# *ESTUDIO DE RIESGO (ER)*

**EQUIPOS PARA GAS DEL GUADIANA S.A. DE C.V.**

***"Planta de Distribución de Gas L.P."***
***Municipio de Morelos, Zacatecas.***

**Fecha de elaboración: Enero 2023**

**Contenido**

**CAPITULO I** ..... 5
1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO ..... 6
1.1. NOMBRE DEL PROYECTO ..... 6
1.2. DOMICILIO DE LAS INSTALACIONES ..... 6
1.3. SUPERFICIE DEL PREDIO ..... 6
1.4. RAZÓN SOCIAL ..... 6
1.5. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA ..... 6
1.6. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA ..... 6
1.7. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 6
1.8. DATOS DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO ..... 6
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO ..... 7
2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SITIO ..... 8
2.1.1 CRITERIOS AMBIENTALES ..... 8
2.1.2 CRITERIOS TÉCNICOS Y DE SEGURIDAD ..... 8
2.1.3 CRITERIOS ECONÓMICOS ..... 8
2.2 BASES DEL DISEÑO ..... 8
2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CIVIL ..... 9
2.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO MECÁNICO ..... 16
2.2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO ..... 21
2.2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CONTRA INCENDIOS (PLANTA DE DISTRIBUCIÓN) ..... 22
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE PROCESOS PRINCIPALES Y AUXILIARES ..... 24
2.4 EQUIPOS AUXILIARES ..... 26
2.5 ACCESORIOS DE OPERACIÓN ..... 27
2.5.1 VÁLVULAS SU NOMENCLATURA Y FUNCIÓN ..... 27
2.5.2 MEDIDORES ..... 29
2.5.3 MANÓMETROS ..... 30
2.5.4 TERMÓMETROS ..... 30
2.5.5 INDICADORES DE FLUJO CON VISOR ..... 30
2.6 ZONA DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES ..... 30
2.7 ZONA DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO ..... 32
2.8 COLINDANCIAS DEL PROYECTO ..... 35
2. DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO ..... 35

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO ..... 35
3.1.1. SISTEMA DE RECEPCIÓN DE GAS LP MEDIANTE EL SEMIRREMOLQUE “ZONA DE ALMACENAMIENTO” ..... 37
3.1.2. SISTEMA DE SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES. ..... 42
3.1.3. SISTEMA DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES. ..... 46
3.1.4. ZONA DE REVISIÓN DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES PARA GAS L.P. Y CONCENTRADOS EN TALLER DE CILINDROS ..... 51
3.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL GAS L.P. ..... 55
4. DESCRIPCION DEL ENTORNO ..... 55
4.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO ..... 55
4.2. CLIMA ..... 57
4.3. USO DE SUELO ..... 57
4.4. POBLACIÓN Y VIVIENDA ..... 57
4.5. EQUIPAMIENTOS URBANOS ..... 58
4.6. CARACTERISTICAS BIOTICAS Y ABIOTICAS ..... 59
4.6.1. CUERPOS Y CORRIENTES DE AGUA ..... 59
4.6.2. ELEMENTO BIÓTICOS Y ABIÓTICOS ..... 60
4.6.3. ORDENAMIENTO ECOLÓGICO ..... 62
**CAPITULO II** ..... 64
ANÁLISIS DE RIESGO ..... 64
5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO ..... 65
5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES. ..... 65
5.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES ..... 68
5.3. ANALISIS PRELIMINAR DE RIESGOS ..... 69
5.3.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS POR SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS. ..... 71
5.4. METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN ..... 71
5.4.1. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ..... 72
5.4.2. ANALISIS DE RIESGO Y OPERABILIDAD (HAZOP). ..... 77
5.4.3. RESULTADOS DE HAZOP ..... 81
5.5 ANALISIS DE FRECUENCIAS ..... 97
5.5.1 SELECCIÓN DE HIPÓTESIS ..... 98
5.5.2 ÁRBOL DE FALLAS Y EVENTOS. (FTA: FAULT TREE ANALYSIS). ..... 99
5.6. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS. ..... 103

5.6.1. TIPOS DE ACCIDENTES Y SUS POTENCIALES DAÑOS..... 103
5.6.2. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIONES ..... 109
5.6.3. CRITERIOS DE SIMULACIÓN..... 110
5.6.4. SIMULACIONES PARA DETERMINAR LOS RADIOS DE AFECTACIÓN 113
5.6.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN..... 123
5.7. ANALISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO..... 143
5.7.1. ANALISIS DE VULNERABILIDAD ..... 143
5.8. REPOSICIONAMIENTO DE LOS RIESGOS ..... 192
5.9. SISTEMA DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO..... 202
5.9.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD..... 202
5.9.2. MEDIDAS PREVENTIVAS..... 205
6. RECOMENDACIONES TECNICO - OPERATIVAS..... 242
7. CONCLUSIONES ..... 250
8. RESUMEN EJECUTIVO ..... 250

# CAPITULO I
# DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### 1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

El Proyecto se denomina “Planta de Distribución de Gas L.P”.

### 1.2. DOMICILIO DE LAS INSTALACIONES

Km. 123+000 Carr.45 D, Guadalupe-Morelos, Municipio de Morelos, Estado de Zacatecas, C.P. 98100

### 1.3. SUPERFICIE DEL PREDIO

La superficie del predio del proyecto es de 65,105.76 $m^2$

### 1.4. RAZÓN SOCIAL

EQUIPOS PARA GAS DEL GUADIANA, S.A. DE C.V.

### 1.5. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA

EGG7701054H1 (**Anexo 1 de la MIA Documentos Legales**)

### 1.6. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA

Nombre Representante legal: Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez.
Puesto: Representante Legal de EQUIPOS PARA GAS DEL GUADIANA, S.A. DE C.V. con Cédula Profesional No. 675856 de la DGP. SEP. del 29 de Junio de 1981.
CURP: [redacted] Clave Única de Registro de Población del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

### 1.7. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OIR NOTIFICACIONES

Calle y Número:
Colonia:
Código Postal:
Municipio:
Entidad Federativa:
Teléfono:
Calle y Número:
Colonia o Barrio:
Código postal:
Municipio:
Entidad Federativa:
Teléfono:
Correo electrónico:

[redacted] Domicilio, Teléfono y correo electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

### 1.8. DATOS DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina
Profesión: Ingeniero Ambiental
CURP: [redacted]
Cédula profesional: 12746563
Correo electrónico: [redacted]

[redacted] Correo electrónico y Clave Única de Registro Poblacional del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez
Representante legal

Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina
Responsable de elaboración

## 2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El Gas Licuado de Petróleo es un producto que se obtiene a partir del petróleo. Está constituido principalmente por propano y butano, y en menor cantidad de etano y pentano más pesados.

El presente proyecto, tiene como objeto el almacenamiento y distribución de Gas Licuado de Petróleo para satisfacer la demanda doméstica, comercial e industrial y de servicio de este energético en la Región.

Responde a la necesidad de cubrir la demanda y modernizar el servicio de abastecimiento mejorando la distribución y suministro del gas licuado de petróleo a los usuarios finales, en los principales centros de consumo de la región. El proyecto se ubica en el predio con la siguiente ubicación:

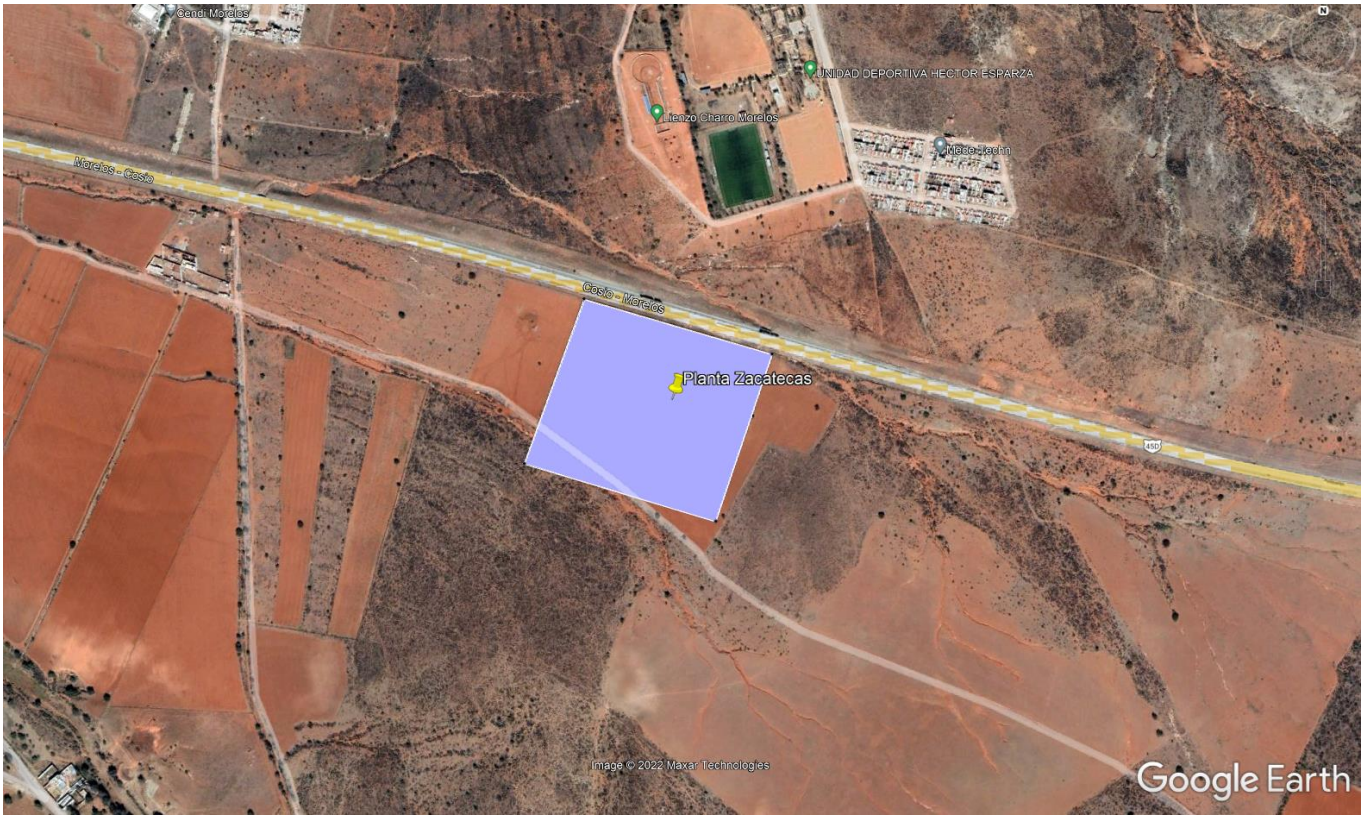



Imagen 1. Localización del predio

Tabla 1. Coordenadas UTM

| ZONA 13 Q | | |
|---|---|---|
| **VERTICE** | **X** | **Y** |
| 1 | 745,524.1300 | 2,528,928.2000 |
| 2 | 745,452.6300 | 2,528,699.0900 |
| 3 | 745,188.7000 | 2,528,769.6100 |
| 4 | 745,263.2400 | 2,528.997.7400 |

El proyecto **"Planta de Distribución de Gas L.P.",** consiste en la infraestructura necesaria para la recepción, almacenamiento y distribución de 225,000 litros de Gas L.P., contenidos en un recipiente con una capacidad de 250,000.00 L. base agua, llenado a 100%.

El proyecto incluye:

- Zona de recepción en un 1 recipiente de almacenamiento con una capacidad de 250,000 L.
- Zona de descarga y carga para auto tanques.
- Zona de carga para cilindros.
- Urbanización para servicios administrativos y la correcta, segura y fiable operación de la planta.

## 2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SITIO

### 2.1.1 CRITERIOS AMBIENTALES

- Los Impactos ambientales sobre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos potenciales (adversos y benéficos)
- No se ubica dentro de áreas naturales protegidas, riqueza faunística o sitios de gran valor escénico o paisajístico.
- El predio donde se pretende desarrollar el proyecto carece de vegetación.
- No existen en el área especies de flora y fauna que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que no puedan ser rescatados o reubicados.

### 2.1.2 CRITERIOS TÉCNICOS Y DE SEGURIDAD

- Los predios colindantes y sus construcciones se encuentran libres de actividades que pudieran poner en riesgo la propia actividad del proyecto.
- Los suelos son estables y no presentan alto riesgo de hundimientos o deslizamientos e inundaciones.
- Se cuenta como mínimo con acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos.
- Se tienen rutas de acceso directo de vehículos y transporte, la vía de acceso es la Carr. 45-D.
- Se cuenta con fuentes y centros de abastecimiento y/o suministro de materiales y de agua, requeridos durante la etapa de operación del proyecto.
- El predio no se encuentra en zona con alto riesgo por sismicidad.

### 2.1.3 CRITERIOS ECONÓMICOS

Los resultados de mercado obtenidos por la propia empresa, que muestran la rentabilidad de comercializar el gas en el área por lo que se consideró como una ubicación estratégica. Asimismo, el predio se encuentra alejado de asentamientos humanos, parques naturales, zonas turísticas, zonas de patrimonio nacional y zonas estético paisajísticas extraordinarias.

## 2.2 BASES DEL DISEÑO

El diseño indica las especificaciones, criterios y lineamientos que se seleccionaran en las diferentes disciplinas de la ingeniería a partir de su desarrollo de acuerdo al Reglamento de Gas L. P. y la Norma

Oficial Mexicana **"NOM-001-SESH-2014, Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación"**

El proyecto está constituido por los sistemas: Civil; Mecánico; Eléctrico; Contra Incendios; paro de emergencia; carga, trasiego, y descarga del producto.

a) La memoria técnico descriptiva.- Cada uno de los sistemas que integran la Planta de Distribución de Gas L.P., fue proyectado con la Ingeniería Básica y de detalle que contienen: los planos, los componentes principales, su localización y simbología, así como la ubicación de cada uno de los sistemas, criterios de diseño, cálculos, capacidades, códigos y normas utilizados, diagramas de flujo y de control e instrumentación.

b) Las memorias técnico-descriptivas y planos de cada sistema contienen: las firmas autógrafas, nombre y cédula profesional del proyectista, del representante legal del permisionario y de la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. y la de Instalaciones Eléctricas.

**Los subproyectos que integran el proyecto son:**

- **Proyecto Civil.**

Memoria técnica y Plano Civil

- **Proyecto Mecánico**

Memoria técnica y Plano Sistema Mecánico

- **Proyecto Eléctrico.**

Memoria técnica y Plano Sistema Eléctrico

- **Proyecto Sistema Contra-Incendio.**

Memoria técnica y Plano Sistema Contra-Incendio

(Anexo 2 Memoria Técnica y Planos de la Planta de Distribución de Gas L.P.)

### 2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CIVIL

**URBANIZACION:**

- **Áreas de Circulación:**

Todas las áreas libres se mantendrán limpias y despejadas de objetos extraños a la planta, conservándose las zonas de circulación para vehículos y almacenamiento con una terminación de tierra, grava compactada y sobre esto terminación de carpeta asfáltica y concreto hidráulico.

Las áreas destinadas para estacionamientos de los auto-tanques y vehículos de reparto propiedad de la empresa tendrán una terminación de tierra y grava compactada y terminación de carpeta asfáltica.

Las zonas de circulación tendrán una amplitud mínima de 9.00 m para que el movimiento de vehículos sea libre y seguro.

- **Accesos:**

Por el lado Norte se cuenta con accesos integrales de 11.20 mts., divididos por la caseta de vigilancia de 2.10 mts., utilizados para la entrada y salida de vehículos y, propiedad de la empresa. Por el lado Sur se cuenta con una salida de emergencia, con claro de 6.00 mts., delimitados con puertas metálicas como se indica en el plano.

- **Delimitación:**

El perímetro de la planta de Distribución de Gas L.P., que se encuentra en Zona Rural, los lados Norte, Sur, Oriente y Poniente, estará delimitada en su totalidad, malla ciclónica y cerco de alambre de pua, con altura de 2.50 mts, las cuales impiden el paso a personas y vehículos no autorizados excepto en los accesos.

**MECANICA DE SUELOS:**

La resistencia del terreno para fines de cálculo se justifica con la información del Estudio de Mecánica de Suelos, obtenida por la excavación de 3 (tres) sondeos de 2.5 x 2.5 mts., la excavación fue hecha con maquinaria pesada (Perforadora).

El sondeo se analizó en el laboratorio de acuerdo al Sistema de avance controlado para determinar la estratigrafía de la roca y para clasificar ésta de acuerdo a su dureza, también los parámetros mecánicos que intervienen en la determinación de la capacidad de carga del suelo de cimentación.

La recomendación para el valor de capacidad de carga es 25.0 Ton/m² a una profundidad de 2.00 a 1.00 mto. Con material de grava compactada al 95% de su peso volumétrico máximo.

**ZONA DE ALMACENAMIENTO Y TRASIEGOS:**

La zona de protección del recipiente de almacenamiento, bombas y compresores, será a base de zapata corrida perimetral, muros de block de .15x.20x.40 armados y rellenos de concreto formando una plataforma con una altura mínima de 0.60 mts. A nivel piso terminado, su piso será relleno de tierra compactada con terminación de concreto armado con malla electrosoldada y un espesor mínimo de 10 cm, su guarnición perimetral es de concreto armado, el piso contará con desagüe apropiado para la salida de las aguas pluviales.

**BASES DE SUSTENTACION DE LOS RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO:**

Las bases de sustentación serán de concreto armado sus cálculos correspondientes se indicarán en la parte correspondiente (Memoria Técnica).

**MUELLE DE LLENADO PARA RECIPIENTES TRANSPORTABLES:**

El muelle de llenado de recipientes transportables, se localizará al lado Norte del recipiente de almacenamiento y a una distancia de 6.50 mts., estará construido en su totalidad con materiales incombustibles; lo conformarán: una plataforma, rellena y con piso revestido de concreto armado; su techo tendrá una altura mínima de 3.50 m sobre el NPT de la plataforma y cubrirá toda su área, armado con lámina y estructura metálica soportada por columnas, zapatas aisladas y través de liga de concreto armado, con las siguientes dimensiones:

- Largo - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - 13.91mts.
- Ancho - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - 12.00 mts.
- Altura del piso - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - 1.05 mts.
- Altura de techo - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - 3.00 a 4.00 mts.
- Superficie - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - 166.92 mts.$^2$

La zona del muelle de llenado de recipientes transportables será a base de zapata corrida perimetral, muros de block de .15X.20X.40 armados y rellenos de concreto, formando una plataforma con una altura de 1.05 mts., a nivel piso terminado y contando con un muro divisorio entre el almacenamiento y el llenado de recipientes, su piso será relleno de tierra con terminación de concreto armado con un espesor máximo de 0.15 cm., contando éste en su bordes perimetral con protección de ángulo de fierro y canal del mismo material donde estarán colocados topes de hule para evitar la formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo, contará con amplia ventilación y las siguientes áreas, que se pueden ver en el plano civil:

A) En la planta de distribución el llenado de recipientes transportables, contará con ***un área de descarga de recipientes transportables*** al lado derecho de la zona de almacenamiento con un superficie de 28.31 mts.$^2$; construida como se describe en el párrafo anterior.

B) ***La zona de revisión de recipientes transportables***, contará con una superficie de 8.00 mts.$^2$, al mismo lado del área de descarga, de la planta de distribución de Gas L.P., donde se dará cumplimiento a la revisión de pre-llenado establecida en la NOM-011/1-SEDG, vigente, “Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso”, calificando cada recipiente a fin de determinar su estado físico y si se encuentra en estado seguro, que no impida su operación, separando aquellos que necesitan reparación y aquellos que sean rechazados, trasladándolos a las áreas de reparación en su caso o a la zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, existentes.

C) ***Área de carga de cilindros transportables***, esta se encontrará en el muelle de llenado de recipientes transportables que contendrán Gas L.P., a presión, en una superficie de 28.31 mts.$^2$, y que por sus características de seguridad, peso y dimensiones, una vez llenado, debe ser manejado manualmente por personal capacitado para llevar a cabo la distribución para su consumo final

**LA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES RECHAZADOS:**

Existente en la planta de distribución, contará con una superficie de 10.00 mts.², con piso de concreto hidráulico para evitar el contacto directo con la tierra.

**EL ÁREA DE COLOCACION DE SELLOS DE GARANTIA:**

Esta superficie de 8.00 m²., se encontrará delimitada en la zona derecha del muelle de llenado, adecuada para la colocación del sello de garantía o seguridad a los recipientes transportables, en su válvula de servicio, fabricado en material de polipropileno, las juntas son flexibles y se aplica fácilmente a mano, el diseño incluye una lágrima fácil como etiqueta para la extracción sin herramienta.

**ESTACIONAMIENTOS:**

La zona destinada para estacionamiento de vehículos de reparto propiedad de la empresa, se localizará alrededor de la zona de almacenamiento y del muelle, a las orillas de los límites de circulación, localizado de tal forma que no interfieran con la libre circulación de la planta, su piso será de tierra y grava compactada con terminación de carpeta asfáltica y contará con las pendientes adecuadas para el desalojo de las aguas pluviales. También se encontrará protegido en su totalidad por la red de hidrantes.

**TALLERES:**

Esta Planta contará con un área distinta a la destinada para la planta, con Taller mecánico para reparación de vehículos de reparto y auto-tanques propios de la empresa el cual se localizará a una distancia de 98.88 mts., de la parte más cercana al recipiente de almacenamiento y estará construida en su totalidad por materiales incombustibles y no fosas para revisión de los mismos.

**EDIFICACIONES:**

a) Edificios:

Las edificaciones en el interior de la planta de distribución estarán construidas en su totalidad con materiales no combustibles en los acabados y estructuras exteriores, tales como oficinas con superficie de 331.65 m², caseta de vigilancia 8.82 m², siendo sus muros de block de concreto, su techo de losa de concreto armado, sus puertas y ventanas son metálicas. Estas construcciones se ubicarán al Norte tal y como se muestran en plano civil de la planta de distribución, a una distancia de 76.33 mts., de las zonas de trasiego y del recipiente de almacenamiento.

b) Servicios Sanitarios:

Se contará en esta Planta con un área de servicios sanitarios para el personal obrero, contará con una superficie de 31.55 m²., mismos que estarán construidos en su totalidad con materiales incombustibles, estos se encontrarán al costado izquierdo de los talleres y al noroeste del recipiente de almacenamiento de Gas L.P., sus dimensiones se aprecian en los planos anexos a la memoria.

El servicio para el personal obrero contará con dos regaderas, dos tazas, dos lavabos, una barra mingitorio general, cuyas conexiones son de cobre rígido y otros tubos de desagüe general de concreto de 15 cm. de diámetro.

El agua que se usará en la Planta será proporcionada por un circuito hidráulico controlado con un hidroneumático alimentado con agua confinada en la cisterna usada en los servicios de limpieza y área de sanitarios, el agua es abastecida por camión-pipa, procedentes de norias particulares o ejidales del lugar. El drenaje de las aguas negras estará conectado por medio de tubos de concreto de 15 cm. de diámetro, contando con los registros adecuados, con una pendiente del 2% hacia el biodigestor, tal como se muestra en el plano.

c) Bio Digestor:

Los Biodigestores, contarán con registros para descarga de la sedimentación y acceso al mismo, su construcción será a base de muro de piedra de corte, para la colocación del biodigestor autolimpiable, sustituye de manera eficiente el uso de fosas sépticas haciendo un tratamiento primario de aguas negras. Es un sistema ecológico que no contamina mantos freáticos, lagos ni ríos, no necesita gasto de mantenimiento ya que es autolimpiable, no se fisura ni tiene filtraciones.

Las capacidades como su construcción estarán acordes con el mecanismo que deben tener para la sedimentación, fermentación, oxidación y absorción de pequeños volúmenes de aguas negras de las instalaciones sanitarias.

Sus capacidades son:

- Bio digestor Caseta: 1,300 lts
- Bio digestor Oficinas: 7,000 lts
- Bio digestor Taller: 7,000 lts

Los Bio Digestores están diseñados para un número de personas con un periodo de 8 horas de trabajo diario y son los siguientes:

- Bio digestor 1,300 lts = 10 Personas
- Bio digestor 7,000 lts = 57 Personas

d) Cisterna:

La cisterna para agua se encontrará localizada al Este del recipiente de almacenamiento a una distancia de 26.20 mts., y será exclusivo para alimentar los sistemas de protección contra incendio de la planta de distribución.

La capacidad almacenada de agua es del 90% de su capacidad máxima, para el sistema contra incendio, está justificado en base al cálculo hidráulico que se menciona en el capítulo del proyecto contra incendio y seguridad, cuya cisterna contará con las dimensiones siguientes:

- Lado Largo: 8.90 mts.

- Lado Ancho: 3.90 mts.
- Altura Total: 2.80 mts.
- Capacidad al 100%: 97.188 m³.

La descripción constructiva es la siguiente según el diseño respectivo. Es en base a losa de cimentación, muro de contención de concreto armado a dos mallas y la losa es de nervadura con una trabe central, el concreto f'c=210 kg/cm² con aditivo impermeabilizante integral para evitar filtraciones (Fester gral.) El muro quedará integrado con la losa tapa y la losa de cimentación; además, para el interior se le aplicará un sellador epóxico de la marca epoxín terracota 501 a piso y muros.

e) Cuarto de Bombas:

Esta área se localizará al Este del recipiente de almacenamiento será construida en su totalidad con materiales incombustibles, siendo de block de concreto los muros, de concreto armado la loza y puerta metálica, cuenta con amplia ventilación; en su interior se encuentran instaladas sobre bases de concreto fijas con anclaje para que no vibren, las motobombas del Sistema de Enfriamiento y Sistema de Hidrantes.

La motobomba eléctrica Modelo 4x5x9A Tipo 361 , Succión 5”, descarga 4”, en materiales Fierro Fundido para la carcasa y el impulsor, con motor Eléctrico de 40 HP a 3500rpm 60/3/230-460 Volts; tiene su arrancador termomagnético, así como el interruptor magnético y la botonera de paro y arranque dentro del mismo cuarto al alcance del operador.

La motobomba de combustión interna Modelo 4x5x9A Tipo 861, Succión 5”, descarga 4”, en materiales Fierro Fundido para la carcasa y el impulsor con motor de Combustión interna 50 HP a 3000rpm, con 1 batería, juego de cables, tanque de combustible, con Tablero de Instrumentos y llave de encendido, se operará desde el mismo centro de bombas, el tanque de diesel se encontrará situado y acondicionado de tal manera que no presente peligro.

Contará con iluminación artificial con lámparas fluorescentes y 100% natural por la posición y alturas del cuarto.

Tendrá extintor de polvo químico ABC con capacidad de 9 kg., y de CO2 con capacidad de 4.5 Kg.

El área se mantendrá limpia y despejada de objetos extraños.

**COBERTIZOS DE MAQUINARIA:**

En esta Planta se contará con cobertizos en las áreas de suministro y recepción los cuales serán metálicos en su totalidad, serán sus techos de lámina, soportados por columnas metálicas, estos cobertizos sirven para proteger de la intemperie el equipo de mangueras ahí instaladas.

**DISTANCIAS MINIMAS:**

Las distancias mínimas de esta Planta de Distribución serán las siguientes:

a) De la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano a:

| | | |
|---|---|---|
| Límite del predio de la planta de distribución Norte | 15 m | 45.43 m |
| Límite del predio de la planta de distribución Sur | 15 m | 23.00 m |
| Límite del predio de la planta de distribución Este | 15 m | 31.00 m |
| Límite del predio de la planta de distribución Oeste | 15 m | 28.99 m |
| Espuela de ferrocarril, riel más próximo | 15 m | No Existe |
| Llenaderas de recipientes transportables | 6 m | 8.19 m |
| Plataforma del muelle de llenado | 5 m | 6.50 m |
| Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables | 5 m | 16.44 m |
| Zona de venta al público | 15 m | No Existe |
| Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia | 15 m | 28.66 m |
| Otro recipiente de almacenamiento de Gas L.P., ubicado en el interior de la planta de distribución | 1.5 m | No Existe |
| Piso terminado | 1.5 m | 2.00 m |
| Planta generadora de energía eléctrica | 25 m | No Existe |
| Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P. | 25 m | 101.25 m |
| Zona de almacenamiento interno de diesel | 25 m | No Existe |
| Boca de toma de carga y descarga de diesel | 15 m | No Existe |
| Boca de toma de carburación de autoconsumo | 5 m | No Existe |
| Boca de toma de recepción de carro-tanque de ferrocarril | 12 m | No Existe |
| Boca de toma de suministro | 5 m | 5.90 m |
| Boca de toma de recepción | 5 m | 11.28 m |
| Vegetación de ornato | 15 m | No Existe |
| Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento | 2 m | 2.00 m |
| Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1 | 12 m | No Existe |
| Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta | 25 m | No Existe |
| A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo | 15 m | No Existe |
| El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los de reparto, auto-tanques o semirremolques | 10 m | No Existe |

b) De llenadera de recipientes transportables a:

| | | |
|---|---|---|
| Zona de venta al público | 10 m | No Existe |
| Límite del predio de la planta de distribución Norte | 15 m | 75.29 m |
| Límite del predio de la planta de distribución Sur | 15 m | 61.08 m |
| Límite del predio de la planta de distribución Oeste | 15 m | 28.61 m |
| Límite del predio de la planta de distribución Este | 15 m | 31.47 m |

| | | |
|---|---|---|
| Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia | 15 m | 26.77 m |
| Boca de toma de recepción | 5 m | 16.18 m |
| Boca de toma de suministro | 5 m | 12.23 m |
| Boca de toma de carburación | 5 m | No Existe |
| Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1 | 12 m | No Existe |
| Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta | 25 m | No Existe |
| A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo | 15 m | No Existe |

c) De la boca de toma de recepción, suministro o carburación más cercana a:

| | | |
|---|---|---|
| Límite del predio de la planta de distribución | 8 m | 93.57 m |
| Zona de venta al público | 15 m | No Existe |
| Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia | 15 m | 19.78 m |
| Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a Gas L.P. | 25 m | 96.71 m |
| Almacén interno de combustible diferente al Gas L.P. | 20 m | No Existe |
| Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1 | 12 m | No Existe |
| Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta | 25 m | No Existe |
| A construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo | 15 m | No Existe |

d) De bombas y compresores más cercanos a:

| | | |
|---|---|---|
| Límite de sus zonas de protección | 0.8 m | 3.86 m |

e) De soportes de tomas de recepción, suministro, carburación de autoconsumo, o de la boca de toma del área de carga y descarga de diesel a:

| | | |
|---|---|---|
| Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular | 0.5 m | 2.00 m |

f) Del paño exterior del dique del cubeto de retención al:

| | | |
|---|---|---|
| Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular | 0.5 m | No Existe |

### 2.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO MECÁNICO

**ZONA DE ALMACENAMIENTO:**

En la Planta se contará con esta zona, en la cual se tendrán un recipiente de almacenamiento especial para Gas L.P. del tipo intemperie cilíndrico horizontal, localizado de tal manera que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias.

a) El recipiente está fabricado tipo cuna con placa de apoyo soldada al recipiente en todo su perímetro, montado sobre bases de sustentación colocados en la parte de apoyo, de tal forma que pueden desarrollar libremente sus movimientos de contracción, dilatación y movimientos sísmicos, existiendo entre el recipiente y la base material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

b) La zona de almacenamiento contará con una plataforma de concreto armado, con una altura de 60 cm., sobre el NPT, para protección de las bases de sustentación, recipiente de almacenamiento, bombas y compresores, soportes de las tomas de recepción, suministro y equipo existente; contra los posibles impactos de vehículos.

c) Los soportes de las tomas estarán fijos y anclados a la plataforma de concertó y soportarán el esfuerzo previsible causado por el movimiento de un vehículo conectado a una manguera.

d) El recipiente se encontrará instalado en sus bases a una altura de 2.00 mts. medido de la parte inferior del mismo, al nivel piso terminado de la plataforma.

- **Escaleras y Pasarelas:**

Para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local del recipiente de almacenamiento, se tendrá instalada en la parte frontal del mismo, una escalerilla fija metálica la cual conducirá a una pasarela, para tener acceso al manejo y lectura de los elementos.

Para el acceso a la parte superior del recipiente de almacenamiento, se contará con una escalera fija y permanente vertical y contará con protecciones para evitar la caída de las personas que la utilicen.

La escalera y pasarela estarán construidas con material incombustible y se utilizarán también para el mantenimiento a las válvulas de alivio instaladas en las válvulas multiport.

**ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO MECANICO:**

- **Recipiente de almacenamiento**

Es de tipo intemperie y en su fabricación cumplen con la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente a la fecha de su fabricación¸ por Tanques Trinity, S. A. (TATSA) con su domicilio y cuentan con entrada pasa hombre, placas de identificación y certificados de fabricación; así como las entradas y salidas del líquido y vapor, las cuales están ubicadas en su parte inferior, así como la válvula dren para el caso de su mantenimiento interior y cuenta con los dispositivos de seguridad y medición.

El recipiente por tener más de 10 (diez) años de antigüedad, cuenta con dictamen de evaluación ultrasónica de espesores por Unidad de Verificación, quien establece que son aptos para su operación de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.

- **Equipo y accesorios:**

El equipo y accesorios que se utilicen para el trasiego y manejo de Gas L.P., son resistentes a la acción de este hidrocarburo y adecuados para las condiciones de presión y temperatura.

**SISTEMA DE TUBERIAS, CONEXIONES Y MANGUERAS:**

- **Tubería y conexiones:**

Toda la tubería que se empleará en la instalación es de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm² y en donde se requieran conexiones roscadas, éstas serán para una presión de trabajo de 140 a 210 kg/cm² y con tubería de acero cédula 80. y cumplen con la NMX-B-10-1990.

Las tuberías sin excepción se encontrarán colocadas sobre soportes metálicos y protector de hule neopreno fijadas con abrazaderas tipo grapa y así evitar el esfuerzo y la flexión de las mismas y separadas más de 5 cm, y 10cm, a NPT.

- **Prueba e inspección de soldadura en tuberías:**

Las tuberías soldadas serán inspeccionadas según su Ø, como lo indica la NOM-001-SESH, vigente; mediante radiografiado por personal certificado por el método empleado, contando con informe por escrito del resultado.

- **Revisión de Hermeticidad:**

Antes de la prueba de radiografiado se efectuará una revisión de Hermeticidad, tanto al del sistema de tuberías que conducen Gas L.P., para su trasiego, como al sistema neumático de paro de emergencia, utilizando un compresor para el aire y un manómetro para una presión manométrica de 8.8 kg/cm², durante 12 horas, cuyo resultado se manifestará mediante informe por escrito, con presencia de la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P.

**ZONA DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES:**

La planta de distribución contará con un muelle de llenado, para el trasiego de Gas L.P., a los recipientes transportables con las zonas requeridas por la NOM-001-SESH:

a) La instalación contará con una línea principal que deriva en 3 manifold cada una para 4 salidas para el llenado de recipientes transportables, teniendo en total 12 salidas, la línea principal está construida con tubería de acero cédula 40 sin costura para alta presión de 76 mm. (3") de diámetro. Y las secciones estarán construidas con tubería de acero cédula 40 sin costura para alta presión de 51 mm. (2") de diámetro. Se encontrarán debidamente soportado y cuenta con un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm², válvulas de seguridad, así como de cierre manual general y para retorno de líquido.

Cada sección de múltiple de llenado contará con 4 salidas para el llenado de recipientes transportables de 12.50 mm. (1/2") de diámetro cada una, dando un total de 12 salidas en total.

b) Básculas: El muelle de llenado contará con 12 básculas de tipo plataforma:

| | |
|---|---|
| Marca: | REVUELTA MAZA |
| Tipo: | BASCULA REVUELTA ERP-3300-G Electrónica |
| Modelo: | PG-72-014-0023 |
| Capacidad: | De 0 continúo a 300 Kg. cada una. |

Tipo plataforma, con un sistema computarizado (TROYA) para llenado el exacto de recipientes transportables con capacidad de 300 kgs., mismas que serán usadas para el control de peso, con su sello correspondiente de verificación PROFECO y dictamen de la Unidad de Verificación, siendo aprobadas por la NOM-010-SCFI-1994. Estarán colocadas en huecos especiales en el piso permanentemente conectadas al sistema de "tierras" para la descarga de energía electrostática.

c) El muelle de llenado contará con una báscula de repeso de recipientes transportables del tipo plataforma de carátula y capacidad para 300kg. Igualmente conectada a tierra.

d) En el muelle de llenado de la planta de distribución, se encontrará instalado el ***Sistema de Vaciado de Gas L.P. de los recipientes transportables,*** el cual constará de un recipiente no transportable tipo estacionario con una capacidad adecuada, se ubicará detrás del muelle de llenado; contando con los aditamentos necesarios y un tubo de desfogue para liberar la presión existente en dicho recipiente.

Este sistema contará además de un múltiple con dos salidas conectadas al recipiente antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado de gas de los recipientes portátiles por gravedad.

La tubería del sistema, será de acero cédula 80, sin costura, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm², la tubería para drenar los recipientes es de 32 mm. (1¼") de diámetro, y la de desfogue de 19 mm. (3/4") de diámetro. Los accesorios a instalarse serán del mismo diámetro, de las tuberías en que se encuentran instaladas.

Las mangueras que se usarán son para Gas L.P., construidas con hule neopreno de doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm² y de ruptura de 140.00 kg/cm². Este sistema se encontrará conectado al sistema de bombeo para recuperación del Gas L.P., que contiene.

e) En el muelle de llenado de recipientes transportables, se encontrará también el ***área de colocación de sellos de garantia,*** esta superficie de 8.00 m². se encontrará, adecuada para la colocación del sello de garantía o seguridad a los recipientes transportables, en su válvula

de servicio, fabricado en material de polipropileno, las juntas son flexibles y se aplica fácilmente a mano; el diseño incluye una lágrima fácil como etiqueta para la extracción sin herramienta.

f) También se encontrarán debidamente delimitadas la zona de descarga, la zona de revisión de recipientes transportables, que según el caso se envían a su llenado, reparación o son rechazados y enviados al ***área de recipientes transportables rechazados*** que existirá en la Planta.

**ZONA DE RECEPCION, SUMINISTRO.**

Independientemente del área que ocupará el muelle de llenado de recipientes transportables, en la plataforma de concreto para la protección del recipiente de almacenamiento, bombas, compresor y también las tomas siguientes:

- **Tomas de recepción de Gas L.P.**

Por el lado Sureste del Recipiente de almacenamiento de la Planta se localizarán las tomas de recepción de Gas L.P. para semirremolques, sobre una Plataforma de concreto, la cual contará con estructura metálica, lámina galvanizada y columnas también metálicas a una distancia de 11.28 mts., del recipiente de almacenamiento.

La tubería que se usará para la descarga de semirremolques, para la conducción de Gas Líquido es de 76 mm., y línea de Gas Vapor de 51 mm de diámetro (2"), contarán en su boca terminal con una válvula pull away, un adaptador para conexión de la manguera, una válvula tipo globo, un indicador de flujo (ojo de buey) y una válvula de exceso de flujo, del mismo diámetro de la tubería que los contendrá.

- **Tomas de suministro de Gas L.P.**

Las tomas de suministro para auto-tanques se localizarán por el lado Suroeste del recipiente de almacenamiento, y para su mayor protección se tendrán sobre la zona de protección de 0.60 mts., de altura. La toma más cercana se tendrá a una distancia de 5.90 mts. Del recipiente.

La tubería conductora de Gas Líquido del recipiente a las bombas será de 76 mm. (3") de diámetro y de éstas a la carga de auto-tanques se reducirá a 51 mm (2'') de diámetro, contando en la boca terminal con una válvula pull away, un adaptador para conexión de manguera, una válvula de tipo globo, una válvula de exceso de cierre automático de igual diámetro a la tubería que las contendrá.

La tubería conductora de Gas Vapor para el suministro de auto-tanques el diámetro será de 51 mm. (2"), reduciéndose en la toma a 32 mm. (1¼") de diámetro, contando en la boca terminal con una válvula pull away, un adaptador para conexión de manguera, una válvula de tipo globo, una válvula de exceso de cierre automático de igual diámetro a la tubería que las contendrá.

Tanto en la línea de líquido como en la de vapor se contará con una válvula de acción remota neumática de 51 mm. (2") de diámetro y tanto en las tomas de recepción coma las de suministro, se cuenta con una

pinzas especial tipo caimán con cable eléctrico, para conectar a tierra los vehículos en el momento de trasiego de Gas L.P.

**CALCULO DEL EQUIPO DE TRASIEGO:**

Queda justificado en la Memoria Técnica que la capacidad total de almacenamiento será de 250,000 litros agua de capacidad que se tiene en un recipiente de 250,000 litros agua, especiales para Gas L.P. del tipo intemperie cilíndrico horizontal, de la marca TATSA.

a) Capacidad de llenado o gasto en la función de la probable operación dividido en dos partes una para cada bomba.

   Experimentalmente se ha determinado que la capacidad de bomba debe satisfacer el llenado máximo y que el flujo no exceda de 30 L.P.M. por recipiente portátil de 30 kg. ó 60 lts., por lo que este recipiente se llenará aproximadamente en dos minutos, en este caso se alimentan 12 salidas, por lo que simultáneamente se llenarán 12 recipientes portátiles por cuyas razones necesitamos 480 L.P.M. (126.81 G.P.M.), siendo ésta la cantidad que será tomada para efectuar nuestros cálculos. Para satisfacer dicha demanda se contará con una bomba con capacidad nominal de 530.00 L.P.M. (140 G.P.M.)

### 2.2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ELÉCTRICO

**DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA**

- **Objeto de las especificaciones:**

El objetivo principal de este proyecto es suministrar energía eléctrica en alta y baja tensión a la Planta de Distribución de Gas L. P. en Zacatecas.

