 Radios de afectación Escenario 1 - Fuga 5 mm

Escenario 2:

Tabla IV.4 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 2

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Derrame de combustible por desconexión de la manguera al incrementarse el flujo (mayor presión) durante el trasvase del combustible			
Derrame	Incendio	11	23
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

Tabla IV.5 Escenario 2

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/mín)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
Derrame	2,824	47.1	11	11	23	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 2, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

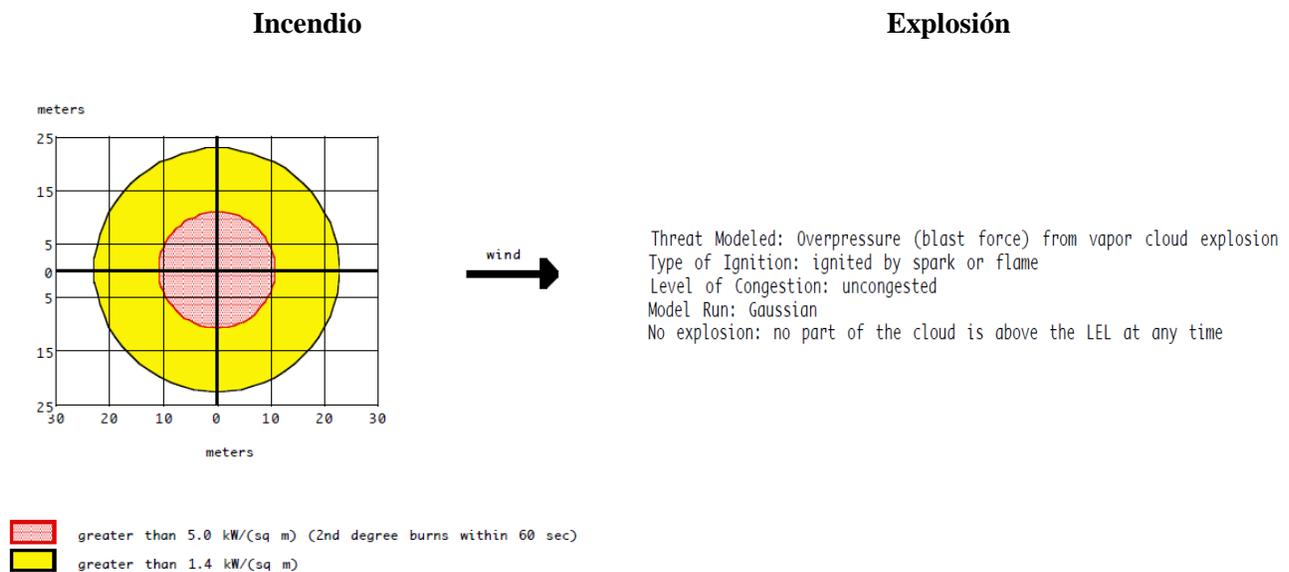


Figura IV.4 Radios de afectación Escenario 2, derrame

Escenario 3:

Tabla IV.6 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 3

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Fuga de combustible por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque			
Fuga 25 mm	Incendio	Menor a 10	13
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 5 mm	Incendio	Menor a 10	Menor a 10

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio para fuga de 25mm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

Tabla IV.7 Escenario 3

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
25 mm	698	11.6	7	Menor a 10	13	No se generó	No se generó
5 mm	51.2	2.53	4	Menor a 10	Menor a 10	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 3, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

Incendio

Explosión

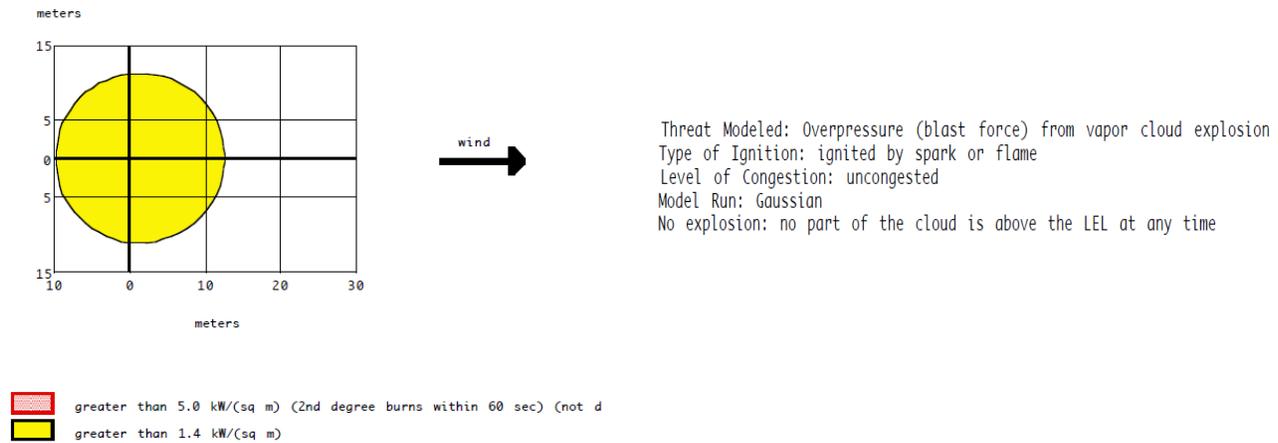


Figura IV.5 Radios de afectación Escenario 3, fuga 25 mm

Incendio

Explosión

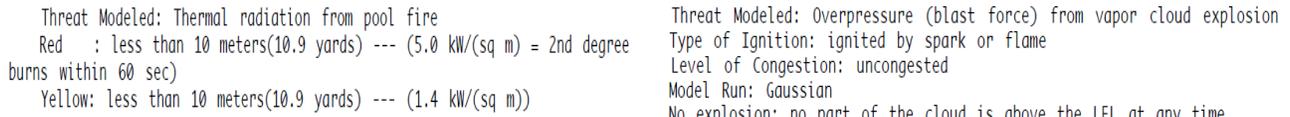


Figura IV.6 Radios de afectación Escenario 3, fuga 5 mm

Escenario 4:

Tabla IV.8 Radios de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos identificados en el Escenario 4

Evento	Consecuencias	Zona de riesgo	
		Alto riesgo (m)	Amortiguamiento (m)
Fuga de combustible en auto-tanque después de realizado el trasvase			
Fuga 100 mm	Incendio	31	60
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 25 mm	Incendio	Menor a 10	15
	Explosión	No se generó	No se generó
Fuga 5 mm	Incendio	Menor a 10	Menor a 10
	Explosión	No se generó	No se generó

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior, se puede observar que de los eventos solo tiene consecuencias de incendio para fuga de 100mm y 25mm.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el evento de fuga, así como las gráficas indicando las variaciones de radiación térmica y sobrepresión vs distancia.

Tabla IV.9 Escenario 4

Tamaño de fuga	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Long. Máx. de la flama (m)	Radio de afectación por incendio (m)		Radio de afectación por explosión (m)	
				5 Kw/m ²	1.4 Kw/m ²	1 psi	0.5 psi
100 mm	6,629	344	22	31	60	No se generó	No se generó
25 mm	1,280	21.5	9	Menor a 10	15	No se generó	No se generó
5 mm	51.2	0.86	3	Menor a 10	Menor a 10	No se generó	No se generó

Se muestran los radios de afectación para el escenario 4, con los niveles de radiación térmica y sobrepresión seleccionados. Como se puede observar en las gráficas se presentaron radios de alto riesgo y amortiguamiento para incendio y para explosión no se alcanzaron a generar consecuencias.