Las especificaciones y cálculos del diseño, están basados en su totalidad en las siguientes publicaciones que servirán de base para cualquier consulta: NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (Utilización), publicada en el DOF del 29 de Noviembre de 2012, así como en las especificaciones de CFE y Estándar 80 del IEEE.

- **Localización:**

Las instalaciones de la Planta se ubicarán en: KM. 123+000, CARR. 45-D, GUADALUPE – MORELOS, MUNICIPIO DE MORELOS, ESTADO DE ZACATECAS. C.P.98100

- **Descripción:**

La planta constará de un área de plataforma, cisterna, muelle de cilindros, cuarto eléctrico y oficinas. Así como también área de alumbrado general.

- **Alcance del proyecto:**

a) Alimentador en media tensión, subestación, alimentadores generales a Planta de Distribución de Gas L.P.
b) Circuitos derivados.
c) Sistema de tierras.

El servicio de energía eléctrica será suministrado por Comisión Federal de Electricidad en alta tensión de 13.8Kv., para lo cual se empleará un transformador de 150 Kva 3 Ø con una relación de voltaje 13,800/220 - 127 Volts. La medición es en alta tensión, los Kva del transformador se determinaron en función de la carga por alimentar.

### 2.2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CONTRA INCENDIOS

**SISTEMAS CONTRA INCENDIO:**

La planta de distribución de Gas L.P., como medida de seguridad y prevenir alguna contingencia, tendrá instalados extintores, un sistema de enfriamiento por aspersión de agua sobre el recipiente de almacenamiento y un sistema de hidrantes.

**SISTEMA DE PROTECCION POR MEDIO DE AGUA:**

Con el objeto de obtener mayor seguridad en la protección de las zonas de almacenamiento, trasiego y estacionamientos de los vehículos de reparto y auto-tanques; el análisis de las condiciones de la instalación están calculados hidráulicamente con los criterios de la NOM-001-SESH, vigente, como se describe a continuación a detalle: la operación es manual: tanto el sistema de protección por medio de Enfriamiento por Aspersión de agua, como el sistema de hidrantes los cuales cubren un 100% todas las áreas de riesgo y consta de lo siguiente:

- **Cisterna para agua**

Esta alimentará exclusivamente a los sistemas de agua contra incendio y su capacidad resulta de sumar 21,000 litros a la requerida de acuerdo al cálculo hidráulico para la operación del sistema durante 30 minutos, de acuerdo al numeral correspondiente de la NOM-001-SESH.

- **Sistema de enfriamiento por aspersión de agua**

Mediante aspersores que rociarán directamente el 90% de la superficie por encima del ecuador del recipiente de almacenamiento.

Dicha cobertura se estableció, cuidando que los círculos proyectados por el agua de las boquillas de aspersión sobre el recipiente de almacenamiento se tocarán cuando menos en un punto.

- **Válvulas del sistema de enfriamiento por aspersión de agua:**

La operación de las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se efectuará por manipulación manual, por lo cual se contará con:

a) Un control de arranque del sistema de bombeo.

b) Para operar la válvula a la apertura se tendrá indicado mediante flechas pintadas el sentido del giro para operar la válvula a la apertura.

c) Las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se tendrán colocadas fuera de la zona de almacenamiento y trasiegos del Gas L.P.

d) Una válvula de bloqueo por recipiente, debido a lo indicado por la normatividad.

- **Sistema de hidrantes**

Este sistema contará con: gabinete protector debidamente identificado, una manguera de 30 metros de largo y 38 mm (1.5”) de diámetro, equipadas con boquilla reguladora que permitirá surtir neblina considerando el gasto de 4 hidrantes siendo de 350 LPM., cada uno.

Este sistema cubrirá el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto-tanques y vehículos de reparto.

Gasto Hidrantes: 4 x 350 LPM = 1,400.00 LPM

**CALCULO DEL EQUIPO DE BOMBEO:**

El equipo de bombeo contra incendio estará compuesto por una bomba principal con motor eléctrico y de respaldo con motor de combustión interna a diésel; su cálculo considera un gasto de aspersores de 1,381 L.P.M; y una red de 2 hidrantes con un gasto total de 700 L.P.M. ambos con una presión de 3.50 kg/cm².

Da un gasto total de: 1,381 + 700= 2,081.00 L.P.M.

**TOMA SIAMESA:**

La Planta contará con una toma siamesa debidamente identificada, como prevención en alguna contingencia; instalada en el exterior en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua; cuyo objeto será inyectar directamente a la red contra Incendio, el agua que sea proporcionada desde el exterior; como también, a la cisterna en caso de no contar con el equipo de bombeo necesario en el exterior. La operación consistirá en el manejo de válvulas de compuerta seguida de una válvula no retroceso. Para habilitar la toma siamesa a la red del sistema de enfriamiento.

**SISTEMA DE ALARMA:**

Se contará con un sistema de alarma sonora para aviso de emergencia activada manualmente, debidamente señalada; a base de una sirena eléctrica la cual se alimentará en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad.

**ROTULOS DE PREVENCION, PINTURA Y COLORES REGLAMENTARIOS:**

a) El recipiente de almacenamiento se tendrá pintado de color BLANCO BRILLANTE, en sus casquetes un círculo ROJO, de aproximadamente la tercera parte del diámetro del recipiente y rótulo "PELIGRO GAS L.P. INFLAMABLE", pintado con caracteres ROJOS no menores de 10 cm. LA CAPACIDAD TOTAL en litros-agua así como el contenido y número económico con letras del tamaño de 25 cm. Como mínimo, la razón social de la empresa con letras de acuerdo al tamaño del diámetro del tanque.

b) Todas las tuberías se encontrarán pintadas anticorrosivamente de acuerdo al código colores normativos como son: de BLANCO las conductoras de gas en fase líquida, BLANCO con BANDA VERDE las que retornan gas en fase líquida al recipiente de almacenamiento, de AMARILLO las que conducen gas en fase de vapor, de NEGRO para los conductores eléctricos, ROJO las tuberías que conducen agua del sistema contra incendio y AZUL las que conducen aire.

c) La plataforma de concreto que constituirá la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la planta, se encontrarán pintadas con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

En el recinto de la Planta de Distribución de Gas L.P., se contará con letreros preventivos alusivos y visibles tal como lo especifica la tabla de conformidad con Norma Oficial Mexicana "PLANTAS DE DISTRIBUCION DE GAS, L.P. DISEÑO, CONSTRUCCION Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN". Vigente, STPS y Protección Civil.

## 2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DE PROCESOS PRINCIPALES Y AUXILIARES

Para las actividades que se llevarán a cabo en la Planta de Distribución de Gas L.P. se utilizarán distintos equipos, siendo que los principal a utilizarse para las operaciones de almacenamiento son los recipientes de almacenamiento de Gas L.P. tipo intemperie. Para su fabricación se cumple con la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente, fabricado por Trinity Industries de México, S. de R.L de C.V. (TATSA), se cuenta con placa de identificación y certificado de fabricación; así como las entradas y salidas del líquido y vapor, las cuales están ubicadas en su parte inferior, así como la válvula dren para el caso de su mantenimiento interior y cuenta con los dispositivos de seguridad y medición; con las siguientes características:

Tabla 4 Características de equipos principales del proyecto

| Características | Recipiente 1 (Planta) |
|---|---|
| O.T. (Cert. Fab.) | 3357 |
| Norma de fabricación | X-12-1969 |
| No. de serie del fabricante | TB 075 |
| Año de fabricación | 1982 |
| Capacidad en lts. agua | 250,000 |
| Capacidad al 90% Kgf/cm2 | 126,000 Kg |
| Diámetro nominal | 3.378 mts |

| | |
|---|---|
| Longitud Total Cuerpo | 29.896 mts. |
| Presión de Diseño | 14.00 Kg/cm2 |
| Factor de Seguridad | 4 |
| Forma de cabezas | Semiesféricas |
| Radiografiado de cuerpo | 100% |
| Radiografiado de cabezas | Puntos |
| Espesor lamina de cuerpo | 16.61 mm |
| Espesor lamina cabezas | 9.52 mm |
| Tara en Kgs. | 41,100 kg |
| Fecha de ultrasonido | Agosto 2022 |
| Ubicación | Zona de almacenamiento |
| Vida Útil | 30 años |

El recipiente de la planta por tener más de 10 (diez) años de antigüedad, cuenta con dictamen de evaluación ultrasónica de espesores por Unidad de Verificación, quien establece que son aptos para su operación de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002 y cuentan con los siguientes accesorios:

- Un medidor rotatorio para nivel de líquido de 25.4 mm de Ø, marca REGO.
- Un manómetro con escala de 0-21 kg/cm² de 64.00 mm de Ø, Marca METRON.
- Dos válvulas de máximo llenado de 6.4 mm. de diámetro, localizada una al 90% y la otra al 86.25% del nivel total del recipiente. Marca REGO Modelo 3165.
- Termómetro de graduación –50°C a +50°C de 76.00mm Ø, de Mca Rochester.
- Dos válvulas de exceso de flujo para Gas Líquido, Marca REGO, Modelo A7539 VGF de 76 mm. de diámetro, con capacidad de 984.00 L.P.M. cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para Gas Líquido, Marca REGO, de 51.0 mm (2") de diámetro con capacidad de 925 m³/hr (32,700 ft3/hr) cada una.
- Dos válvulas de exceso de flujo para Gas-Vapor de 51.0 mm (2"), Marca REGO Modelo 3292 B, con capacidad de 925.0 m³/hr. cada una. (32,700 ft³/hra) c/u.
- Cinco medios coples para control en la entrada y salida del gas líquido y vapor, siendo dos de 76 mm. (3") de Ø y tres de 51 mm. (2") de diámetro.
- Una conexión soldada al recipiente para cable a "tierra".
- Un tapón macho de acero de 51 mm. (2") de diámetro.
- Dos bridas de cuello realzado de 102 mm. (4") de diámetro donde se instalarán aditamentos múltiples con sus válvulas de seguridad.
- Dos aditamentos múltiples para cuatro válvulas de seguridad cada uno bridada Marca CM, Modelo 5850A; de 101.0 mm (4") de diámetro, con 4 válvulas de seguridad, Marca CM, Modelo VRP-250 de 64 mm. (2½") de diámetro, con capacidad de 308 M³/Min. cada una de las válvulas tienen un tubo de desfogue, con una altura de 2.00 mts., y capuchón en el extremo superior de cada válvula.
- Entre el tubo de desfogue y la válvula de seguridad existe un punto de fractura para que caso de la ruptura del tubo no se afecte el mecanismo de la válvula.

## 2.4 EQUIPOS AUXILIARES

El equipo y accesorios que se utilizaran para el trasiego y manejo de Gas L.P., serán resistentes a la acción de este hidrocarburo y adecuados para las condiciones de presión y temperatura; la maquinaria para las operaciones básicas de trasiego son las siguientes:

a) Bombas

Tabla 5. Características de las bombas

| Numero | 1 y 2 | 3 |
|---|---|---|
| Operación | Llenado de cilindros y carburación | Suministro de autotanques |
| Marca | CORKEN | CORKEN |
| Modelo | 1021 | 1021 |
| Motor Eléctrico | 5 H.P. | 5 H.P. |
| R.P.M | 1750 | 1750 |
| Capacidad nominal: | 530 LPM (140 G.P.M.) | 530 LPM (140 G.P.M.) |
| Presión diferencial de trabajo (máximo): | 3 kg/cm$^2$ (42.66 PSI) | 3 kg/cm$^2$ (42.66 PSI) |
| Tubería de descarga | 76 mm (3”) de Ø | 76 mm (3”) de Ø |
| Tubería de succión | 76 mm (3”) de Ø | 76 mm (3”) de Ø |
| Vida Útil | 10 años | 10 años |

b) Compresor

Tabla 6. Características de los compresores

| Numero | 1 y 2 |
|---|---|
| Operación | Recepción de semirremolques |
| Marca | CORKEN-CORO VANE |
| Modelo | 490 M3FBA |
| Motor Eléctrico | 15 H.P. |
| R.P.M | 1760 |
| Capacidad nominal: | 757.0 LPM (200 G.P.M) |
| Desplazamiento | 61.9 m$^3$/hr |
| Tubería de Gas Liquido | 76.00 mm (3”) de Ø |
| Tubería de Gas Vapor | 51.00 mm (2”) de Ø |
| Vida Útil | 10 años |

Las bombas deberán estar instaladas con cople flexible en la línea de succión y contarán con válvula automática de retorno en la tubería de descarga y funciona a solicitud; esta tubería deberá retornar el producto al almacenamiento y se encontrarán ubicadas dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento de 0.60 mts., de altura y cumplirán con las distancias mínimas reglamentarias.

Los compresores deberán estar instalados entre coples flexibles, contarán con válvula de alivio de presión, con tubería de desfogue y la descarga no debe dirigirse a ningún elemento de la planta de

distribución; estos se encontrarán ubicados dentro de la zona de protección de 0.60 mts., de altura y cumplirá con las distancias mínimas reglamentarias.

La descarga de la válvula de purga de líquidos de los compresores estarán a una altura mínima de 2.5 mts. N.P.T., de manera que no afecte al operador y contará con cobertizo por lo tanto la descarga estará al exterior, ni se dirige hacia el recipiente de almacenamiento.

Cada bomba o compresor, así como sus motores se encontrarán instalados a una base metálica fija, las que a su vez serán ancladas con concreto para evitar la trasmisión de vibraciones de la tubería.

El dispositivo de acoplamiento entre el motor-bomba o motor compresor, estarán resguardados con una cubierta de protección.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y compresor son las apropiadas para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga; y se tienen conectados al sistema general de tierras, para descarga de energía electrostática.

## 2.5 ACCESORIOS DE OPERACIÓN

### 2.5.1 VÁLVULAS SU NOMENCLATURA Y FUNCIÓN

De función específica y que cumplen con los requerimientos de operación. Todas las válvulas serán del mismo diámetro de la tubería del sistema que protegerán y su capacidad adecuada a las necesidades de éste**.**

- **Válvulas de exceso de flujo**

La válvula de exceso de fluido permite el paso del líquido o vapor en ambos sentidos, pero tiene una capacidad límite en flujo hacia el exterior del recipiente proporcionando una protección contra roturas de tuberías, accesorios o mangueras, un excesivo de flujo superior a la capacidad de la misma, provoca su cierre y para volverla a operar se requerirá cerrar la válvula manual que se encuentra después de ella y esperar a que la presión en el tramo formado por la válvula de exceso y la válvula manual se iguale a la presión existente en el recipiente.

- **Válvula de no retroceso**

Las válvulas de no retroceso, permiten el paso del gas en una sola dirección, se componen de cuerpo, asiento y resorte, manteniendo este al asiento siempre en posición cerrada por medio del resorte. El flujo del gas en el sentido que permite la válvula hace abrir el asiento, al cesar este flujo, el resorte volverá a colocar el asiento en posición de cerrado, no permitiéndose el flujo en dirección contraria. Esto es al aumentar la presión en la entrada el asiento de la válvula abrirá permitiendo el flujo en ese sentido y volverá a cerrar, al disminuir dicha presión.

- **Válvulas de retorno de vapores**

Las válvulas de retorno de vapores constan de dos mecanismos, siendo el primero una válvula de no retroceso y el segundo una válvula de exceso de flujo en operación, al colocar un acoplador con botador

queda neutralizada la válvula no retroceso, permitiendo el flujo en ambos sentidos y quedando siempre como protección la válvula de exceso de flujo contra roturas de tuberías o mangueras. Este tipo de válvulas compuestas es común usarlas en los recipientes de 5,000 litros o menores, pero en mayor capacidad se utiliza la válvula de exceso de flujo cuya operación fue mencionada anteriormente.

- **Válvulas internas**

Son usadas generalmente en semirremolques de entrega, la misión de estas válvulas es controlar el paso del gas del recipiente hacia la bomba, operando de esta manera como válvula de operación manual y a control remoto por medio de cable o varilla. En su posición abierta queda preparada una sección de la misma para funcionar como válvula de exceso de flujo.

- **Válvulas de Check-Lok**

Usadas generalmente en recipientes fijos tienen la finalidad de poder evacuar gas del recipiente, lo cual se logra mediante un elemento adaptador diseñado ex-profeso para la misma válvula, cuando este elemento ha sido introducido, su mecanismo queda colocado de tal manera que operará como válvula de exceso de gasto y en su posición cerrada como válvula de no retroceso. Si está en la parte superior del recipiente debe tener instalada una vena que llegue a su fondo.

- **Válvulas de máximo llenado**

Muestran el máximo nivel de líquido permisible, se compone de un tapón roscado, el cual se registra si el líquido ya llegó a ese nivel, cuentan con un tapón macho que permite la salida de gas en sus dos estados líquido y gaseoso y van instaladas en la cabeza, en su parte superior y a las alturas de los niveles del 86% y 90%. Cuando van instaladas al centro de la cabeza, el recipiente cuenta con dos tubos que alcanzan los niveles señalados anteriormente. Mediante su empleo se evita el sobrellenado de los recipientes, ya que, al llenarlos, se puede tener parcialmente abierto el tapón, fugando por la válvula, gas en estado de vapor y se suspende el llenado al salir por ella gas-líquido.

- **Válvulas de seguridad (o relevo de presión)**

Están integradas por un cuerpo y un resorte que hace presión sobre un disco y este sobre un asiento, Impidiendo que el gas pase a través de esta válvula, y solo sucede esto cuando la presión interior del recipiente vence la resistencia del resorte, sirven para impedir que los recipientes soporten una presión de trabajo mayor que aquella para la cual están construidos protegiéndolos consecuentemente. Existen válvulas de seguridad de resorte interno y resorte externo, sin embargo, su funcionamiento es el mismo. Se encuentran calibradas para abrir a una presión de 17.5 Kg/cm$^2$.

- **Válvulas de cierre manual**

Las válvulas de cierre manual que más comúnmente se conocen, son las de globo o tipo de ángulo, sirven para abrir o cerrar el flujo de una tubería o abertura de los recipientes y obtener las funciones que se requieran; es muy importante mantener estas válvulas en buenas condiciones de operación, verificando

siempre que cierren totalmente, sin que esto quiera decir que se aprietan demasiado, sino solamente lo necesario para suspender el flujo, con esto se evita que se marque mucho el asiento y que con el tiempo ya no cierre, al detectarse fugas se debe apretar la tuerca estopero hasta donde sea necesario, si aún con esto permanece la fuga, se debe reemplazar el estopero. Existen también las válvulas de bola que ofrecen menos restricción al paso del gas y su cierre se efectúa al girar solamente un cuarto de vuelta su maneral.

- **Válvulas de separación (pull-away)**

Estas son instaladas especialmente en mangueras para carga y proporcionar protección, deteniendo una fuga provocada por un arranque sin desconectar.

- **Válvulas de desvió o retorno automático (By pass)**

Está en una válvula de precisión especial para que las bombas trabajen a su perfección y que actué como el tubo de paso cuando es necesario de acuerdo a la presión, ajustando el tornillo hacia el lado izquierdo para descargar la presión; y al lado derecho hará incrementar la descarga de la presión de la bomba.

- **Válvulas de emergencia de acción remota**

Son Válvulas de Seguridad Automáticas para paro de Emergencia de Acción Remota, con la finalidad de cortar el flujo de Gas L.P. en el momento de una descarga improvista, esta se opera despresurizando la línea de vapor que va a la válvula para que cierre automáticamente.

### 2.5.2 MEDIDORES

- **Medidores Rotatorios y Medidores Magnéticos**

Estos constan de un tubo de profundidad curvo, una carátula, una manija indicadora y un tapón para purga; el tubo, continúa hasta la parte exterior, terminando en un pequeño tapón para purga, en este extremo también va adaptada la manija cuya flecha debe coincidir con la posición del tubo interior; para tomar lectura se coloca la manija indicadora en la parte superior al 100% que indica la carátula; se abre el tapón con lo cual empieza a salir vapor y se gira lentamente hasta que el extremo del tubo de profundidad en el interior del recipiente llegue al nivel del líquido saliendo este al exterior por el orificio. Como la posición de la manija ha variado en su movimiento, al detenerla cuando salga líquido, indica el porcentaje exacto de líquido que hay en el recipiente.

- **Medidor de Nivel Magnético o de Flotador (Magnatel)**

Es un instrumento de control, consta de una barra que se encuentra en el interior del recipiente, en cuyo extremo tiene un flotador, este se mantiene en la superficie del líquido del gas. Por medio de un pequeño engrane trasmite el movimiento en otra barra vertical que gira y que registra ese giro a un indicador magnético que se encuentra visible en la parte superior del recipiente con un registro en círculo que marca los diferentes porcentajes de líquido según la posición del flotador.

### 2.5.3 MANÓMETROS

Es un instrumento de control que sirve para medir la presión, expresada en nuestro sistema métrico, "kilogramos sobre centímetro cuadrado". Colocado en un recipiente de almacenamiento, indica la presión existente.

### 2.5.4 TERMÓMETROS

El termómetro es un instrumento de control que sirve para registrar la temperatura, la que en el sistema internacional de unidades se expresa en "grados centígrados", indica la temperatura del gas dentro del recipiente.

Nota: con la temperatura y la presión registrada por ambos indicadores en un recipiente que contenga gas y el empleo de la tabla de "COMPOSICIÓN DEL GAS L.P." se obtiene el peso específico (densidad relativa) del producto, contendido lo mismo que el porcentaje de butano y propano de que está compuesto.

### 2.5.5 INDICADORES DE FLUJO CON VISOR

Estos indicadores están diseñados para promover la máxima eficiencia de la bomba para carga o compresor y permite que los operadores del Planta de Distribución de Gas L.P. inspeccionen la succión, velocidad del flujo sin cavitación, también sirve como válvula check de no retroceso para evitar el regreso del flujo.

## 2.6 ZONA DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

La planta de distribución contará con un muelle de llenado, para el trasiego de Gas L.P., a los recipientes transportables con las zonas requeridas por la NOM-001-SESH:

a) La instalación contará con una línea principal que deriva en 3 manifold cada una para 4 salidas para el llenado de recipientes transportables, teniendo en total 12 salidas, la línea principal estará construida con tubería de acero cédula 40 sin costura para alta presión de 76 mm. (3") de diámetro. Y las secciones estarán construidas con tubería de acero cédula 40 sin costura para alta presión de 51 mm. (2") de diámetro. Se encuentra debidamente soportado y contará con un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm², válvulas de seguridad, así como de cierre manual general y para retorno de líquido.

   Cada sección de múltiple de llenado contará con 4 salidas para el llenado de recipientes transportables de 12.50 mm. (1/2") de diámetro cada una, dando un total de 12 salidas en total, cada salida contará con los siguientes accesorios:
   - Una válvula de globo de 13 mm. de diámetro.
   - Una válvula de llenado automático (Solenoide) de 13 mm.
   - Una manguera especial para Gas L.P. de 13.00 mm., de diámetro.
   - Una válvula de cierre rápido de 13.00 mm x 6.4 mm. de diámetro.
   - Un conector para llenado Punta Pool con maneral de 6.40 mm de Ø y su debida protección.

b) Básculas: El muelle de llenado contará con 12 básculas de tipo plataforma:

- Marca: REVUELTA MAZA
- Tipo: BASCULA REVUELTA ERP-3300-G Electrónica
- Modelo: PG-72-014-0023
- Capacidad: De 0 continúo a 300 Kg. cada una.

Tipo plataforma, con un sistema computarizado (TROYA) para llenado el exacto de recipientes transportables con capacidad de 300 kgs., mismas que serán usadas para el control de peso, con su sello correspondiente de verificación PROFECO y dictamen de la Unidad de Verificación, siendo aprobadas por la NOM-010-SCFI-1994. Estarán colocadas en huecos especiales en el piso permanentemente conectadas al sistema de "tierras" para la descarga de energía electrostática.

c) El muelle de llenado contará con una ***báscula de repeso*** de recipientes transportables del tipo plataforma de carátula y capacidad para 300kg. Igualmente conectada a tierra.

d) En el muelle de llenado de la planta de distribución, se encontrará instalado el ***Sistema de Vaciado de Gas L.P. de los recipientes transportables,*** el cual constará de un recipiente no transportable tipo estacionario con una capacidad adecuada, ubicado detrás del muelle de llenado; contando con los aditamentos necesarios y un tubo de desfogue para liberar la presión existente en dicho recipiente.

   Este sistema contará además de un múltiple con dos salidas conectadas al recipiente antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado de gas de los recipientes portátiles por gravedad.

   La tubería del sistema, será de acero cédula 80, sin costura, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm², la tubería para drenar los recipientes será de 32 mm. (1¼") de diámetro, y la de desfogue de 19 mm. (3/4") de diámetro. Los accesorios a instalarse serán del mismo diámetro, de las tuberías en que se encuentren instaladas.

   Las mangueras que se usarán son para Gas L.P., construidas con hule neopreno de doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm² y de ruptura de 140.00 kg/cm². Este sistema se encontrará conectado al sistema de bombeo para recuperación del Gas L.P., que contiene.

e) En el muelle de llenado de recipientes transportables, se encontrará también el ***área de colocación de sellos de garantía,*** esta superficie de 8.00 m². se encontrará adecuada para la colocación del sello de garantía o seguridad a los recipientes transportables, en su válvula de servicio, fabricado en material de polipropileno, las juntas son flexibles y se aplica fácilmente a mano; el diseño incluye una lágrima fácil como etiqueta para la extracción sin herramienta.

f) También se encontrarán debidamente delimitadas la zona de descarga, la zona de revisión de recipientes transportables, que según el caso se enviarán a su llenado, reparación o serán rechazados y enviados al ***área de recipientes transportables rechazados*** que existirá en la Planta

## 2.7 ZONA DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO

Independientemente del área que ocupe el muelle de llenado de recipientes transportables, en la plataforma de concreto para la protección del recipiente de almacenamiento, bombas, compresor y también las tomas siguientes:

**a) Tomas de recepción de Gas L.P.**

Por el lado Sureste del recipiente de almacenamiento de la planta se localizarán las tomas de recepción de Gas L.P. para semirremolques, sobre una plataforma de concreto, la cual contará con estructura metálica, lámina galvanizada y columnas también metálicas a una distancia de 11.28 mts., del recipiente de almacenamiento.

La tubería que se usará para la descarga de semirremolques, para la conducción de Gas Líquido es de 76 mm., y línea de Gas Vapor de 51 mm de diámetro (2"), contará en su boca terminal con una válvula pull away, un adaptador para conexión de la manguera, una válvula tipo globo, un indicador de flujo (ojo de buey) y una válvula de exceso de flujo, del mismo diámetro de la tubería que los contiene.

**b) Tomas de suministro de Gas L.P.**

Las tomas de suministro para auto-tanques se localizarán por el lado Suroeste del recipiente de almacenamiento, y para su mayor protección se tendrán sobre la zona de protección de 0.60 mts., de altura. La toma más cercana se tiene a una distancia de 5.90 mts. del recipiente.

La tubería conductora de Gas Líquido del recipiente a las bombas será de 76 mm. (3") de diámetro y de éstas a la carga de auto-tanques se reducirán a 51 mm (2'') de diámetro, contando en la boca terminal con una válvula pull away, un adaptador para conexión de manguera, una válvula de tipo globo, una válvula de exceso de cierre automático de igual diámetro a la tubería que las contendrá.

La tubería conductora de Gas Vapor para el suministro de auto-tanques el diámetro será de 51 mm. (2"), reduciéndose en la toma a 32 mm. (1¼") de diámetro, contando en la boca terminal con una válvula pull away, un adaptador para conexión de manguera, una válvula de tipo globo, una válvula de exceso de cierre automático de igual diámetro a la tubería que las contendrá.

Tanto en la línea de líquido como en la de vapor se contará con una válvula de acción remota neumática de 51 mm. (2") de diámetro y tanto en las tomas de recepción coma las de suministro, se contará con una pinzas especial tipo caimán con cable eléctrico, para conectar a tierra los vehículos en el momento de trasiego de Gas L.P.

- **TRANSPORTE DE GAS L.P**

El suministro de gas a recipientes de almacenamiento en la Planta de Distribución se realizará utilizando semirremolques.

Un semirremolque, es una estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un recipiente no transportable para contener Gas L.P., utilizado para el transporte de dicho combustible, y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga del mismo

El personal encargado de operar estas unidades lo debe hacer siguiendo las medidas de seguridad que correspondan y manteniendo el semirremolque en buenas condiciones, reportando al personal técnico encargado del mantenimiento cualquier falla o anomalía que observe en sus componentes, para la reducción de riesgos. A continuación se detallan los componentes de un semirremolque de entrega y las funciones que desempeñan.

Tabla 7. Características del Transporte

| CARACTERÍSTICAS DE TRANSPORTE | |
|---|---|
| Semirremolque | Estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un recipiente no transportable para contener Gas L.P., utilizado para el transporte o \|distribución de dicho combustible, a través de un sistema de trasiego.<br>Los semirremolques, cuentan con los siguientes accesorios:<br>- Válvulas de relevo de presión<br>- Válvulas de exceso de flujo<br>- Válvulas de no retroceso<br>- Válvulas internas<br>- Válvulas de máximo llenado<br>- Válvulas de globo<br>- Adaptador de válvula de globo<br>- Tapón del adaptador de la válvula de globo<br>- Válvulas de purga<br>- Termómetro<br>- Manómetro<br>- Indicador de nivel |
| Descripción de los caminos | Para el suministro del Gas L.P. |
| Topografía del terreno de las rutas | En todo momento se utilizan caminos adecuados para las dimensiones y carga de los vehículos y transportes utilizados en el proceso, todos los caminos son pavimentados. |
| Condiciones de operación | Los semirremolques están sujetos a esfuerzos repetitivos tales como: vibraciones, impactos, flexiones, tracciones, torsiones, etc., de magnitud variable pero en ocasiones elevada, por lo que se deberá realizar una revisión diaria de las condiciones del recipiente. |
| Características del semirremolque | Contenedores sujetos a temperatura ambiente.<br>Diseñados y fabricados de acuerdo con la NOM-009-SESH-2011 y código ASME Sección VIII; Div 1; última edición y además se siguen las especificaciones de acero para el recipiente. |

<table>
<tr><td></td><td>- Presión de diseño 17.58 kgf/cm$^2$<br>- Presión de prueba hidrostática 1.3 veces la presión de diseño<br>- Las soldaduras del cuerpo y cabezas radiografiadas al 100%<br>- Relevado de esfuerzos<br>- Entrada pasa-hombre<br>- Venas internas para servicio de vapores, llenado y máximos de llenado<br>Prueba de funcionamiento con gas</td></tr>
<tr><td>Características físicas del material transportado.</td><td>El Gas L.P. (GLP) está compuesto e identificados por:
<table>
<tr><th>Nombre químico</th><th>Número CAS</th><th>Concentración</th><th>Otros Indicadores únicos</th></tr>
<tr><td>Gas Licuado de petróleo</td><td>68476-85-7</td><td>100,0%</td><td>Número Índice 649-202-00-6<br>Número Comunidad Europea 270-704-2</td></tr>
<tr><td colspan="4">Componentes:</td></tr>
<tr><td>Etano</td><td>74-84-0</td><td>2,50% volumen máximo</td><td>Número Comunidad Europea 200-814-8</td></tr>
<tr><td>Propano</td><td>74-98-6</td><td>60,00% volumen mínimo</td><td>Número Comunidad Europea 200-827-9</td></tr>
<tr><td>Butanos</td><td>106-97-8<br>75-28-5</td><td>40,00% volumen máximo</td><td>Número Comunidad Europea 203-448-7, 200-857-2</td></tr>
<tr><td>Pentano y más pesados</td><td>109-66-0</td><td>2,00% volumen máximo</td><td>Número Comunidad Europea 203-692-4</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Sistemas de seguridad</td><td>Diseñados y fabricados de acuerdo con la NOM-009-SESH-2011.<br>Es necesario efectuar pruebas para determinar el estado de calidad del recipiente, empleando para ello equipo mecánico y electrónico de alta presión. Este tipo de pruebas hidrostáticas (Pruebas destructivas) utiliza agua a presión para realizarla; o bien prueba de ultrasonido (Pruebas no destructivas).<br>Así como aplicar lo establecido en la NOM-007-SESH-2010- Vehículos para el Transporte y Distribución de Gas L.P.- Condiciones de Seguridad, Operación y Mantenimiento.<br>Uso de válvulas de seguridad como medida de seguridad y reducción de riesgos.<br>Todo recipiente para contener Gas L.P. está dotado de válvulas de seguridad, cuya finalidad es liberar de una alta presión al recipiente, ocasionada por un sobrellenado o excesiva elevación de la temperatura.</td></tr>
</table>

Tabla 8. Características del transporte por medios distintos a ductos

| Tipo | Origen | Destino | Tipo de recipiente | Capacidad (m3) | Sustancia peligrosa | Guía de respuesta en caso de emergencia (Guía naranja) | | Condiciones de transporte | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | N° de identificación de riesgo | N° de guía | Presión kg/cm2 | Temperatura °C |
| Terrestre | Territorio Nacional | Territorio Nacional. | Semirremolque | 40.095 m3 al 90% | Gas L.P | 1075 | 115 | 7 | Ambiente |

## 2.8 COLINDANCIAS DEL PROYECTO

El terreno afectará una forma regular con las siguientes colindancias: Al Norte en 269.99 mts., con derecho de vía de la Carretera 45D tramo Guadalupe - Morelos, al Sur en 273.189 mts. Con terreno propiedad privada a nombre de Ernesto Robles de Santiago, al Oeste con 239.99 mts. Con terreno propiedad privada a nombre de Ernesto Robles de Santiago; y al Este en 240.008 mts. con terreno propiedad de Ernesto Robles de Santiago. Por las características y actividades de los predios colindantes, se considera que no existen riesgos para la vida y salud de las personas en la operación de la Planta en esa ubicación.

El terreno donde existen las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P., cuenta con las pendientes adecuadas para el desalojo de las aguas pluviales

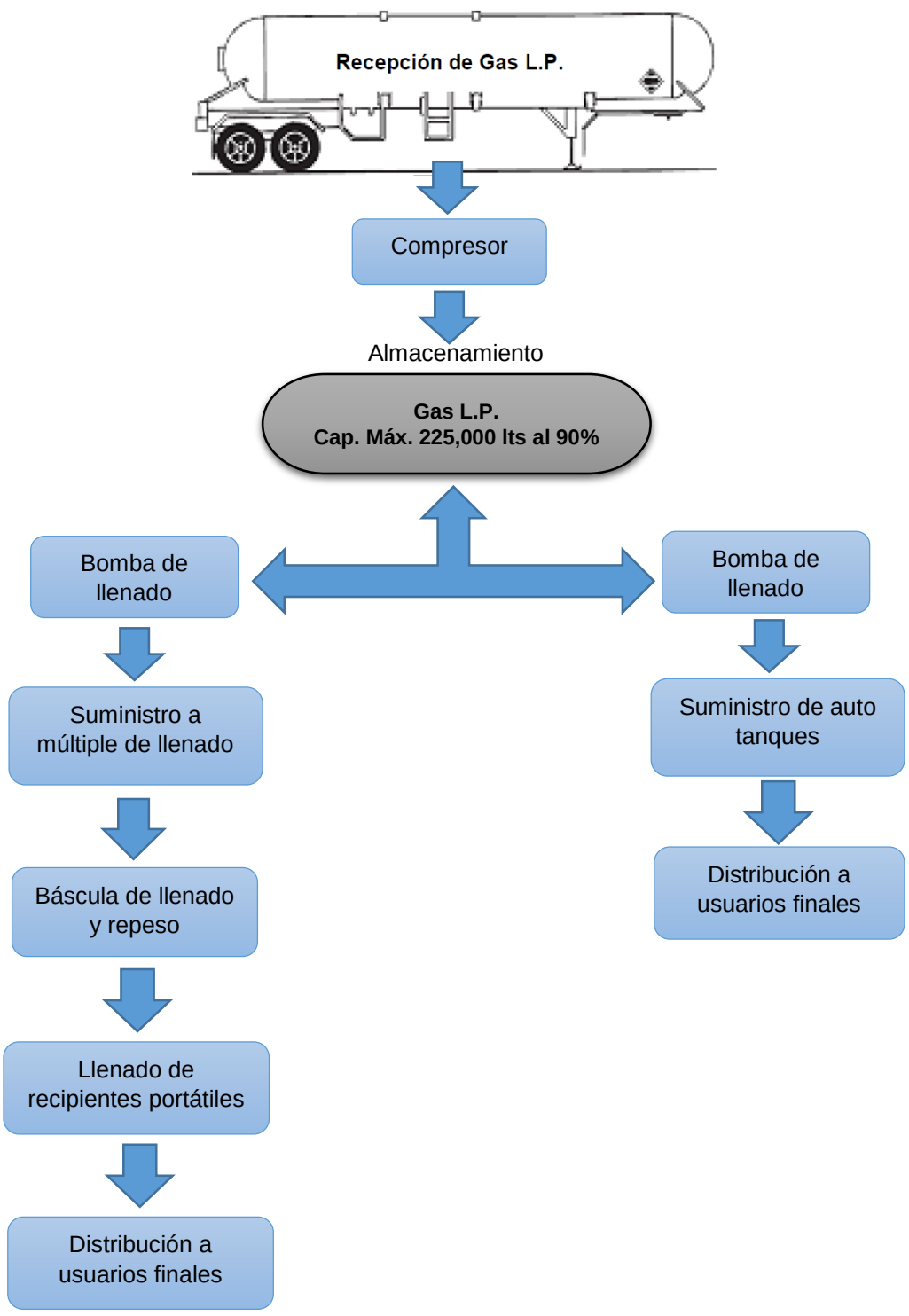
# 2. DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO

## 3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO

En las instalaciones de la Planta de Distribución no se genera ningún proceso productivo, solo se realiza el trasvase de Gas L.P. de los semirremolques a los recipientes de almacenamiento, después se dirigen a las bombas de llenado correspondientes para el llenado de recipientes portátiles o para el suministro de auto tanques y finalmente realizar la distribución a los usuarios finales. La única sustancia peligrosa que se maneja es el propio Gas L.P.

La descripción de cada uno de los procesos propuestos en el diagrama de operación de la planta se indica a continuación, la cual se realiza con base al siguiente Diagrama de flujo, las condiciones de operación como son temperaturas de diseño, presiones de diseño, flujos etc.

**Diagrama de Flujo**



### 3.1.1. SISTEMA DE RECEPCIÓN DE GAS LP MEDIANTE EL SEMIRREMOLQUE "ZONA DE ALMACENAMIENTO"

- **Área de recepción del Gas L.P.**

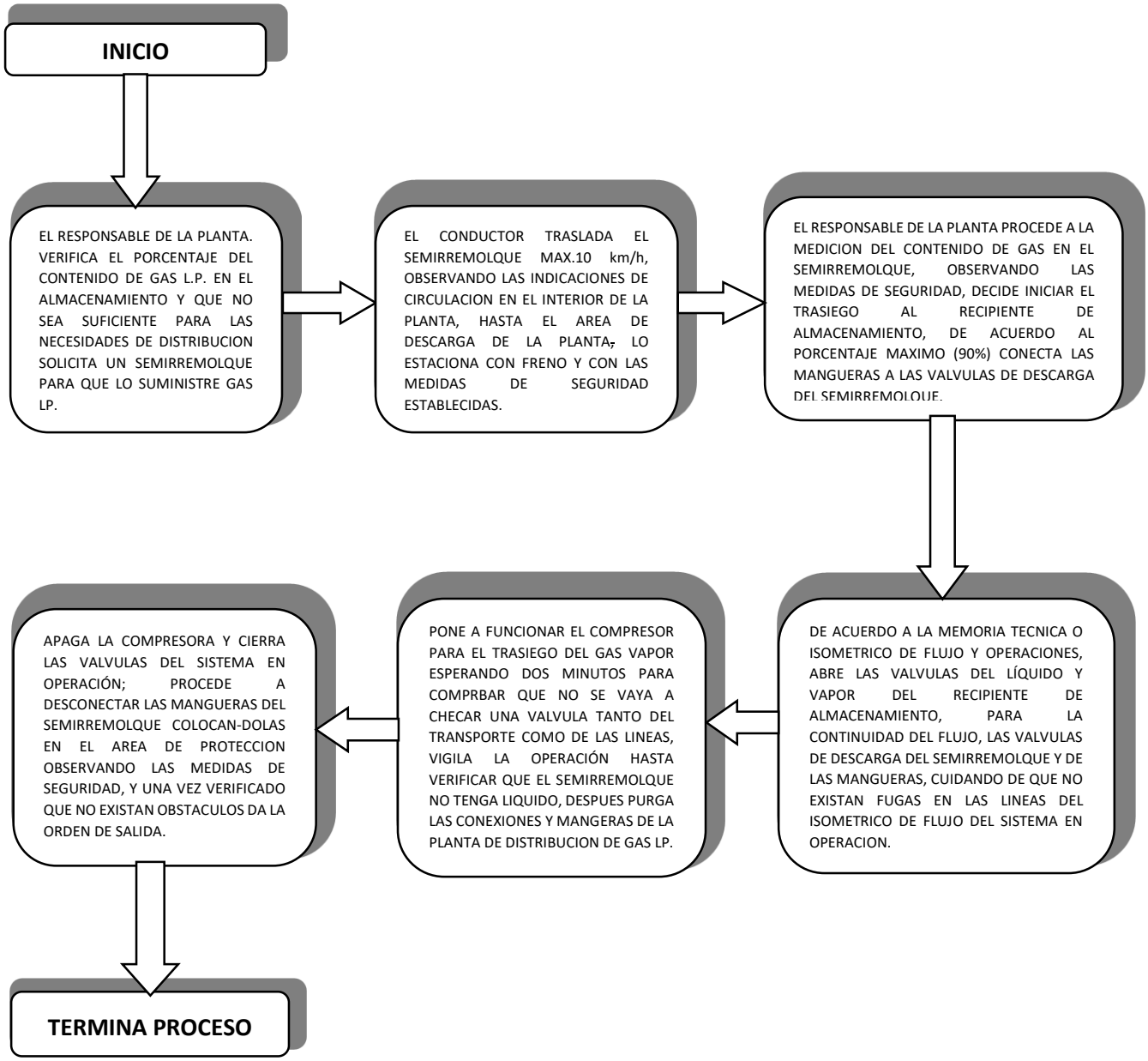
| ACT. No. | RESPONSABLE | DESCRIPCION |
|---|---|---|
| 1. | El Responsable de la Planta de Distribución de Gas L.P. | Solicita que el semirremolque llegue a la báscula a verificar su peso. Lo recibe verificando la documentación de la empresa suministradora, checándolas (3-218) en el reloj impresor. |
| 2. | " " | Verifica que el nivel de Gas L.P., líquido en el semirremolque sea del 90% y le autoriza la entrada. |
| 3. | El conductor del transporte | Conduce el vehículo hasta el área de recepción de Gas L.P., respetando la velocidad y el sentido de la circulación autorizados en el interior de la planta y lo estaciona precisamente en el espacio de la plataforma que para tal fin ha señalado el jefe de la planta. |
| 4. | El conductor | Deberá apagar el motor cerrando el swich de ignición: Pondrá velocidad y freno de mano al vehículo y entregará las llaves del mismo al responsable de descargar el semirremolque**.** |
| 5. | El encargado de descargar el semirremolque | Guarda las lleves del semirremolque |
| 5.1 | " " | Observará las medidas de seguridad establecidas en el Manual de Seguridad Operativa en el sistema de admón. y Protección al Ambiente de la Planta |

| | | |
|---|---|---|
| 5.2. | El responsable de Recibir el Gas LP., mediante el semirremolque. | Coloca las calzas atrás y delante de las llantas del semirremolque, esta operación la realiza, aunque no haya desnivel en el terreno. |
| 5.3. | " | " | Solicita al conductor del vehículo la factura correspondiente al Gas L.P de la empresa suministradora. |
| 5.4. | " | " | Revisa la factura que le entrego el conductor y mide el contenido de Gas L.P. líquido en el semirremolque. |
| 5.5. | " | " | Verifica el porcentaje de llenado del recipiente de almacenamiento para decidir qué porcentaje de Gas, L.P. se trasegará, sin exceder el 90% de su capacidad. |
| 5.6. | " | " | Conecta el vehículo a tierra para evitar descargas de electricidad estática. A partir de este punto es requisito indispensable utilizar guantes para continuar las maniobras de descarga. |
| 5.7. | " | " | Conecta las mangueras a las válvulas de descarga del vehículo. |
| 5.8. | " | " | Observando las indicaciones de la Memoria Técnica descriptiva de la planta relacionada a esta maniobra o isométrico de flujo anexo; abre las válvulas de líquido y de vapor del recipiente de almacenamiento para tener la continuidad del flujo. |
| 5.9. | " | " | Revisa las válvulas de la planta abiertas y cerradas para garantizar el paso del Gas L.P. |
| 5.10. | " | " | Abre las válvulas del semirremolque y de las mangueras. Plano isométrico de flujo y condiciones seguras de operación. |

| | | |
|---|---|---|
| 5.11. | El encargado de descargar el semirremolque. | Verifica que no existan fugas en el sistema de purga en el semirremolque y en las conexiones de las mangueras. |
| 5.12. | " | " | Si es necesario (esto es cuando exista gas licuado) desfoga la trampa de la compresora. |
| 5.13. | " | " | Pone a funcionar la compresora para el trasiego del vapor. Esperando dos minutos cerca de la misma para corroborar que no exista una válvula que se vaya a checar, tanto en el sistema del semirremolque como en la tubería. |
| 5.14. | " | " | Vigila que la operación del trasiego se lleve a cabo sin contratiempos, para lo cual está siempre pendiente y cerca del vehículo para poder solucionar a tiempo cualquier falla. Así mismo vigila que el llenado del recipiente de almacenamiento se llene de acuerdo a lo programado. |
| 5.15. | " | " | Una vez que se revisó el semirremolque que no tenga líquido, apagara la compresora y cerrara las válvulas del sistema. Tanto de la planta como del semirremolque. |
| 5.16. | " | " | Procede a purgar el contenido de las conexiones del semirremolque y las mangueras de la planta. Utilizando los grifos del transporte. |
| 5.17. | " | " | Desconecta las mangueras colocando las inmediatamente en el área de protección. |
| 5.18. | " | " | Desconecta el vehículo de tierra y retira las calzadas de las llantas colocándolas en su lugar. |

| | | |
|---|---|---|
| 5.19. | El encargado de descargar el semirremolque. | Es obligación del responsable de realizar la descarga, dar una vuelta completa alrededor del semirremolque para revisar que no existan fugas ni haya mangueras u conexiones de tierra conectadas al transporte y parta, observando que no se hayan quedado calzas olvidadas. |
| 5.20. | El encargado de descargar el semirremolque | Entrega las llaves al conductor del semirremolque, pasando en su caso a la báscula a destarar, dándole así mismo la orden de salir de la Planta de Distribución de Gas L.P. |
| 6. | " " | Solicita la hoja 3-218-2 o formato de compra para volver a cargar Gas, en Pemex u otro control; conduce el vehículo hacia la salida de la planta, respetando la velocidad y el sentido de circulación autorizados en el interior de la misma. |
| 7. | El Responsable de la planta. | Verifica que el semirremolque vaya vacío de Gas L.P. líquido y le permitirá la salida de la planta. |

- **Diagrama de flujo**
  **Área de recepción de Gas L.P. mediante semirremolque**



### 3.1.2. SISTEMA DE SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES.

- **Área de suministro de Gas L.P.**

| ACT. No. | RESPONSABLE | DESCRIPCION |
|---|---|---|
| 1. | El Responsable del área de suministro de Gas L.P., a los Auto-Tanques. | Conduce el auto-tanque, del estacionamiento (de la planta) en su caso a la báscula, verificando el peso, luego lo traslada al área de suministro deteniéndose exactamente en el lugar indicado por el jefe de la planta. |
| 2. | " " | Deberá apagar el motor, cerrando el switch de ignición; retirará y guardará las llaves del auto-tanque y le pondrá velocidad y freno de mano. |
| 3. | " " | Observa las medidas de seguridad establecidas en el Manual de Seguridad Operativa en el sistema de administración y Protección al Ambiente. Coloca las calzas atrás y adelante de las llantas (esta operación la realizara aun cuando el terreno no presentara ningún desnivel). |
| 4. | " " | Conecta el auto-tanque a sistema general de tierras, para evitar descargas de electricidad estática. A partir de este punto es requisito indispensable utilizar guantes para continuar con las maniobras de trasiego. |
| 5 | " " | Utilizará el medidor rotario de nivel determina el porcentaje al que va a llenar el auto-tanque. |
| 6. | " " | Observara lo indicado en la Memoria Técnica o isométrico de flujo de operaciones (anexo) conecta las mangueras tanto de líquido como de vapor a sus respectivos acopladores. |

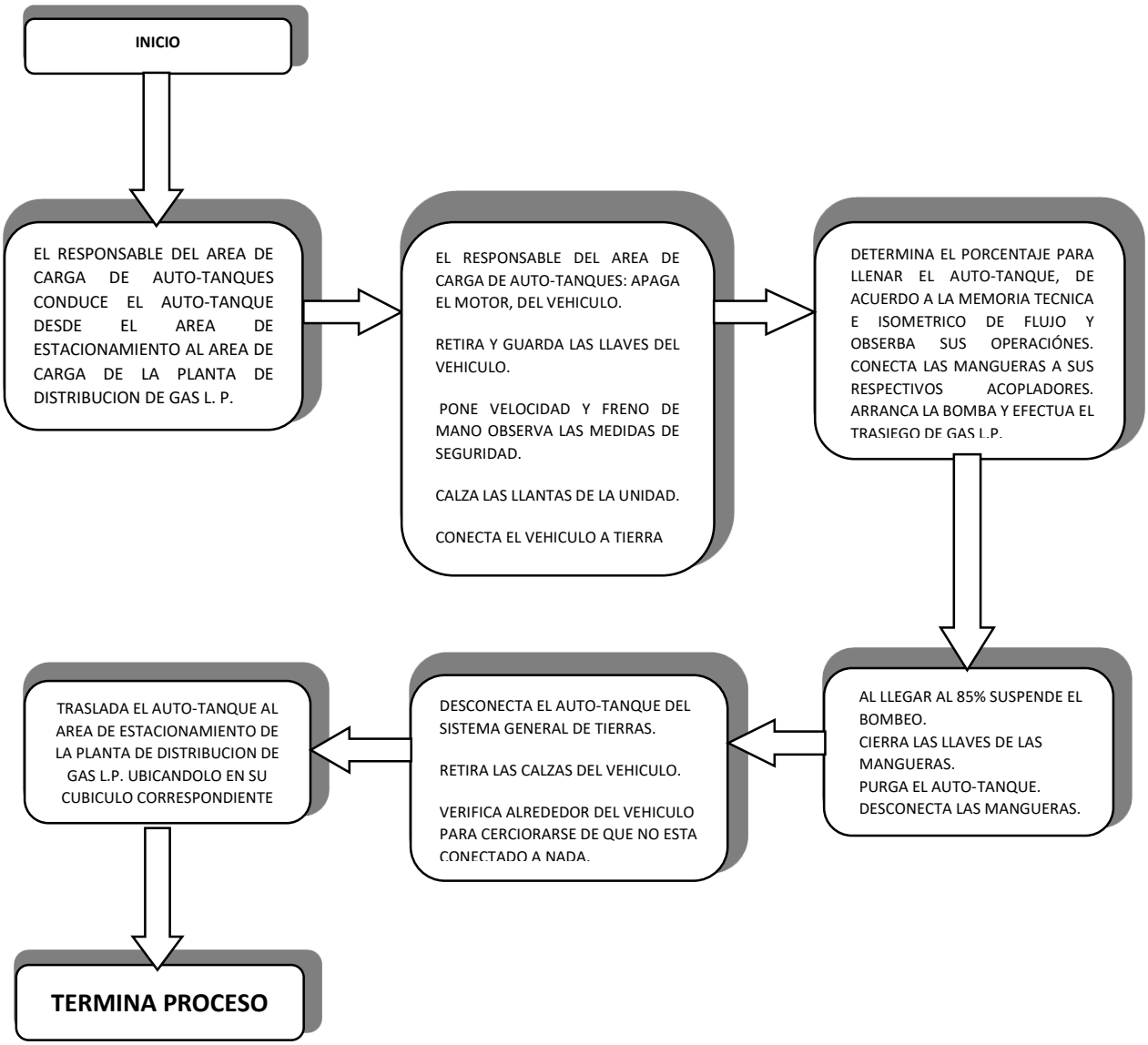
| | | | |
|---|---|---|---|
| 7. | El Responsable del área de suministro de Gas L.P., a los auto-tanques. | | Abre las llaves, tanto del auto-tanque como de las mangueras y verifica que no existan fugas. |
| 8. | " | " | Comprueba que todas las llaves tanto del auto-tanque con de las mangueras se mantienen abiertas. |
| 9. | " | " | Colocará el medidor rotario de niveles del auto-tanque al porcentaje de llenado que se desea sin exceder del 90%. |
| 10. | " | " | Arrancará la bomba correspondiente permaneciendo junto, a ella por espacio de un minuto, vigilando su correcto funcionamiento, con esta operación se inicia el llenado del auto-tanque. |
| 11. | " | " | Durante la maniobra el operar de carga deberá permanecer junto al vehículo vigilando que no exista ningún problema. |
| 12. | " | " | Al llegar el Gas L.P. al porcentaje de llenado deseado sin pasar nunca el 90% suspende inmediatamente el bombeo. |
| 13. | " | " | Cierra las llaves de las mangueras y del auto-tanque. |
| 14. | " | " | Si tiene grifo lo purgará; en caso contrario aflojara un poco la tuerca ACME para vaciar el contenido que haya quedado entre la manguera y la rosca ACME. |

| | | |
|---|---|---|
| 15. | El Responsable del área de suministro de Gas L.P., a los auto-tanques. | Desconecta totalmente las mangueras y las colocara en el área de protección. |
| 16. | " " | Desaterrizará el vehículo y retirara las calzas de las llantas. Colocándolas en su lugar. |
| 17. | " " | Dará una vuelta completa al auto-tanque, para revisar que no existan fugas, ni haya mangueras o conexiones de tierra conectadas al auto-tanque, verificando que no se hayan quedado olvidadas. |
| 18. | " " | Traslada el auto-tanque desde el área de suministro, al área de estacionamiento ubicado en la misma Planta de Distribución de Gas L.P. |

- **Diagrama de flujo**

**AREA DE ESTACIONAMIENTO**

**AREA DE SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES**



### 3.1.3. SISTEMA DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

- **Áreas de: descarga, llenado y carga en muelle de llenado.**

| ACT. No. | RESPONSABLE | DESCRIPCION |
|---|---|---|
| 1. | El responsable del Muelle, área de llenado de recipientes transportables. | Antes de iniciar las actividades en el muelle de llenado de recipientes transportables, el responsable del muelle calibrará las básculas con las pesas patrón, oficiales declaradas: que pesen correctamente; si encuentran alguna anomalía la reportara al jefe operativo. |
| 2. | " " | Verificara la asistencia de todo su personal. Comprueba que cuenten con sus herramientas de trabajo y su equipo de protección personal y les da instrucciones para que ocupen sus puestos de asignados. |
| 3. | " " | Deberá cuidar que se observen las medidas de seguridad, de acuerdo al Manual de Seguridad Operativa en el sistema de admón y Protección al Ambiente; pondrá a funcionar la bomba correspondiente para el suministro de Gas L.P. a recipientes transportables, observando las indicaciones establecidas en la Memoria Técnica de la planta para esta operación e isométrico de flujo. |
| 4. | " " | A partir de las actividades anteriores se iniciarán dos operaciones que integran el procedimiento que se describe. "**Llenado manual de Gas L.P., a recipientes transportables" y "recarga de camiones".** |
| 4.1 | " " | La operación para el suministro de Gas L.P. a los recipientes consta de las siguientes actividades: |

| | | |
|---|---|---|
| 4.2. | El llenador de recipientes transportables para Gas L.P. | Antes de iniciar el suministro de Gas L.P. de cada recipiente verificara el total de kilos que tienen de tara y ajusta la báscula a esa cantidad. A los kilos de la tara del recipiente, le suman el contenido a cargar en el recipiente (20, 30 o 45 kilos) y obtienen el total de kilos que deben pesar los cilindros o bien marcar en la carátula de la Troya del Sistema Computarizado y a los cuales deseen desconectar la pistola. Ejemplo: si tiene un recipiente con capacidad de 20 kilos, y con 19 Kg. de tara. Al agregarle los 20 kilos de Gas dará un peso total de 39 kilos. |
| 4.3. | " " | Conecta la pistola de llenado a la válvula de servicio del recipiente transportable a llenar. |
| 4.4. | " " | Durante el proceso de llenado verifica que no haya fuga alguna anomalía, aplicando con una brocha agua con jabonadura a la válvula de servicio y a las costuras del recipiente. |
| 4.5. | En la zona de revisión de recipientes transportables. | Si existe fuga, aparta el recipiente transportable, colocándolo en la zona de revisión de recipientes transportables, dispuesto para su calificación. - consultar el Manual de Seguridad Operativa (reparación mayor, menor o desecho) o lo dispuesto por la NOM-011/1-SEDG-1999. Condiciones de seguridad en recipientes transportable para contener Gas L.P. en uso. |
| 4.6. | " " | Comprueba en la báscula que el recipiente ya alcanzo el peso correspondiente, ya que en el sistema Troya este se suspende automáticamente. |
| 4.7. | " " | Retira el recipiente de la báscula para que lo trasladen al área de repesaje de recipientes a la báscula de repeso. |

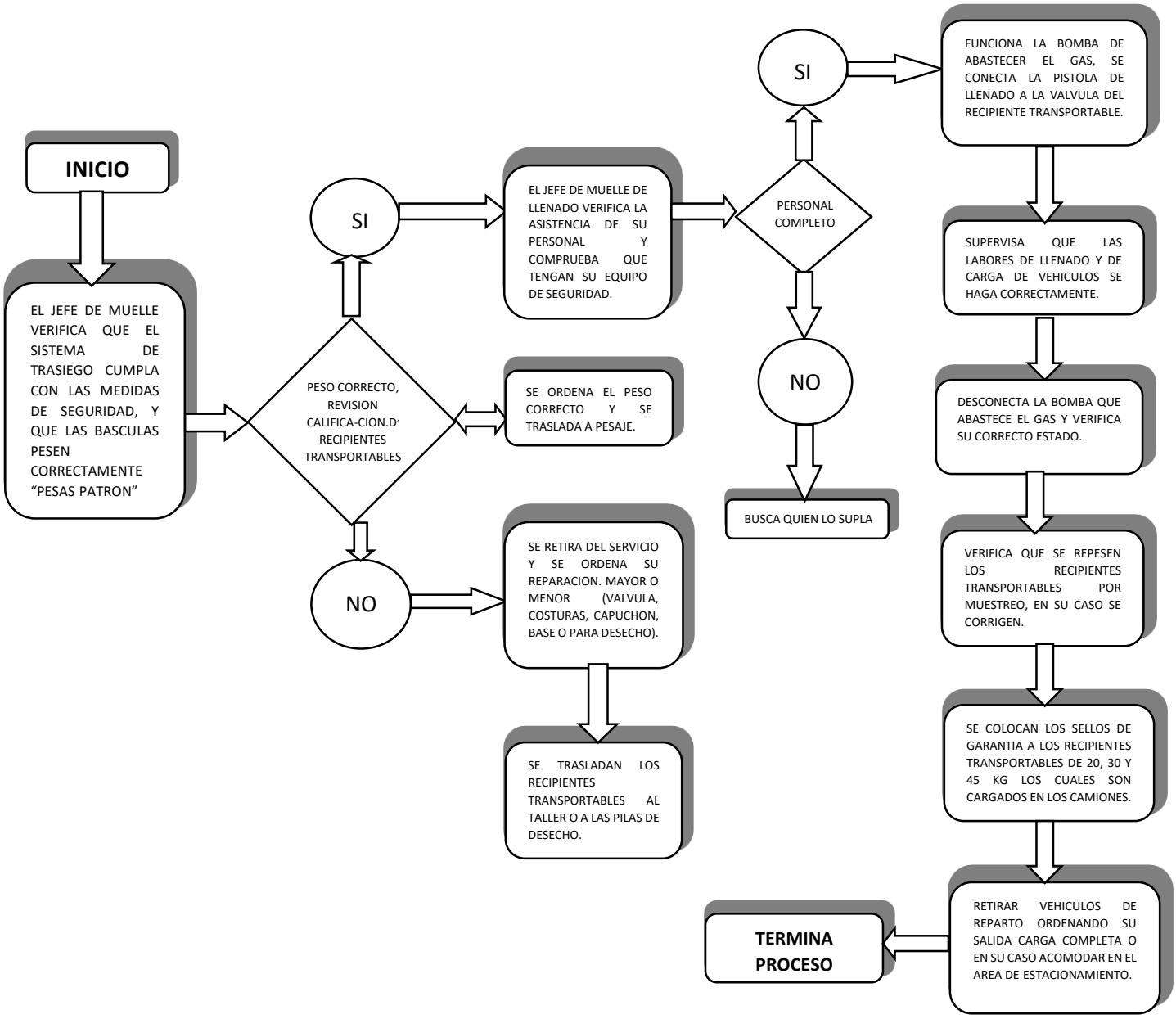
| | | |
|---|---|---|
| 4.8. | El llenador de recipientes transportables para Gas L.P. (muelle de llenado) | Diariamente y a diferentes horas, el jefe operativo da instrucciones para que el responsable del área de llenado de recipientes transportables repese los recipientes, con base en muestras que se toman del ***área de repeso***, los que estén excedidos de líquido se pasan al sistema de vaciado de gas existente en muelle y se les retira la cantidad excedente a los recipientes transportables; a los que les haya faltado Gas L.P. se regresan al área de llenado para agregarles la cantidad faltante. |
| 4.9. | Carga de vehículos de reparto. | Concluida la actividad anterior. Los llenadores "Cargan los vehículos de reparto" trasladan el recipiente transportable al área carga de vehículos de reparto. |
| 5. | Recarga de vehículos de reparto. | *Esta operación incluye las actividades siguientes:* |
| 5.1. | Chofer del vehículo de reparto. | El vehículo de reparto se ubica en el área de Carga y de llenado de recipientes (muelle) al lado del área de repeso de recipientes. |
| 5.2. | El jefe del área de llenado de recipientes transportables para Gas L.P. | Se subirá al vehículo de reparto, contará los recipientes transportables que estén ingresando y los comparará contra los que llevaba el vehículo al iniciar sus labores. Si le reportan que traen recipientes llenos corroborará la existencia de dichos recipientes transportables verificando personalmente su peso. |
| 5.3. | El jefe del área de llenado. | Observa las medidas de seguridad de acuerdo al Manual de Seguridad Operativa en el sistema de admón. y Protección al Ambiente, ordena que la tripulación del vehículo baje los recipientes transportables vacíos y los coloquen en el área de descarga de recipientes, los cuales una vez revisados y calificados los conducen al área de llenado de recipientes transportables para Gas L.P. |

| | | |
|---|---|---|
| 5.4. | Chofer del vehículo de reparto. | El vehículo de reparto ya vacío es trasladado al área de carga de vehículos de reparto, donde los llenadores junto con la tripulación del vehículo, vuelva a llenar el vehículo. Durante esta actividad es obligación de los trabajadores que están cargando los vehículos de reparto, supervisar que los recipientes transportables no tengan fugas y si llegan a detectar alguna deben apartar el recipiente (no cargarlo al vehículo), y a dar aviso al jefe del área de llenado y revisión de recipientes transportables. |
| 5.5. | El jefe del área de llenado de recipientes transportables para Gas L.P. | Indica que se aparten los recipientes transportables con fuga; los cuales serán calificados (Consultar Manual de Seguridad Operativa en el sistema de admón. y Protección al Ambiente de la Planta o la NOM-011/1) procediendo al vacío de Gas de acuerdo al sistema existente en la planta. Pasando estos según su caso a la zona de recipientes transportables rechazados o taller de reparación. |
| 5.6. | " " | Una vez cargado el camión, el jefe del área de llenado de recipientes transportables para Gas L.P. verificará la cantidad de recipientes (y su capacidad) que se estén llevando en el vehículo. |
| 6. | El jefe del área de llenado de recipientes transportables para Gas L.P. | Una vez que ya no hay recipientes transportables por llenar, el jefe del área de llenado de recipientes transportables para Gas L.P. ejecuta las actividades siguientes: |
| 6.1. | " " | Desconecta la bomba que suministra el Gas L.P. para llenar los recipientes transportables. |
| 6.2 | " " | Verifica las diversas conexiones y tuberías del área de llenado de recipientes; cerciorándose de que no queden fugas. |

- **Diagrama de flujo**

**Sistema de suministro en "recipientes transportables"**

**AREA DE DESCARGA** **LLENADO DE GAS L.P.** **CARGA EN EL MUELLE DE LLENADO**



### 3.1.4. ZONA DE REVISIÓN DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES PARA GAS L.P. Y CONCENTRADOS EN TALLER DE CILINDROS

**AREA DE DESCARGA** **ZONA DE REVISION** **AREA DE CARGA**

| ACT. No. | RESPONSABLE | DESCRIPCION |
|---|---|---|
| 1. | El responsable del área de llenado de Recipientes transportables para Gas L.P | En el mulle de llenado se encuentra la zona de revisión de recipientes transportables, en su caso en el área de descarga se aparta el recipiente para ser revisado y calificado, aplicando el Manual de Seguridad Operativa en el Sistema de Administración y Protección al Ambiente y de conformidad la NOM-011/1-SEDG-1999. Condiciones de seguridad en recipientes transportables para contener Gas L.P. en uso, los cuales una vez calificados. |
| 2. | El responsable del área de llenado de Recipientes Transportables. | En la zona de revisión de recipientes transportables, cuando este amerita ser desechado o rechazado: se retira de la circulación y se ordena ser trasladado a la zona de almacenamiento para recipientes transportables rechazados. |
| 3. | " " | En la zona de revisión: Cuando el recipiente es calificado y se encuentra deteriorado y requiere reparación mayor o menor, estos son enviados en su caso al taller de mantenimiento de recipientes transportables. |
| 4. | " " | En la zona de revisión: Cuando el recipiente transportable presenta fuga, se vacía el Gas L.P. que contiene, trasegándolo mediante el sistema de vaciado de Gas L.P. existente. |
| 5. | " " | Una vez terminado el vaciado de Gas L.P., estos en su caso son enviados al taller de mantenimiento de recipientes o si es desechado y rechazado, este será enviado a la zona para recipientes rechazados. |

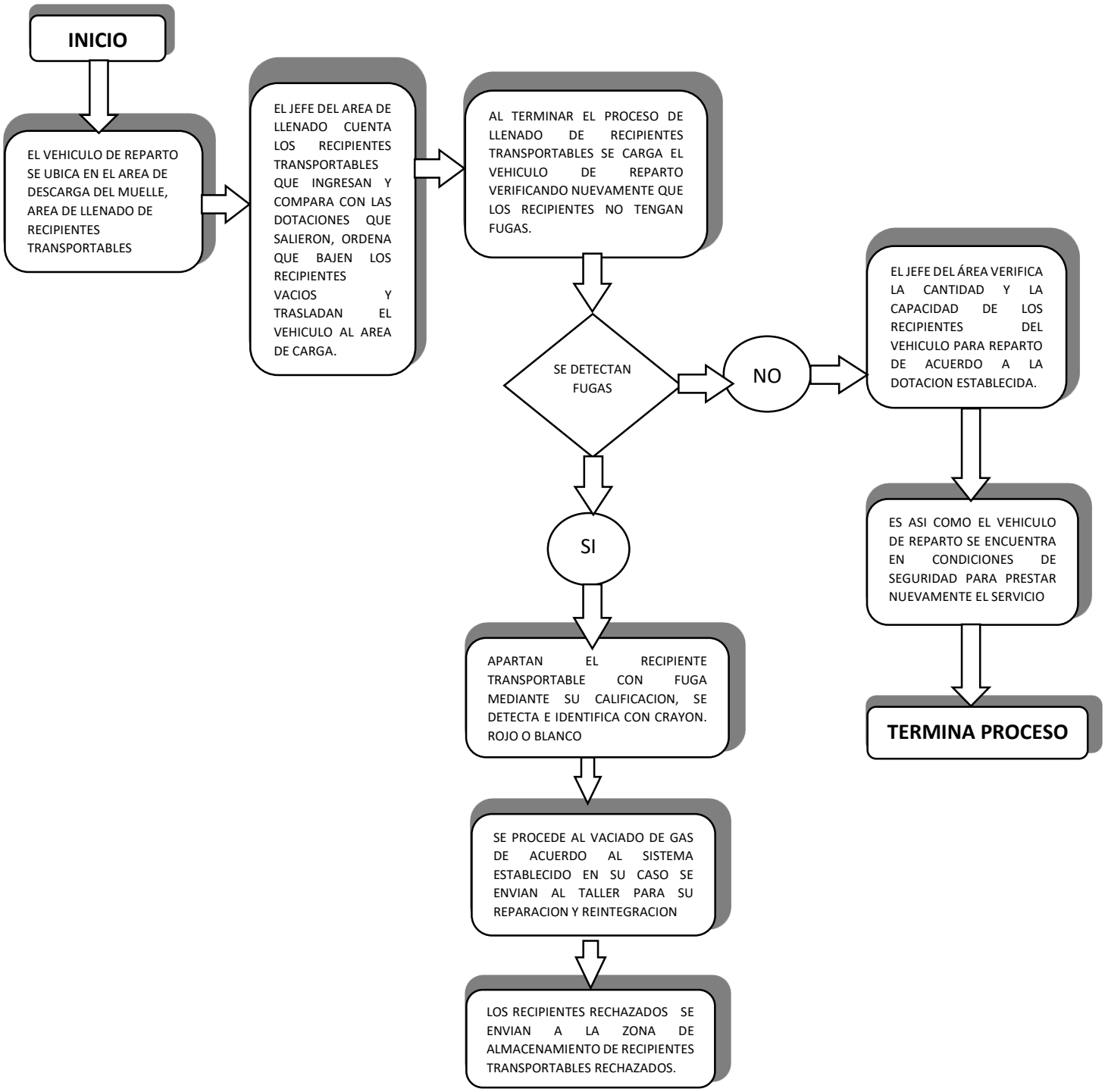
| | | |
|---|---|---|
| 6. | Taller de mantenimiento de recipientes transportables. | Se reciben los recipientes transportables con fallas o con fuga marcada ya vacíos y se bajan del vehículo para su mantenimiento y reparación. |
| 7. | Responsable del taller de mantenimiento de recipientes transportables. | Verifica que todos los recipientes que tengan marcada con crayón la falla detectada; sí no la traen se revisa nuevamente el recipiente transportable y se le marca. |
| 8. | " " | Si el recipiente tiene un poro en el fondo, están abollados o excesivamente corroídos se les considera chatarra y son enviados a la zona de almacenamiento para recipientes transportables rechazados. |
| 9. | " " | Se revisa el recipiente transportable que no contenga Gas de lo contrario se vacía el Gas L.P. que contiene el recipiente a reparar, trasegándolo en el sistema de vaciado de Gas L.P. existente en la Planta de Distribución para este fin. |
| 10. | " " | Si la falla del recipiente transportable está en la válvula de servicio; se le retira dicha válvula de servicio al recipiente, y se le pone una válvula nueva.<br>• Se prueba el recipiente transportable mediante la prueba de la jabonadura.<br>• En su caso si requiere pintura, se pinta el recipiente transportable con los colores registrados. |

| | | |
|---|---|---|
| 11. | Responsable del taller de mantenimiento de recipientes transportables. | Si el recipiente transportable tiene otra falla que no sea la válvula, se procede de la manera siguiente:<br>- Se lava el recipiente transportable verificando que no le queden residuos.<br>- Se pone a secar y se pasa al área o sección de soldadura.<br>- Se le pone un nuevo protector, un nuevo aro o se le tapa el poro detectado.<br>- Se traslada a que le pongan la válvula de seguridad.<br>- Se prueba que no tenga fuga.<br>- En su caso si requiere pintura, se lleva a que lo pinten con el color o colores registrados. |
| 12. | " " | Los recipientes transportables, ya reparados, probados y pintados se envían al muelle de llenado, para que sean llenados de nuevo y se reintegre al servicio de distribución de Gas L.P. |

- **Diagrama de flujo**

**Revisión de recipientes transportables “muelle”**

**AREAS DE: DESCARGA** **ZONA DE REVISION** **AREA DE CARGA**



### 3.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL GAS L.P.

En la tabla siguiente se muestra la sustancia almacenada, el número de registro CAS, la capacidad del recipiente de almacenamiento, el riesgo químico y la cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas. La capacidad es nominal ya que el contenido puede variar de acuerdo al volumen de ventas y al programa de reposición de inventarios.

Tabla 9. Especificaciones del Gas L.P.

| Nombre de la sustancia | N° CAS | Riesgo químico | | | | | Flujo en $m^3/h$ | Concentración | Capacidad total | | | Tipo de almacena miento | Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C | R | E | T | I | | | Máxima de producción | Máxima de transporte | Máxima de almacenamiento | | |
| Gas LP | 68476-85-7 | | | | | X | Capacidad de llenado de los compresores 80.64 $m^3/hr$<br>Capacidad de llenado de las bombas 98.19 $m^3/hr$ | 100% | N/A | 44,000 litros | 225,000 lts (121,500 kg) | Recipiente | 50,000 kg |

### 4. DESCRIPCION DEL ENTORNO

A continuación se realiza una descripción del sitio en el que se llevan a cabo las actividades propias del proyecto y en el que se encuentra establecido el predio de la Planta de Distribución de Gas L.P., así mismo se añade una caracterización del sitio tomando como base un área de radio 500 m alrededor del predio, cuya información fue tomada a partir de datos extraídos de sitios oficiales y que preferentemente no se extienden a más de 10 años desde su fecha de publicación.

### 4.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 10. Coordenadas UTM del predio del proyecto .

| ZONA 13 Q | | |
|---|---|---|
| VERTICE | X | Y |
| 1 | 745,524.1300 | 2,528,928.2000 |
| 2 | 745,452.6300 | 2,528,699.0900 |
| 3 | 745,188.7000 | 2,528,769.6100 |
| 4 | 745,263.2400 | 2,528.997.7400 |

Ilustración 1. Imagen satelital de la localización del proyecto

Ilustración 2. Imagen satelital del Municipio de Morelos

## 4.2. CLIMA

El clima del municipio pertenece a la clasificación BWwh, con temperatura media de 14 a 16° C, con una precipitación aproximada de 420 mm., aunque destacan como extremos los años 1990 con 650 mm. y 1979 con 216 mm.. Las temperaturas mínimas se presentan en los meses de diciembre, enero y febrero, siendo la mínima media mensual alrededor de los 0° centígrados. Las temperaturas máximas se registran durante los meses de mayo y junio, llegando a alcanzar hasta más de 30 grados centígrados. Son interesantes los -16° y los 36° centígrados registrados el 13 de diciembre de 1997 y el 26 de mayo de 1991 respectivamente.

Los vientos dominantes provienen del sudeste y su velocidad media es de 12.5 km/h.

## 4.3. USO DE SUELO

El aprovechamiento predominante del suelo predominante es el de vivienda, dándose también los aprovechamientos de comercio, recreación, agropecuario y vialidad, y en menor escala los de oficinas, servicios, industria y especial.

El uso de suelo y vegetación del sitio en evaluación es considerado como de temporal lluvioso. Fuente: Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI, Escala 1:250,000, INEGI.

Las colindancias del sitio en evaluación son las siguientes:

Tabla 11. Colindancias del proyecto

| Punto Cardinal | Colindancia |
|---|---|
| Norte | Carretera 45 D |
| Sur | Propiedad Privada |
| Este | Propiedad Privada |
| Oeste | Propiedad Privada |

El regulado cuenta actualmente con una constancia de uso de suelo otorgado por la Dirección de Obras y Servicios Públicos Municipales de Morelos, Zacatecas, el cual autorizan el predio para el uso de suelo de Planta de Distribución de Gas L.P. de manera condicionada. Es importante mencionar que se cumplirán con todas las restricciones y observaciones de este oficio.

## 4.4. POBLACIÓN Y VIVIENDA

La población del municipio de Morelos se encuentra distribuida en 28 localidades. La población total del municipio en 2010 fue de 11,493 personas, lo cual representó el 0.8% de la población en el estado. En el conteo del 2020 reporta una población de 13,207 habitantes, de los cuales el 49.6% son hombres y el 50.4% mujeres y representa el 0.8% de la población estatal. Existe una relación de 98 hombres por cada 100 mujeres. La edad media es 28 años, la mitad de la población tiene 28 años o menos. También existen 51 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva.

Ilustración 3. Distribución de la población

## 4.5. EQUIPAMIENTOS URBANOS

El predio donde se desarrollará el proyecto se encuentra 873.92 m aproximadamente de la zona urbana de Morelos, Zacatecas, con asentamientos humanos intermedios que en conjunto brindaran los servicios de: hospedaje y alimentos, agua potable, energía eléctrica, comunicación telefónica local y de larga distancia, centros de salud, abastecimiento de combustibles para vehículos, basureros municipales; drenaje y establecimientos que proporcionarán los insumos que se requieran en cualquiera de las etapas del proyecto.

En cuanto a los servicios urbanos como:

- Agua potable, se llevará a cabo la contratación con el municipio si es que hay red municipal de agua, en caso de que no, se contará con una pipa en la cual se surtirá el agua necesaria, durante el desarrollo de las actividades de construcción.
- Drenaje, se instalará un biodigestor para darle tratamiento a las aguas sanitarias residuales y se le dará el mantenimiento indicado por el fabricante.
- Servicio de limpia, para el manejo de la basura y desechos orgánicos sólidos en la etapa de construcción se contará con recipientes en donde se almacenarán de manera temporal y posteriormente serán llevados a donde indiquen las autoridades municipales, lo mismo sucederá con los desechos que se denominan de manejo especial, como: piedras, sobrantes de materiales o insumos.
- Residuos o desechos peligrosos: Son los derivados de utilizar sustancias inflamables o toxicas, como solventes, aceites, estos serán almacenados en recipientes rotulados y posteriormente se contratará a una empresa especializada en la materia para su disposición final.

El predio cuenta como vía principal de acceso ubicada en el Km. 123+000 de la Carr. 45-D, Guadalupe-Morelos, en el Municipio de Morelos, Estado de Zacatecas, por lo que no será necesario la construcción o habilitación de nuevas vías de acceso.

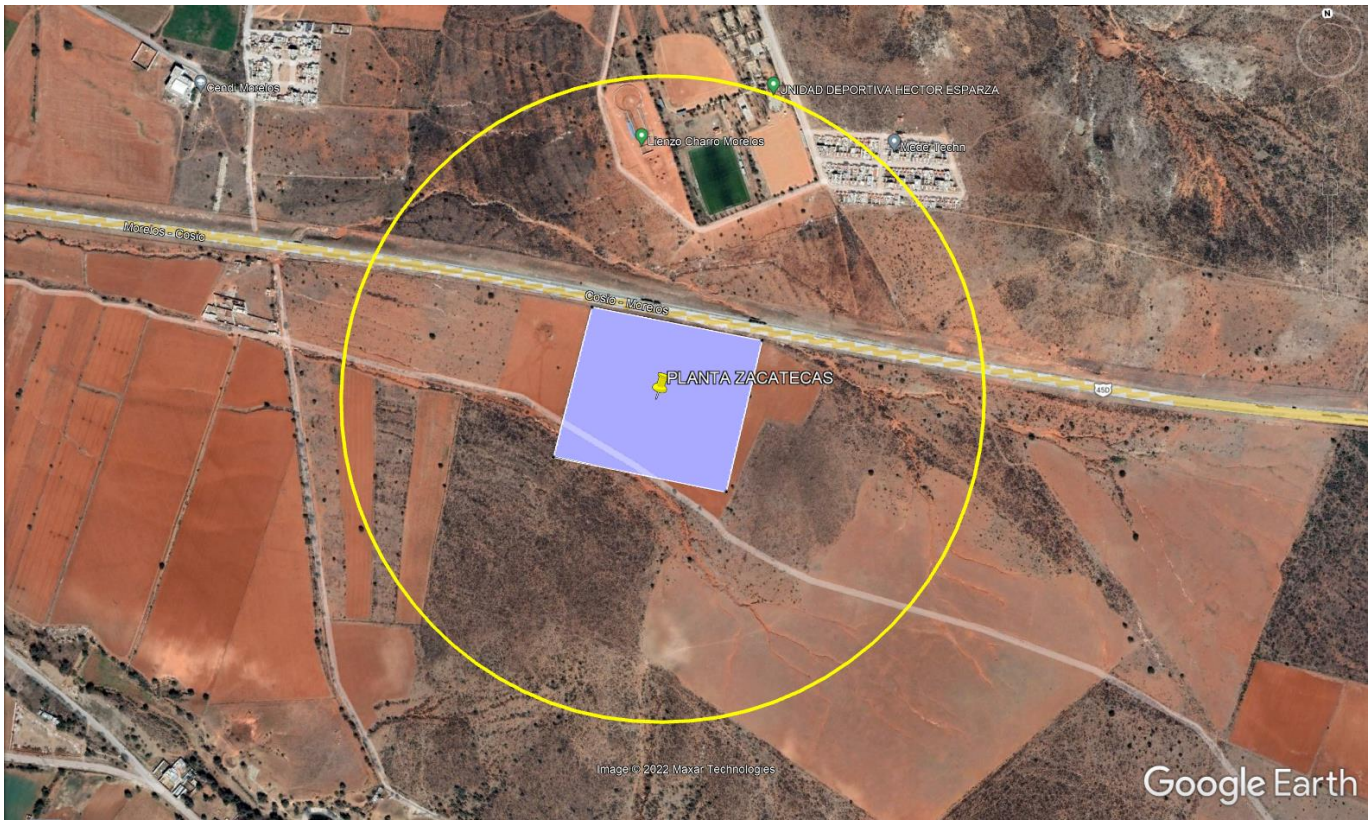



Ilustración 2. Radio área de amortiguamiento de 500 m

## 4.6. CARACTERISTICAS BIOTICAS Y ABIOTICAS

### 4.6.1. CUERPOS Y CORRIENTES DE AGUA

- **Acuífero**

El proyecto se encuentra dentro de la zona comprendida por el acuífero de clave 3225, mismo que recibe el nombre de Calera.

- **Cuenca**

La zona del proyecto pertenece a la Región Hidrológica El Salado, cuenca Fresnillos-Yesca.

- **Subcuenca**

Fresnillo.

### 4.6.2. ELEMENTO BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

- **Flora**

El sitio donde se encuentra la Planta de Distribución era utilizado para actividades de agostadero, por lo que el área se encontraba desprovista en su mayor parte o con vegetación invasora.

- **Fauna**

No se identificó presencia de fauna clasificada con algún rango de riesgo según la NOM-059 SEMARNAT-2010.

- **Carreteras**

El predio cuenta como vía principal de acceso ubicada en el Km. 123+000 de la Carretera 45-D, Guadalupe-Morelos.

- **Áreas Naturales Protegidas**

El sitio de estudio no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter federal, estatal, ni municipal.

- **Regiones Hidrológicas Prioritarias**

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna región hidrológica prioritaria.

- **Regiones Marinas Prioritarias**

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna región marina prioritaria.

- **Regiones Terrestres Prioritarias**

El proyecto no se encuentra dentro la Región Terrestres Prioritarias.