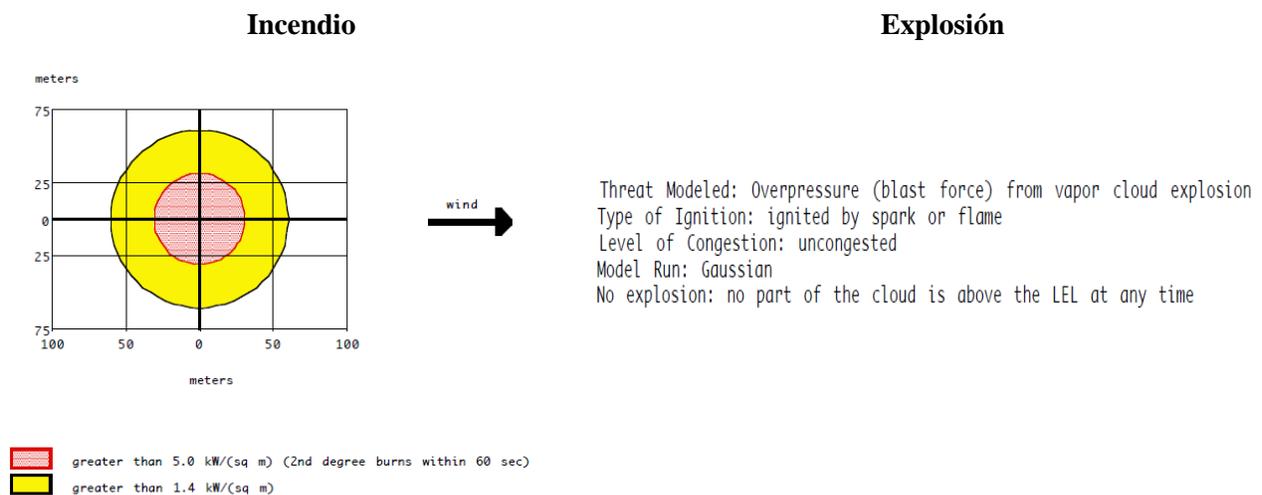


Figura IV.7 Radios de afectación Escenario 4 - Fuga 100 mm

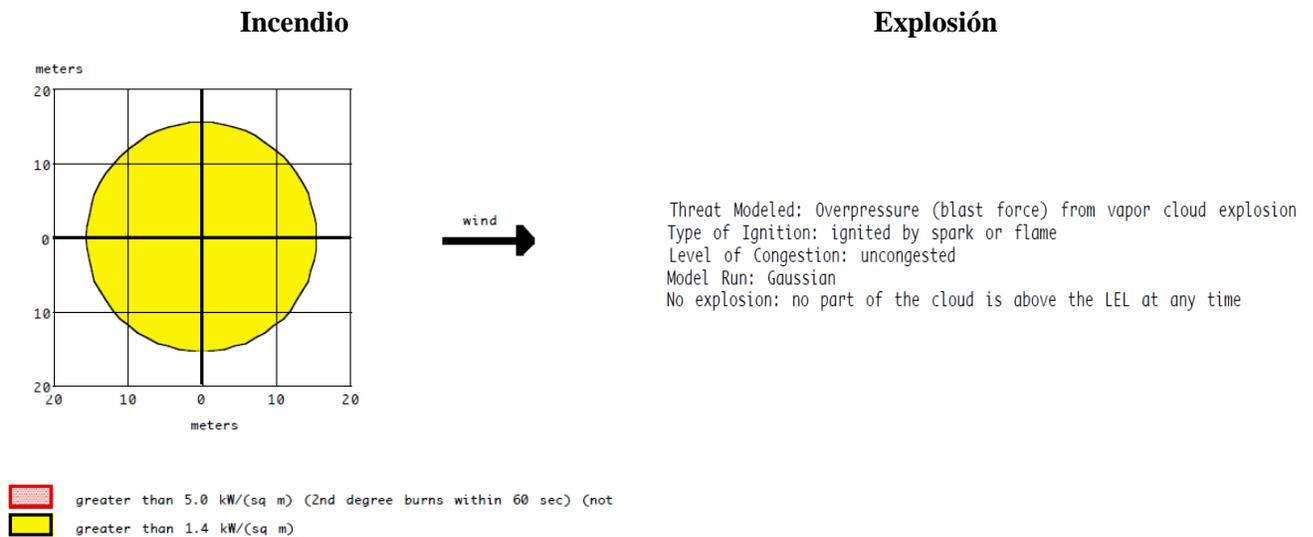


Figura IV.8 Radios de afectación Escenario 4 - Fuga 25 mm

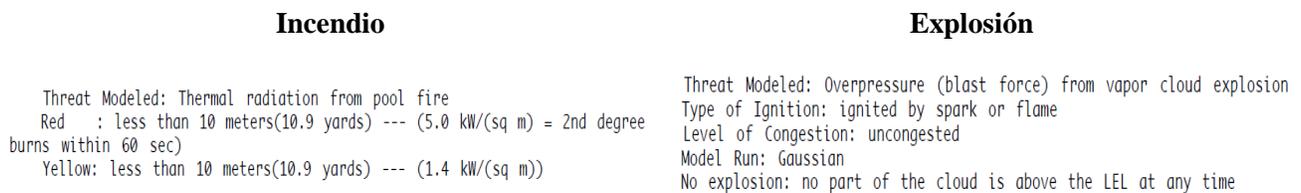


Figura IV.9 Radios de afectación Escenario 4 - Fuga 5 mm

INTERACCIONES DE RIESGO

De acuerdo a los resultados mostrados en las tablas anteriores y en los diagramas de pétalos que se muestran a continuación en donde se indican los radios de alto riesgo y amortiguamiento para cada uno de los escenarios analizados en el proceso de trasvase de hidrocarburos líquidos; gasolina y diésel, en los resultados obtenidos se puede observar que los escenarios que presentan los radios de alto riesgo y amortiguamiento mayores corresponden al Escenario No.1 Fuga de combustible en Carro-tanque; La unidad llega a la terminal con alguna fuga y el Escenario No.4 Fuga de combustible en auto-tanque después de realizado el trasvase, ya que presentan fugas de las mismas dimensiones, considerando que para el Escenario No.1 la fuga simulada se presenta en el Carrotanque y para el Escenario No.4 la fuga simulada se presenta en el auto-tanque, para estos escenarios se obtuvo como consecuencia un incendio para una fuga de 100mm, con un radio de alto de riesgo de 31 m y un radio de amortiguamiento de 60 m, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad de las gasolinas ni el diesel para esta sobrepresión, tampoco se genera consecuencia para una sobrepresión de 0.5 psi.

Es importante identificar las fuentes de ignición que pudiera encontrar en ese radio, así como evitar que la temperatura se eleve o que la fuga sea de larga duración a fin de evitar que se genere un daño mayor.

En segundo lugar, de importancia por la magnitud de los radios de afectación generados, se tiene el escenario No. 2, referente a un Derrame de combustible por desconexión de la manguera al incrementarse el flujo (mayor presión) durante el trasvase del combustible, se simuló una fuga de gasolina o diesel en la manguera de 4 pulgadas de diámetro y manejando una sobrepresión. Las consecuencias obtenidas fue un radio de alto riesgo de 11 m y amortiguamiento de 23 metros para una radiación térmica de 5 y 1.4 Kw/m², respectivamente, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad de las gasolinas ni el diesel para esta sobrepresión, tampoco se genera consecuencia para una sobrepresión de 0.5 psi.

En tercer lugar, de importancia se tiene el escenario No. 3 correspondiente a una Fuga de combustible por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque, se obtuvieron radios de amortiguamiento para un incendio derivados de la fuga, se obtienen radios no mayores a 10m y 13 m, respectivamente. Cabe mencionar que para este escenario tampoco se generó la consecuencia de explosión.

EFFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Las instalaciones de QUERÉTARO ENERGY TERMINAL, S. DE R.L. DE C.V. se encuentran al norte del Municipio de Querétaro, Qro., en el Parque Industrial Querétaro (PIQ), en el Estado de Querétaro, Qro.

La siguiente figura muestra la ubicación de la terminal:

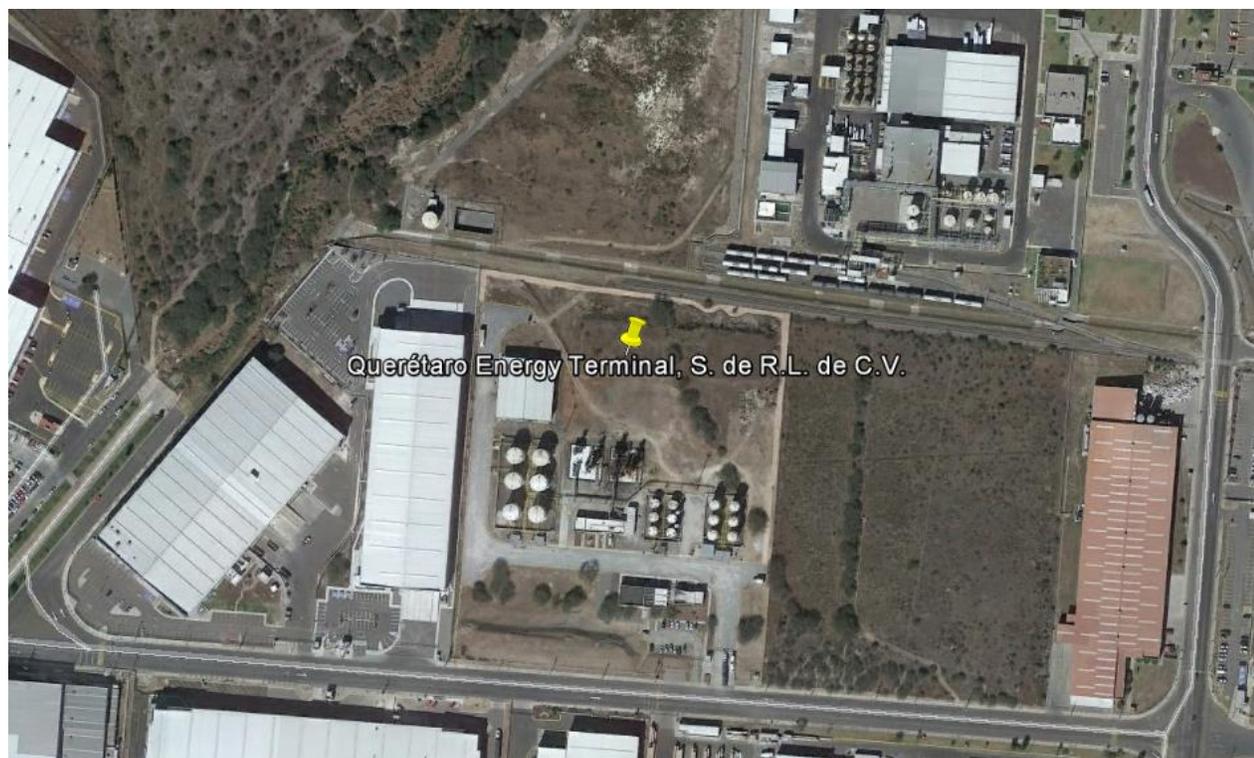


Figura IV.10 Ubicación del proyecto

Como puede observarse en los siguientes diagramas de pétalos que muestran las zonas de alto riesgo y amortiguamiento para los eventos asociados a proceso, la mayoría de los escenarios con radios de alto riesgo (5 Kw/m²) no salen del límite de propiedad del predio, lo que implica que las interacciones no se darán con los predios y empresas colindantes.

Escenario 1.-



Figura IV.11 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 100mm – Carro-tanque 1



Figura IV.12 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 100mm – Carro-tanque 2



Figura IV.13 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 25mm – Carro-tanque 1



Figura IV.14 Radios de afectación Escenario 1 – Incendio - Fuga 25mm – Carro-tanque 1

Como se mencionó en el análisis de consecuencias, este escenario No.1, junto con el No.4 obtuvieron el primer nivel de importancia dados los radios de alto riesgo obtenidos, únicamente se generó como consecuencia eventos de incendio.

Como se puede ver en los diagramas de pétalos (figuras superiores) la afectación por un incendio derivado de una fuga en el Carrotanque, cuyo radio de alto riesgo es de 31 m, queda prácticamente dentro del polígono del predio de la terminal.

Las principales afectaciones que se darían dentro de la terminal incluye la espuela, así como daños menores a la redonda. Las afectaciones fuera del predio de la instalación se dieron en la parte norte, después de la espuela, en terreno baldío.

El personal afectado sería básicamente el equipo que opere el transloader por lo que es importante que dicho personal tenga conocimiento de los riesgos involucrados por el manejo de hidrocarburos líquidos y la respuesta ante alguna contingencia presentada, así mismo se recomienda contar con un sistema de comunicación de peligros con la empresa colindante al norte de la terminal.