- **Áreas De Conservación De Aves (AICA)**

El área del proyecto no se encuentra dentro de ningún Área de Importancia para la Conservación de las Aves.

- **Sitios Ramsar**

No se encuentra dentro de los sitios RAMSAR.

- **Vulnerabilidad Climática**

El municipio de Morelos no está clasificado como uno de los vulnerables al cambio climático.

- **Fallas geológicas**

No se encuentran fallas geológicas en las colindancias del predio del proyecto.

- **Edafología**

Los suelos localizados en el municipio de Morelos son:

**Phaeozem (51.2%):** Son suelos que se forman sobre material no consolidado. Se encuentran en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosques. Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que son muy utilizados en agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes. Se utilizan intensamente para la producción de granos (soya, trigo y cebada, por ejemplo) y hortalizas, y como zonas de agostadero cuando están cubiertos por pastos.

**Leptosol (21.0%):** Son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial (1 655 millones de hectáreas; IUSS, 2007) y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales, como las de la Península de Yucatán. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original.

**Kastañozem (14.5%):** Este tipo de suelos se caracteriza por atesorar un horizonte superficial parduzco, rico en humus (aunque con menor profundidad y un color más claro que los aludidos Chernozems), mostrando una significativa acumulación de carbonatos secundarios en el horizonte subsuperficial. El color castaño-pardo de la superficie del suelo da a estos su nombre. Se ubica en la zona de transición que atesora una vegetación clímax de pastizales constituidos por plantas herbáceas efímeras y/o bosque seco, su localización corresponde con los espacios geográficos en los que acaece una transición edafogenética entre procesos de lavado de carbonatos y acumulación subsuperficial de carbonatos.

**Calcisol (10.6%):** Los Calcisoles se caracterizan por presentar una acumulación de carbonato cálcico (horizonte cálcico, k) a cierta profundidad, ya sea por translocación desde horizontes más superficiales o por aportaciones laterales de aguas ricas en bicarbonatos. La acumulación puede darse bajo varias formas: pulverulentas, nódulos con distinta morfología y dureza, cemento bajo los cantos (cemento geopetal) e incluso masas continuas que, cementadas, transforman el horizonte cálcico en petrocálcico (mallacán, caliche, tosca, taparás): Calcisol pétrico. Son suelos de pH básico y alta saturación de bases. La presencia de carbonatos tiene implicaciones agronómicas al aumentar la concentración de bicarbonatos que bloquean la absorción de hierro por las plantas (clorosis férrica). La abundancia de calcio provoca la retrogradación de los fosfatos. Se trata de suelos que ocupan áreas semiáridas y subhúmedas con precipitación estacionalmente irregular.

***El predio donde se desarrollará el proyecto pertenece a un suelo Calcisol.***

### 4.6.3. ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Caracterización de los ordenamientos ecológicos aplicables y políticas ambientales para la zona donde se ubica el predio donde se pretende desarrollar el proyecto de Planta de Distribución de Gas L.P. La vinculación de los Programas de Ordenamiento Ecológico se realizó como parte de la Evaluación de Impacto Ambiental.

- Ordenamiento ecológico general del territorio:

Pertenece a la región ecológica 13.1, Unidad Ambiental Biofísica denominada Sierras y Valles Zacatecanos de clave 17, cuya política ambiental es de Protección y Restauración.

- Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.

Tabla 12. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.

| Tipo de zona vulnerable de población | Nombre de la zona vulnerable de población | Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO) | Distancia a la instalación |
|---|---|---|---|
| Recreativo | Unidad Deportiva Héctor Esparza | NE | 456 m |
| Recreativo | Lienzo Charro Morelos | N | 412 m |
| Colonia | No existen colonias en un radio de 500 m | NA | NA |
| Escuela | No existen escuelas en un radio de 500 m | NA | NA |
| Hospital | No existen hospitales en un radio de 500 m | NA | NA |

- Proximidades con componentes ambientales

Tabla 13. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m

| Tipo de componente ambiental | Nombre | Descripción breve | Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO) | Distancia a la instalación (m) |
|---|---|---|---|---|
| Área Natural Protegida | NA | No se encuentra ningún ANP en un radio de 500 m | NA | NA |
| Cuerpo de Agua | NA | No se encuentra ningún cuerpo de agua en un radio de 500 m | NA | NA |
| Región Hidrológica Prioritaria | NA | No se encuentra ninguna región hidrológica prioritaria en un radio de 500 m | NA | NA |
| Región Terrestre Prioritaria | NA | No se encuentra ninguna región terrestre prioritaria en un radio de 500 m. | NA | NA |
| Área de importancia para la conservación de aves | NA | No se encuentra ninguna AICA en un radio de 500 m | NA | NA |
| Sitio Ramsar | NA | No se encuentra ningún Sitio Ramsar en un radio de 500 m | NA | NA |

- Proximidades con infraestructura

Tabla 14. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m

| Tipo de infraestructura | Nombre/Descripción | Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO) | Distancia a la instalación |
|---|---|---|---|
| Carretera | Carr. 45-D Guadalupe-Morelos | N | 20.16 m |

- Usos de suelo en un radio de 500 m

Tabla 15. Uso de suelo para un radio de 500 m

| Localización | Tipo de suelo | Descripción |
|---|---|---|
| Norte | Agostadero | Terreno para agostadero |
| Sur | Agostadero | Terreno para agostadero |
| Este | Agostadero | Terreno para agostadero |
| Oeste | Agostadero | Terreno para agostadero |
| Noreste | Agostadero | Terreno para agostadero |
| Noroeste | Agostadero | Terreno para agostadero |
| Sureste | Agostadero | Terreno para agostadero |
| Suroeste | Agostadero | Terreno para agostadero |

# CAPITULO II

## ANÁLISIS DE RIESGO

## 5. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO

Con base en los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI´s), se identificaron los riesgos en cada una de las áreas que conforman el proyecto, mediante la utilización de alguna metodología, por ejemplo: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HazOp); Análisis de Modo Falla y efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma.

### 5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES.

La clasificación de los accidentes es un área de estudio importante en la seguridad industrial permitiendo la identificación de los elementos, factores, agentes, consecuencias involucrados durante el accidente, sin embargo, dada la gran variedad de elementos que se pueden asociar a la ocurrencia de un evento existen diversas formas de clasificación los accidentes.

Los accidentes obedecen por regla general a una nube o conjunto de causas, por lo se han establecido clasificaciones amplias considerando una serie de factores de accidente, que se agrupan dentro de seis apartados que a continuación se desarrollarán:

1. El agente.
2. La parte del agente.
3. La condición peligrosa.
4. El tipo de accidente.
5. La acción peligrosa
6. El factor personal de inseguridad.

**1. El agente.**

Se refiere a la sustancia, el material, circunstancia u objeto más relacionado con el accidente, como pueden ser:

- Máquinas: torno, fresadora, pulidora, sierra, prensa, etc.
- Generadores de movimiento y bombas: motor compresor, ventilador, etc.
- Elevadores: de pasajeros o de carga, eléctricos, hidráulicos, manuales, etc.
- Aparatos de izar: grúas, polipastos, etc.
- Transportadores: de banda, de rodillos, de cadena, etc.
- Generadores de vapor y recipientes sujetos a presión: caldera, tubería de presión.
- Vehículos: carretillas eléctricas, de motor, automóviles, ferrocarriles, etc.
- Animales: domésticos, insectos, serpientes, etc.
- Aparatos de transmisión de fuerza mecánica: poleas, árboles de transmisión, engranajes, etc.
- Aparatos eléctricos: motor, generador lámpara, tomas de fuerza, etc.
- Herramientas de mano: martillo, alicates, lima, etc.
- Sustancias químicas: explosivos, gases, sustancias corrosivas, etc.
- Sustancias muy inflamables y calientes: vapor, petróleo, laca, etc.

- Radiaciones y sustancias radiactivas: uranio, radio, rayos X, etc.
- Superficies de trabajo: piso, rampa, escalera, salientes, etc.
- Agentes diversos: escalera, abertura en el piso, cajones, condiciones climáticas.

**2. La parte del agente.**

La parte que se encuentra más estrechamente relacionada con el accidente y que generalmente podía haber sido protegida, por ejemplo: el útil de la máquina, la horquilla de la carretilla, el peldaño de la escalera, etc.

**3. La condición peligrosa**

Está íntimamente relacionada con la parte del agente y se refiere a aquella condición que se podía haber protegido o evitado. Dentro de este apartado se encuentra:

- Agentes protegidos de forma deficiente: no protegidos o mal protegidos.
- Agentes defectuosos: rugosos, ásperos, resbaladizos, agudos, etc.
- Arreglos o procedimientos peligrosos: almacenamiento inseguro, sobrecarga, etc.
- Iluminación inadecuada: luz insuficiente, sombras, deslumbramiento, etc.
- Ventilación inadecuada: aire con sustancias tóxicas o nocivas, volumen de renovación insuficiente, etc.
- Ropa insegura: calzado impropio, ropa suelta, etc.
- Otras condiciones inseguras.

**4. El tipo de accidente.**

La causa por la que se establece el contacto.

- Colisión, Golpes o choques contra objetos
- Deslizamientos, caídas, desprendimientos.
- Aprisionamiento entre objetos
- Caída de un mismo nivel
- Caída a distinto nivel
- Resbalar sin caer o hacer esfuerzos excesivos que pueden producir esguinces, luxaciones, lumbagos, etc.
- Exposición a temperaturas extremas, que pueden dar lugar a quemaduras, golpe de calor, congelaciones.
- Inhalación, absorción o ingestión de sustancias que pueden producir asfixia, envenenamiento, etc.
- Contacto con la corriente eléctrica, que provoca la electrocución.
- Otros tipos de accidente

**5. La acción peligrosa.**

Es la violación de un procedimiento comúnmente aceptado como seguro, lo cual provoca un determinado tipo de accidente.

Como acciones peligrosas se pueden citar:

- Realizar una operación sin la autorización necesaria, o sin advertir que va a realizarse.
- Trabajar a velocidad peligrosa, demasiado lenta o rápida, en algunas operaciones delicadas.
- Inutilizar los dispositivos de seguridad con el fin de ganar tiempo al realizar una operación.
- Utilizar un equipo de trabajo inadecuado.
- No utilizar las prendas de protección personal.
- Adoptar una postura o posición inadecuada al realizar un trabajo.
- Trabajar sin la necesaria protección, sobre equipo en movimiento, o peligroso.
- Distraer, molestar, bromear con los demás.

**6. El factor personal de inseguridad.**

Es la característica física o mental de la persona que permite o provoca una determinada acción peligrosa.

Entre estos factores cabe citar:

- Actitud indebida, como no hacer caso de instrucciones o no comprenderlas, nerviosismo o excitación, etc.
- Falta de práctica o conocimientos, como resultado de la poca experiencia profesional, o el desconocimiento de las normas de seguridad industrial, etc.
- Defectos físicos, tales como enfermedades del corazón, falta de visión, alteraciones del equilibrio, etc.

Las anteriores formas de clasificar a los accidentes presentan la ventaja de poder seleccionar más de una causa en el análisis de un accidente, presentando por tanto una mayor posibilidad de localizar las causales y permitiendo un estudio más exhaustivo y a la vez más profundo y riguroso de las causas que concurren.

Es importante mencionar que con tan solo disminuir la probabilidad de impacto externo por una mala maniobra; así como, disminuir el error humano, se tendría siempre un aumento en la confiabilidad en los sistemas actuales, disminuyendo el número de accidentes ocurridos en estos sistemas.

También como parte de los análisis preliminares de riesgo enseguida se incluyen los análisis preliminares de riesgo por: herramientas y equipos, materiales y sustancias peligrosas.

## 5.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES

**Mencionar accidentes e incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso acciones realizadas para su atención.**

El histórico de Accidentes es una base de datos de los accidentes que han ocurrido en instalaciones similares a la que se está analizando, con ayuda de la se puede llevar a cabo un Análisis Frecuencial, de la periodicidad con la presentan los distintos tipos de accidentes, así como la búsqueda de los agentes que pudieron causar dichos eventos, revisando las condiciones de seguridad y operación en las instalaciones existentes o en las que se van a construir, lo que nos llevará a mejorar sustancialmente los diseños y procedimientos de operación y seguridad.

El Análisis Histórico de Accidentes es una herramienta de identificación de riesgos que hace uso de los datos recogidos del pasado de accidentes ocurridos en instalaciones similares y permite vislumbrar el potencial riesgo que tiene la instalación.

Sin embargo en México la cultura de previsión de accidentes no ha alcanzado mecanismos que permitan tener trazabilidad sobre los distintos accidentes que ocurren, incluso la búsqueda de las causales no se realiza o se obvia, dificultando el Análisis del Histórico de Accidentes, sin amargó, hay estadísticas que indican que el mayor número de emergencias relacionadas con el gas L.P., tienen que ver, con el uso inadecuado del gas a nivel doméstico, y se deben en mayor medida por la falta, de mantenimiento en instalaciones y aparatos; en segunda instancia se tiene a la distribución del gas por parte de compañías, quienes transportan el hidrocarburo por medio de autotanques (pipas) a domicilio.

Los principales factores que están posiblemente vinculados a la ocurrencia de riesgos son sucesos individuales, que involucran a una o pocas personas, es decir el error humano, la falta o deficiente inspección y/o verificación de los equipos, la falta de mantenimiento y en menor medida la falla de equipos o fenómenos externos ajenos al proceso de operación del Sistema.

El almacenamiento, transporte y distribución del gas L.P. son actividades consideradas que presentan un nivel de riesgo alto y no por la frecuencia con la cual pueden presentarse los accidentes, sino por la potencial gravedad de sus consecuencias en caso de convertirse en un suceso no controlado.

**Accidente de San Juan Ixhuatepec, Edo. De Mexico (San Juanico)**

La referencia más evidente de esto es el evento catastrófico ocurrido en 1984, en la Terminal Satélite Norte de Pemex, San Juan Ixhuatepec, Estado de México., en donde una fuga en una tubería de alimentación de 8” a una de las esferas de almacenamiento, provocó una serie de explosiones (BLEVE), estimando que se vieron involucrados más de 15 mil metros cúbicos de gas L.P., (15,000,000.00) afectando un radio de más de 800 metros alrededor de la Terminal, ocasionando 650 defunciones, 2,500 lesionados, más de 25 mil damnificados, 60 mil evacuados y daños materiales estimados en más de 2 mil millones de pesos.

Tabla 20. Análisis Preliminar de Riesgos por herramientas y equipos

| Instalación | Sustancias Involucradas | Evento | Causa | Nivel de afectación (componentes ambientales afectados) | Acciones realizadas para su atención |
|---|---|---|---|---|---|
| San Juan Ixhuatepec I | Gas L.P. | Fuga y BLEVE de más de 15 mil metros cúbicos de gas L.P. | Fuga de Gas L.P. en una tubería de alimentación de 8" a una de las esferas de almacenamiento. El gas fugado alcanza la flama de un mechero de piso y se prende generandose el fenómeno "Flash back", el cual alcanza las tuberías de alimentación y posteriormente calienta las esferas provocando una explosión. | 650 defunciones, 2500 lesionados, 25 mil damnificados, daños en más de 2 mil millones de pesos. Afectación a un radio de 800 m. Algunos ganados y animales quedaron totalmente calcinados o incluso algunos estaban ciegos. | Para el control del siniestro se requirió la ayuda de más de 7 mil personas, incluidos más de 200 bomberos, tanto de PEMEX, como del DF y de diferentes municipios del Edo. de Méx., socorristas, policías, voluntarios y ejército, quienes, una vez ocurridas las explosiones, se limitaron al enfriamiento, mediante la aplicación de chorros de agua, de las esferas de almacenamiento y al rescate y evacuación de la población. |

## 5.3. ANALISIS PRELIMINAR DE RIESGOS

Es un método de identificación de riesgos usado normalmente en la fase de desarrollo de una Planta de Distribución de Gas L.P., el propósito principal es la identificación de peligros y/o riesgos potenciales, su desarrollo es básicamente una lista de checkeo, seleccionando equipos, procesos, herramientas, sustancias que se manejan y/o utilizarán para llevar a cabo las actividades de una instalación, de forma que se revisa los puntos en los que se considera se pueda liberar energía de forma incontrolada en o las potenciales ocurrencias de eventos en: materias, equipos de planta, componentes de sistemas, procesos, operaciones, instalaciones, equipos de seguridad, etc.

Requiere relativamente poca inversión en su realización (2 ó 3 personas con experiencia en seguridad, códigos de diseño, especificaciones de equipos y materiales), por lo que es adecuado para examinar los proyectos de modificaciones o plantas nuevas en una etapa inicial.

Considerando la premisa básica del APR para el tipo de instalación que nos ocupa, se realizó un APR por equipos y sustancias que se encuentran dentro de la instalación y representan un riesgo potencial.

El APR que se realizó se muestra en la siguiente tabla

Tabla 21. Análisis Preliminar de Riesgos por herramientas y equipos

| APR POR HERRAMIENTAS Y EQUIPOS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Equipo critico** | **Fuga** | **Incendio** | **Explosión** | **Incompatibilidad, Nube tóxica o materiales tóxicos** |
| Compresores (área de recepción) | √ | √ | √ | X |
| Bombas para trasiego. | √ | √ | √ | X |
| Equipo eléctrico (fuente de suministro de corriente eléctrica) | X | √ | | X |
| Semirremolques | √ | √ | √ | X |
| Auto-tanques | √ | √ | √ | X |
| Recipiente de almacenamiento. | √ | √ | √ | X |
| Sistema Contra Incendio | X | √ | | X |
| Mangueras y tubería destinada al trasiego del gas. | √ | √ | √ | X |

Tabla 22. Análisis Preliminar de Riesgos por sustancias y materiales peligrosos

| APR SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sustancias y materiales peligrosos** | **Volumen ó cantidad mínima Lts.** | **Volumen ó cantidad máxima Lts.** | **Incendio** | **Explosión** | **Derrame** | **Incompatibilidad, nube tóxica o materiales tóxicos** |
| Gas L.P. Planta | 187,500.00 | 225,000.00 | √ | √ | √ | √ |

Tabla 23. Análisis Preliminar de Riesgos por procesos

| APR POR PROCESOS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Actividad.** | **Fuga** | **Incendio** | **Explosión** | **Incompatibilidad, Nube tóxica o materiales tóxicos** |
| Trasiego del Gas LP, en todas las áreas | √ | √ | √ | X |
| Almacenamiento | √ | √ | √ | X |

√: Existe la posibilidad de riesgo
X: No existe posibilidad de riesgo.

Los riesgos pueden ser generados por su ubicación, operación, falla del equipo ó mantenimiento.

### 5.3.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS POR SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS.

Tabla 24. Análisis Preliminar de Riesgos por Sustancias y Materiales Peligrosos

| Sustancia | Riesgo Mayor | Familia Química | Características de Peligrosidad | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Propiedades Físicas y Químicas | | NOM-018-STPS-2015 |
| | | | Estado físico | Olor | |
| Gas L.P. | Inflamable | Hidrocarburos Alifáticos | Gas | Característico | |

El manejo de sustancias clasificadas como peligrosas en general presentan características que pueden desarrollar sucesos no deseados por su transporte y almacenamiento, los sucesos iniciadores, propagación, mitigación y medidas de prevención generales pueden ser:

Tabla 25. Sucesos, Circunstancias y Consecuencias de las Sustancias Peligrosas

| Características Peligrosas | Sucesos Iniciadores | Circunstancias Propagadoras | Circunstancias Mitigantes | Consecuencias del Accidente |
|---|---|---|---|---|
| **Manejo de cantidades de sustancias peligrosas** (Materiales inflamables, combustibles inestables o tóxicos, gases inertizantes materiales a muy alta o baja temperatura, etc.). | **Fallos de contención** (tuberías, juntas, soldaduras, etc.)<br><br>**Errores humanos** (operación, mantenimiento, revisiones).<br><br>**Perdida de servicios**<br><br>**Agentes de externos** (inundaciones, terremotos, tormentas, vientos fuertes, impactos, sabotajes, etc.)<br><br>**Errores de método o información** | **Fallos de contención** (válvulas de emergencia, orden y limpieza, mal manejo residuos)<br><br>**Ignición, explosión.**<br><br>**Errores del operador** (omisión, diagnostico, toma de decisiones, falta de mantenimiento).<br><br>**Agentes Externos.** | **Respuestas de control, respuestas de los operadores, sistema de emergencia.**<br><br>**Operaciones de emergencia** (alarmas, procedimientos de emergencia, equipos de protección personal, evacuación, etc.)<br><br>**Agentes externos fortuitos.**<br><br>**Comunicación y Capacitación.** | -Incendios<br>-Explosiones<br>-Impactos<br>-Fugas<br>-Dispersión de materiales tóxicos. |

### 5.4. METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN

La Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos que emitió la ASEA y la cual fue actualizada en junio del 2020, nos indica que se pueden utilizar las siguientes metodologías para la identificación de escenarios de riesgo.

Tabla 26. Metodologías cualitativas y semicuantitativas de Análisis de Riesgos

| Tipo | Nombre |
|---|---|
| **Metodologías de Análisis de Riesgo cualitativas** | ¿Qué pasa si? |
| | Lista de verificación |
| | Análisis de Peligros y Operatividad (Hazop) |
| | Método Muhlbauer |
| | Análisis de Modo de Falla y Efecto (FMEA) |
| | Análisis de Modos de falla y efecto y Criticidad (FMEAC) |
| | Análisis de Confiabilidad Humana (ACH) |
| **Metodologías de Análisis de Riesgo Semicuantitativas** | Análisis de Capas de Protección (LOPA) |
| | Análisis Bow-Tie |
| | Índice Dow |
| | Índice Mond |

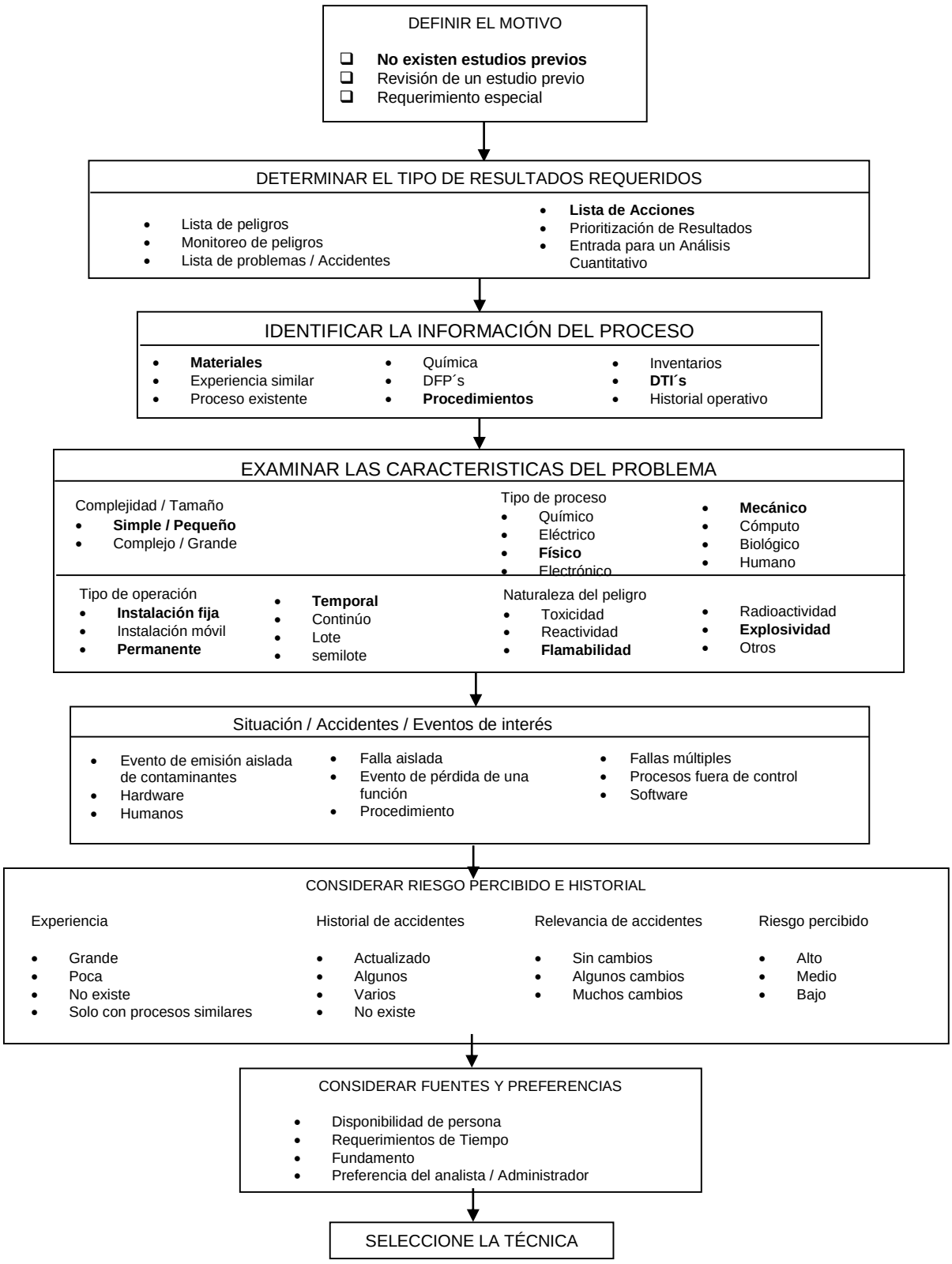
### 5.4.1. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

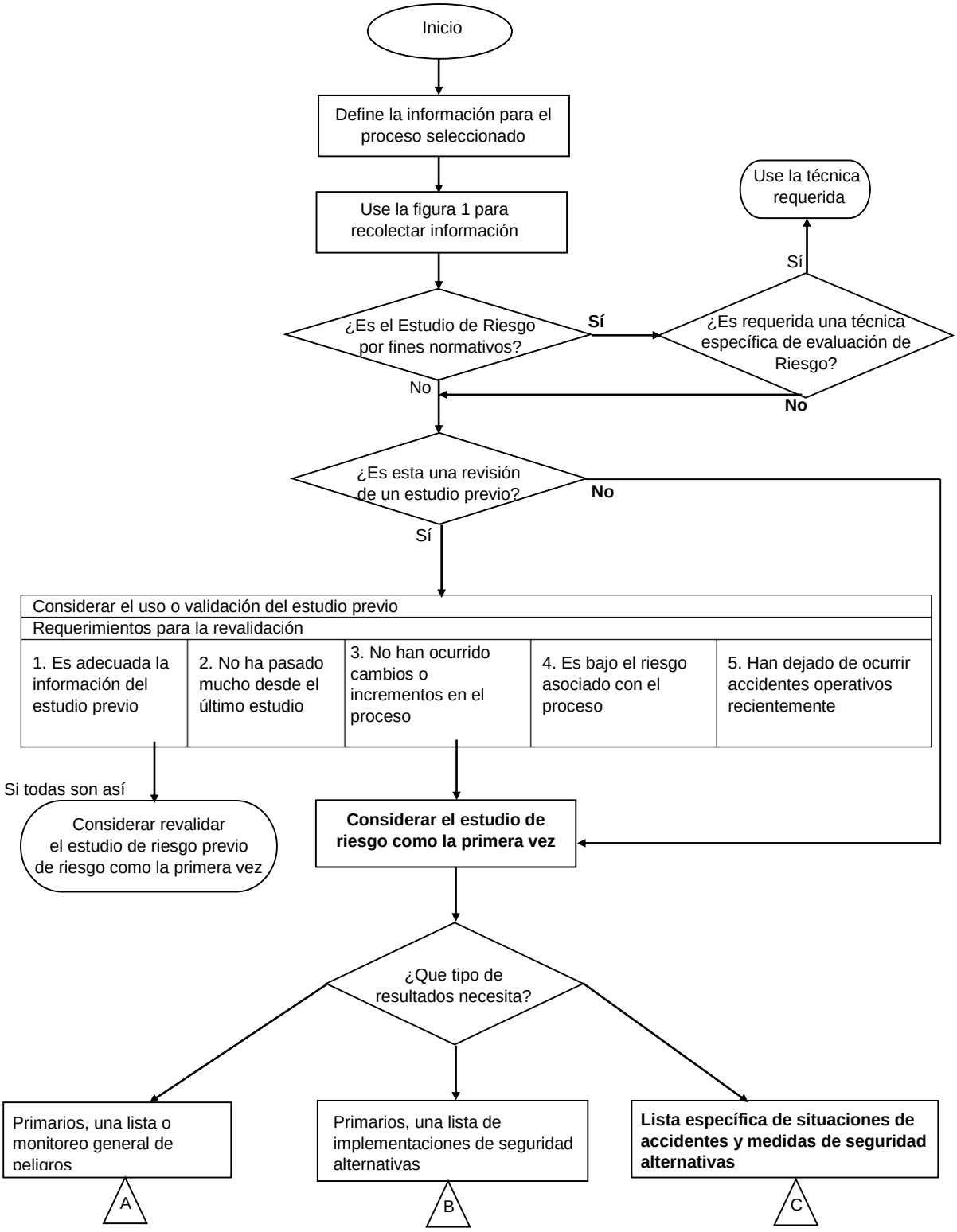
Los puntos de riesgo de una instalación se enfocan a todas aquellas áreas de operación que en un momento dado pueden causar daño al personal, a las instalaciones o al ambiente, ya sea por explosión, incendio o toxicidad, los pasos más comunes para llevar a cabo una identificación y jerarquización de riesgos son:

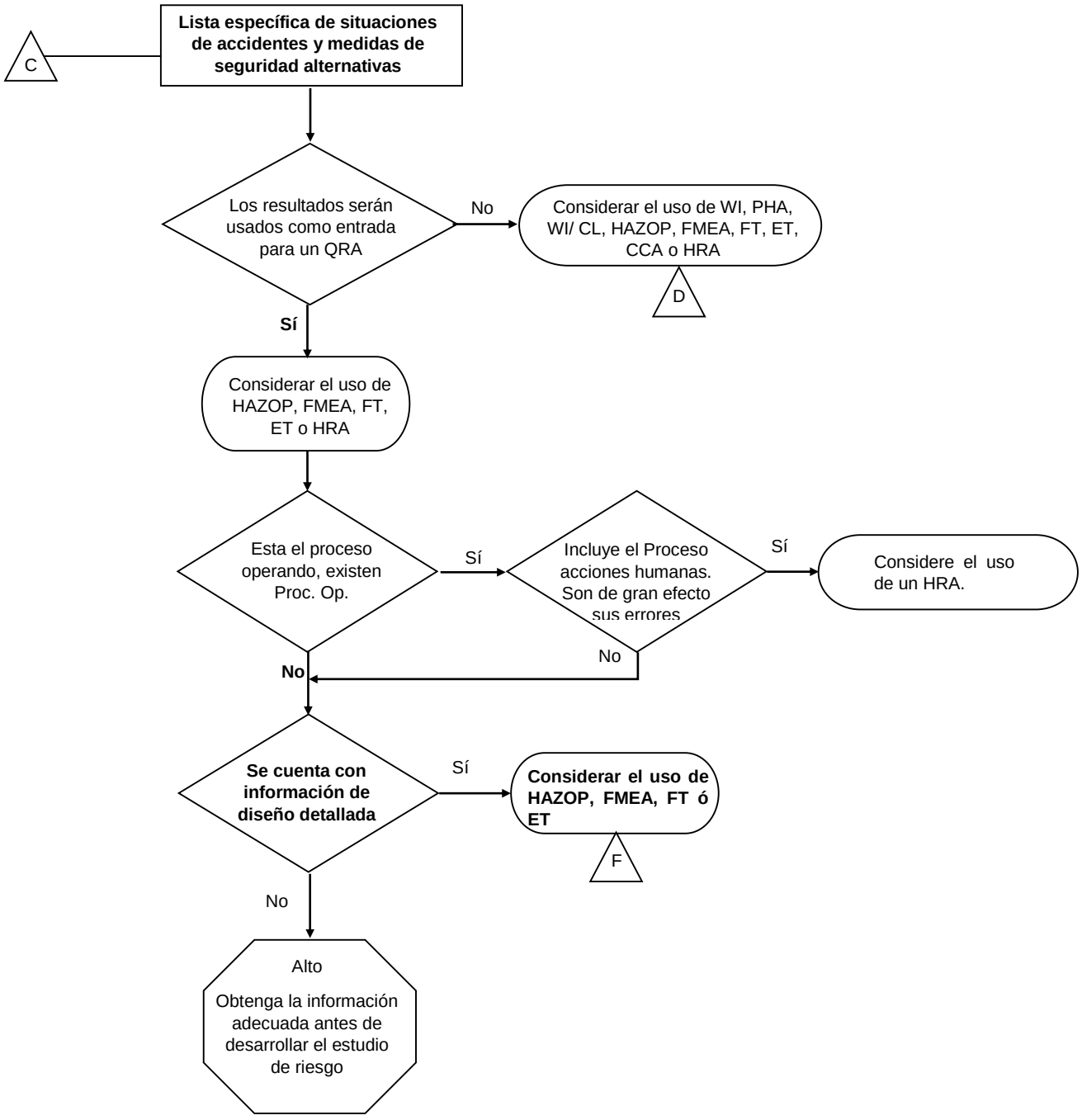
a) Selección de la técnica de identificación de riesgos.
b) Análisis y evaluación de riesgos.
c) Jerarquización de riesgos.
d) Análisis de consecuencias.

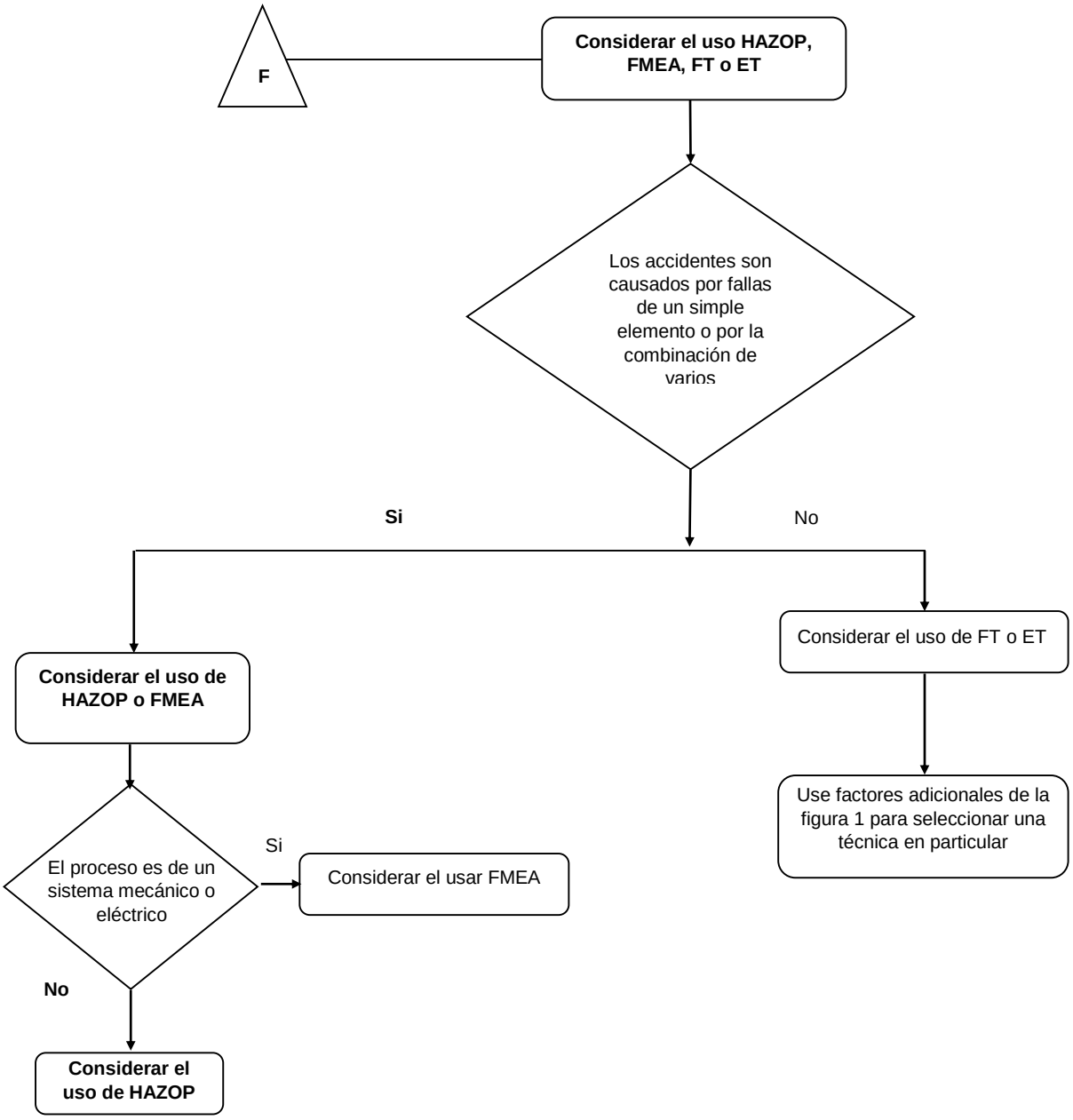
La selección de la metodología para la identificación de riesgos se basó en la guía sugerida por el Centro de Seguridad en Procesos Químicos (CCPs) del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) publicada bajo el título de Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, segunda edición con ejemplos desarrollados, 1995.

Los factores que se involucran para la selección de la metodología son los siguientes:


DEFINIR EL MOTIVO
No existen estudios previos
Revisión de un estudio previo
Requerimiento especial
DETERMINAR EL TIPO DE RESULTADOS REQUERIDOS
Lista de peligros
Monitoreo de peligros
Lista de problemas / Accidentes
Lista de Acciones
Prioritización de Resultados
Entrada para un Análisis Cuantitativo
IDENTIFICAR LA INFORMACIÓN DEL PROCESO
Materiales
Experiencia similar
Proceso existente
Química
DFP´s
Procedimientos
Inventarios
DTI´s
Historial operativo
EXAMINAR LAS CARACTERISTICAS DEL PROBLEMA
Complejidad / Tamaño
Simple / Pequeño
Complejo / Grande
Tipo de proceso
Químico
Eléctrico
Físico
Electrónico
Mecánico
Cómputo
Biológico
Humano
Tipo de operación
Instalación fija
Instalación móvil
Permanente
Temporal
Continúo
Lote
semilote
Naturaleza del peligro
Toxicidad
Reactividad
Flamabilidad
Radioactividad
Explosividad
Otros
Situación / Accidentes / Eventos de interés
Evento de emisión aislada de contaminantes
Hardware
Humanos
Falla aislada
Evento de pérdida de una función
Procedimiento
Fallas múltiples
Procesos fuera de control
Software
CONSIDERAR RIESGO PERCIBIDO E HISTORIAL
Experiencia
Grande
Poca
No existe
Solo con procesos similares
Historial de accidentes
Actualizado
Algunos
Varios
No existe
Relevancia de accidentes
Sin cambios
Algunos cambios
Muchos cambios
Riesgo percibido
Alto
Medio
Bajo
CONSIDERAR FUENTES Y PREFERENCIAS
Disponibilidad de persona
Requerimientos de Tiempo
Fundamento
Preferencia del analista / Administrador
SELECCIONE LA TÉCNICA


Inicio
Define la información para el proceso seleccionado
Use la figura 1 para recolectar información
¿Es el Estudio de Riesgo por fines normativos?
Sí
¿Es requerida una técnica específica de evaluación de Riesgo?
Use la técnica requerida
Sí
No
No
¿Es esta una revisión de un estudio previo?
No
Sí
Considerar el uso o validación del estudio previo
Requerimientos para la revalidación
1. Es adecuada la información del estudio previo
2. No ha pasado mucho desde el último estudio
3. No han ocurrido cambios o incrementos en el proceso
4. Es bajo el riesgo asociado con el proceso
5. Han dejado de ocurrir accidentes operativos recientemente
Si todas son así
Considerar revalidar el estudio de riesgo previo de riesgo como la primera vez
Considerar el estudio de riesgo como la primera vez
¿Que tipo de resultados necesita?
Primarios, una lista o monitoreo general de peligros
Primarios, una lista de implementaciones de seguridad alternativas
Lista específica de situaciones de accidentes y medidas de seguridad alternativas
A
B
C


C
Lista específica de situaciones de accidentes y medidas de seguridad alternativas
Los resultados serán usados como entrada para un QRA
No
Considerar el uso de WI, PHA, WI/ CL, HAZOP, FMEA, FT, ET, CCA o HRA
D
Sí
Considerar el uso de HAZOP, FMEA, FT, ET o HRA
Esta el proceso operando, existen Proc. Op.
Sí
Incluye el Proceso acciones humanas. Son de gran efecto sus errores
Sí
Considere el uso de un HRA.
No
No
Se cuenta con información de diseño detallada
Sí
Considerar el uso de HAZOP, FMEA, FT ó ET
F
No
Alto
Obtenga la información adecuada antes de desarrollar el estudio de riesgo


F
Considerar el uso HAZOP, FMEA, FT o ET
Los accidentes son causados por fallas de un simple elemento o por la combinación de varios
Si
No
Considerar el uso de HAZOP o FMEA
Considerar el uso de FT o ET
Use factores adicionales de la figura 1 para seleccionar una técnica en particular
El proceso es de un sistema mecánico o eléctrico
Si
Considerar el usar FMEA
No
Considerar el uso de HAZOP

Por estos motivos se llegó a la conclusión que la metodología más viable para realizar la identificación de riesgos de este proyecto era el Análisis de peligros y Operatividad HAZOP.

Asimismo se consideraron criterios para la identificación de riesgos como: tipo de resultado requerido (lista de problemas / accidentes y lista de acciones); información con que se cuenta del proceso (experiencia similar, diagramas de la instalación, historial operativo “en instalaciones similares”) características del problema (operación simple, proceso mecánico, operación continua, peligro de inflamabilidad, explosividad y toxicidad, situación falla aislada, accidentes proceso fuera de control); riesgo percibido e historial (amplia experiencia, historial de accidentes actualizado, riesgo percibido medio).

Para profundizar en el análisis de riesgo posteriormente a la identificación y jerarquización de escenarios de riesgo obtenidos a través del HazOp, se aplicaron las técnicas de Arboles de Fallas (FMEA) y Arboles de Eventos (ET) con el fin de cuantificar la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados y en consecuencia la identificación y propuesta de mejoras a las instalaciones con objeto de disminuir dicha probabilidad de ocurrencia.

### 5.4.2. ANALISIS DE RIESGO Y OPERABILIDAD (HAZOP).

Es una técnica que puede identificar peligros de procesos y problemas de operativa, considerando de manera sistemática las desviaciones a la intención original o al diseño en un determinado proceso, mediante la aplicación de “palabras guía” tales como “MAS”, “MENOS”, etc. a los parámetros de ese proceso, y lograr de este modo identificar desviaciones no deseadas.

Es una metodología para la cual se requiere una sesión grupal con un conjunto multidisciplinario de participantes. La técnica es relativamente general y puede ser aplicada a una amplia gama de procesos de variada complejidad. Es muy utilizada para la identificación de riesgos, con aplicaciones en distintas ramas de la industria (química, petroquímica, petróleo y gas, etc.)

Las características más importantes de un estudio de **HazOp** son las siguientes:

- Palabras Guía
- Desvíos de la Intención de Diseño
- Causas
- Consecuencias
- Riesgos
- Dificultades Operativas

La INTENCION define como debe funcionar un determinado equipo o parte del mismo, o como debe realizarse una operación.

Las PALABRAS GUIA son simples palabras que se usan para estimular a los participantes en el proceso de identificar diferentes desviaciones particulares.

Las DESVIACIONES son apartamientos de la intención, los cuales son descubiertos mediante la aplicación sistemática de las palabras guía.

Las CAUSAS son las razones por la cuales las desviaciones podrían ocurrir. Las CONSECUENCIAS son los resultados de tales desviaciones.

**HAZOP** es una metodología que permite identificar problemas que puedan conducir a un evento riesgoso o a fallas de operabilidad en un sistema complejo.

HazOp es esencialmente una primera etapa en procesos de evaluación de riesgos, con el objetivo implícito de determinar qué es lo que puede andar mal. Puede decirse que el método HazOp es típicamente usado para:

- Evaluación del grado de adecuación del diseño, p.ej. en las etapas de diseño conceptual, preliminar y de detalle
- Evaluación de grado de adecuación de la instalación del sistema o proceso
- Evaluación de áreas con problemas;
- Evaluación de modificaciones en el diseño.

Las ventajas o beneficios de la aplicación de HazOp son los siguientes:

- La identificación temprana de problemas al aplicarlo en la etapa conceptual del diseño
- El examen detallado de los riesgos y los problemas de operabilidad cuando se aplica en la etapa de detalle, con resultados tales como las mejoras de diseño antes de la compra de equipos, construcción y comisionado de la instalación
- Estimula la creatividad en la evaluación conceptual del diseño

Para desarrollar un estudio HazOp, se requiere de una descripción completa del proceso, la cual permita definir la intención del diseño. Esto permitirá conocer las condiciones críticas de operaciones consistentes en volúmenes, presiones, así como las medidas de seguridad y condicionantes aplicadas en cada etapa.

(**Anexo 3. Informe técnico**)

1. **División en áreas o secciones a analizar.**

Es conveniente dividir en secciones la instalación o proceso a evaluar, esto permitirá en primera instancia hacer más simple el trabajo, evaluar de forma puntual y más a detalle cada una de las partes del proyecto.

2. **Aplicar palabras guías en cada sección.**

Durante el proceso de planeación para la aplicación de la técnica HAZOP, es necesario analizar todas las posibles palabras guía o clave existentes, factibles de aplicar a la instalación a analizar, dependiendo del giro, proceso y variables operativas principales del proceso, por lo que a continuación se muestran algunas de las palabras guía que son viables de aplicar a cualquier tipo de instalación.

Tabla 27. Palabras Guía para HAZOP

| Palabras Guía | Significado | Comentarios |
|---|---|---|
| NO | La negación total delos propósitos. | No se logra parte de los propósitos, pero nosucede nada más. |
| MAS<br><br>MENOS | Incremento o disminución cuantitativa | Esto se refiere a cantidades – propiedades, como proporciones de flujo y temperaturas, así como también actividades como “Calor” y“Reaccionar”. |
| ADEMAS DE | Un incremento cualitativo | Todos los propósitos del diseño y de operaciones se logran conjuntamente con alguna actividad adicional. |
| PARTE DE | Una disminución cualitativa | Sólo se logran algunos de los propósitos,otros no se logran. |
| REVERTIR CONTRARIO | Lo opuesto lógico | Esto se aplica la mayoría de las veces a actividades, por ejemplo, flujo revertido o reacciones químicas. También se puede aplicar a sustancias, como VENENO en vez de ANTIDOTO o isómeros ópticos “D” en vez de “L”. |
| EN VEZ DE DIFERENTE | Sustitución completa | No se logra ninguna parte del propósito original. Se produce un fenómeno diferente. |

Por lo anterior, se determinó el uso de palabras guía. Las palabras guías aplicadas básicamente son:

NO, MAS, MENOS, adicionalmente se pueden considerar palabras específicas al tipo de proceso, o variable de operación como; NO FLUJO, FUGA, RUPTURA, ALTO O BAJO NIVEL, etc., estas palabras deben de definirse antes de iniciar la evaluación.

**3. Determinar las desviaciones significativas.**

Una vez que se tiene conocimiento del diseño y se han aplicado las palabras clave, se evalúan los puntos donde se pudiera presentar alguna anormalidad, tanto en el diseño como en la operación. Las desviaciones o consecuencias significativas son aquellas fallas que pudieran representar un riesgo tanto al proceso, como al personal que lo opera.

**4. Proponer las medidas preventivas o correctivas según sea el caso.**

Una vez que se determinaron los puntos críticos, así como las consecuencias, se proponen las medidas correctivas en el diseño o las modificaciones en el proceso, para evitar o disminuir las desviaciones detectadas.

**5. Aplicar estas medidas y evaluar el diseño u operación.**

Todos los estudios HazOp, tienen que ser evaluados en repetidas ocasiones, o hasta que se determine un punto de operación aceptable. Este tipo de estudios se puede aplicar considerando varios criterios, ya sean Seguridad, Diseño o Producción. A continuación, se presentan ciertos parámetros y características para la realización del análisis HazOp, a las instalaciones de la Planta.

- **Definiciones:**

**NODO:** Es un punto, sección o área de estudio del sistema, proceso o instalación, al cual se analizan e identifican todos los riesgos inherentes de un evento indeseable y en los cuales se pueden presentar las siguientes condiciones:

Una transferencia de materia o energía (Operaciones unitarias tales como: destilación, absorción, etc.), un incremento de energía potencial debido a medios mecánicos, tales como bombas o compresores, una separación de fases, etc.

Por lo anterior un nodo es una parte, sección, o área de estudio de un sistema integral. Cada línea, pieza, equipo puede ser seleccionado o examinado como un nodo, esto dependerá de que tan a detalle se requiera el estudio, sin embargo, en la práctica común se toma o establece un nodo como una sección del proceso, operación unitaria, etc.

Los nodos han sido seleccionados para representar puntos críticos en el proceso e instalaciones donde pueden ocurrir cambios.

Los nodos seleccionados no incluyen equipo idéntico o redundante (relevo), a menos que las funciones de apoyo sean secundarias para una de las partes.

**Propósito o intención de diseño:** Describe la forma en que se espera funcione el elemento analizado, pudiendo tomar varias formas tales como líneas, equipos (recipientes, bombas, compresores, etc.), sistemas u operaciones unitarias.

**Desviaciones:** Son los cambios o variaciones que se pueden presentar durante la operación del sistema, lográndose mediante la combinación de la palabra clave seleccionada, más la variable de operación del sistema analizado, como no-flujo, alta o baja presión, etc.

**Causas:** Son las razones, por las que se pueden presentar las desviaciones. Cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.

**Consecuencias:** Son los resultados o evento de riesgo, que se obtendrán en caso de que se presentaran algunas desviaciones.

**Salvaguardas:** Son las medidas de seguridad, dispositivos, instrumentación, programas, planes, etc., con que cuenta el sistema, para cada causa, con el propósito de prevenir o mitigar las consecuencias asociadas.

**Recomendaciones:** Para todas las causas identificadas y tomando como base las consecuencias de ocurrencia y salvaguardias existentes en el lugar, se proponen adicionalmente las recomendaciones necesarias, dirigidas a lograr una disminución o control del riesgo identificado. Resulta importante señalar, que se pueden incluir cambios tanto de diseño como de parámetros operativos.

### 5.4.3. RESULTADOS DE HAZOP

En el caso de la metodología ***HazOp*** se determinaron seis nodos de análisis:

Tabla 28. Nodos del HAZOP

| NODO | OPERACIONES QUE SE LLEVAN A CABO |
|---|---|
| Nodo 1. Isleta de Recepción de Gas LP | Recepción de Gas L.P. de semirremolques en isleta de tomas de recepción de 3" de Ø para gas-líquido y toma de 2" de Ø para gas-vapor a 10 kg/cm$^2$.<br><br>Envío de gas L.P. de la isleta de tomas de recepción al recipiente de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 3" de Ø, a una presión de 10 kg/cm$^2$. |
| Nodo 2. Área de almacenamiento | Almacenamiento de Gas L.P. en un recipiente horizontal con una capacidad de 250,000 Lt. Al 100%.<br><br>Envío de Gas L.P. del recipiente de almacenamiento a la bomba de suministro de auto–tanques por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3" y 2".<br><br>Envío de Gas L.P. del recipiente de almacenamiento a la bomba de suministro de múltiple de llenado por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3" y 2". |
| Nodo 3. Isleta de bomba de suministro a auto-tanques | Recepción de Gas L.P. de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2" y 3" de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm2.<br><br>Suministro de Gas L.P. a auto-tanques (Tomas de Suministro) |
| Nodo 4. Isleta de bomba de suministro a múltiple de llenado | Recepción de gas L.P. de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2" y 3" de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm2.<br><br>Suministro de Gas L.P. al múltiple de Llenado (Tomas de Suministro) |
| Nodo 5. Sistema de vaciado de recipientes transportables | Almacenamiento de Gas L.P. en un recipiente horizontal con una capacidad de 300 Lt. |

Se determinaron **46 desviaciones** de operación:

Tabla 29. Desviaciones del HAZOP

| Esc. | Desviación |
|---|---|
| **Nodo 1: Isleta de Recepción de Gas L.P** | |
| **1.1** | No se presenta flujo de Gas LP, en la toma de recepción y/o envío de Gas LP al recipiente de almacenamiento |
| **1.2** | Menor flujo en la descarga, de Gas L.P. al recipiente de almacenamiento. |
| **1.3** | Menor presión, la descarga de Gas al recipiente de almacenamiento no es con la presión normal. |
| **1.4** | Mayor presión en las líneas de descarga, de Gas L.P. al recipiente de almacenamiento. |
| **1.5** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **1.6** | Mayor Corrosión externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **Nodo: 2 Área de Almacenamiento.** | |
| **2.1** | No Hay flujo. NO se presenta flujo en cualquiera de las líneas de envió o recepción de gas. |
| **2.2** | Menos Flujo. Él envió de Gas L.P. a las bombas de suministro es con un menor flujo al normal. |

| | |
|---|---|
| **2.3** | Flujo inverso, se presenta retorno de flujo en las líneas de conducción de gas L.P. |
| **2.4** | Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal. |
| **2.5** | Mayor Presión. Se presenta un represionamiento en las líneas de envió de Gas L.P. a las bombas de suministro. |
| **2.6** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **2.7** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **2.8** | Menor Nivel en el recipiente de almacenamiento. El recipiente presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo. |
| **2.9** | Mayor Nivel. El recipiente de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo. |
| **2.10** | Menor presión. El recipiente de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa. |
| **2.11** | Mayor Presión. El recipiente de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación. |
| **2.12** | De otra manera. Ruptura total de recipiente. |
| **Nodo 3: Isleta de Bomba de Suministro de Gas L.P. a Auto-tanques** | |
| **3.1** | Menor Flujo. En el suministro de Gas L.P. a los auto-tanques. |
| **3.2** | Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor a la norma. |
| 3.3 | Menor Presión. La presión de entrega para el llenado de auto-tanques, es menor a la presión normal de operación |
| **3.4** | Mayor Presión. La presión de entrega para el llenado de auto-tanques, es mayor a la presión normal de operación. |
| **3.5** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **3.6** | Mayor Corrosión externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **Nodo 4: Isleta de Bomba de Suministro de Gas L.P. a Múltiple de Llenado** | |
| **4.1** | No Hay flujo |
| **4.2** | Menos Flujo. Él envió de Gas L.P. al múltiple de llenado es con un menor flujo al normal. |
| **4.3** | Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal. |
| **4.4** | Menor presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal. |
| **4.5** | Mayor Presión. Se presenta un represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro. |
| **4.6** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **4.7** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **Nodo 5: Sistema de vaciado de recipientes transportables** | |
| **5.1** | Menor presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal. |
| **5.2** | Mayor Nivel. El recipiente de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo |
| **5.3** | Mayor Corrosión interna. Se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **5.4** | Mayor Corrosión Externa. Se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios |
| **5.5** | De otra manera. Ruptura del total del recipiente. |

- **Análisis cualitativo de la magnitud de los riesgos.**

Durante la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos se elaboró de forma simultánea el proceso de jerarquización de los eventos identificados, con objeto de seleccionar los postulados finales sobre los que se proseguirá el Análisis de Consecuencias y de Frecuencia, así como para definir aquellos que, estando en una situación de riesgo intermedia, deben ser cuestionados sobre la justificación o no de la implantación de las recomendaciones que a ellos aplican, mediante la metodología Costo-Beneficio.

- **Matriz de jerarquización de riesgos.**

La matriz de jerarquización de riesgo relaciona la severidad de los escenarios mediante el uso de índices ponderados de la severidad de las consecuencias (o afectación) y de la probabilidad de ocurrencia del incidente. El índice de evaluación de la consecuencia permite identificar la magnitud de las consecuencias en relación con los daños probables tanto a la salud como a la economía de la instalación. Por otro lado, la probabilidad de ocurrencia de un incidente, depende directamente del nivel de protección del equipo,

así como del historial de la frecuencia de fallas que funjan como eventos iniciantes en el desarrollo de los escenarios evaluados.

La matriz de riesgo representa en forma gráfica la ponderación de riesgo que pueden tomar cada uno de los escenarios, para lo cual, se definen tres regiones que indican el tipo de riesgo que tiene el escenario y las acciones que deben ser tomadas.

- **Caracterización y jerarquización de riesgos.**

**Matriz de riesgos.**

Tabla 30. Matriz de Frecuencia-Consecuencia

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **FRECUENCIA** | **ALTA (F4)** | **B** | **B** | **A** | **A** |
| | **MEDIA (F3)** | **C** | **B** | **B** | **A** |
| | **BAJA (F2)** | **D** | **C** | **B** | **A** |
| | **REMOTA(F1)** | **D** | **D** | **C** | **B** |
| | | **Menor C1** | **Moderada C2** | **Grave C3** | **Catastrófica C4** |
| | | **CONSECUENCIA** | | | |

- **Frecuencia de cada escenario.**

Se definen 4 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos, en función de las frecuencias con que se estima que puedan presentarse.

Tabla 31. Tabla para estimación de frecuencias de ocurrencia de los eventos

| **Frecuencia** | | **Criterios de ocurrencia** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Categoría** | **Tipo** | **Cuantitativo** | | **Cualitativo** |
| **Alta** | **F4** | $> 10^{-1}$ | > 1 en 10 años | El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años |
| **Media** | **F3** | $10^{-1}$-$10^{-2}$ | 1 en 10 años a 1 en 100 años | Puede ocurrir al menos 1 vez en la vida de las instalaciones |
| **Baja** | **F2** | $10^{-2}$-$10^{-3}$ | 1 en 100 años a 1 en 1000 años | Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar |
| **Remota** | **F1** | $<10^{-3}$ | < 1 en 1000 años | Esencialmente imposible. No es realista que ocurra |

- **Tabla de consecuencias**

Tabla 32.Tabla para estimación de consecuencias

| Afectación | Tipo de evento y categoría de la consecuencia. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Menor C1 | Moderado C2 | Grave C3 | Catastrófico C4 |
| **A las personas** | | | | |
| Seguridad y salud de los vecinos | Sin afectación a la seguridad y a la salud publica | Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad publica | Evacuación: lesiones menores o afectación a la seguridad publica moderada; costos por afectación y daños entre 5 y 10 millones de pesos. | Evacuación de 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 contratistas | Sin afectación lesiones; primeros auxilios | Atención médica; lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles | Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal, efectos moderados a la salud | Una o más fatalidades, lesionados graves con daños irreversibles, incapacidad parcial o total permanente |
| **Al ambiente** | | | | |
| Efectos en el centro de trabajo | Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; partículas y polvos 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 vecinales | Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores quemadores operando continuamente; ruidos presentes y presencia de humo | 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 la fauna o 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 muerte a peces. | Remediación requerida; fuego y humo que afectan las áreas de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa. | Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere gran esfuerzo para remediación. Efectos sobre la flora y la fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua |
| **Al negocio.** | | | | |
| Pérdida de producción daños a las instalaciones | Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menos de 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, hasta 20 millones de pesos | MS de un mes de paro. Daños a las instalaciones y propiedades; pérdida mayor a 20 millones de pesos |
| Efecto legal | Incidente reportadle | Se da alerta por parte de las autoridades | Multas significativas; suspensión de actividades | Multa mayor proceso judicial |
| Daños en propiedad a 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 a los bienes o del funcionalidad de los bienes, posibilidad de lesiones fatales | Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante |

| Afectación | Tipo de evento y categoría de la consecuencia. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Menor C1 | Moderado C2 | Grave C3 | Catastrófico C4 |
| A la imagen | | | | |
| Atención de los medios del 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 |

- **Jerarquización de Riesgos**

Para la elaboración de la matriz de jerarquización de riesgos, se evaluaron y analizaron las desviaciones obtenidas en la técnica de identificación de Riesgos **HazOp**, donde se le asigna una frecuencia de ocurrencia y una severidad o consecuencia, tomando en cuenta las medidas de seguridad con que cuenta la instalación. El índice ponderado de riesgo se utiliza para jerarquizar y determinar los escenarios que se consideren importantes para la simulación de consecuencias, en el **Anexo C Informe Técnico** del presente estudio se encuentran los resultados de la metodología jerarquización de riesgos.

- **Tipos de Riesgos.**

**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.

Finalmente, el índice ponderado de riesgo, permite jerarquizar las áreas de proceso y operaciones que requieren de acciones correctivas urgentes o bien, interpretar el riesgo asociado del proyecto con sus posibles efectos.

- **Índice de Riesgo.**

Tabla 33. Tabla de índice de riesgo

| Categoría | Riesgo | Descripción |
|---|---|---|
| **D** | Aceptable | Riesgo generalmente aceptable; no se requieren medidas de mitigación y abatimiento. |
| **C** | Aceptable con controles | Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo en forma correcta. |
| **B** | Indeseable | Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar en un período de 3 a 12 meses. |
| **A** | Inaceptable | Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar en un período de 3 a 6 meses |

**Fuente: JBF Associates, Inc., Knoxville, TN. (CCPs, 1995)**

En el **Anexo B**. se presentan los valores de ponderación de frecuencias y ponderación de las consecuencias para las diferentes actividades obtenidas a partir de las matrices de los criterios de riesgo, los cuales fueron determinadas a través de la aplicación de la identificación de Riesgos.

**Resultados.**

A continuación, se presenta una tabla con el resumen de la ponderación **Frecuencia – Consecuencia** realizada, para cada una de las desviaciones consideradas en la aplicación del **"HazOp"** para las actividades de almacenamiento y distribución de Gas L.P., las matrices de jerarquización de cada uno de estos eventos se encuentran en el **Anexo B.**

- **Resumen de los resultados obtenidos de la ponderación de riesgos.**

**Metodología HazOp.**

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo 1: Isleta de Recepción de Gas L.P** | | | | | | | | | | |
| **1. 1** | No se presenta Flujo de gas LP, en la toma de recepción y/o envío de Gas LP al recipiente de almacenamiento | No hay alimentación de Gas L.P. | No se presentan escenarios de riesgo. | F2 | **C1** | **C1** | **C1** | **C1** | **D** | **Riesgo Razonablemente Aceptable.** |
| **1. 2** | Hay un menor flujo en la descarga, de gas L.P. al recipiente de almacenamiento. | Liberación de gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **1. 3** | Menor presión, la descarga de gas al recipiente de almacenamiento no es con la presión normal. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C1** | **C3** | **C1** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **1.4** | Mayor presión en las líneas de descarga, de gas L.P. al recipiente de almacenamiento. | Se registra mayor presión en el cabezal de recepción de gas L.P. y en líneas de alimentación a recipiente de almacenamiento. | Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales. | F2 | **C2** | **C1** | **C2** | **C1** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **1.5** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **A** | **Riesgo Inaceptable** |
| **1.6** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **A** | **Riesgo Inaceptable** |

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo: 2 Área de Almacenamiento.** | | | | | | | | | | |
| **2.1** | No Hay flujo. NO se presenta flujo en cualquiera de las líneas de envió o recepción de gas. | No hay alimentación de gas L.P. al recipiente de almacenamiento de gas L.P; No hay alimentación a las bombas de suministro de gas. | No se presentan escenarios de riesgo. | F2 | **C1** | **C1** | **C1** | **C1** | **D** | **Riesgo Razonablemente Aceptable.** |
| **2.2** | Menos Flujo. Él envió de gas L.P. a las bombas de suministro es con un menor flujo al normal. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **2.3** | Flujo inverso, se presenta retorno de flujo en las líneas de conducción de gas L.P. | Sin consecuencias de interés. | No se presentan escenarios de riesgo. | F2 | **C1** | **C1** | **C1** | **C1** | **D** | **Riesgo Razonablemente Aceptable.** |
| **2.4** | Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **2.5** | Mayor Presión. Se presenta un represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro. | Sobrepresión en líneas de acero y conectores flexibles de 2” y 3” de Ø, de alimentación al recipiente de almacenamiento | Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales. | F2 | **C3** | **C1** | **C3** | **C1** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **2.6** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F1 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **2.7** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br><br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **A** | **Riesgo Inaceptable** |
| **2.8** | Menor Nivel en el recipiente de almacenamiento. | Liberación de gas | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **A** | **Riesgo Inaceptable** |

| No. | Desviación | Potencial Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Continúa Nodo: 2 Área de Almacenamiento.** | | | | | | | | | | |
| **2.9** | Mayor Nivel. El recipiente de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo. | Sobrellenado del recipiente, disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo. | Menor margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo. | F2 | **C3** | **C1** | **C3** | **C1** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **2.10** | Menor presión. El recipiente de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **2.11** | Mayor Presión. El recipiente de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación. | Fatiga de materiales, | Disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo | F1 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **2.12** | De otra manera.<br>Ruptura total del recipiente. | Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE | Bola de fuego, radiación térmica mortal, infraestructura en movimiento por las ondas de sobrepresión comportándose como proyectiles | F1 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **B** | **Riesgo Indeseable** |

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo 3: Isleta de Bomba de Suministro de Gas a auto-tanques** | | | | | | | | | | |
| **3.1** | Menor Flujo. En el suministro de Gas a los auto-tanques. | Liberación de Gas L.P. con probabilidad de provocar flamazos, incendio o nubes explosivas<br>Menor gasto de alimentación a las tomas de suministro de auto–tanques. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **3.2** | Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal. | Se acelera el llenado de auto-tanques, con riesgo de un sobrellenado. | Sin escenarios de riesgo de interés. | F2 | **C1** | **C1** | **C2** | **C1** | **D** | **Riesgo Razonablemente Aceptable.** |
| **3.3** | Menor Presión. | Liberación de Gas L.P. con probabilidad de provocar flamazos, incendio o nubes explosivas. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **3.4** | Mayor Presión. La presión de entrega para el llenado de auto-tanques, es mayor a la presión normal de operación. | Riesgo de un manejo inadecuado en las tomas de suministro, provocando accidentes. Represionamiento de las líneas. | Afectación a la integridad mecánica del recipiente. | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **3.5** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Operación riesgosa de la tubería y accesorios utilizados para el trasiego de gas. | Mayor probabilidad de fugas. | F1 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **3.6** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br><br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **A** | **Riesgo Inaceptable** |
| **3.7** | De otra manera. Accidentalmente el auto-tanque se pone en movimiento, arrancando la manguera de suministro. | Liberación abrupta del Gas LP. | Formación de nubes explosivas, efecto domino sobre los otros recipientes. Suceso difícil de controlar, daños infraestructura aledaña. | F2 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **A** | **Riesgo Inaceptable** |

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo 4: Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Múltiple de Llenado.** | | | | | | | | | | |
| **4.1** | No Hay flujo | No hay alimentación de gas L.P. | No hay escenarios de riesgo | F2 | **C1** | **C1** | **C1** | **C1** | **D** | **Riesgo Razonablemente Aceptable.** |
| **4.2** | Menos Flujo. Él envió de gas L.P. al múltiple de llenado es con un menor flujo al normal. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **4.3** | Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal. | Riesgo de sobrellenado de los recipientes transportables. | Riesgo la integridad mecánica del recipiente. | F2 | **C2** | **C1** | **C2** | **C1** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **4.4** | Menor presión | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **4.5** | Mayor Presión. Se presenta un represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro. | Sobrepresión en las líneas de suministro al múltiple de llenado. | Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales. | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **4.6** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F1 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **4.7** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br><br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **A** | **Riesgo Inaceptable** |

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo 5: Sistema de vaciado de gas L.P de recipientes transportables.** | | | | | | | | | | |
| **6.1** | Menor presión | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **6.2** | Mayor Nivel | Sobrepresión en el recipiente de de almacenamiento de 300 kg. Fatiga de materiales. | Fatiga de materiales. | F2 | **C3** | **C2** | **C3** | **C2** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **6.3** | Mayor Corrosión interna. | Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F1 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **B** | **Riesgo Indeseable** |
| **6.4** | Mayor Corrosión Externa | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br><br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **A** | **Riesgo Inaceptable** |
| **6.5** | Ruptura del total del recipiente. | Liberación abrupta del Gas LP. | Formación de nubes explosivas, efecto domino sobre los otros recipientes. Suceso difícil de controlar, daños infraestructura aledaña. | F2 | **C4** | **C4** | **C4** | **C4** | **A** | **Riesgo Inaceptable** |

En resumen la tabla anterior nos indican que con la aplicación de la metodología **HazOp** se identificaron **9 escenarios** con un Índice de Riesgo del **Tipo "A" "Riesgo Intolerable"** y **21 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo "B" "Riesgo Indeseable"**; **2 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo "C" "Aceptable con Controles"** y **5 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo "D" "Riesgo Razonablemente Aceptable"**

En ambos casos derivado de la revisión de consecuencias y escenarios de riesgo podemos concluir que estos escenarios, calificados con un nivel de riesgo alto **"A"** o **"B"**, están asociados con la presencia de hidrocarburos y su posterior deflagración o inflamación, en caso de encontrar una fuente de ignición, y que son ocasionados por diversos agentes como son: fallas de equipos, o de sistemas de seguridad, fallas mecánicas de materiales o equipos, golpes por agentes externos y que ponen en riesgo la vida humana y la integridad de las instalaciones.

Asimismo, estos eventos se pueden agrupar en categorías (esto es posible porque en la operación de la planta solo se tienen dos operaciones unitarias lo que simplifica la identificación de los parámetros y escenarios que presentan un escenario similar y el mismo nivel de riesgo).

Los análisis mencionados en los puntos anteriores, determinan la siguiente jerarquización de riesgos, en función de los daños que pudiesen causar en caso de ocurrencia.

| Referencia en HazOp | Desviación | Causa | Frecuencia | Consecuencia | Nivel de Riesgo |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.6, 2.7, 3.6, 4.7, , 5.4, | Mayor Corrosión Externa | • Incorrecta o nula aplicación del sistema de protección anticorrosiva.<br>• Falta de mantenimiento a tuberías, equipos. | **F2 Baja** | **Catastrófica** | **A Riesgo Inaceptable.** |
| 1.5 | Mayor Corrosión Interna | • Potencial presencia de fugas en puntos corroídos con probabilidad de provocar flamazos, incendio o nubes explosivas. | **F2 Baja** | **Catastrófica** | **A Riesgo Inaceptable.** |
| 2.6, 3.5, 4.6, 5.3 | Mayor Corrosión Interna | • Termino del periodo de vida útil de la tubería o conexiones flexibles. | **F1 Remota** | **Catastrófica** | **B Riesgo Indeseable** |
| 2.12 | Ruptura del total del recipiente. | • Agente externo, golpe accidental, Incremento de la presión por exposición a flama o explosión.<br>• Daños mecánicos y sobrepresión, ocasionando la fatiga de materiales. | **F1 Remota** | **Catastrófica** | **B Riesgo Indeseable** |
| 3.7, 5.5 | Ruptura total | • Agente externo, golpe accidental, daños mecánicos y sobrepresión, ocasionando la fatiga de los materiales. | **F2 Baja** | **Catastrófica** | **A Riesgo Inaceptable.** |
| 2.11 | Mayor presión | • Sobrellenado, Sobrecalentamiento del recipiente. | **F1 Remota** | **Catastrófica** | **B Riesgo Indeseable** |

| Referencia en HazOp | Desviación | Causa | Frecuencia | Consecuencia | Nivel de Riesgo |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.5, 3.4, 4.5 | Mayor presión | • La válvula localizada a la entrada al recipiente de almacenamiento se encuentra cerrada.<br>• Incremento de la presión por falla en el sistema de regulación de gas de la Planta.<br>• Sobrellenado del recipiente, poniendo en riesgo la integridad mecánica del recipiente.<br>• Las válvulas de entrada al auto tanque se encuentran cerradas.<br>• La válvula de entrada al recipiente portátil se encuentra cerrada.<br>• Falla en el control electrónico para llenado “tipo troya” conectado el sensor de la báscula. | **F2 Baja** | **Grave** | **B Riesgo Indeseable** |
| 1.4 | Mayor presión | • La válvula localizada a la entrada del recipiente de almacenamiento se encuentra cerrada. | **F2 Baja** | **Moderada** | **C Riesgo aceptable con controles** |
| 1.3, 2.4, 2.10, 3.3, 4.4, 5.1 | Menor presión | • Fuga de gas por poro en tuberías de 2” de Ø de llegada o en accesorio de la isleta de tomas de recepción.<br>• Fuga de gas por poro en líneas de 2” y 3” de Ø, de alimentación al recipiente de almacenamiento.<br>• Fuga por poro en cuerpo o fuga en accesorios e instrumentos.<br>• Fuga de gas por poro en tuberías de 2” de Ø de llegada o en accesorio de la isleta de tomas de suministro de auto-tanques<br>• Fuga de gas por poro en tuberías de 3” Ø de suministro de Gas L.P al múltiple de llenado.<br>• Liberación de Gas L.P con probabilidad de provocar flamazos, incendios o nubes explosivas. | **F2 Baja** | **Grave** | **B Riesgo Indeseable** |
| 2.8 | Menor nivel en recipientes. | • Presencia de fugas. Omisión al revisar el nivel del líquido en los recipientes de almacenamiento de gas L.P.<br>• Omisión al revisar el nivel en el recipiente de almacenamiento de gas L.P. de 300 Lt. del sistema de vaciado de recipientes transportables. | **F2 Baja** | **Catastrófica** | **A Riesgo Inaceptable** |
| 2.9, 5.2 | Mayor nivel | • Falla de los indicadores de nivel; Falla humana no revisa los niveles del recipiente; La tasa de descarga de Gas L.P. es mayor que la de operación normal.<br>• Omisión al revisar el nivel en el recipiente de almacenamiento de Gas L.P. de 300 lt del sistema de vaciado de recipientes portátiles. | **F2 Baja** | **Grave** | **B Riesgo Indeseable** |

| Referencia en HazOp | Desviación | Causa | Frecuencia | Consecuencia | Nivel de Riesgo |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.2, 2.2, 3.1, 4.2 | Menor Flujo | • Mala conexión accidental de la línea de descarga del semirremolque, Fuga de gas por poro en tuberías de 2" Ø de llegada o en accesorio de la isleta de tomas de recepción.<br>• Fuga de Gas L.P. debido a una perforación o ruptura por golpe en las líneas expuestas de 2" y 3" de Ø, que reciben el Gas L.P. en recipiente de almacenamiento y/o en las líneas de alimentación o envío a bombas de suministro.<br>• Mala conexión accidental de las tomas de suministro para auto-tanques de 3" y 2" de Ø. Fuga de gas por poro en tuberías de 2" y 3" de Ø de llegada o en accesorios de la isleta de tomas de suministro de auto-tanques: Falla en la bomba.<br>• Falla en bombas; Mala conexión accidental de la línea de suministro al múltiple de llenado, Fuga de gas por poro en tuberías de 3" de Ø de suministro al múltiple de llenado. | **F2**<br>**Baja** | **Severo** | **B**<br>**Riesgo Indeseable** |
| 3.2 | Mayor flujo | • Falla en el equipo de bombeo | **F2**<br>**Baja** | **Menor** | **D**<br>**Riesgo Razonablemente Aceptable.** |
| 4.3 | Mayor flujo | • Falla de bombas | **F2**<br>**Baja** | **Moderada** | **C**<br>**Riesgo aceptable con controles** |
| 1.1, 2.1, 4.1 | No hay flujo | • Las válvulas de alimentación de las líneas de llegada o de recepción se encuentran cerradas.<br>• Problema operativo en la isleta de recepción.<br>• Las válvulas de entrada al múltiple de llenado de recipientes portátiles se encuentran cerradas. | **F2**<br>**Baja** | **Menor** | **D**<br>**Riesgo Razonablemente Aceptable.** |
| 2.3 | Flujo inverso | • Falla operación del compresor. | **F2**<br>**Baja** | **Menor** | **D**<br>**Riesgo Razonablemente Aceptable.** |

**Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego.**

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Tabla 34. Áreas susceptibles al BLEVE

| Instalación | Área específica y/o Equipo |
|---|---|
| **Área de almacenamiento.** | Recipiente de almacenamiento. |

**Áreas susceptibles por riesgos de fugas.**

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Tabla 36. Áreas susceptibles por riesgos de fugas

| Instalación | Área específica y/o Equipo |
|---|---|
| **Área de recepción de semirremolques.** | Tomas de recepción y suministro. |
| | Semirremolques. |
| | Compresor. |
| **Área de almacenamiento.** | Recipiente de almacenamiento. |
| | Tomas de recepción y suministro. |
| **Área de isletas para suministro de gas para auto-tanques.** | Tomas de recepción y suministro. |
| | Bombas. |
| **Área de llenado de recipientes transportables (Múltiple de Llenado)** | Tomas de recepción y suministro. |
| | Bombas. |
| **Área de vaciado de recipientes transportables.** | Tomas de recepción. |
| | Recipiente de almacenamiento. |

**Tipo de riesgo determinado.**

**Se determinó que el riesgo corresponde a una Frecuencia (2) Baja con Consecuencias de Severas a Catastróficas, es decir un Índice de Riesgo de B a A.**

Este Nivel de Riesgo se determina considerando que los escenarios antes mencionados **no se han aplicado** recomendaciones técnicas, que aseguren o garanticen una mayor fiabilidad a la operación de la planta de distribución.

## 5.5 ANALISIS DE FRECUENCIAS

La cuantificación del riesgo es determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento, para lo cual, se utilizan métodos deductivos de análisis que parte de la previa selección de un "suceso no deseado o evento que se pretende evitar", sea éste un accidente de gran magnitud (explosión, fuga, derrame, etc.) o sea un suceso de menor importancia (fallo de un sistema de cierre, etc.) para averiguar en ambos casos los orígenes de los mismos, son técnicas muy utilizados para el "análisis de riesgos" que facilitan determinar el riesgo propio de cada situación, cuando se conjuga una diversidad de fallos a estudiar. Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para el análisis de riesgos a partir de acontecimientos finales muy graves que pueden suceder en procesos industriales y que, por supuesto, se trata de evitar,

también resulta útil en situaciones en las que se pretende analizar "hacia atrás" el origen de determinados sucesos indeseados.

En nuestro particular caso, como ya señalamos anteriormente, los escenarios más críticos están asociados a liberación de Gas L.P., su dispersión, formación de nubes explosivas, jet fire (flamazos), derivada a partir de la presencia de fugas en cualquiera de las tuberías, mangueras, conexiones, recipientes, equipos, instrumentos, accesorios o en su caso más catastrófico la explosión por sobrepresión y despresurización súbita ocasionando una bola de fuego por la ruptura de los recipientes.

### 5.5.1 SELECCIÓN DE HIPÓTESIS.

Los escenarios hipotéticamente planteados son los siguientes:

**Hipótesis No. 1: Incendio, explosión y Nube Tóxica.**

Caso menos catastrófico, pero más probable.

Fugas en el recipiente de almacenamiento de 250,000. L. y/o del de 4,913 L. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión.

Escenario de Riesgo: Liberación de Gas L.P., presencia de gas con formación de nubes explosivas y su posterior inflamación y/o deflagración de encontrar una fuente de ignición, flamazos, (jet fire), incendio afectando la integridad de las personas, daños al ambiente y poniendo en riesgo la integridad de las instalaciones.

**Hipótesis No. 2: Incendio, explosión y Nube Tóxica.**

Caso Más Catastrófico, pero menos probable.

**El recipiente de almacenamiento es sometido a un calentamiento, originando una sobrepresión, la exposición es tal que se supera el límite de cedencia provocando la ruptura del recipiente (despresurización súbita) dando condiciones para que se genere una bola de fuego.**

La probabilidad de que este tipo de evento suceda es sumamente improbable e inesperada, se deben de tener situaciones muy concretas; se requiere que la fase líquida esté sobrecalentada, que se produzca una reducción brusca de presión en la fase gas, o bien que se den las condiciones de presión y temperatura que consigan la ebullición de toda la masa líquida de forma instantánea.

**Escenario de Riesgo:** En este incidente consideramos que, al aumentar la presión de vapor del líquido, las paredes del recipiente aumentan rápidamente de temperatura por efecto del calor externo, perdiendo su resistencia hasta el punto que no pueden soportar la presión interna, produciéndose entonces su fractura en forma violenta.

Como consecuencia inmediata, se producen sobrepresiones debidas a la liberación súbita de la presión interna del recipiente y la proyección de misiles o fragmentos metálicos derivados de la ruptura del

recipiente, así como la liberación del gas y/o deflagración en caso de encontrar una fuente de ignición, formando bolas de fuego.

A éste evento se le denomina **BLEVE** (**B**oiling **L**iquid **E**xpanding **V**apor **E**xplosion ó Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición).

Para realizar la cuantificación del riesgo utilizaremos las siguientes técnicas:

### 5.5.2 ÁRBOL DE FALLAS Y EVENTOS. (FTA: FAULT TREE ANALYSIS).

- **Planteamiento de los árboles de fallas.**

Fallas de causa común

Dentro del análisis de árbol de fallos se consideran con especial relevancia los denominados fallos de causa común, que son aquellos fallos que se producen simultáneamente o dentro de un intervalo de tiempo corto, de modo que varios componentes no están disponibles a la vez. Los fallos de causa común se han clasificado de la siguiente forma:

- Fallos en el diseño y en la fabricación.
- Fallos durante la operación del sistema.
- Fallos de operación.
- Fallos de mantenimiento.
- Condiciones extremas del entorno o en la operación del sistema.
- Efectos mecánicos sobre el sistema analizado procedentes de sistemas colindantes o debidos a efectos externos.

Con carácter general, se presentan a continuación aquellas recomendaciones o adecuaciones encaminadas a reducir la probabilidad de que se produzcan fallas de causa común, y que han sido específicamente propuestos según las circunstancias de las diferentes hipótesis accidentales planteadas en el estudio. Las adecuaciones más usuales se encaminan a:

- Diseño certificado y estandarizado (no excluye la innovación, sino que pondera entre tecnología conocida e implantación de nuevos sistemas poco conocidos e innecesarios, así como cambios en lógicas de funcionamiento a través de los sistemas de control distribuido).
- Redundancia (incluye la redundancia humana al introducir la supervisión sobre una acción).
- Diversidad (implica que los componentes de un subsistema o sistemas redundantes sean de tipo diferente, para evitar que posibles defectos de fabricación se manifiesten en todos los componentes). Es una estrategia opuesta a la estandarización y complica el mantenimiento, pero es especialmente útil cuando se quieren implantar enclavamientos independientes regidos por variables distintas (presión y temperatura, por ejemplo).
- Separación geométrica (a partir de los resultados del Análisis de Consecuencias).
- Sistemas de detección de fallas, para aumentar la disponibilidad del sistema.
- Comprobación periódica del funcionamiento de los sistemas.
- Medidas adecuadas para que las fallas de componentes, subsistemas o sistemas conduzcan a un estado seguro de la instalación.
- Separación o compatibilidad entre los sistemas de operación y seguridad.
- Garantía de calidad del crudo durante la explotación del pozo. Esta referencia incluye los siguientes puntos (entre otros).

- Formación buena y permanente de los operarios y técnicos.
- Manual de operaciones completo y actualizado.
- Restricción de acceso a áreas clasificadas.
- Mantenimiento correctivo, preventivo e incluso predictivo, según las características de la instalación.
- Comprobación del funcionamiento después del mantenimiento.
- Redundancia y diversidad (preparación y capacitación intensiva) en cuanto las personas que realizan trabajos de mantenimiento.
- Evaluación de la experiencia de operación.