Escenario 2.-

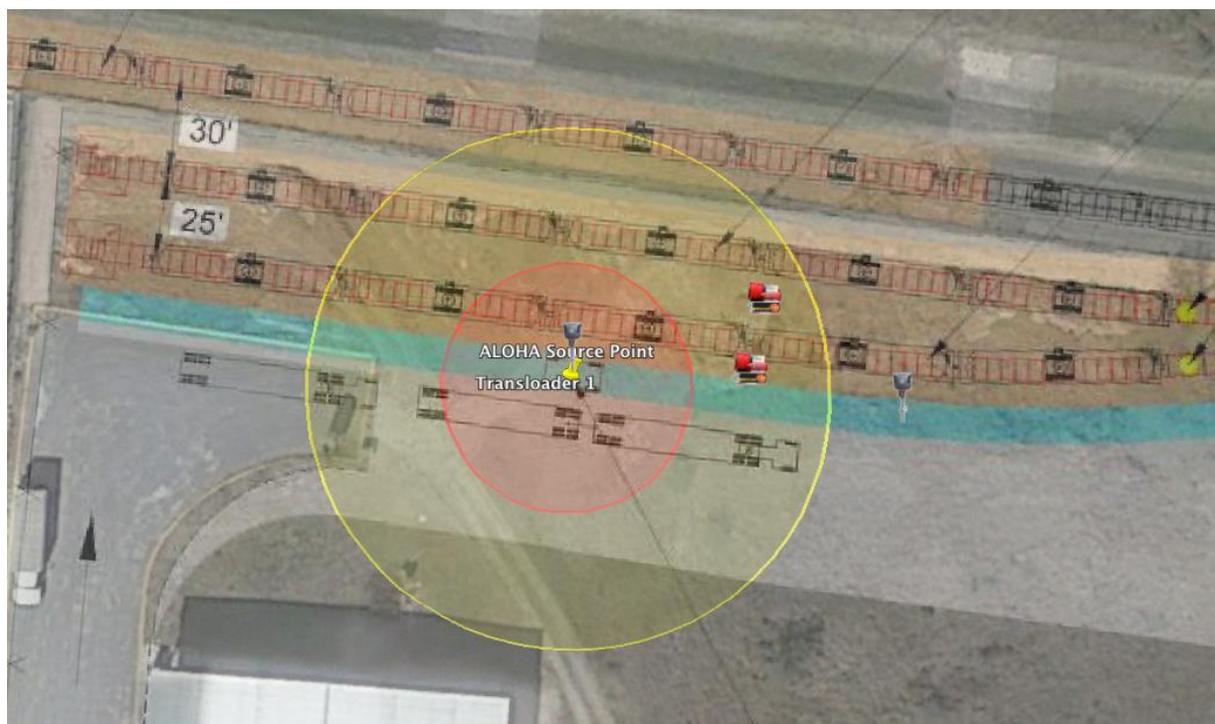


Figura IV.15 Radios de afectación Escenario 2 – Incendio - Derrame – Transloader 1



Figura IV.16 Radios de afectación Escenario 2 – Incendio - Derrame – Transloader 2

Como se mencionó en el análisis de consecuencias, este escenario obtuvo el segundo nivel de importancia dados los radios de alto riesgo obtenidos, únicamente se generó como consecuencia eventos de incendio.

Como se puede ver en los diagramas de pétalos (figuras superiores) la afectación por un incendio derivado de un derrame por manguera, queda dentro del polígono del predio de la terminal.

Cabe mencionar que se podrían dar daños y lesiones al personal que opera la estación de compresión, estas lesiones podrían llegar a quemaduras de segundo grado dependiendo del tiempo de exposición a una radiación de 5 Kw/m^2 . Derivado de esto se propone un estricto control de fuentes de ignición, así como una rápida respuesta a emergencias a fin de no generar altas temperaturas durante un tiempo prolongado, así como planes de respuesta a emergencia y la infraestructura necesaria para combatir dichos eventos y una comunicación eficiente con la empresa ubicada al norte del predio.

Escenario 3.-



Figura IV.17 Radios de afectación Escenario 3 – Incendio - Fuga 25mm – Transloader 1



Figura IV.18 Radios de afectación Escenario 3 – Incendio - Fuga 25mm – Transloader 2

Para el escenario 3 se tienen únicamente consecuencias de incendio para el evento simulado por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque, como se puede observar en las figuras anteriores los radios de alto riesgo no son mayores a 10m por lo que no se representan en los diagramas de pétalos, únicamente los radios de amortiguamiento, y estos no salen del predio de la terminal.

Es importante contar con un adecuado sistema de señalamientos en el área de trasvase y que los operadores cuenten con la capacitación necesaria para operar tanto el equipo transloaders como tener el conocimiento amplio de los carrotanques y auto-tanques.

Como se puede observar este predio no cuenta con grandes características ambientales, dado que se encuentra totalmente inmerso en una zona industrial, por lo que la actividad pretendida no ocasionará impactos ambientales en la zona.

Escenario 4.-



Figura IV.19 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 100mm – Auto-tanque 1

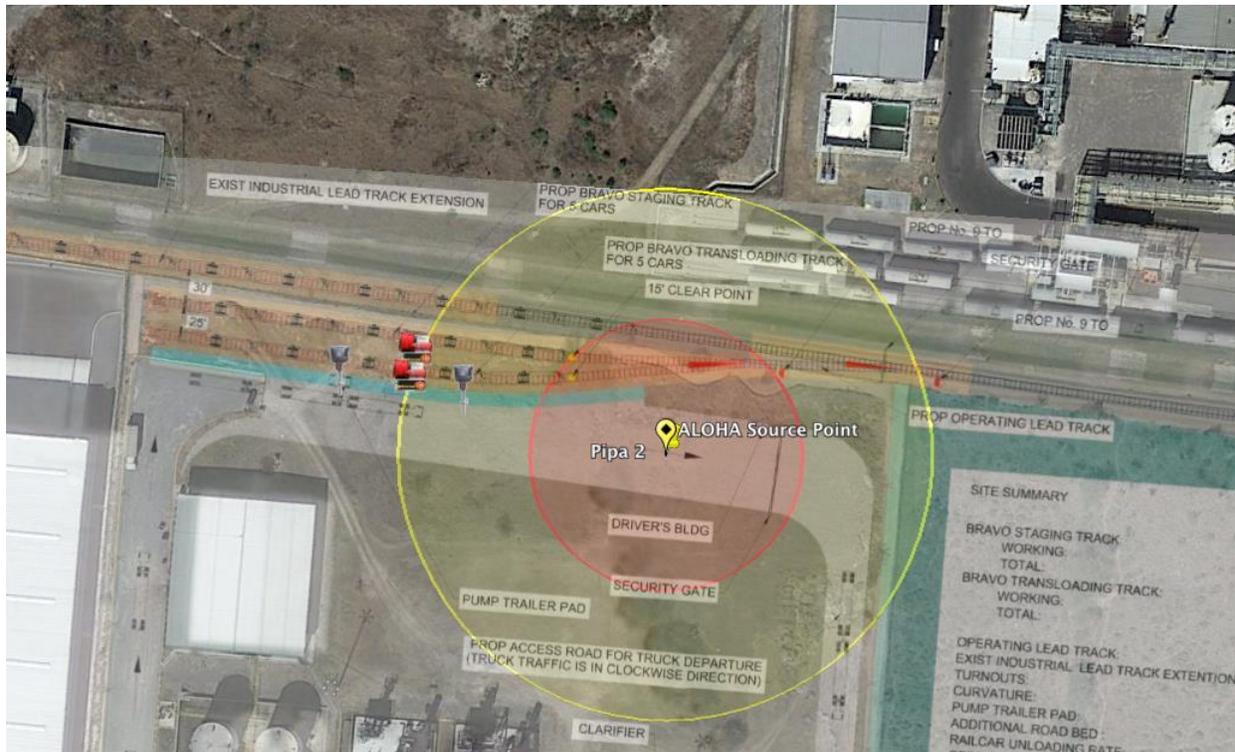


Figura IV.20 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 100mm – Auto-tanque 2