- **Representación de los árboles de fallas**

En la siguiente figura se muestran los símbolos más utilizados para la elaboración de los árboles de fallos.

| SÍMBOLOS | SIGNIFICADO DEL SÍMBOLO |
|---|---|
| | SUCESO BÁSICO. No requiere de posterior desarrollo al considerarse un suceso de fallo básico. |
| | SUCESO NO DESARROLLADO. No puede ser considerado como básico, pero sus causas no se desarrollan, sea por falta de información o por su poco interés. |
| | SUCESO INTERMEDIO. Resultante de la combinación de sucesos más elementales por medio de puertas lógicas. Asimismo se representa en un rectángulo el "suceso no deseado" del que parte todo el árbol. |
| | PUERTA "Y" El suceso de salida (S) ocurrirá si, y sólo si ocurren todos los sucesos de entrada (E1 B1). |
| | PUERTA "O" El suceso de salida (S) ocurrirá si ocurren uno o más de los sucesos de entrada (E1 B1). |
| | SÍMBOLO DE TRANSFERENCIA. Indica que el árbol sigue en otro lugar. |
| | PUERTA "Y" PRIORITARIA. El suceso de salida ocurrirá si, y sólo si todas las entradas ocurren en una secuencia determinada, que normalmente se especifica en una elipse dibujada a la derecha de la puerta. |
| | PUERTA "O" EXCLUSIVA. El suceso de salida ocurrirá si lo hace una de las entradas, pero no dos o más de ellas. |
| | PUERTA DE INHIBICIÓN. La salida ocurrirá si, y sólo si lo hace su entrada y además se satisface una condición dada (X). |

- **Desarrollo de árboles de fallos**

El desarrollo o aplicación de los árboles de fallos se enfocará únicamente en los eventos que presentaron un mayor riesgo (riesgo muy alto) y que agrupan a los eventos que presentaron un Índice de Riesgo de inaceptable e indeseable, es decir aquellos que tienen un Índice de Riesgo **Tipo A o B**. como son los escenarios: BLEVE (ruptura del recipiente más bola de fuego) y fuga de gas con variante jet fire o nube explosiva, el charco de fuego es un evento de muy baja probabilidad de ocurrencia.

- **Cálculo de la Probabilidad de Ocurrencia de las Hipótesis propuestas.**

Para determinar el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis propuestas se utilizarán los siguientes valores de probabilidades.

**Hipótesis 1:**

Caso menos catastrófico, pero más probable.

Fugas en el recipiente de almacenamiento de 250,000. L. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión. (TOP IEJF)

Tabla 37. Valores de probabilidad de ocurrencia para hipótesis 1

| **Hipótesis 1** | | | |
|---|---|---|---|
| Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso superior: **Flamazo (Jet Fire), Explosión (Formación de Nube Explosiva)** | | | |
| **Evento** | **Descripción** | **Probabilidad** | **Referencia** |
| E1 | Falla de materiales (tuberías, mangueras) | $8.8 \times 10^{-7}$ | Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4 London, 1980. |
| E2 | Falla de Instrumentos. | $2.6 \times 10^{-4}$ | |
| E3 | Fallas de equipos | $2.6 \times 10^{-4}$ | |
| E4 | Error humano (no se sigue procedimiento, deficiente ejecución de trabajos) | 0,01 | "Human Factors in Process Safety Management", CCPS of AIChE, 1994. |
| E5 | Falla dispositivos de seguridad | $2.6 \times 10^{-4}$ | Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4London, 1980. |
| E6 | Falla sistema de alarmas | 0,1 | Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., (1968) |
| E7 | Falla sistema automático de paro. (sistema eléctrico) | 0,02 | |
| E8 | Falla de sistema contra-incendio | 0,2 | Juicio del grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo, basado en la experiencia de los miembros del equipo o de información de fuentes no documentadas |

**Hipótesis No. 2: BLEVE (Incendio, explosión y Nube Tóxica.)**

Caso Más Catastrófico, pero menos probable.

El recipiente de almacenamiento es sometido a un calentamiento, el Gas L.P. se calienta y vaporiza aumentando la presión interior, se presenta fatiga de materiales y se supera el límite de cedencia de los materiales, derivando en una explosión y ruptura del recipiente (despresurización súbita) dando condiciones para que se genere una bola de fuego.

Tabla 38. Valores de probabilidad de ocurrencia de la hipótesis 2

| Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio: **Presencia de Fuente de Ignición (FI)** | | | |
|---|---|---|---|
| **Evento** | **Descripción** | **Probabilidad** | **Referencia** |
| E1BLEVE | Incendio, explosión (Agente Externo) | 0,02 | Juicio del grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo, basado en la experiencia de los miembros del equipo o de información de fuentes no documentadas |
| E2BLEVE | Falla dispositivos de seguridad | $2.6 \times 10^{-4}$ | Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4London, 1980. |
| E3BLEVE | Falla de sistema contra-incendio | 0,2 | Juicio del grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo, basado en la experiencia de los miembros del equipo o de información de fuentes no documentadas |
| E4BLEVE | Falla de materiales (tuberías, mangueras) | $8.8 \times 10^{-7}$ | Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4 London, 1980. |
| E5BLEVE | Error humano (golpe accidental) | 0,01 | "Human Factors in Process Safety Management", CCPS of AIChE, 1994. |
| TOPIEJF | Fuga, liberación de gas, posterior inflamación o deflagración. | | Determinada en el presente Análisis. |

| Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio: **Presencia de Fuente de Ignición (FI)** | | | |
|---|---|---|---|
| **Evento** | **Descripción** | **Probabilidad** | **Referencia** |
| E1FI | Fallan líneas eléctricas (mal estado) | 0,02 | Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968). |
| E2FI | Error humano (personal fumando) | 0,02 | Juicio del grupo multidisciplinario de Análisis de Riesgo, basado en la experiencia de los miembros del equipo o de información de fuentes no documentadas |
| E3FI | Soldaduras y corte | 0,1 | |
| E4FI | Error humano (golpe de metal) | 0,05 | |
| E5FI | Superficie caliente (motor, etc.) | 0,2 | Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968) |

## Cálculo de los Árboles de Fallos.

### Hipótesis 1. (TOP IEJF).

| | | |
|---|---|---|
| **P (TOP IEJF)** | **G1 = SI1 *SIFI*E8** | 0.01020091 |
| Si1 | E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + E6 + E7 | 1.31E-01 |
| SIFI | E1FI + E2FI + E3FI + E4FI + E5FI | 0,390 |

### Hipótesis 2. (TOP BLEVE).

| | | |
|---|---|---|
| **P (BLEVE)** | **SI1 * SI2** | 3.170E-02 |
| **SI1** | **E1BLEVE + P(TOP EIJF)** | 1.51E-01 |
| **SI2** | **E2BLEVE+ E3BLEVE+E4BLEVE+E5BLEVE** | 2.10E-01 |

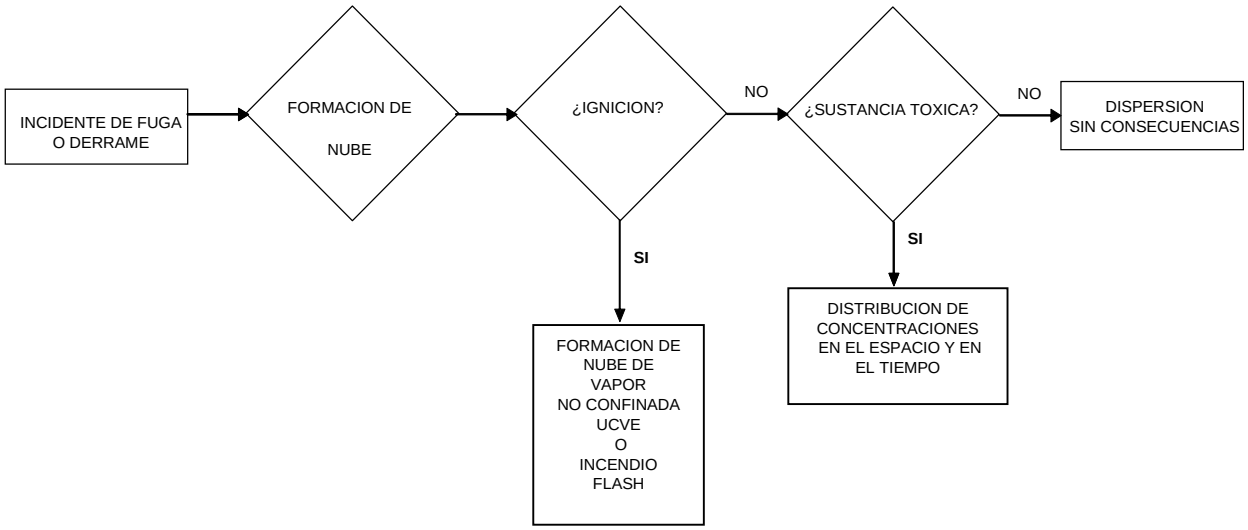
**Suceso intermedio de Presencia de Fuente de Ignición (FI)**

| | | |
|---|---|---|
| **SIFI** | **E1FI + E2FI + E3FI + E4FI + E5FI** | **0,390** |

## 5.6. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.

El Análisis de Consecuencias permite evaluar la magnitud de los efectos negativos potenciales de la instalación y la propagación de un incidente que generalmente involucra modelos de liberación accidental de sustancias peligrosas, desarrollándose una variedad de escenarios y cuyo análisis determina el impacto potencial al personal, instalación y población circundante.

Para el tipo de actividad, es necesario considerar las investigaciones del International Risk Institute en las cuales se ha reconocido que una fuga de grandes cantidades de gases inflamables puede ocasionar una nube explosiva en espacios abiertos que pueden causar severos o catastróficos daños a extensas áreas de una planta o comunidad; en la siguiente figura se muestra el diagrama que explica la probabilidad y comportamiento de una fuga típica de la una mezcla de hidrocarburos.




Los tipos de incidentes a considerar que pueden producir la pérdida de control sobre las sustancias peligrosas y desencadenar consecuencias negativas para las personas y las instalaciones en el proyecto son:

### 5.6.1. TIPOS DE ACCIDENTES Y SUS POTENCIALES DAÑOS.

**Pool Fire.**

La fuga al exterior (Pool Fire) tras un derrame no confinado con generación de un incendio,tiene un efecto de propagación mayor al riesgo intrínseco del suceso del peligro principal. Esto podría generar circunstancias negativas para el depósito que contiene el líquido derramado o para otros depósitos cercanos. Los sucesos que las pueden provocar son las siguientes:

- Rupturas ocasionadas por impactos en las diferentes etapas de instalación del proyecto (equipo pesado y grúas).
- Situaciones de sobrepresión o fugas debidas a fallas en la instrumentación o válvulas del sistema de operación.

**Efectos de la radiación térmica de acuerdo a la intensidad de energía**

Tabla 39. Descripción de los efectos de la radiación térmica

| Intensidad de Radiación Kw/m$^2$ | Descripción |
|---|---|
| 1.4 | • Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>• En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m$^2$ (mínimo necesario para causar dolor). |
| 3 | • Zona de alerta. |
| 5 | • Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos.<br>• Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado.<br>• El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamentede 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.<br>• Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. |
| 11.7 | • El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica. |
| 12.5 | • Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos.<br>• La madera puede prender después de una larga exposición.<br>• 100 % de letalidad. |
| 25 | • El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica. |
| 37.5 | • Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras. |

La Tabla siguiente muestra los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica

**Vulnerabilidad de Materiales.**

Tabla 40. Tabla de vulnerabilidad de materiales

| Radiación (Kw/m$^2$) | Material |
|---|---|
| 60 | Cemento |
| 40 | Cemento prensado |
| 200 | Hormigón armado |
| 40 | Acero |
| 33 | Madera (Ignición) |
| 30 – 300 | Vidrio |
| 400 | Pared de ladrillos |
| 13 | Daños en depósitos |
| 12 | Instrumentación |

**Flamazo (Flash Fire)**

Para este caso se considera la dispersión de una nube de gas a baja presión en la que los efectos por presión son despreciables, quedando solamente por considerar los correspondientes a la radiación térmica. La zona de alcance (por lo general la región del espacio correspondiente al límite inferior de inflamabilidad), limitándose la consideración de los efectos térmicos al interior de dicha zona. Los efectos por radiación se muestran anteriormente. La Tabla siguiente muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado “Flash Fire”.

**Efectos del Flash Fire.**

Tabla 41. Efectos del flash fire

| Personas u objetos | Descripción |
|---|---|
| Fuera de la nube | Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior. |
| Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama. | • Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre unagran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos<br>• La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14% de la población sometida a esta radiación con un 20% como mínimo de quemaduras importantes.<br>• En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20% de esta superficie que comprendería la cabeza 7%; manos 5% y los brazos 8%).<br>• En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma. |

**Dispersión de Nube Tóxica / Inflamable.**

El Gas LP liberado en grandes cantidades se dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica. Su afectación dependerá de la concentración (siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión), y de la cantidad de gas entre los límites de inflamabilidad que pueda encontrar un punto de ignición (ver flash fire y jet Fire). La Tabla siguiente muestra el índice de mortalidad y las lesiones presentadas en un evento de dispersión de nube tóxica cuando un porcentaje de la población está expuesta a concentraciones letales (LC).

## Efectos de Emisiones Tóxicas

Tabla 42. Efectos de emisiones toxicas

| LC (%) | Índice de Mortalidad | Lesiones |
|---|---|---|
| 1 | El personal ubicado en esta zona presenta un Índice de mortalidad bajo (1 %) | • Daños a la epidermis: Inflamaciones leves y reacciones alérgicas ligeras.<br>• Daño a los ojos: Conjuntivitis. |
| 50 | El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad medio (50 %) | • Daños a la epidermis: Inflamaciones crónicas o agudas, reacciones alérgicas, neoplasia yulceraciones diversas.<br>• Daño a los ojos: Daño permanente con resultado de ceguera.<br>• Daño a vías respiratorias: Bloqueo físico de alvéolos (polvos insolubles) o reacción con la pared del alvéolo para producir sustancias tóxicas. |
| 99 | El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad alto (99 %) debido a la alta concentración de sustancias tóxica. | • Lesiones irreversibles.<br>• Bloqueo físico permanente de alvéolos.<br>• Muerte en un corto tiempo. |

### Explosión de nube de gas no confinada (UVCE) y confinada (VCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia.Se pueden ocasionar ondas de sobrepresión, y los efectos térmicos suelen ser menos importantes que los anteriores. Igualmente, las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica. La siguiente tabla muestra los efectos derivados de la sobre presión.

### Efectos derivados de la sobrepresión.

Tabla 43. Efectos derivados de la sobrepresión

| Variable Física Peligrosa Ondas de presión ($kg/cm^2$) | Efecto observado (Clancy) |
|---|---|
| 0.703 | Probable destrucción de edificios; máquinas herramientas pesadas (3,175 kg) desplazadas y dañadas seriamente, herramientas para maquinaria muy pesadas (5,443 kg) sin daños. |
| 0.351 – 0.492 | Destrucción casi completa de casas. |
| 0.210 – 0.281 | Demolición de edificio sin marcos o de paneles de acero; ruptura de recipientes de almacenamiento de petróleo. |
| 0.070 | Demolición parcial de casas, las vuelve inhabitables. |
| 0.035 – 0.070 | Ventanas grandes y pequeñas se hacen añicos; daño ocasional a marcos de ventanas. |

**Dardo de fuego (Jet Fire).**

Ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (Jet Fire) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidady por debajo del superior, esta zona de la nube es la que se considera para determinar losefectos de radiación térmica. Este evento es poco probable que pueda ocurrir para una línea de conducción de crudo, sin embargo, si el crudo contiene dentro de su composiciónun alto porcentaje de gas, provocaría la ocurrencia de este evento. Para este evento ver lodescrito en radiación térmica.

- **Criterios para determinar la duración de una fuga**

Esencialmente, podemos decir que los daños o efectos antes citados pueden ser mayores o menores dependiendo del tiempo al que se exponga a este nivel de energía, principalmente en lo que se refiere a la radiación térmica; y en el caso de la explosión (sobrepresión) la duración de una fuga, determina la cantidad de masa que se libera de la sustancia y por tanto las dimensiones de la explosión y sus ondas de sobrepresión.

Existe otro parámetro que determina la cantidad de masa que se libera en una fuga, el diámetro del orificio o poro, o falla de instrumento o accesorio de seguridad, y para el cual también se han establecido rangos que están en función de equipo o dispositivo de seguridad con que cuenta la instalación que se analice.

A continuación, se citan los criterios para estos dos parámetros

**a) Criterios de tiempos de duración de las fugas.**

Se tomaron los criterios de tiempo recomendados por el “Guide lines for Quantitative Risk Assessment” CPR18E (Purple book ed. 1999) de TNO y se indican en la Tabla siguiente:

Tabla 44. Criterios para asignar tiempos de duración de las fugas

| Situación | Duración de la fuga de escape | |
|---|---|---|
| | Ruptura total | Ruptura parcial |
| Válvula operada remotamente y existencia de detectores. | 2 minutos | 5 minutos |
| Válvula manual y existencia de detectores. | 5 minutos | 10 minutos |
| Válvula operada remotamente sin detectores. | 5 minutos | 10 minutos |
| Válvula manual sin detectores. | 10 minutos | 20 minutos |

Como consideraciones generales de este estudio, se tomó la existencia de válvulas operadas remotamente con detectores como criterio para asignar el tiempo de duración dela fuga; esto en virtud de que la Planta de Distribución cuenta con un sistema de paro automático en el cual las válvulas actúan de forma inmediata ante la ocurrencia de una liberación de Gas L.P.

**b) Determinación de los orificios equivalentes de fuga**

Se han seguido los criterios de acuerdo a la Guía para elaborar Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, los cuales se describen a continuación:

1. El Peor Caso para cada Sustancia Peligrosa manejada (para recipientes,considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en un solo recipiente,por ejemplo, el recipiente de almacenamiento con mayor cantidad almacenada, y para tuberías considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en una tubería, por ejemplo, la tubería con mayor diámetro y mayor longitud entre válvulasde seccionamiento), independientemente de la región de riesgo donde se ubiquen

2. El Caso Más Probable para cada Sustancia Peligrosa manejada, independientemente de la región de Riesgo donde se ubiquen, considerando una fuga del 20% del diámetro equivalente de la tubería, y se consideró como caso máscatastrófico, pero menos probable, la presencia de un BLEVE en los recipientes de almacenamiento.

3. Se realizaron simulaciones en Casos Alternos de algunos riesgos identificados en la región ALARP.

    - Las características físicas y químicas de los fluidos permanecen constantes respecto al tiempo.
    - Se consideraron las condiciones meteorológicas más favorables para que se crearan las condiciones más desfavorables y permitir la formación de nubes explosivas.
    - Se consideró una temperatura media del área de 18 °C, una humedad relativa media anual de 20 %, una estabilidad atmosférica tipo A y velocidad del viento de 1.5 m/s, ya que en las simulaciones se consideró que los eventos ocurrieran de día.

La tabla siguiente muestra los valores umbrales de referencia adoptados en este estudio para una radiación térmica, sobre presión y dispersión tóxica sobre personas.

Tomando como base estos parámetros para determinar los radios de afectación se tomara como base:

Tabla 45. Parámetros para radios de afectación

| | **TOXICIDAD** (Concentración) | **INFLAMABILIDAD** (Radiación térmica) | **EXPLOSIVIDAD** (sobre presión) |
|---|---|---|---|
| Zona de Alto Riesgo | IDLH | 5 KW/$m^2$ | 1.0 psig |
| Zona de Amortiguamiento | TLV8 o TLV15 (1000 ppm) | 1.4 KW/$m^2$ | 0.5 psig |

Como consideraciones generales de este estudio, se tomó la existencia de válvulas operadas remotamente con detectores como criterio para asignar el tiempo de duración dela fuga; esto en virtud de que la planta contara con un sistema de paro automático en el cual las válvulas actúan de forma inmediata ante la ocurrencia de una liberación de gas L.P.

### 5.6.2. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIONES

Se determinaron los radios potenciales de afectación mediante el **Software SCRI**, que permite predecir las consecuencias de acuerdo al tipo de producto por diversas concentraciones de interés, límites de explosividad y daños a la salud; además automáticamente selecciona el modelo correcto según el comportamiento de la nube y predice todos los efectos físicos, radiación y nube explosiva, los modelos en que se basa la simulación son:

- **Modelos de flujo**

De fuga o escape determina la tasa, velocidad, temperatura y otras condiciones de fuga ante una pérdida de contención que puede ser instantánea o de descarga continua.

- **Modelos de dispersión**

La turbulencia atmosférica se convierte en el principal mecanismo de mezcla y se desarrolla un perfil de concentración en toda la nube, esto permite relacionar los límites permisibles tolerables a distancias determinadas del punto de la fuga.

- **Modelos de explosión**

Determina los niveles de sobrepresión basados en la equivalencia de una explosión de carga de TNT. Las explosiones de nubes de vapor no confinadas se caracterizan por un frente de flama, que viaja por debajo de la velocidad del sonido y se denomina deflagración.

- **Modelos de radiación**

Determina el alcance y niveles de radiación producidos por:
Flamas de Chorro (Jet-Fire). Es una llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles (gas amargo, en este caso en particular).

- **Zona de afectación por escenario**

Los parámetros utilizados para definir y justificar las zonas de seguridad en torno al Proyecto e interpretar los resultados de la simulación se marcan en la “Guia de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos”. Dichos criterios se indican a continuación:

- **Zona de alto riesgo**

Es la distancia a partir del punto de fuga donde de acuerdo a los cálculos realizados,en caso de presentarse el evento se requiere de ejecutar acciones de combate, control y evacuación inmediatas:

**Parámetros que definen la Zona de Alto Riesgo**

| Efecto Explosivo | Efecto de Radiación Térmica | Toxicidad TLV |
|---|---|---|
| 0.035 kg/cm$^2$ | 1.4 Kw/m$^2$ | TLV (8h) o TLV (15 min) |

- **Zona de amortiguamiento**

Es la comprendida entre el límite de la Zona de Alto Riesgo y la distancia que, de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere tomar medidas preventivas.

**Parámetros que definen la Zona de Amortiguamiento**

| Efecto Explosivo | Efecto de Radiación Térmica | Toxicidad IDLH |
|---|---|---|
| 1.0 psi | 5.0 Kw/m$^2$ | (IDLH) ppm |

### 5.6.3. CRITERIOS DE SIMULACIÓN

Los criterios que permiten efectuar las estimaciones y predicciones de daños provocados por la fuga, incendio y explosión del Gas L.P.

- **El peor caso creíble**

En términos generales este evento no es muy probable que ocurra, pero sus consecuencias serían severas; su identificación requiere de hacer una serie de consideraciones pesimistas,donde todo falla; y se ubica como la fuga de una sustancia peligrosa del recipiente de mayor capacidad o de una tubería con un mayor flujo dando como resultado consecuencias severas.

- **Casos más probables**

Son los incidentes con pérdida cuya probabilidad de ocurrencia es alta, no obstante, son consecuencias mucho menos graves que el peor caso creíble, se debe considerar sin ser limitativo lo siguiente: Fugas en bridas / juntas, uniones roscadas, empaques.

Para definir los escenarios que se simularon conforme a los riesgos de la Planta de Distribución se tomaron las consideraciones siguientes:

1. La evaluación de las consecuencias de los accidentes postulados para las actividades de la planta de distribución de gas se realizó a partir del cálculo y valoración de las distancias y áreas de afectación para estos escenarios de accidentes, considerando las condiciones más favorables para que las consecuencias sean más severas.
2. La sustancia peligrosa que se tiene en cuenta para la evaluación de las consecuencias en los diferentes escenarios es el Gas L.P.
3. En la postulación de los escenarios, se utilizan condiciones relativamente uniformes en la modelación de las condiciones de las posibles fugas en lo referente a altura (0 m), posición (horizontales). La ubicación de los puntos de origen de fuga es representativa para cada escenario de accidente postulado, dado el carácter aleatorio de la ocurrencia de las fugas.

4. En todos los casos modelados se postulan los escenarios de fugas con los parámetros de presión y temperatura máximos representativos de la operación normal del sistema de transporte (conservadoramente a favor de la seguridad).
5. No se considera una dirección del viento específica relacionada con los datos históricos de la zona, dado que las fugas evaluadas son de menor magnitud y presión media y están fundamentalmente dominadas por la velocidad de escape del gas. La dirección de propagación de los efectos es representativa, pudiendo variar aleatoriamente según las características ambientales de la zona, para lo cual se establecerá de manera radial el efecto uniforme desde el punto de fuga.
6. Los escenarios dispuestos corresponden en referencia a los resultados de la aplicación de las metodologías HazOp y Jerarquización de Riesgos.
7. El tiempo de duración de la fuga, se consideró tomando en cuenta el tiempo de detección.
8. La temperatura considerada es de 18 °C (temperatura media anual en la zona del proyecto).
9. El orificio formado por corrosión y desgaste en las líneas de conducción analizadas es de forma regular, los diámetros equivalentes del orificio varían desde el 10 % al 20 % del diámetro de la tubería y se determinó en función de la línea de mayor diámetro existente en el nodo de análisis, entendiéndose que es el caso es fuga de mayor diámetro que se puede presentar en dicho nodo;
10. Se consideró como caso más catastrófico, pero menos probable, la presencia de un BLEVE en el recipiente de almacenamiento.
11. Para la realización de las simulaciones se tomaron en cuenta las condiciones de operación máximas.

**Escenarios**

Los eventos extraordinarios que pueden ocurrir están relacionados con descargas o pérdida de contención de gas L.P. no deseado, estas fugas suelen ser ocasionadas por las siguientes causas:

- **Corrosión externa**

Es ocasionada por la exposición de la superficie externa de válvulas, por agentes oxidantes o corrosivos, los cuales ocasionan pérdida de espesor y debilitamiento, pudiendo generar orificios.

- **Corrosión interna**

Es ocasionada por agentes oxidantes o corrosivos que son transportados a través de válvulas, esta corrosión genera pérdida en el espesor de los materiales de las tuberías, produciendo debilitamiento de la estructura y orificios en estas.

- **Daños por agentes externos**

Generalmente son ocasionados por factores ajenos a la operación normal de la planta, y pueden ser fenómenos naturales como tormentas eléctricas y de lluvias, desbordamiento de ríos (que no es el caso), entre otros; y factores humanos como golpes o ruptura ocasionada por maquinaria pesada, o algún otro tipo de incidente.

Como se mencionó anteriormente, para determinar los eventos no deseados que pueden ocurrir en la Planta de Distribución de Gas L.P., se consideraron equipos y diámetros de las tuberías que conforman el rack de tuberías que conforma cada sección.

A fin de dar mayor claridad a la forma en que se selecciona el evento se citan las siguientes consideraciones:

- Se consideró que los casos más catastróficos están relacionados con el colapsamiento del recipiente de almacenamiento y la ruptura total de cualquiera de las líneas que integran la Planta de Distribución.

- Se consideró como caso menos catastrófico fuga en cualquiera de las líneas con un diámetro igual al 20% del diámetro de la tubería, de acuerdo con los criterios antes citados.

- Para todos los escenarios de riesgo se realizaron simulaciones de Explosividad (Sobrepresión) e Inflamabilidad (Radiación Térmica), sin embargo, no se consideraron simulaciones de toxicidad debido a las propiedades físico-químicas del Gas L.P.

### 5.6.4. SIMULACIONES PARA DETERMINAR LOS RADIOS DE AFECTACIÓN

| **Escenario 1. Peor caso. Ruptura de la Línea de 3" de diámetro.** | | |
|---|---|---|
| **Suposición**: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 3" de diámetro (0.0762 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga de 7.83 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo se considera que la fuga dura dos minutos, liberando 939.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | | |
| **Ubicación:** La ruptura se localiza en cualquiera de las líneas de recepción. | | |
| **Causas probables:**, sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc. | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill: A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| 7.83 kg/s | **Máximo 2 minutos** | **939.6 kg** |
| **Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 27.87 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 43.56 m | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 80.40 m | |
| **Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 77.06 m | |
| Zona de alto riesgo (1 psi) | 175.90 m | |
| Zona de amortiguamiento (0.5 psi) | 299.00 m | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta | |

| **Escenario 2. Caso más probable. Fuga de Gas L.P. en línea de 3”** | | |
|---|---|---|
| Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3” de Ø, es decir de 0.6” de Ø (0.01524 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga de 0.31 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 93 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | | |
| **Ubicación:** La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de recepción. | | |
| **Causas probables:** La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill**:** A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| 0.31 kg/s | **Máximo 5 minutos** | **93 kg** |
| **Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 5.98 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 9.34 m | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 17.24 m | |
| **Sobrepresión por Explosión** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 35.64 m | |
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | 81.37 m | |
| Zona de Amortiguamiento (0.5 psi) | 138.31 m | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta. | |

| **Escenario 3. Peor caso. Se presenta un BLEVE en recipiente de almacenamiento de 250,000 l al 100% pero solo se almacena el 90% como máximo.** | | |
|---|---|---|
| Suposición: El recipiente de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del recipiente y despresurización súbita del mismo, hay explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 225,000 Lts de Gas L.P que equivalen a 121,500 Kg. | | |
| **Ubicación:** La ruptura se presenta en cualquiera de los recipientes de almacenamiento. | | |
| **Causas probables:** Combinación de eventos, calentamiento del recipiente, sobrepresión, falla de materiales. | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill: A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| NA | **Inmediata, se presenta una despresurización súbita.** | **121,500 kg** |
| **Características de la Bola de Fuego.** | | |
| Diámetro Máximo | 287.27 m | |
| Altura al centro de la Bola de Fuego | 215.45 m | |
| Duración de la Bola de Fuego. | 18.3 s | |
| **Radiación Térmica** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 614.58 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 982.13 m | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 1830.38 m | |
| **Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 389.67 m | |
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | 889.50 m | |
| Zona de Amortiguamiento (0.5 psi) | 1512 m | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta | |

| **Escenario 4. Peor Caso. Ruptura Total de Línea de 2" de diámetro.** | | |
|---|---|---|
| Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 2" de Ø (0.0508 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga 3.48 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 417.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | | |
| **Ubicación:** La fuga se localiza en la tubería del recipiente a la bomba de suministro | | |
| **Causas probables:** La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc. | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill: A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| 3.48 kg/s | **Máximo 2 minutos** | **417.6 kg** |
| **Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 18.92 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 29.55 m | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 54.55 m | |
| **Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 58.81 m | |
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | 134.24 m | |
| Zona de Amortiguamiento (0.5 psi) | 228.18 m | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta | |

| **Escenario 5. Caso más probable. Fuga de Gas LP en línea de 2”** | | |
|---|---|---|
| Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2” de Ø, es decir de 0.4” de Ø (0.01016 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga de 0.14 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 42 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | | |
| **Ubicación:** La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de suministro. | | |
| **Causas probables:** La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc. | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill: A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| 0.14 kg/s | **Máximo 5 minutos** | **42 kg** |
| **Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 3.99 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 6.34 m | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 11.69 m | |
| **Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 50.24 m | |
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | 114.68 m | |
| Zona de Amortiguamiento (0.5 psi) | 194.94 m | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta | |

| **Escenario 6. Peor caso. Ruptura de la toma de suministro de 1 ¼"de diámetro.** | | |
|---|---|---|
| Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la toma de suministro de 1 ¼" de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga 1.36 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 163.2 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | | |
| **Ubicación:** La fuga se localiza en la toma de suministro de auto-tanques de la línea Gas Vapor. | | |
| **Causas probables:** La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc. | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill: A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| 1.36 kg/s | **Máximo 2 minutos** | **163.2 kg** |
| **Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 12.07 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 18.85 m | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 34.79 m | |
| **Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 42.99 m | |
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | 98.14 m | |
| Zona de Amortiguamiento (0.5 psi) | 166.83 m | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta | |

| **Escenario 7. Caso más probable. Fuga en línea de 1 ¼" de Ø** | | |
|---|---|---|
| Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la toma de suministro de 1 ¼" de Ø, es decir de 0.25" de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga de 0.05 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 15 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | | |
| **Ubicación:** La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de suministro. | | |
| **Causas probables:** La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc. | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill: A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| 0.05 kg/s | **Máximo 5 minutos** | **15 kg** |
| **Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 2.50 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 3.97 m | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 7.46 m | |
| **Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 19.40 m | |
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | 44.29 m | |
| Zona de Amortiguamiento (0.5 psi) | 75.29 m | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta | |

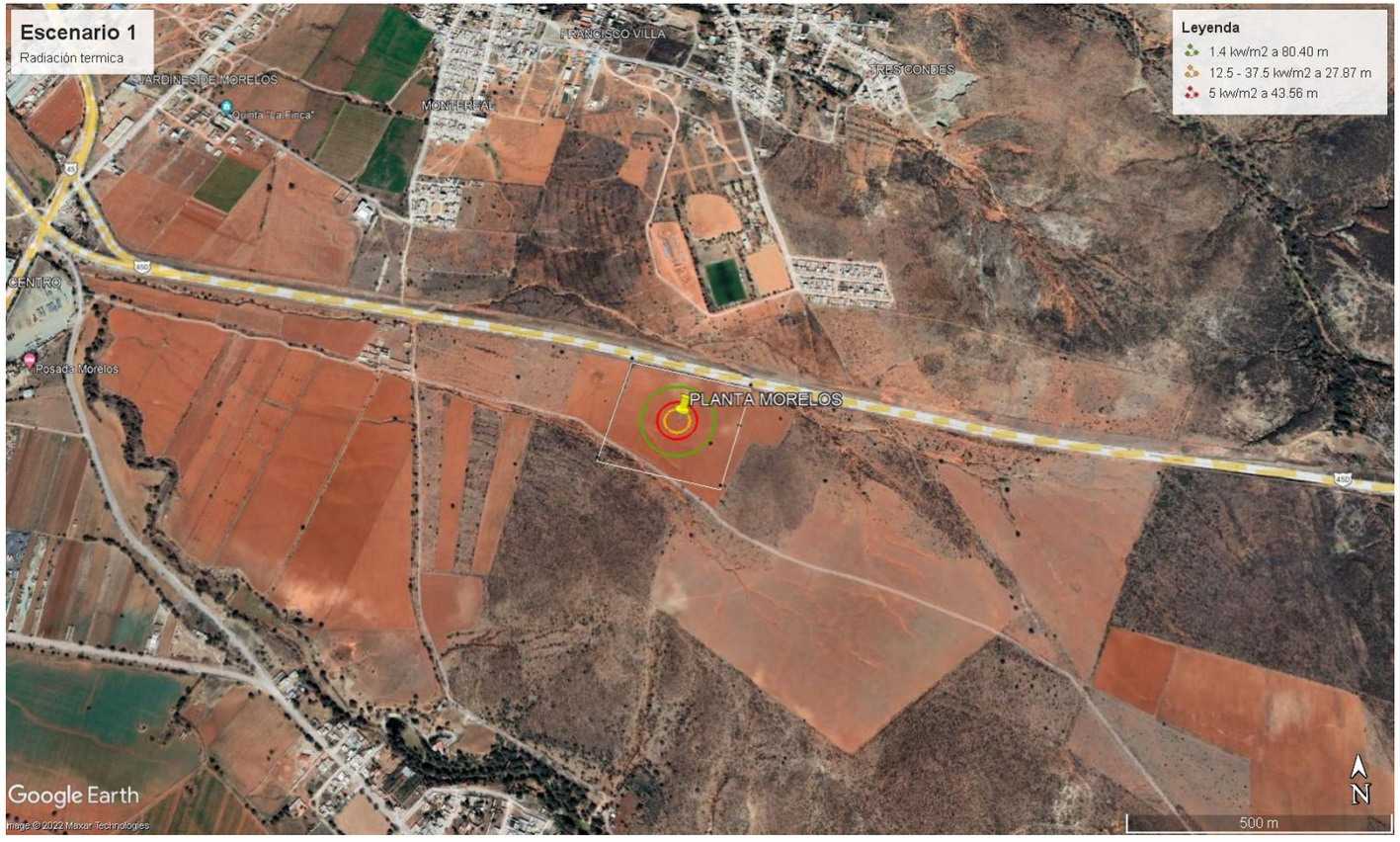
| | | |
|---|---|---|
| **Escenario 8. Peor caso. Se presenta un BLEVE en el semirremolque con un almacenamiento de 44,000 L al 100% pero solo se almacena el 90% como máximo, que equivale a 39,600 L.** | | |
| Suposición: El semirremolque es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del recipiente y despresurización súbita del mismo, hay una explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 39,600 Lts de Gas L.P que equivalen a 21,384 Kg. | | |
| **Ubicación:** La ruptura se presenta en cualquiera de los recipientes de los semirremolques. | | |
| **Causas probables:** Combinación de eventos, calentamiento del recipiente, sobrepresión, falla de materiales. | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill: A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| NA | **Inmediata, se presenta una despresurización súbita.** | **21,384 kg** |
| **Características de la Bola de Fuego.** | | |
| Diámetro Máximo | 160.99 m. | |
| Altura al centro de la Bola de Fuego | 120.74 m. | |
| Duración de la Bola de Fuego. | 12.5 s. | |
| **Radiación Térmica** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 354.05 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 564.85 m. | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 1051.92 m. | |
| **Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 218.37 m | |
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | 498.48 m. | |
| Zona de Amortiguamiento (0.5 psi) | 847.34 m. | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta | |

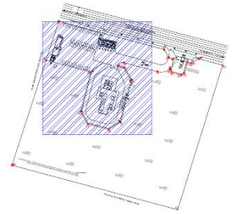
| **Escenario 9. Caso alterno. Ruptura total de la tubería de 1 ¼"de diámetro para drenar recipientes transportables.** | | |
|---|---|---|
| Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la tubería de 1 ¼" de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga 1.36 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 163.2 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | | |
| **Ubicación:** La fuga se localiza en la tubería de 1 ¼"de diámetro para drenar recipientes transportables. | | |
| **Causas probables:** La fuga es ocasionada por mal estado, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por el movimiento del transporte tanque, etc. | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill: A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| 1.36 kg/s | **Máximo 2 minutos** | **163.2 kg** |
| **Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 12.07 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 18.85 m. | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 34.79 m | |
| **Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 42.99 m | |
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | 98.14 m. | |
| Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm2 (0.5 psi) | 166.83 m | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta | |

| **Escenario 10. Caso alterno. Fuga en manguera de 1 ¼" de Ø para drenar recipientes transportables** | | |
|---|---|---|
| Suposición: Se presenta movimiento del semirremolque, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la manguera de 1 ¼" de Ø, es decir de 0.25" de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga de 0.05 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 15 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | | |
| **Ubicación:** La fuga se localiza en la tubería de 1 ¼"de diámetro para drenar recipientes transportables. | | |
| **Causas probables:** La fuga es ocasionada por mal estado, deterioro de accesorios, sobrepresiones o por el movimiento del transporte tanque, etc. | | |
| **Consideraciones**<br>• Temperatura ambiente: 18 $^0$C | Estabilidad atmosférica Pasquill: A | |
| **RESULTADOS**: | | |
| **Tasa de Descarga** | **Duración de la Descarga** | **Cantidad Descargada** |
| 0.05 kg/s | **Máximo 5 minutos** | **15 kg** |
| **Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (12.5-37.5 KW /m$^2$) | 2.50 m | |
| Zona de alto riesgo (5 KW /m$^2$) | 3.97 m. | |
| Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m$^2$) | 7.46 m | |
| **Explosión de ignición retardada (Late ignition explosión)** | | |
| Zona de alto riesgo por daño a equipos (3 a 10 psi) | 19.40 m | |
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | 44.29 m. | |
| Zona de Amortiguamiento (0.5 psi) | 75.29 m | |
| **Exposición por toxicidad** | | |
| Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm) | No se presenta | |

En el **anexo B** se presentan las hojas de trabajo del simulador en donde se aprecian tanto los datos de entrada como los datos de salida.