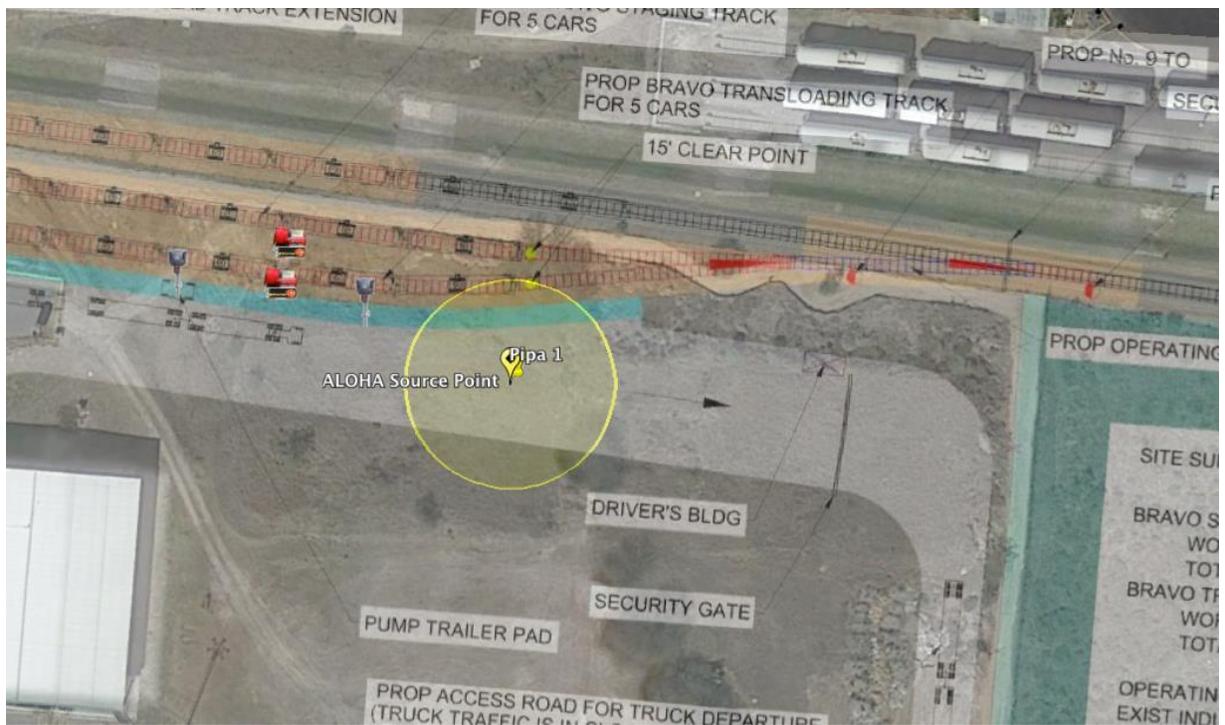


Figura IV.21 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 25mm – Auto-tanque 1



Figura IV.22 Radios de afectación Escenario 4 – Incendio - Fuga 25mm – Auto-tanque 2

De acuerdo a los resultados , y mencionado anteriormente, se indican que los radios de alto riesgo y amortiguamiento para el Escenario No.4 la fuga simulada se presenta en el auto-tanque, para este escenario se obtuvo como consecuencia un incendio para una fuga de 100mm, con un radio de alto de riesgo de 31 m y un radio de amortiguamiento de 60 m, en cuanto a la consecuencia de explosión no se alcanza a generar dicha consecuencia para el nivel de 1 psi (alto riesgo) dado que no se alcanza el límite inferior de explosividad de las gasolinas ni el diesel para esta sobrepresión, tampoco se genera consecuencia para una sobrepresión de 0.5 psi.

IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Sustancias involucradas

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad relativa de vapor (aire=1)	Flujo (galones/minuto)	Longitud de la tubería (m)	Diámetro de la tubería (plg)	Presión de operación (psi)	Espesor (cm)	Descripción de la trayectoria
Gasolina Magna	8006-61-9	3.0 – 4.0	375	5 m aprox.	4” (Transloaderr)	40 Operación	NA	El alcance del proceso es únicamente la operación de la recepción y trasvase de los hidrocarburos, el manejo de los combustibles gasolina y diésel inicia en cuanto se reciben los Carro-tanques con los combustibles en la terminal para trasvasarlos en los auto-tanques del cliente o de terceros y enviarlos a los clientes.
Gasolina Premium								
Diesel	68334-30-5	ND						

*De acuerdo con los lineamientos descritos por la unión Internacional de Química Pura y Aplicada (*IUPAC, International Union Pure Applied Chemistry*).

** De acuerdo con el *Chemical Abstract Service (CAS)*

Antecedentes de Accidentes e Incidentes*

Año	Ciudad y/o país	Instalación	Sustancia(s) involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

* No se tienen antecedentes de incidentes o accidentes registrados en alguna de las instalaciones de la empresa Querétaro Energy Terminal, S, de R.L. de C.V.