## 5.6.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

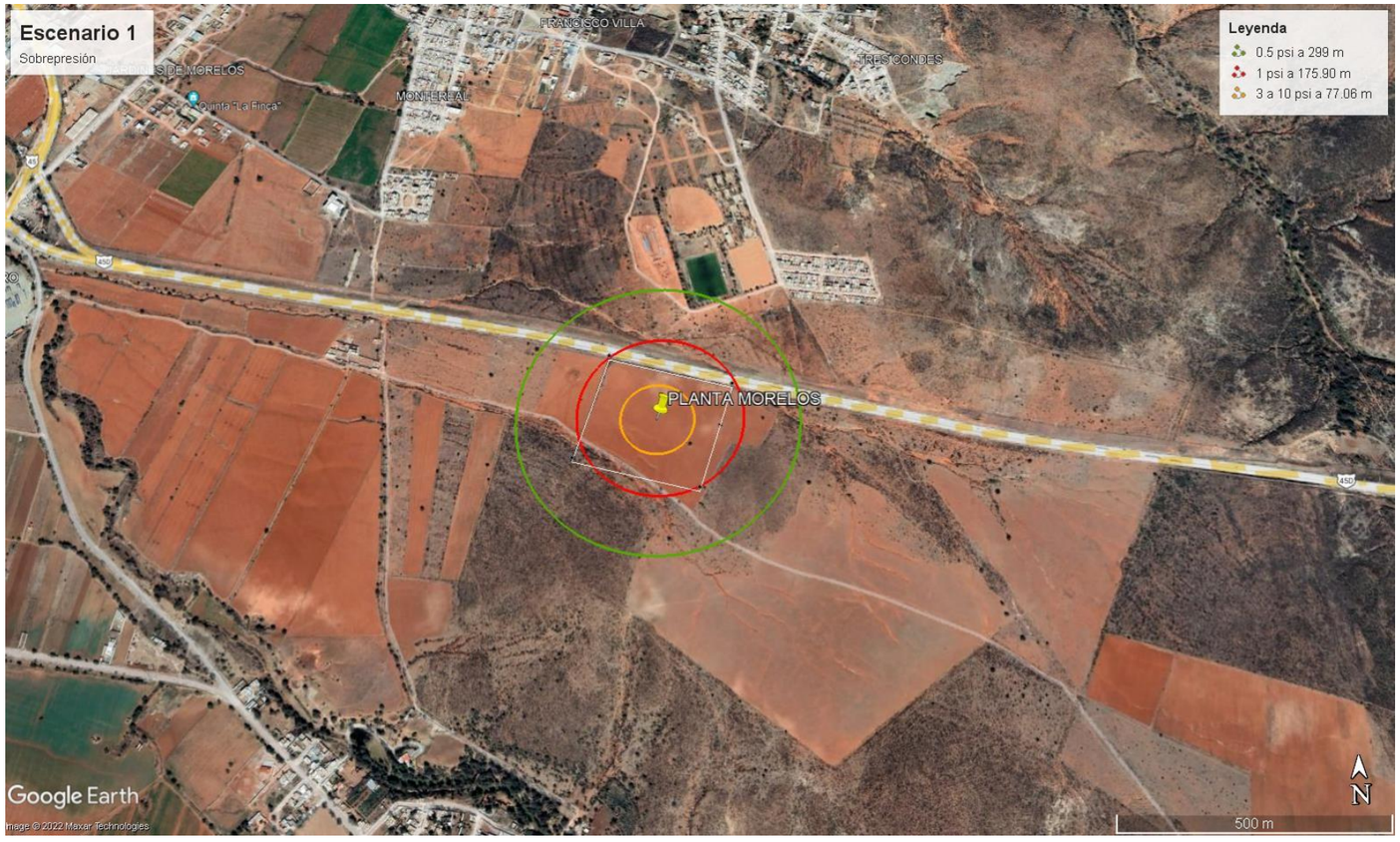


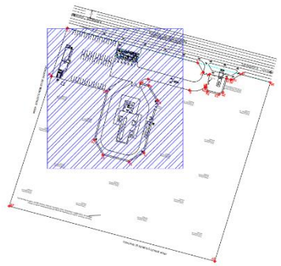



| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 80.40 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 43.56 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 27.87 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 1.<br>Isleta de Recepción de Gas L.P. | Descripción del escenario:<br>Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 3" de diámetro (0.0762 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 7.83 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo se considera que la fuga dura dos minutos, liberando 939.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 1<br>Peor caso. Ruptura en línea de 3” de diámetro | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-01 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |



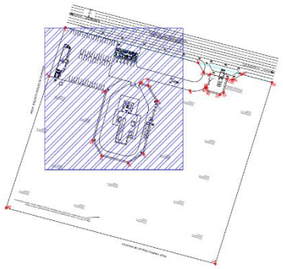



| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 299.00 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 175.90 m |
| 3.0-10.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 77.06 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 1<br>Isleta de recepción de Gas L.P. | Descripción del escenario:<br>Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 3" de diámetro (0.0762 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga de 7.83 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo se considera que la fuga dura dos minutos, liberando 939.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 1 | | |

Escala: 1:500

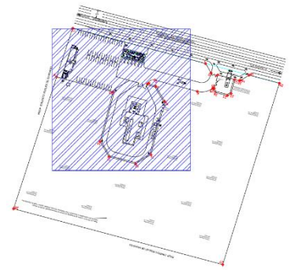
| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-02 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

Escala: 1:500



| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 17.24 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 9.34 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 5.98 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 1.<br>Isleta de Recepción de Gas L.P. | Descripción del escenario:<br>Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3” de Ø, es decir de 0.6” de Ø (0.01524 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.31 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 93 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 2<br>Caso más probable. Fuga en línea de 3” de diámetro | | |

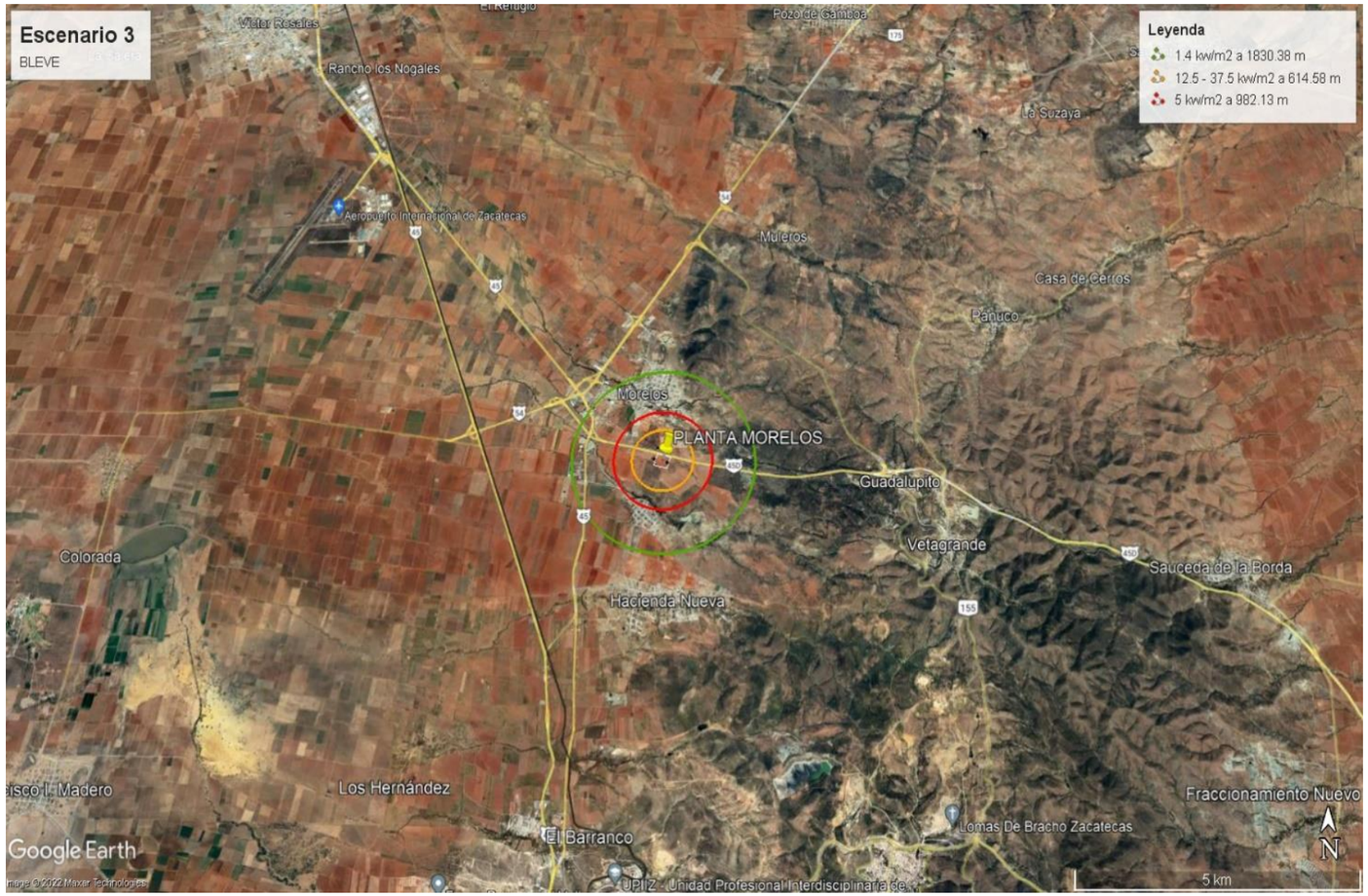
| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-03 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

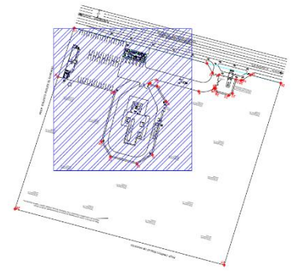


| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 138.31 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 81.37 m |
| 3.0 a 10.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 35.64 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 1.<br>Isleta de Recepción de Gas L.P. | Descripción del escenario:<br>Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.31 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 93 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 2<br>Caso más probable. Fuga en línea de 3" de diámetro | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-04 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

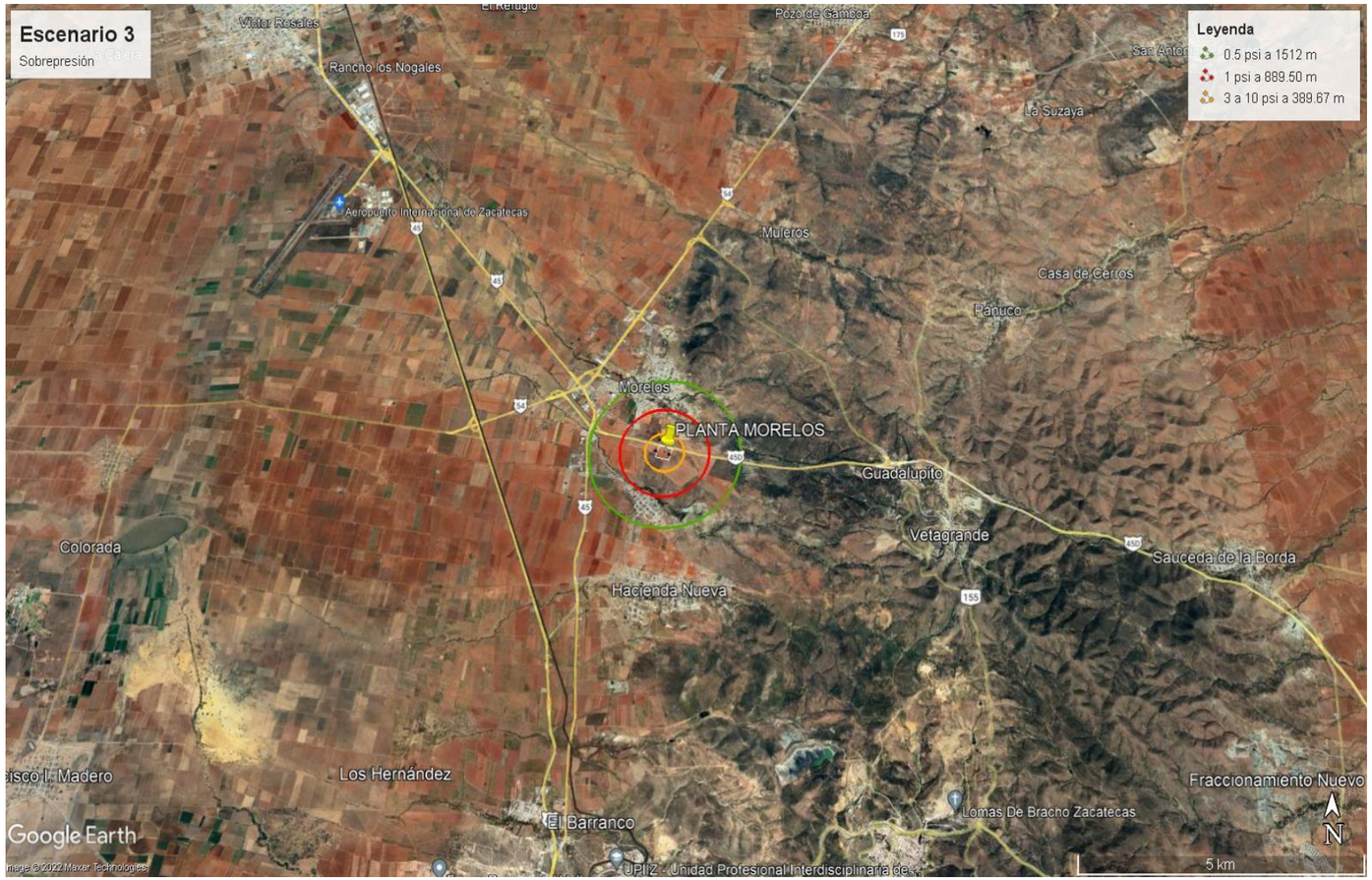


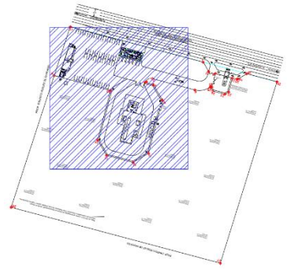



| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 1830.38 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 982.13 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 614.58 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 2<br>Área de almacenamiento y suministro de Gas L.P. a tomas de recepción de bombas para el suministro de Gas L.P. al llenado de auto-tanques, múltiple de llenado y sistema de carburación almacenamiento. | Descripción del escenario:<br>El recipiente de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del recipiente y despresurización súbita del mismo, hay explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 225,000 Lts de Gas L.P que equivalen a 121,500 Kg. | |
| Nº del escenario: 3<br>Peor caso. BLEVE en recipiente de almacenamiento de 250,000 lts. | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-05 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

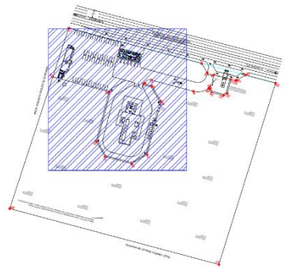


| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 1512.0 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 889.50 m |
| 3.0 a 10.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 389.67 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 2<br>Área de almacenamiento y suministro de Gas L.P. a tomas de recepción de bombas para el suministro de Gas L.P. al llenado de auto-tanques, múltiple de llenado | Descripción del escenario:<br>El recipiente de almacenamiento es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del recipiente y despresurización súbita del mismo, hay explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 225,000 Lts de Gas L.P que equivalen a 121,500 Kg. | |
| Nº del escenario: 3<br>Peor caso. BLEVE en recipiente de almacenamiento de 250,000 lts. | | |

Escala: 1:500

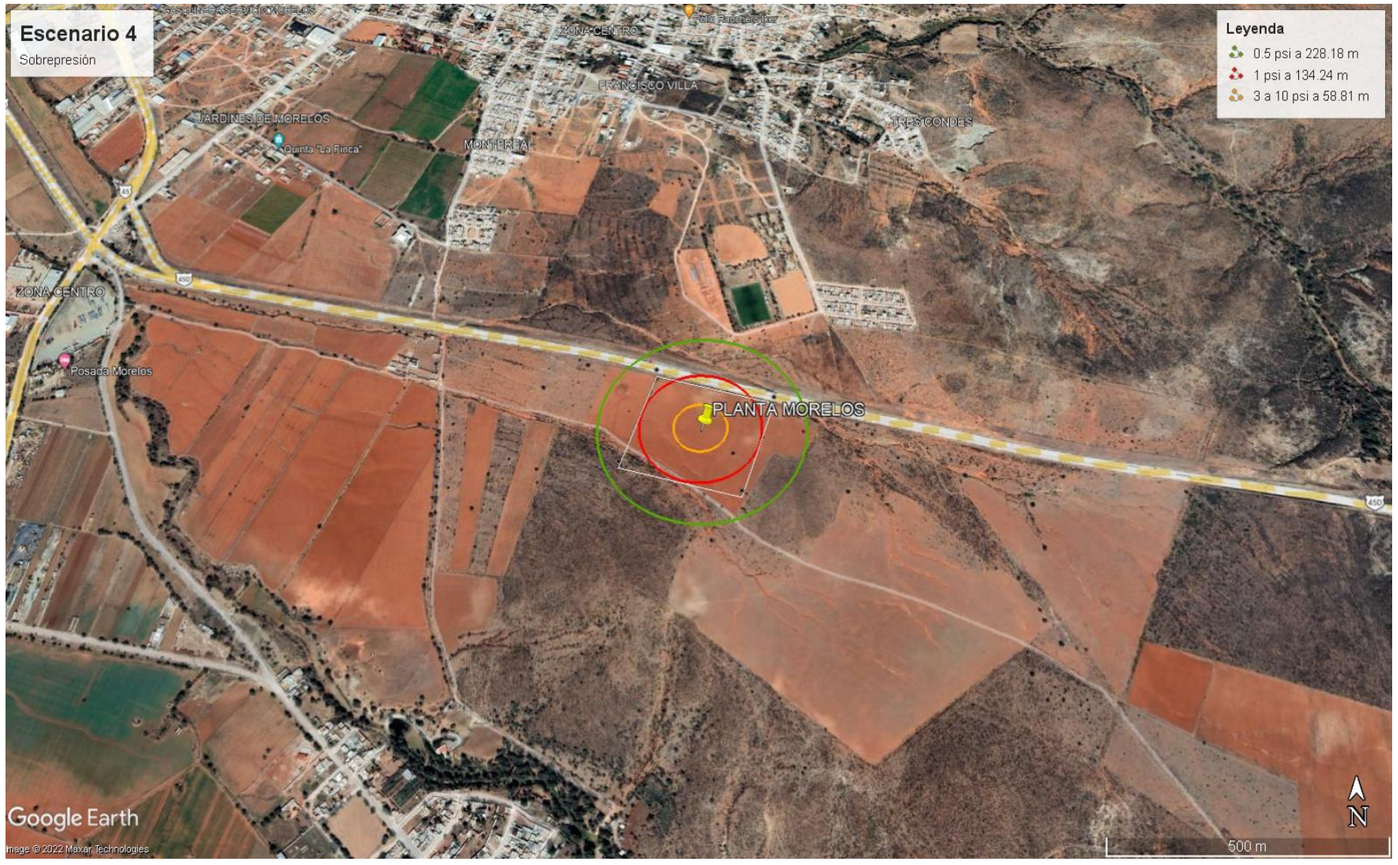
| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-06 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

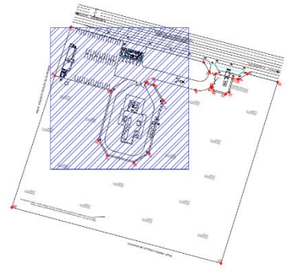


| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 54.55 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 29.55 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 18.92 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 2<br>Área de almacenamiento y suministro de Gas L.P. a tomas de recepción de bombas para el suministro de Gas L.P. al llenado de auto-tanques, múltiple de llenado | Descripción del escenario:<br>Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 2" de Ø (0.0508 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga 3.48 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 417.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 4<br>Peor caso. Ruptura en línea de 2” de diámetro | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-07 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

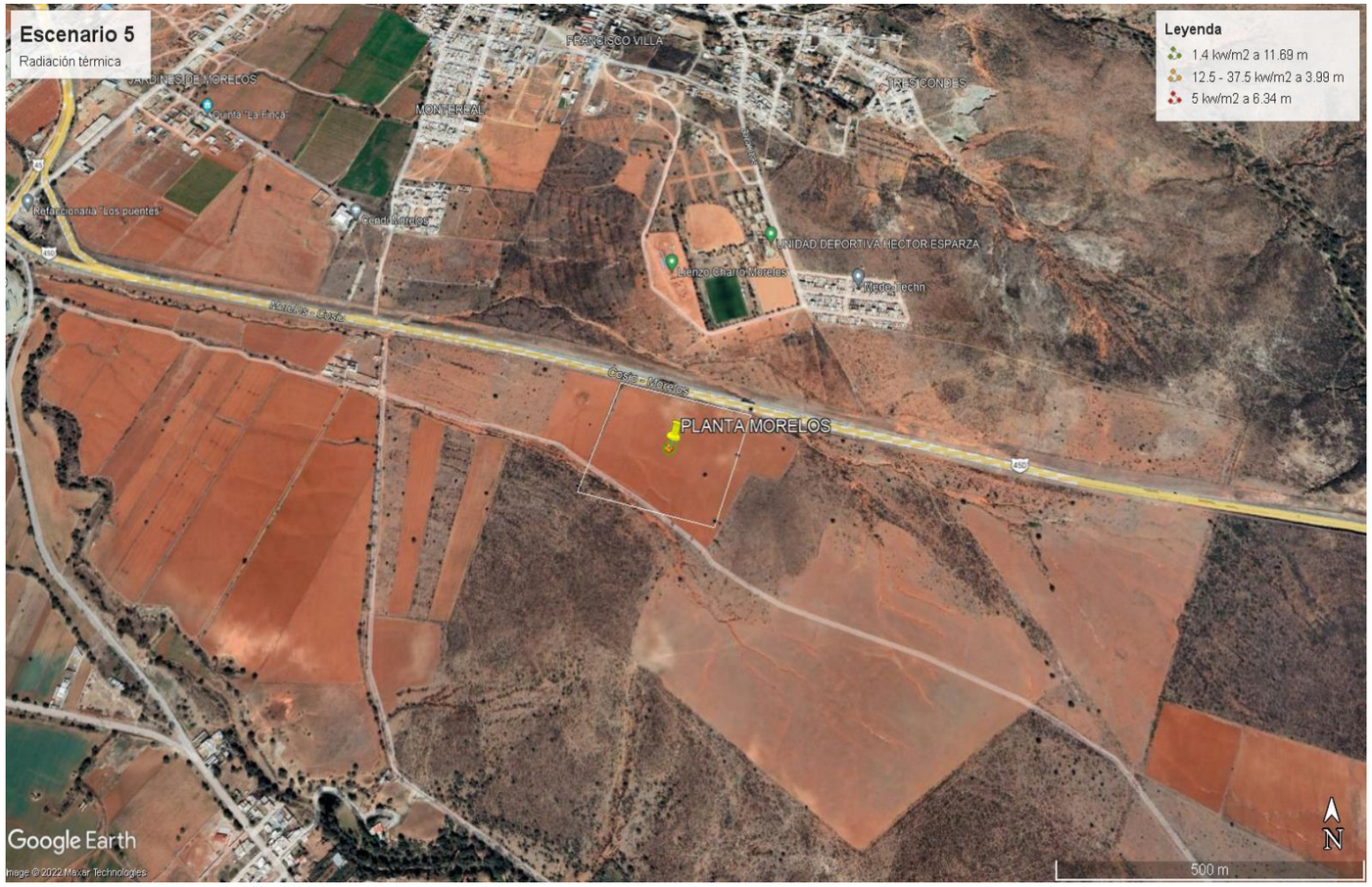


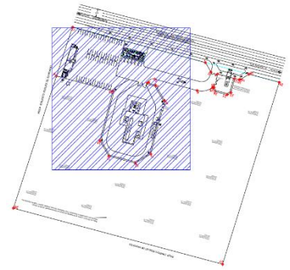



| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 228.18 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 134.24 m |
| 3.0 – 10.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 58.81 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 2<br>Área de almacenamiento y suministro de Gas L.P. a tomas de recepción de bombas para el suministro de Gas L.P. al llenado de auto-tanques, múltiple de llenado | Descripción del escenario:<br>Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la línea de 2" de Ø (0.0508 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga 3.48 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 417.6 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 4<br>Peor caso. Ruptura en línea de 2” de diámetro | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-08 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

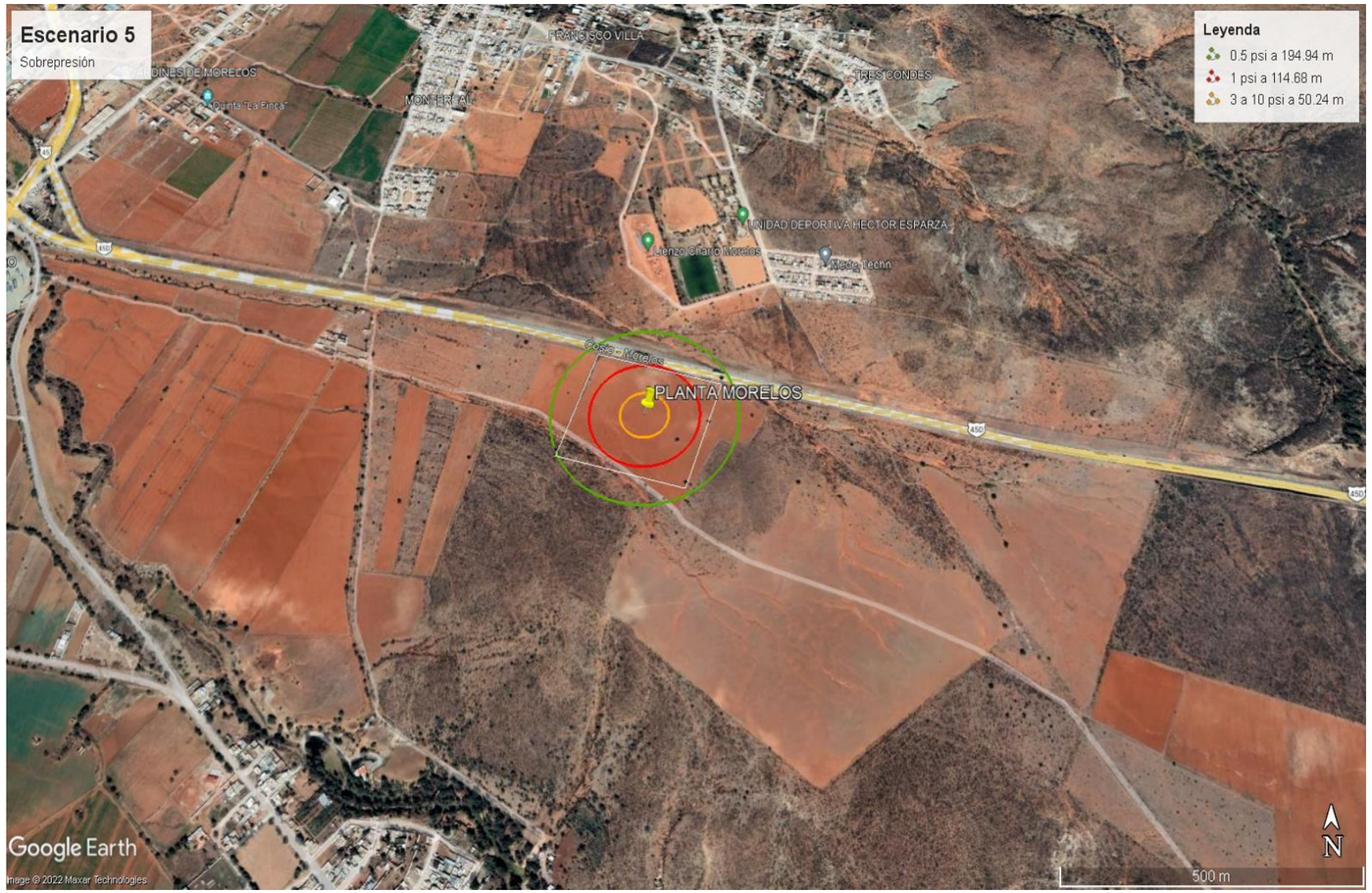


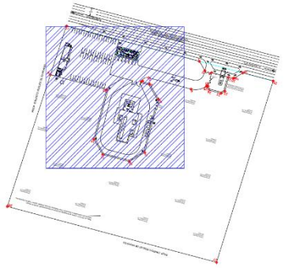



| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 11.69 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 6.34 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 3.99 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 3.<br>Isleta de bombeo a auto-tanques | Descripción del escenario:<br>Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.14 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 42 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 5<br>Caso más probable. Fuga en línea de 2" de diámetro | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-09 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

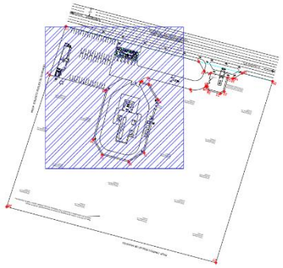


| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 194.94 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 114.68 m |
| 3.0 a 1.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 50.24 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 3.<br>Isleta de bombeo a auto-tanques | Descripción del escenario:<br>Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.14 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 42 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 5<br>Caso más probable. Fuga en línea de 2" de diámetro | | |

Escala: 1:500

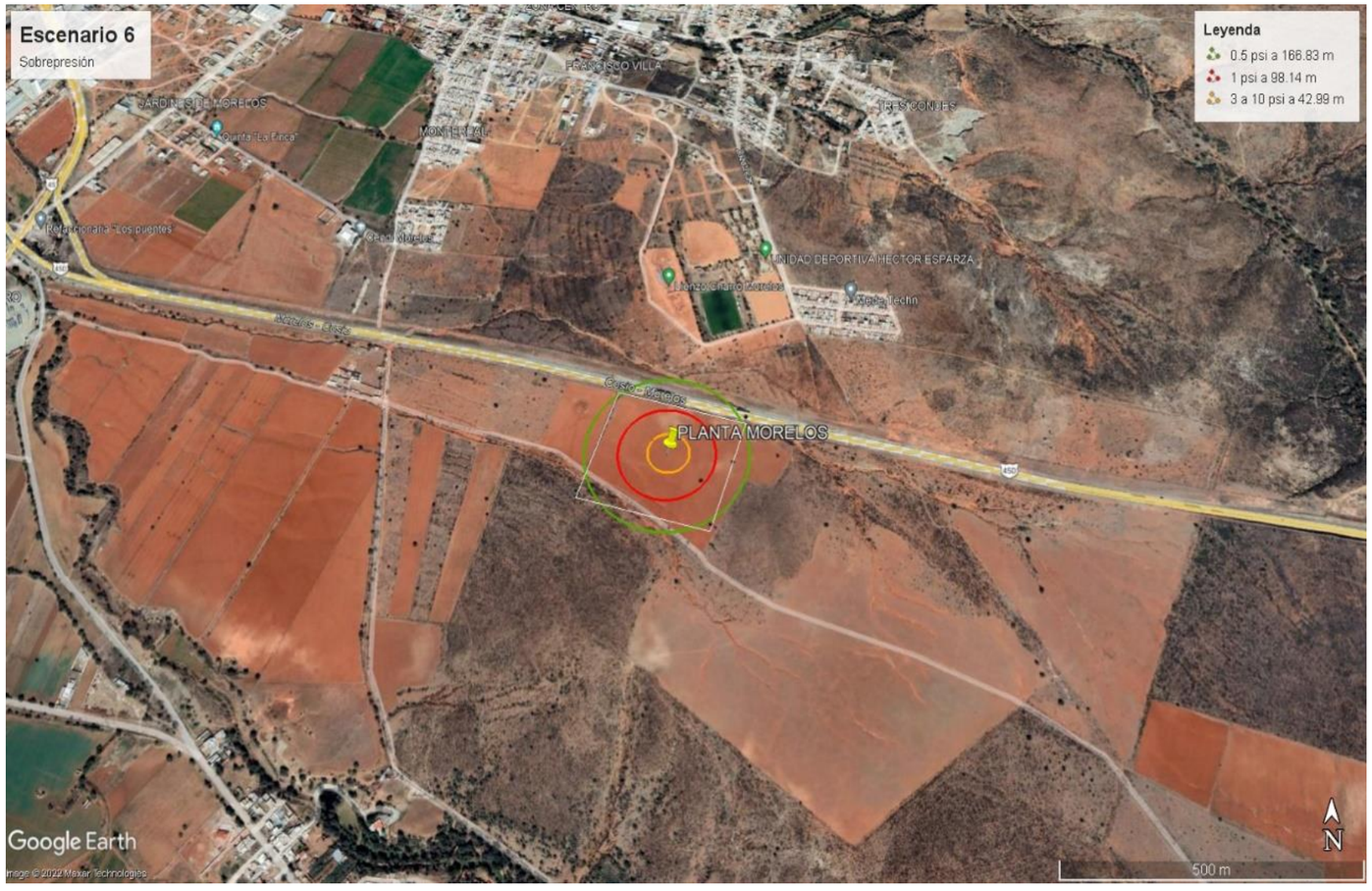
| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-10 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

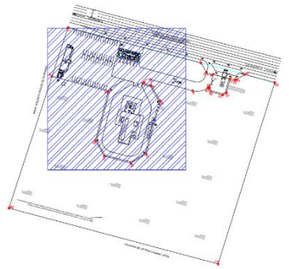


| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 34.79 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 18.85 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 12.07 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 3.<br>Isleta de bombeo a auto-tanques | Descripción del escenario:<br>Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la toma de suministro de 1 ¼" de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga 1.36 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 163.2 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva | |
| Nº del escenario: 6<br>Peor caso. Ruptura en línea de 1 1/4" de diámetro | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-11 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |



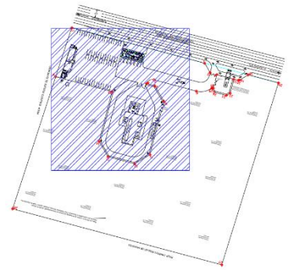



Escala: 1:500

| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 166.83 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 98.14 m |
| 3.0 a 10.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 42.99 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 3.<br>Isleta de bombeo a auto-tanques | Descripción del escenario:<br>Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la toma de suministro de 1 ¼" de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga 1.36 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 163.2 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva | |
| Nº del escenario: 6<br>Peor caso. Ruptura en línea de 1 1/4" de diámetro | | |

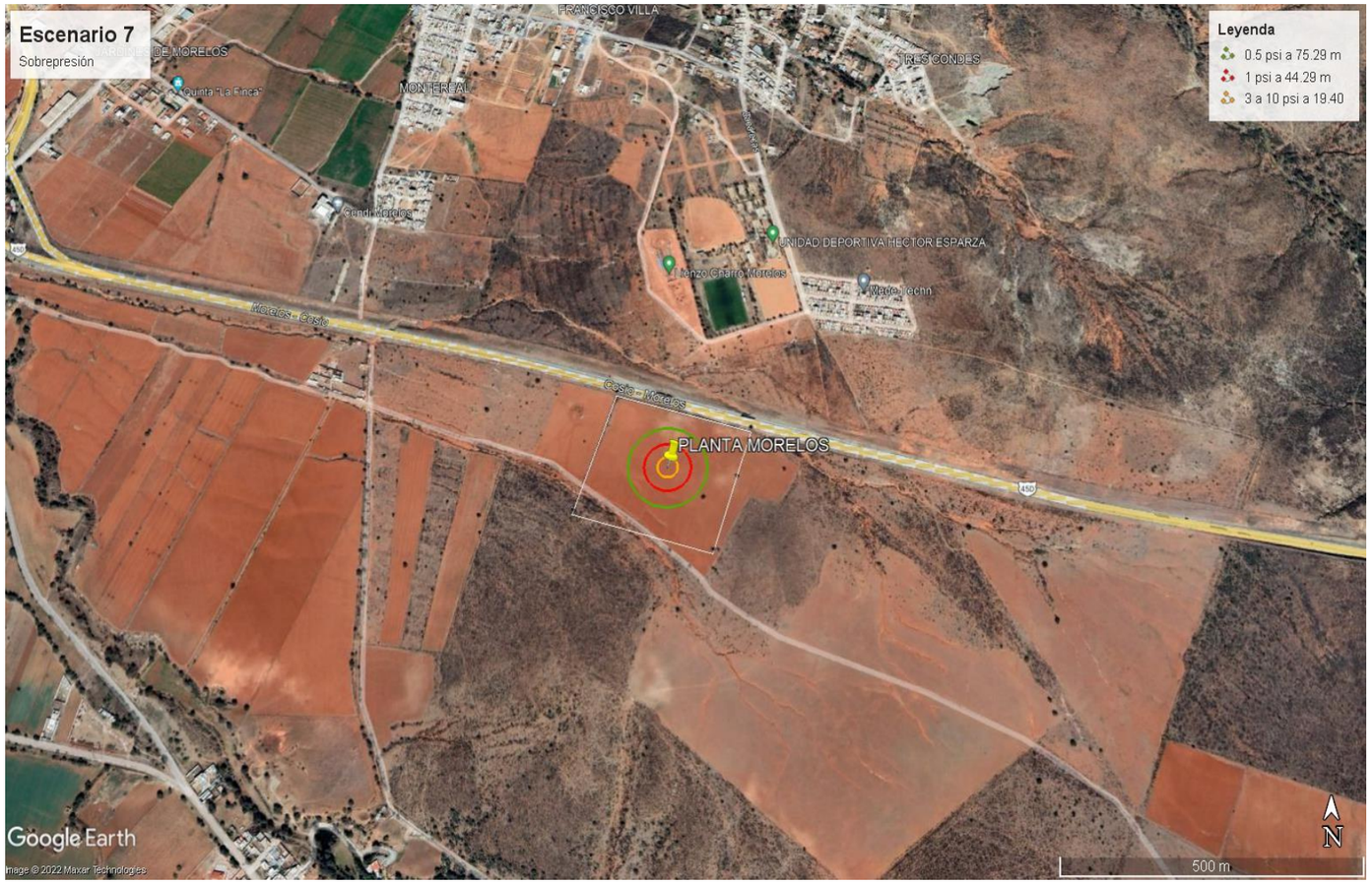
| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-12 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

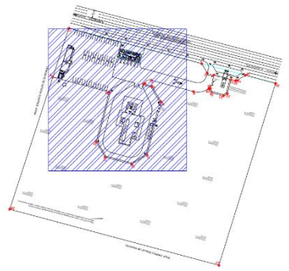
Escala: 1:500



| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 80.40 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 43.56 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 27.87 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 4<br>Isleta de bomba de suministro de gas a múltiple de llenado | Descripción del escenario:<br>Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la toma de suministro de 1 ¼" de Ø, es decir de 0.25" de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.05 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 15 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 7<br>Caso más probable. Fuga en línea de 1 1/4" | | |

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-13 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

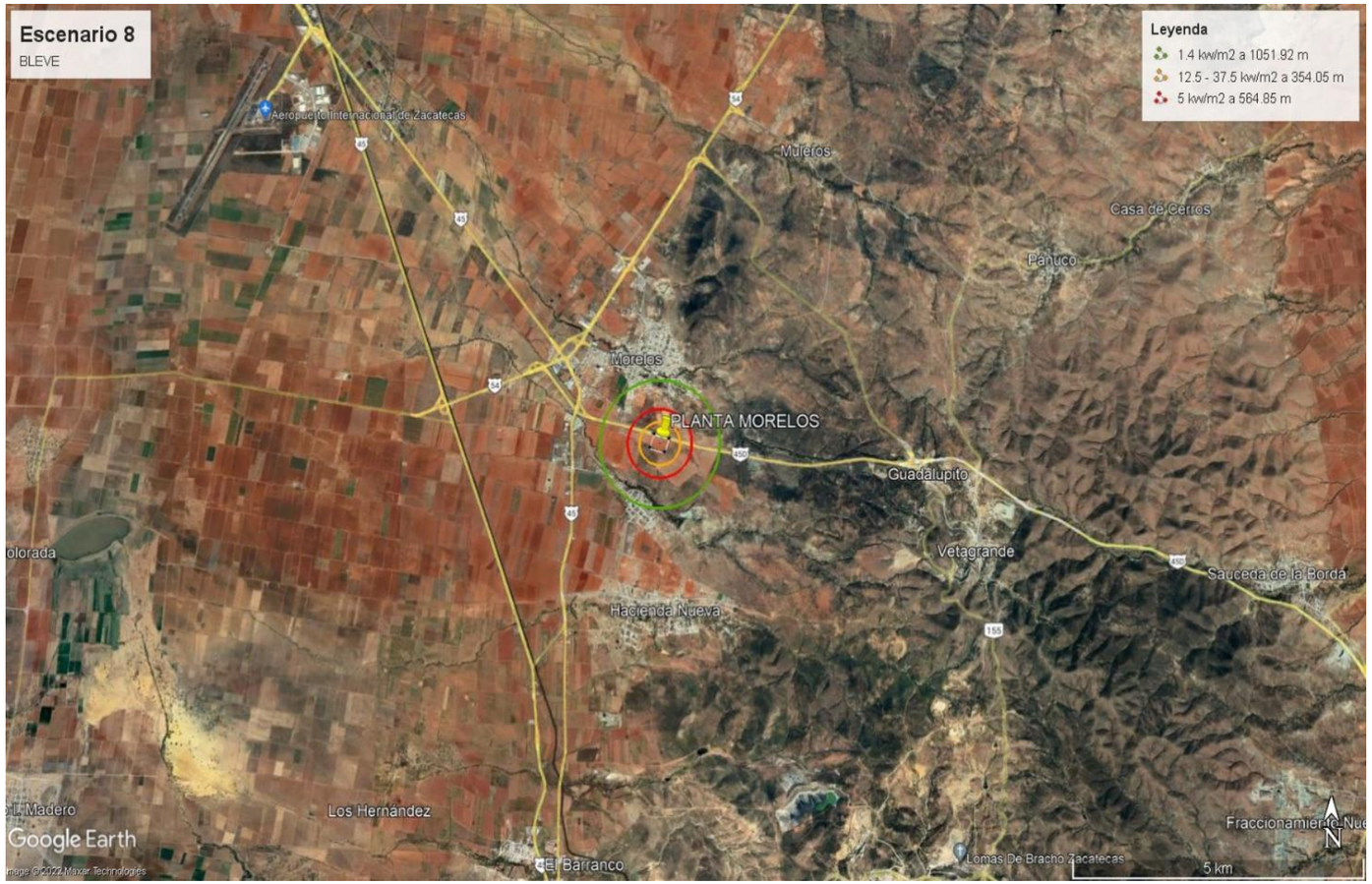


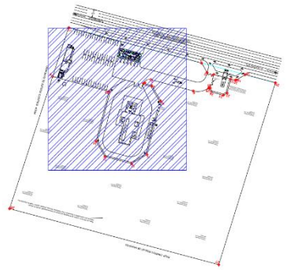



| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 80.40 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 43.56 m |
| 3.0 a 10.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 27.87 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 4<br>Isleta de bomba de suministro de gas a múltiple de llenado | Descripción del escenario:<br>Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la toma de suministro de 1 ¼" de Ø, es decir de 0.25" de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.05 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 15 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 7<br>Caso más probable. Fuga en línea de 1 1/4" | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-14 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