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. De falla	No. De evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o Equipo		
1	1	Fuga de combustible en Carro-tanque; La unidad llega a la terminal con alguna fuga	X		X	X	Carro-tanque	HAZOP, ALOHA® 5.4.7.0	Atmósfera
2	2	Derrame de combustible por desconexión de la manguera al incrementarse el flujo (mayor presión) durante el trasvase del combustible		X	X	X	Manguera	HAZOP, ALOHA® 5.4.7.0	Atmósfera
3	3	Fuga de combustible por ruptura de la tubería o alguna conexión, derivado del incremento de la presión en el Carro-tanque	X		X	X	Tubería o conexión	HAZOP, ALOHA® 5.4.7.0	Atmósfera
4	4	Fuga de combustible en auto-tanque después de realizado el trasvase	X		X	X	Auto-tanque	HAZOP, ALOHA® 5.4.7.0	Atmósfera

Estimación de consecuencias

No. De Falla	No. De evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo		
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		X 10 ⁻⁵	X 10 ⁻⁶	
													Distancia (m)	Distancia (m)	
1	1			20,473	Kg	Líquido						ALOHA® 5.4.7.0	31	60	
	2		X	1,280						X				Menor a 10	15
	3			51.2										Menor a 10	Menor a 10
2	1		X	2,824	Kg	Líquido				X		ALOHA® 5.4.7.0	11	23	
3	1		X	698	Kg	Líquido					X	ALOHA® 5.4.7.0	Menor a 10	13	
	2			51.2	Kg								Menor a 10	Menor a 10	
4	1		X	6,629	Kg	Líquido						ALOHA® 5.4.7.0	31	60	
	2			1,280						X				Menor a 10	15
	3			51.2										Menor a 10	Menor a 10

Criterios utilizados

No de falla	No de evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación térmica		Otros criterios
		IDHL*	TLV ₈ **	Velocidad del viento (m/seg)	Estabilidad atmosférica					
1	1	ND	ND	3.6	F	1.0 lb/plg ²	0.5 lb/plg ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²	N/A
2	2	ND	ND	3.6	F	1.0 lb/plg ²	0.5 lb/plg ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²	N/A
3	3	ND	ND	3.6	F	1.0 lb/plg ²	0.5 lb/plg ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²	N/A

4	4	ND	ND	3.6	F	1.0 lb/plg ²	0.5 lb/plg ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²	N/A
---	---	----	----	-----	---	-------------------------	-------------------------	---------------------	-----------------------	-----

*IDLH: Inminente para la vida y la salud

**TLV₈: Valor Umbral Límite

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

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL3

V.1 ANEXOS3

BIBLIOGRAFÍA7

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

V.1 ANEXOS

ANEXO	CONTENIDO	
ANEXO A	DOCUMENTOS LEGALES PROMOVENTE	Acta Constitutiva Querétaro Energy Terminal, S, de R.L. de C.V.
		RFC Querétaro Energy Terminal, S, de R.L. de C.V.
		Contrato de arrendamiento
ANEXO B	UBICACIÓN	Querétaro Energy Terminal, S. de R.L. de C.V.
		ENERGY coordenadas
ANEXO C	DOCUMENTOS LEGALES CONSULTOR	INE Consultor
		RFC Consultor
ANEXO I.A	PROYECTO CIVIL	Plano 'Entrega BRAVO ENERGY KCSM 22 ENERO 2018'
ANEXO I.B	EQUIPO CONTRA INCENDIO	ENFORCER 10
		Ficha Técnica Espuma
		FireAde 2000
		UL 02_2009 Agente Humectante
		UL AFFF-AR Espuma Concentrada
		UL EX6579 AFFF
		UL Foam Liquid Concentrates
ANEXO I.C	PROCEDIMIENTOS	Planta Querétaro Energy Terminal, S, de R.L. de C.V., Terminal 1, Procedimiento de seguridad del ferrocarril
		Planta Querétaro Energy Terminal, S, de R.L. de C.V., Terminal 2, Precauciones y requerimientos del ferrocarril
		DERRAMES
		INCENDIO
ANEXO I.D	LAYOUT	Topográfico Layout

ANEXO	CONTENIDO	
ANEXO I.E	HOJAS DE SEGURIDAD	Fichas técnicas de producto Diesel Industrial y Diesel UBA
		Hoja de Seguridad – 105 Pemex Premium
		Hoja de Seguridad – 107 Pemex Magna
ANEXO I.F.	FICHAS TÉCNICAS EQUIPO	Querétaro Diesel Transload Carts Projects Manual
ANEXO I.G.	PRUEBAS DE VERIFICACIÓN	GHX Corp Recert ISO9001
		Q. Test Certs Mangueras
ANEXO I.H.	HAZOP	Análisis HAZOP
ANEXO II.A	SIMULACIONES	<p>ESCENARIOS ALOHA</p> <p>1.1.- Escenario No.1 Incendio Fuga 100mm</p> <p>1.2.- Escenario No.1 Incendio Fuga 25mm</p> <p>1.3.- Escenario No.1 Incendio Fuga 5mm</p> <p>1.4.- Escenario No.1 Explosión Fuga 100mm</p> <p>1.5.- Escenario No.1 Explosión Fuga 25mm</p> <p>1.6.- Escenario No.1 Explosión Fuga 5mm</p> <p>2.1.- Escenario No.2 Incendio Derrame</p> <p>2.2.- Escenario No.2 Explosión Fuga Derrame</p> <p>3.1.- Escenario No.3 Incendio Fuga 25mm</p> <p>3.2.- Escenario No.3 Incendio Fuga 5mm</p> <p>3.3.- Escenario No.3 Explosión Fuga 25mm</p> <p>3.4.- Escenario No.3 Explosión Fuga 5mm</p> <p>4.1.- Escenario No.5 Incendio Fuga 100mm</p> <p>4.2.- Escenario No.5 Incendio Fuga 25mm</p> <p>4.3.- Escenario No.5 Incendio Fuga 5mm</p> <p>4.4.- Escenario No.5 Explosión Fuga 100mm</p> <p>4.5.- Escenario No.5 Explosión Fuga 25mm</p> <p>4.6.- Escenario No.5 Explosión Fuga 5mm</p>

ANEXO	CONTENIDO
	<p>Condiciones Energy</p> <p>KMZ ZONAS DE IMPACTO</p> <p>1.1.- Escenario No.1 Incendio - Fuga 100 mm (Carrotanque 1)</p> <p>1.2.- Escenario No.1 Incendio - Fuga 100 mm (Carrotanque 2)</p> <p>1.3.- Escenario No.1 Incendio - Fuga 25mm (Carrotanque 1)</p> <p>1.4.- Escenario No.1 Incendio - Fuga 25mm (Carrotanque 2)</p> <p>2.1.- Escenario No.2 Incendio - Derrame (Transload 1)</p> <p>2.2.- Escenario No.2 Incendio - Derrame (Transload 2)</p> <p>3.1.- Escenario No.3 Incendio - Fuga 25mm (Transload 1)</p> <p>3.2.- Escenario No.3 Incendio - Fuga 25mm (Transload 2)</p> <p>4.1.- Escenario No.5 Incendio - Fuga 100 mm (Auto-tanque 1)</p> <p>4.2.- Escenario No.5 Incendio - Fuga 100 mm (Auto-tanque 2)</p> <p>4.3.- Escenario No.5 Incendio - Fuga 25 mm (Auto-tanque 1)</p> <p>4.4.- Escenario No.5 Incendio - Fuga 25 mm (Auto-tanque 2)</p> <p>MEMORIAS TÉCNICAS</p> <p>1.1.- Escenario No.1 Incendio Fuga 100mm</p> <p>1.2.- Escenario No.1 Incendio Fuga 100mm RADIOS</p> <p>1.3.- Escenario No.1 Incendio Fuga 25mm</p> <p>1.4.- Escenario No.1 Incendio Fuga 25mm RADIOS</p> <p>1.5.- Escenario No.1 Incendio Fuga 5mm</p> <p>1.6.- Escenario No.1 Incendio Fuga 5mm RADIOS</p> <p>1.7.- Escenario No.1 Explosión Fuga 100mm</p> <p>1.8.- Escenario No.1 Explosión Fuga 100mm RADIOS</p> <p>1.9.- Escenario No.1 Explosión Fuga 25mm</p> <p>1.10.- Escenario No.1 Explosión Fuga 25mm RADIOS</p> <p>1.11.- Escenario No.1 Explosión Fuga 5mm</p> <p>1.12.- Escenario No.1 Explosión Fuga 5mm RADIOS</p>

ANEXO	CONTENIDO
	2.1.- Escenario No.2 Incendio Derrame
	2.2.- Escenario No.2 Incendio Derrame RADIOS
	2.3.- Escenario No.2 Explosión Derrame
	2.4.- Escenario No.2 Explosión Derrame RADIOS
	3.1.- Escenario No.3 Incendio Fuga 25mm
	3.2.- Escenario No.3 Incendio Fuga 25mm RADIOS
	3.3.- Escenario No.3 Incendio Fuga 5mm
	3.4.- Escenario No.3 Incendio Fuga 5mm RADIOS
	3.5.- Escenario No.3 Explosión Fuga 25mm
	3.6.- Escenario No.3 Explosión Fuga 25mm RADIOS
	3.7.- Escenario No.3 Explosión Fuga 5mm
	3.8.- Escenario No.3 Explosión Fuga 5mm RADIOS
	4.1.- Escenario No.5 Incendio Fuga 100mm
	4.2.- Escenario No.5 Incendio Fuga 100mm RADIOS
	4.3.- Escenario No.5 Incendio Fuga 25mm
	4.4.- Escenario No.5 Incendio Fuga 25mm RADIOS
	4.5.- Escenario No.5 Incendio Fuga 5mm
	4.6.- Escenario No.5 Incendio Fuga 5mm RADIOS
	4.7.- Escenario No.5 Explosión Fuga 100mm
	4.8.- Escenario No.5 Explosión Fuga 100mm RADIOS
	4.9.- Escenario No.5 Explosión Fuga 25mm
	4.10.- Escenario No.5 Explosión Fuga 25mm RADIOS
	4.11.- Escenario No.5 Explosión Fuga 5mm
	4.12.- Escenario No.5 Explosión Fuga 5mm RADIOS

BIBLIOGRAFÍA

1. Casal Joaquim, Montiel Helena, Planas Eulália, Vílchez Juan A. 2001. Análisis del riesgo en instalaciones industriales, Primera Edición, Alfaomega Grupo Editor S.A., Barcelona España. Pp.361
2. Harris R Greenberg, Cramer, Joseph J. 1991. Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry. Décimo sexta edición, Van Nostrand Reinhold, Estados Unidos de América. Pp. 369
3. American Institute of Chemical Engineers, (AIChE) 1992. Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. Segunda Edición with Worked Examples, Center for Chemical Process Safety, Estados Unidos de América. Pp. 461
4. American Institute of Chemical Engineers, 2000. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. Segunda Edición, Center for Chemical Process Safety, Estados Unidos de América. Pp. 756
5. Jones, R., W. Lehr, D. Simecek-Beatty, R. Michael Reynolds. 2013. ALOHA® (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4: Technical Documentation. U. S. Dept. of Commerce, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 43. Seattle, WA: Emergency Response Division, NOAA. 96
6. Metodología Hazard and Operability Study - HAZOP