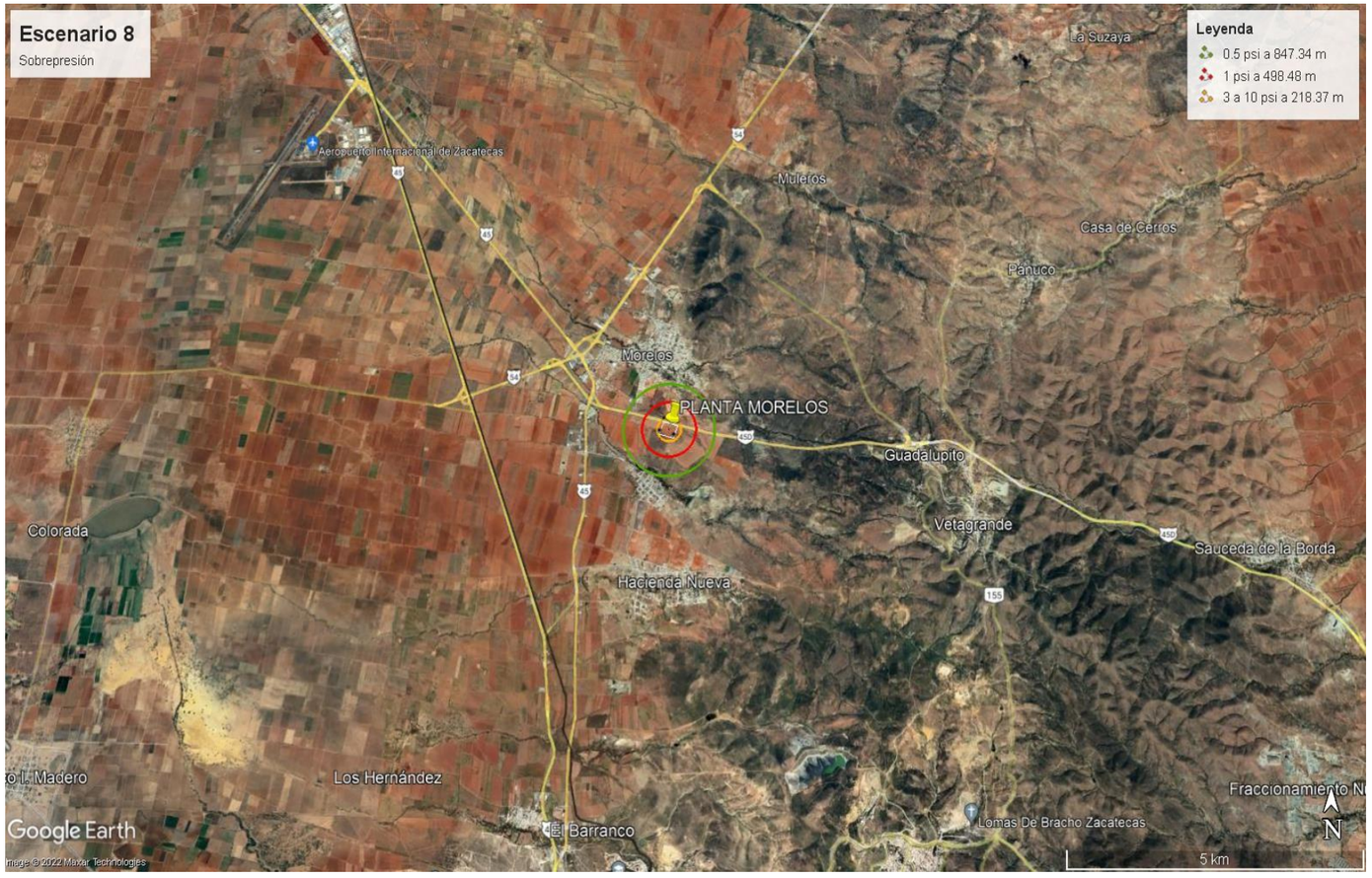


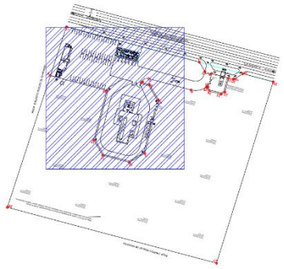



| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 1051.92 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 564.85 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 354.05 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 1.<br>Isleta de Recepción de Gas L.P. | Descripción del escenario:<br>El semirremolque es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del recipiente y despresurización súbita del mismo, hay una explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 39,600 Lts de Gas L.P que equivalen a 21,384 Kg. | |
| Nº del escenario: 8<br>Peor caso. BLEVE en el semirremolque. | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-15 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

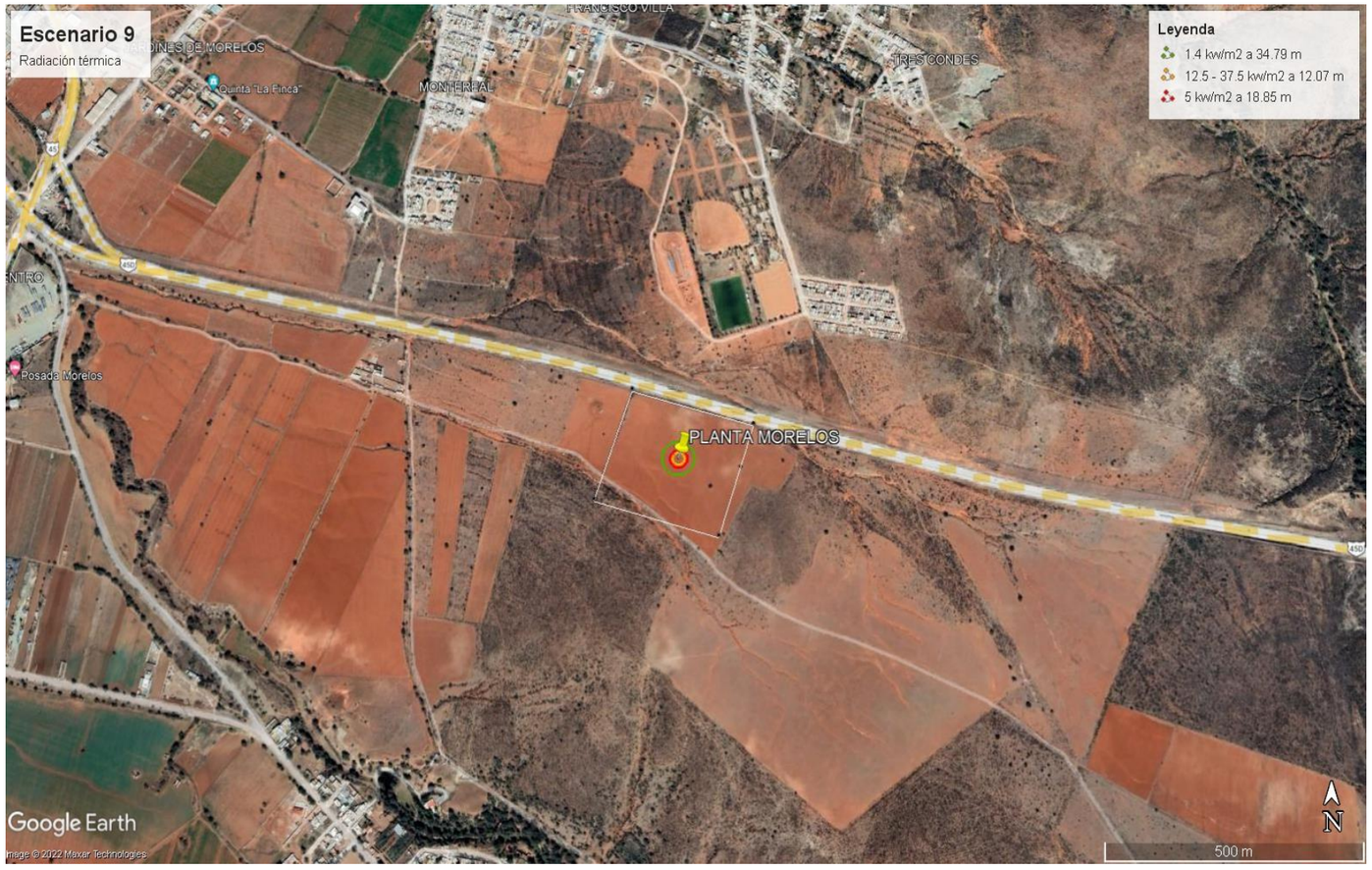


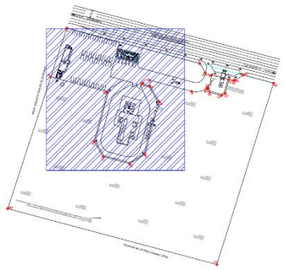



| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 847.34 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 498.48 m |
| 3.0 a 10.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 218.37 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 1.<br>Isleta de Recepción de Gas L.P. | Descripción del escenario:<br>El semirremolque es expuesto a un sobrecalentamiento provocando la ebullición del Gas L.P., falla el sistema de enfriamiento, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del recipiente y despresurización súbita del mismo, hay una explosión acompañada de una bola de fuego, se liberan 39,600 Lts de Gas L.P que equivalen a 21,384 Kg. | |
| Nº del escenario: 8<br>Peor caso. BLEVE en el semirremolque. | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-16 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

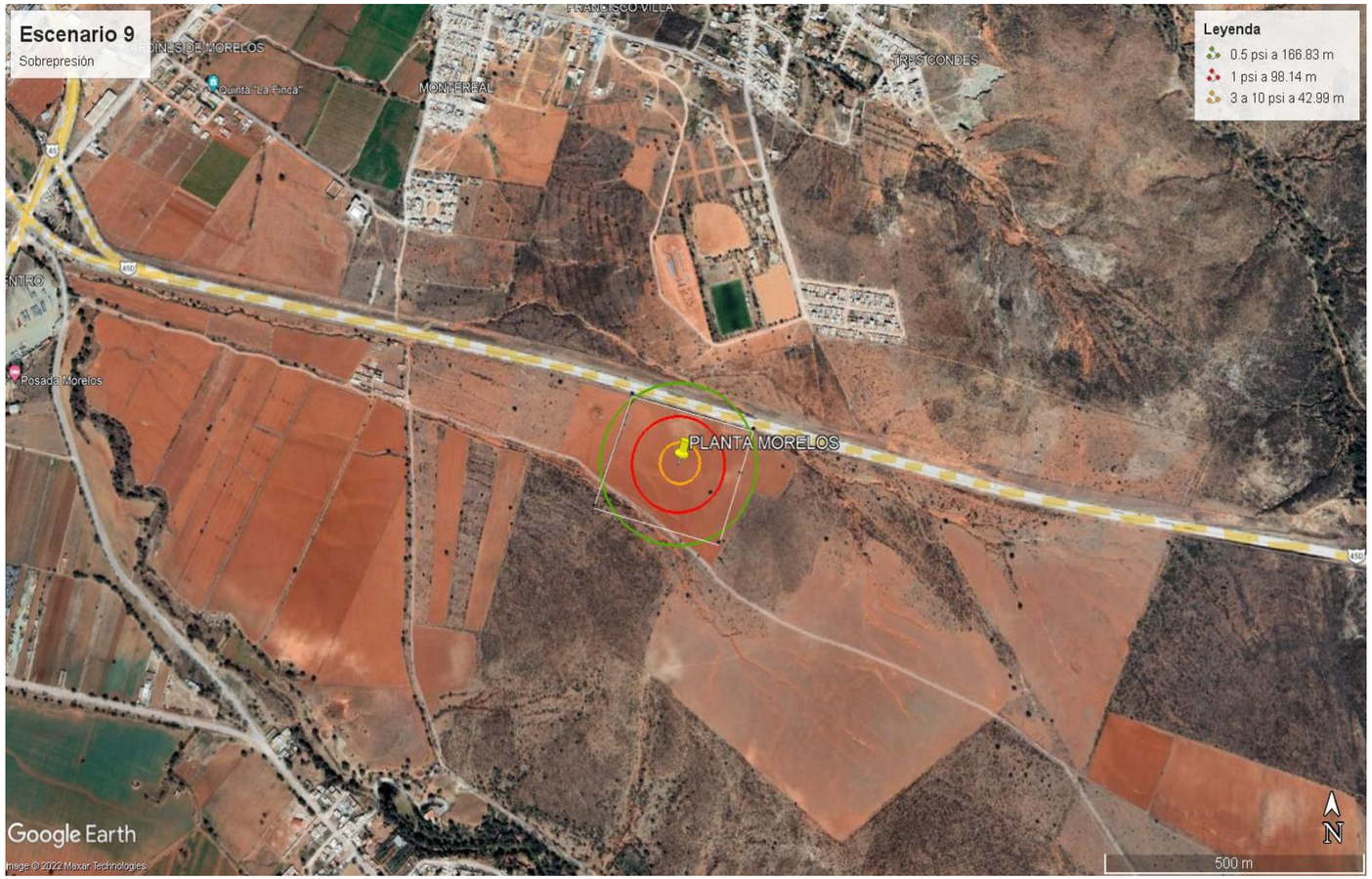


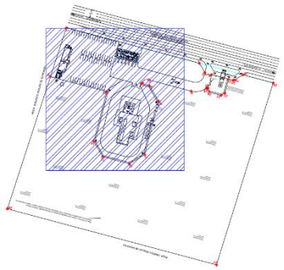



| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 34.79 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 18.85 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 12.07 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 5.<br>Sistema de vaciado de Gas L.P. de recipientes transportables | Descripción del escenario:<br>Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la tubería de 1 ¼" de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga 1.36 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 163.2 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 9<br>Caso alterno. Ruptura total de la tubería de 1 ¼" de diámetro. | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-17 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

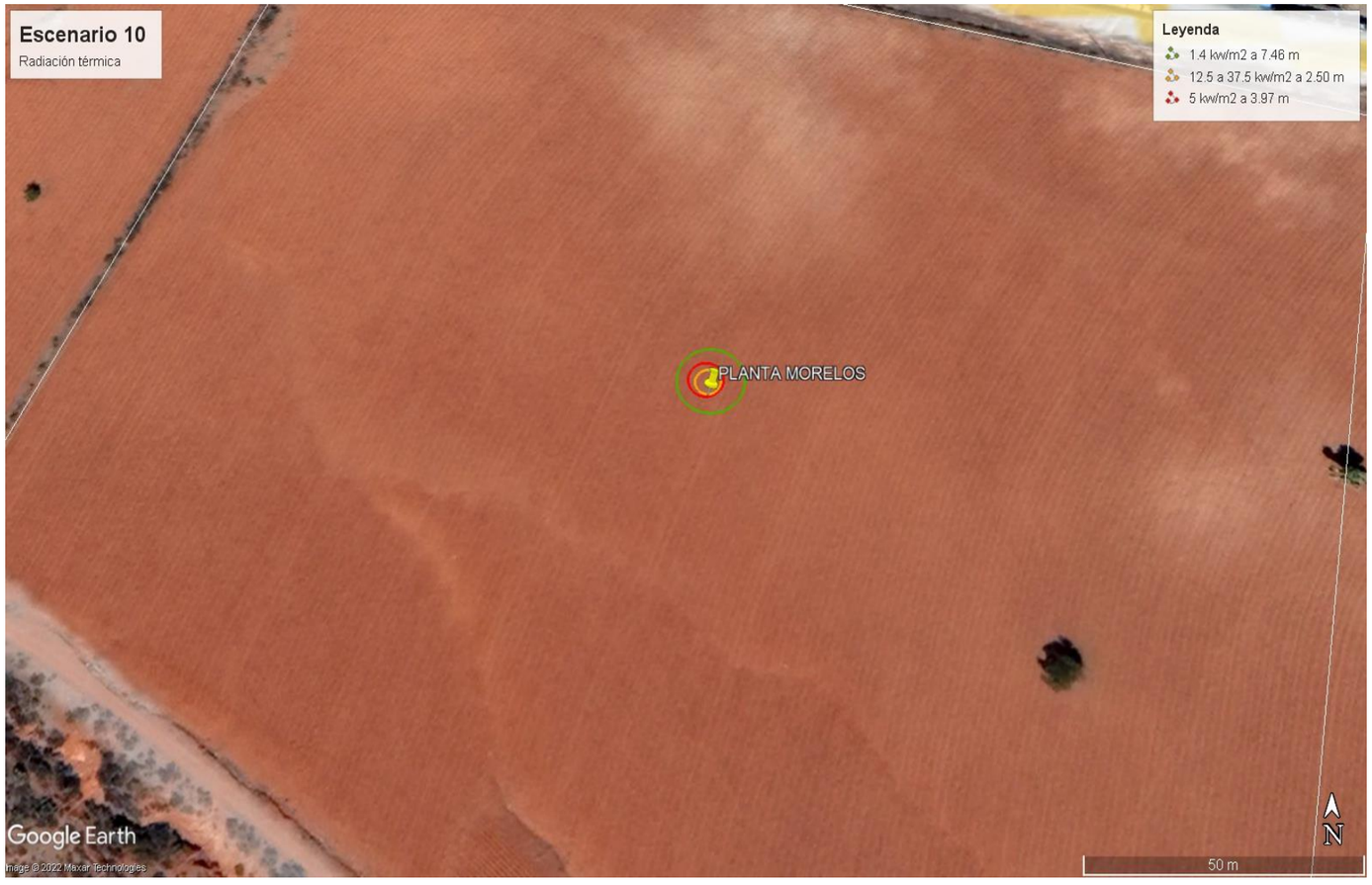


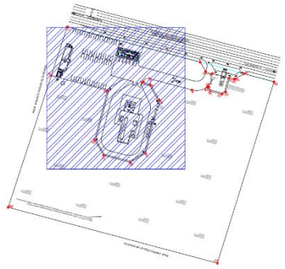



| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 166.83 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 98.14 m |
| 3.0 a 10.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 42.99 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 5.<br>Sistema de vaciado de Gas L.P. de recipientes transportables | Descripción del escenario:<br>Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental, que causa la ruptura total de la manguera de 1 ¼" de Ø (0.03175 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga 1.36 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura dos minutos, liberando 163.2 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 9<br>Caso alterno. Ruptura total de la manguera de 1 ¼" de diámetro. | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-18 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

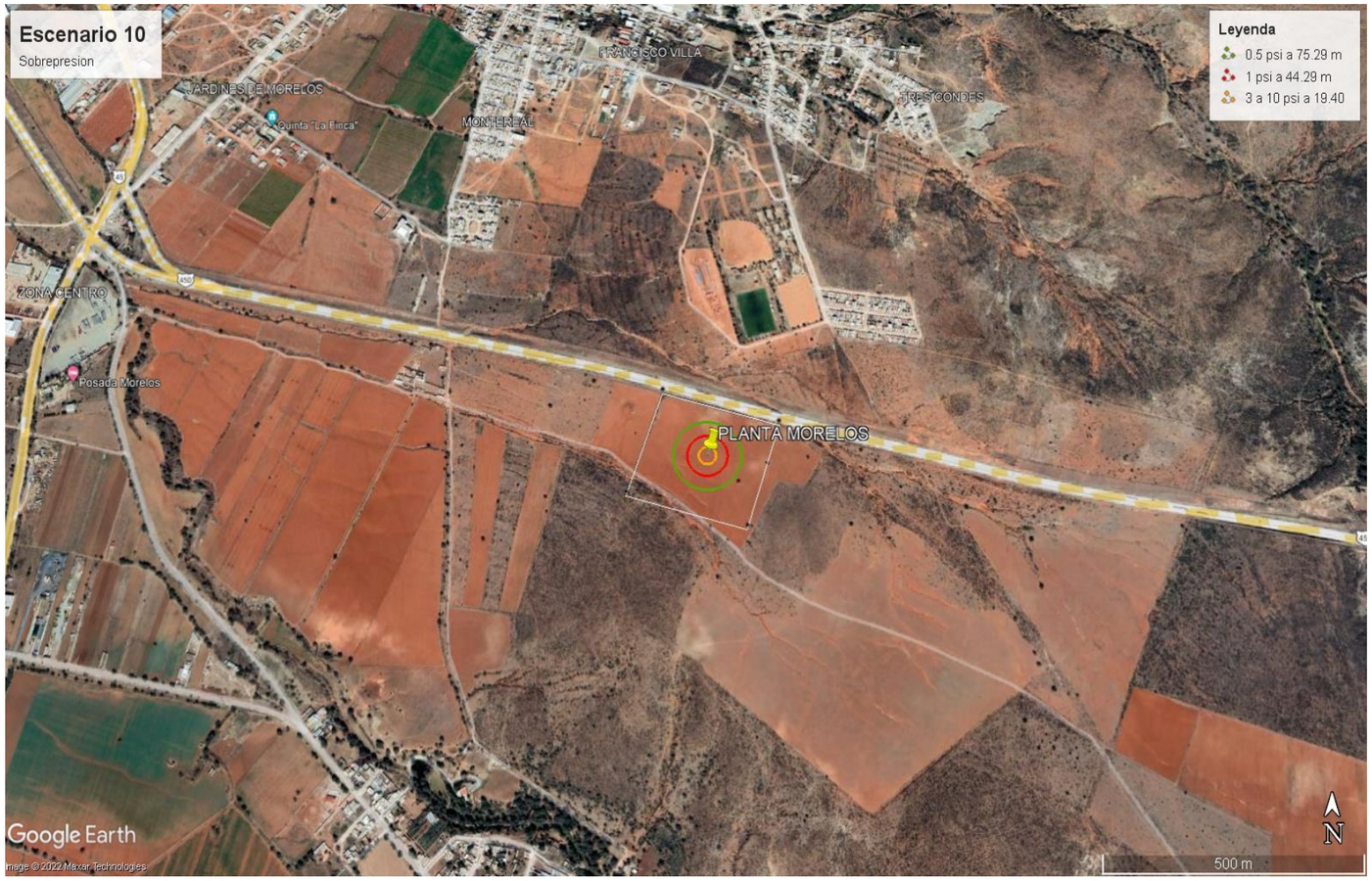


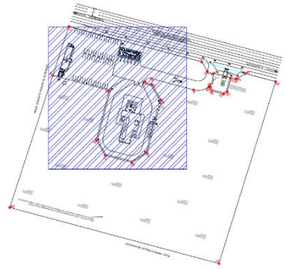



| Radios potenciales de afectación por radiación térmica | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 1.4 kW/m2 | Zona de amortiguamiento | 7.46 m |
| 5 KW/m2 | Zona de alto riesgo | 3.97 m |
| 12.5-37.5 kW/m2 | Zona de alto riesgo a equipos | 2.50 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 5.<br>Sistema de vaciado de Gas L.P. de recipientes transportables | Descripción del escenario:<br>Se presenta movimiento del semirremolque, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la manguera de 1 ¼" de Ø, es decir de 0.25" de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga de 0.05 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 15 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 10<br>Caso alterno. Fuga en la manguera de 1 ¼" de diámetro | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-19 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |



| Radios potenciales de afectación por sobrepresión | | |
|---|---|---|
| Niveles de radiación térmica | Distancia (m) | |
| 0.5 psi | Zona de amortiguamiento | 75.29 m |
| 1.0 psi | Zona de alto riesgo | 44.29 m |
| 3.0 a 10.0 psi | Zona de alto riesgo a equipos | 19.40 m |
| Proyecto: Planta de Distribución de Gas L.P. | | |
| Nodo o sistema 5<br>Sistema de vaciado de Gas L.P. de recipientes transportables | Descripción del escenario:<br>Se presenta movimiento del semirremolque, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la manguera de 1 ¼" de Ø, es decir de 0.25" de Ø (0.00635 m), liberando el energético a una presión de 10 kg/cm$^2$ y tasa de descarga de 0.05 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo de gas, sin embargo la fuga dura cinco minutos, liberando 15 kg de gas, dando posibilidad a su ignición inmediata o la formación de una nube explosiva. | |
| Nº del escenario: 10<br>Caso alterno. Fuga en la manguera de 1 ¼" de diámetro | | |

Escala: 1:500

| Rev. | Fecha | Nombre | Firma | Clave o número del plano |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 29/09/2022 | Elaboró:<br>Ing. Gabriela Estefanía Morán Medina | | RPA-20 |
| | | Aprobó:<br>Lic. Rubén Edgardo Pérez Rodríguez | | |

## 5.7. ANALISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

### 5.7.1. ANALISIS DE VULNERABILIDAD

Se describen a detalle, para las zonas de alto riesgo y amortiguamiento de toxicidad, sobrepresión y radiación, las posibles afectaciones a los receptores de Riesgo.

Tabla 46. Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo

| Clave del Escenario | Receptor de Riesgo | Tipo de Evento | Tipo de Zona | Descripción de la afectación | Descripción de Salvaguardas existentes | Recomendaciones a implementar |
|---|---|---|---|---|---|---|
| E1 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | -Acoplador de llenado para líquido y vapor en tomas de recepción<br>-Tuberías dentro de las especificaciones<br>-Indicadores de presión<br>-Válvula de relevo (alivio) hidrostática en líneas de recepción.<br>-Sistema de Paro por Emergencia.<br>- Indicadores de temperatura<br>- Indicadores de flujo | -Verificar condiciones de operación y procedimientos de operación de la instalación.<br>-Inspección preventiva de las tuberías de llegada y accesorios de las tomas de recepción de Gas L.P. de la instalación.<br>-Instalación de equipos anti chispa.<br>-Instalación de detectores de Gas L.P.<br>-Efectividad del sistema de tierras.<br>-Inspección periódica del espesor de la tubería.<br>-Inspección periódica de válvulas de relevo hidrostáticas. |
| | | | Amortiguamiento | - La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -Dentro de la zona de alto riesgo no se tiene registro de ninguna población. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Dentro de la zona de amortiguamiento no se tiene registro de ninguna población. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica. | | |
| | | | Amortiguamiento | -No aplica. | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso de suelo actual que es agostadero.<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | - Válvulas de no retroceso check (mirilla de flujo).<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br><br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con Sistema de aspersión de agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, Recepción, Bombas, Compresores, respaldados por una cisterna de agua, sistema de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.)<br><br>-Flexibilidad para Operación Manual<br><br>-Instrumentación local para control de la operación | -Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse la alarma en cuarto de control.<br><br>-Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br><br>-Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico.<br><br>-Programa de capacitación al personal operativo<br><br>- Establecer punto de alarma por alta temperatura.<br><br>- Establecer punto de alarma por baja temperatura.<br><br>- Garantizar en stock, la existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br><br>-Conformación e implementación del a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso de suelo actual que es agostadero.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de amortiguamiento ni cercanos al proyecto.<br>-En la zona de amortiguamiento no se identificó flora y/o fauna relevante. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -Dentro de la zona de alto riesgo se podría ver afectado una mínima parte de las tierras colindantes al predio, las cuales también tienen un uso actual de agostadero y terrenos baldíos, por estos motivos la afectación al suelo no sería de gravedad.<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento abarca el predio y las tierras de | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | agostadero y/o abandonadas que colindan con el predio, las cuales presentan un alto grado de perturbación. | - Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento.<br>-Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | y respuesta a Emergencias)<br>-Conformación e implementación a Elemento XVI del SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías)<br>-Conformación e implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br>-Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos)<br>-Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad)<br>-Estricto apego en el |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica. | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.<br>- Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas graves como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas o cuartos. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica. | | cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS<br><br>-Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Instrucción Operativa para operación manual de la planta.<br><br>-Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | | Amortiguamiento | No aplica. | | |
| | Instalaciones/ Producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 es suficiente para causar daños a equipos de procesos. En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y los recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o cuartos o de la infraestructura que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o cuartos o de la infraestructura que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | **-**Las oficinas administrativas, caseta, cuarto de medición, eléctrico y de bombas que se encontrarán en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas grandes y pequeñas que se encuentren en las oficinas administrativas, dormitorios, caseta y otros cuartos se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se pueden ver afectadas.<br>-En las colindancias al predio que abarca la zona de amortiguamiento no se encuentran edificaciones que se pudieran ver afectadas. | | |
| E2 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | -Acoplador de llenado para líquido y vapor en tomas de recepción<br><br>-Tuberías dentro de las especificaciones<br><br>-Indicadores de presión<br><br>-Válvula de relevo (alivio) hidrostática en líneas de recepción.<br><br>-Sistema de Paro por Emergencia.<br><br>-Indicadores de temperatura | -Verificar condiciones de operación y procedimientos de operación de la instalación.<br><br>-Inspección preventiva de las tuberías de llegada y accesorios de las tomas de recepción de Gas L.P. de la instalación.<br>-Instalación de equipos anti chispa.<br><br>-Instalación de detectores de Gas L.P.<br><br>-Efectividad del sistema de tierras.<br><br>-Inspección periódica |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de alto riesgo no se tiene registro de población cercana. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de amortiguamiento no se tiene registro de población cercana. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Amortiguamiento | -No aplica. | - Indicadores de flujo<br><br>- Válvulas de no retroceso check (mirilla de flujo).<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con Sistema de aspersión de agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, Recepción, Bombas, Compresores, respaldados por una cisterna de agua, sistema de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.)<br><br>-Flexibilidad para Operación Manual | del espesor de la tubería.<br><br>-Inspección periódica de válvulas de relevo hidrostáticas.<br><br>-Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse la alarma en cuarto de control.<br><br>-Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br><br>-Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico.<br><br>-Programa de capacitación al personal operativo<br><br>- Establecer punto de alarma por alta temperatura.<br><br>-Establecer punto de alarma por baja temperatura.<br><br>- Garantizar en stock, la |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente por el uso actual del suelo (agostadero).<br>-El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente por el uso actual del suelo (agostadero).<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de amortiguamiento ni cercanos al proyecto.<br>-En la zona de amortiguamiento no se identificó flora y/o fauna relevante. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria la contaminación del suelo.<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | -Instrumentación local para control de la operación<br><br>-Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br><br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br><br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br><br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento.<br><br>-Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección.. | existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br><br>-Conformación e implementación del a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación y respuesta a Emergencias)<br>-Conformación e implementación a Elemento XVI del SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br>-Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento abarca el predio y u minimo de las tierras de agostadero y/o abandonadas que colindan con el predio, las cuales presentan un alto grado de perturbación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.<br>- Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas graves como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | demolición parcial de oficinas o cuartos. | | mecánica y aseguramiento de la calidad)<br><br>-Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS<br><br>-Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Instrucción Operativa para operación manual de la planta.<br><br>-Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones /Producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 es suficiente para causar daños a equipos de procesos. En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras, cuartos o infraestructura que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o cuartos o de la infraestructura que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | -Las oficinas administrativas, caseta, cuarto de medición, eléctrico y de bombas que se encontrarán en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas grandes y pequeñas que se encuentren en las oficinas administrativas, caseta y otros cuartos se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se pueden ver afectadas.<br>-En las colindancias al predio que abarca la zona de amortiguamiento no se encuentran edificaciones que se pudieran ver afectadas. | | |
| E3 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -Este es el escenario más catastrófico. La zona de alto riesgo abarca las colonias: Tres Condes, Francisco Villa y Montereal y además la carretera 45-D, sin embargo, implementando las medidas de seguridad adecuadas la posibilidad de que ocurra este escenario de riesgo es muy remota. En el caso de estar expuesto a la radiación durante aprox. 13 segundos las | -Tubería en trinchera de concreto con rejilla mecánica.<br><br>-Instalar las plataformas de protección de los equipos.<br><br>-Válvulas de no retroceso evitando el golpe de ariete por retroceso de flujo. | -Implementar instrucción operativa al activarse las alarmas por alto nivel<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse las alarmas de alta presión por los transmisores de presión |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | personas podrán sufrir dolor solo si se está a piel desnuda y si la exposición es de 40 segundos entonces se pueden producir quemaduras de segundo grado.<br>-Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | -Protección anticorrosiva.<br><br>-Equipo de atención a emergencias.<br><br>-Indicadores de nivel<br><br>- Indicadores de presión<br><br>-Válvulas mecánicas para comprobación de nivel en recipiente.<br><br>-Válvula de alivio de presión.<br><br>-Indicadores de temperatura<br><br>-Alarma por alta temperatura (28°C)<br><br>-Sistema de enfriamiento por aspersión directa de agua.<br><br>-Alarma por baja temperatura (15°C)<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con | -Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br><br>-Programa de capacitación al personal operativo<br><br>-Ejecutar procedimiento operativo conforme a lo indicado en el manual de operación de la planta.<br><br>-Asegurar la ejecución de la verificación del estado de los equipos y toma de espesores.<br><br>-Inspección periódica de líneas<br><br>-Aplicar periódicamente un inhibidor de corrosión.<br>-Instalación de alarmas sonoras por bajo o alto nivel en recipiente de almacenamiento.<br><br>-Asegurar la instalación de alarmas sonoras por baja o alta presión en el recipiente de almacenamiento.<br><br>-Conformación e Implementación del SASISOPA, ELEMENTOS VI, X). |
| | | | Amortiguamiento | -Este es el escenario más catastrófico. La zona de amortiguamiento abarca las colonias: Tres Condes, Francisco Villa, Montereal, Jardines de Morelos, Santa Cruz y la zona centro del municipio, además se vería afectada la carretera 45-D. En el caso de estar expuesto a la radiación podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La explosión del recipiente de almacenamiento se considera el escenario más catastrófico, por lo que se verían afectadas las siguientes colonias: Tres | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Condes, Francisco Villa y Montereal, además se vería afectada la carretera 45-D. La población podría sufrir heridas leves o severas como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de las casas. | elementos verticales y horizontales.<br><br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con Sistema de aspersión de agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, Recepción, Bombas, Compresores, respaldados por una cisterna de agua, sistema de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.)<br><br>-Sistema de Paro de Emergencia<br><br>-Flexibilidad para Operación Manual<br><br>-Instrumentación local para control de la operación<br><br>- Certificados de Calidad | -Implementar instrucción operativa al activarse la alarma por bajo nivel<br><br>-Implementar instrucción operativa relacionada con la activación de los anillos de aspersión de agua para enfriamiento de recipiente de almacenamiento.<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse la alarma por baja presión del transmisor<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse la alarma en cuarto de control<br><br>-Conformación e Implementación a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación y respuesta a Emergencias)<br><br>-Conformación e Implementación a Elemento XVI del SASISOPA (Investigación de |
| | | | Amortiguamiento | - La explosión del recipiente de almacenamiento se considera el escenario más catastrófico, por lo que se verían afectadas las colonias: Tres Condes, Francisco Villa, Montereal, Jardines de Morelos, Santa Cruz y la zona centro del municipio, además se vería afectada la carretera 45-D. La población podría sufrir heridas leves o severas como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | -No aplica | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -El municipio de Morelos posee una baja calidad ambiental ya que muchas de las tierras se encuentran erosionadas por el uso de agostadero y/o tierras abandonadas que predominan en la zona. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | -No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto riesgo.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | de Materiales y Equipos.<br><br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br><br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br><br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento.<br><br>-Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos)<br>-Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad)<br><br>-Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS<br><br>-Desarrollo e implementación del Programa para la |
| | | | Amortiguamiento | -El municipio de Morelos posee una baja calidad ambiental ya que muchas de las tierras se encuentran erosionadas por el uso de agostadero y/o tierras abandonadas que predominan en la zona.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto de amortiguamiento.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El municipio de Morelos posee una baja calidad ambiental ya que muchas de las tierras se encuentran erosionadas por el uso de agostadero y/o tierras abandonadas que predominan en la zona.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto riesgo.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El municipio de Morelos posee una baja calidad ambiental ya que muchas de las tierras se encuentran erosionadas por el | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | uso de agostadero y/o tierras abandonadas que predominan en la zona.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto de amortiguamiento.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | | Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.<br>- Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas graves como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas o cuartos. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones/ producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 es suficiente para causar daños a equipos de procesos. En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento, pero también se pueden ver afectadas las instalaciones de la unidad deportiva Héctor Esparza. | | |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o cuartos o de la infraestructura que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o cuartos o de la infraestructura que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | trasiego y recipientes de almacenamiento pero también se pueden ver afectadas las instalaciones de la unidad deportiva Héctor Esparza. | | |
| | | | Alto Riesgo | - Los cuartos de medición, eléctrico y de bombas que se encontrarán en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. La unidad deportiva Hector, Esparza, el Lienzo Charro y los demás comercios y/o edificaciones que se encuentren a una distancia de 889.50 metros también tendrán las mismas afectaciones. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se pueden ver afectadas.<br>- La unidad deportiva Héctor Esparza, el Lienzo Charro y los demás comercios y/o edificaciones que se encuentren a una distancia de 1512 metros también tendrán las mismas afectaciones. | | |
| E4 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | -Acoplador de llenado para líquido y vapor en tomas de suministro. | -Asegurar la instalación de indicadores de presión. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | -Indicador visual de flujo de no retroceso.<br><br>-Protección anticorrosiva<br><br>-By-pass con válvula automática de retorno.<br><br>-Línea de Recirculación<br><br>-Transmisores indicadores de presión<br><br>-Sistema de Paro por Emergencia.<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br><br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con Sistema de aspersión de agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, Recepción, Bombas, Compresores, respaldados por una cisterna de agua, sistema | -Asegurar la instalación de equipos anti chispa.<br><br>-Asegurar la instalación de detectores de Gas L.P.<br><br>-Efectividad del Sistema de Tierras.<br><br>-Inspección de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro.<br><br>-Inspección de las válvulas del by-pass.<br><br>-Evitar fuentes de ignición en la cercanía al recipiente de almacenamiento.<br><br>-Rigor en el mantenimiento del sistema contra incendios.<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse las alarmas en cuarto de control<br><br>-Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br>-Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico de las bombas del nodo. |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de alto riesgo no se tiene registro de población cercana. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de amortiguamiento no se tiene registro de población cercana. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | -No aplica | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso actual de suelo (agostadero).<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | uso actual de suelo (agostadero)..<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de amortiguamiento ni cercanos al proyecto.<br>-En la zona de amortiguamiento no se identificó flora y/o fauna relevante. | de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.)<br>-Flexibilidad para Operación Manual<br>-Instrumentación local para control de la operación<br>- Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento.<br>-Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | -Programa de capacitación al personal operativo<br>-Conformación e implementación del SASISOPA, ELEMENTOS VI, X, XI).<br>-Implementar instrucción operativa al registrar una alta temperatura en cuarto de control<br>-Implementar instrucción operativa al registrar una baja temperatura en cuarto de control<br>-Garantizar en stock, la existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br>-Conformación e implementación a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación y respuesta a Emergencias)<br>-Conformación e implementación a Elemento XVI del |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria la contaminación del suelo.<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento abarca el predio y las tierras de agostadero y/o abandonadas que colindan con el predio, las cuales presentan un alto grado de perturbación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | - Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad)<br><br>-Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas graves como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas o cuartos. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones /Producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 es suficiente para causar | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | daños a equipos de procesos. En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipiente de almacenamiento. | | -Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Instrucción Operativa para operación manual de la planta.<br><br>-Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de los cuartos o estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipiente de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | **-**Las techumbres podrán sufrir alteraciones. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas grandes y pequeñas que se encuentren en las oficinas administrativas, dormitorios, caseta y otros cuartos se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se pueden ver afectadas.<br>-En las colindancias al predio que abarca la zona de amortiguamiento no se encuentran edificaciones que se pudieran ver afectadas. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| E5 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | -Acoplador de llenado para liquido y vapor en tomas de suministro.<br><br>-Indicador visual de flujo de no retroceso.<br><br>-Protección anticorrosiva<br><br>-By-pass con válvula automática de retorno.<br><br>-Línea de Recirculación<br><br>-Transmisores indicadores de presión<br><br>-Sistema de Paro por Emergencia.<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br><br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con Sistema de aspersión de agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, | -Asegurar la instalación de indicadores de presión.<br><br>-Asegurar la instalación de equipos anti chispa.<br><br>-Asegurar la instalación de detectores de Gas L.P.<br><br>-Efectividad del Sistema de Tierras.<br><br>-Inspección de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro.<br><br>-Inspección de las válvulas del by-pass.<br><br>-Evitar fuentes de ignición en la cercanía al recipiente de almacenamiento.<br><br>-Rigor en el mantenimiento del sistema contra incendios.<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse las alarmas en cuarto de control<br><br>-Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo. |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de amortiguamiento no se tiene registro de población cercana. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | -No aplica | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso actual del suelo (agostadero)..<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | daño más relevante seria al suelo.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de amortiguamiento ni cercanos al proyecto.<br>-En la zona de amortiguamiento no se identificó flora y/o fauna relevante. | Recepción, Bombas, Compresores, respaldados por una cisterna de agua, sistema de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.)<br>-Flexibilidad para Operación Manual<br>-Instrumentación local para control de la operación<br>- Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento.<br>-Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | -Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico de las bombas del nodo.<br>-Programa de capacitación al personal operativo<br>-Conformación e implementación del SASISOPA, ELEMENTOS VI, X, XI).<br>-Implementar instrucción operativa al registrar una alta temperatura en cuarto de control<br>-Implementar instrucción operativa al registrar una baja temperatura en cuarto de control<br>-Garantizar en stock, la existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br>-Conformación e implementación a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación y respuesta a Emergencias) |
| | | | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria la contaminación del suelo.<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | Sobrepresión | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento abarca el predio y una mínima parte de las tierras de agostadero y/o abandonadas que colindan con el predio, las cuales presentan un alto grado de perturbación. La carretera 45-D también se podría ver afectada. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | de segundo grado.<br>- Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | -Conformación e implementación a Elemento XVI del SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad)<br><br>-Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas graves como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas o cuartos. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones /Producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | es suficiente para causar daños a equipos de procesos. En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipiente de almacenamiento. | | de la STPS<br><br>-Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Instrucción Operativa para operación manual de la planta.<br><br>-Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o cuartos o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o cuartos o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, patín de medición, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | Los cuartos de medición, eléctrico y de bombas que se encuentran en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se pueden ver afectadas. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | -En las colindancias al predio que abarca la zona de amortiguamiento no se encuentran edificaciones que se pudieran ver afectadas. | | |
| E6 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | -Acoplador de llenado para liquido y vapor en tomas de suministro.<br><br>-Indicador visual de flujo de no retroceso.<br><br>-Protección anticorrosiva<br><br>-By-pass con válvula automática de retorno.<br><br>-Línea de Recirculación<br><br>-Transmisores indicadores de presión<br><br>-Sistema de Paro por Emergencia.<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br><br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con Sistema de aspersión de | -Asegurar la instalación de indicadores de presión.<br><br>-Asegurar la instalación de equipos anti chispa.<br><br>-Asegurar la instalación de detectores de Gas L.P.<br><br>-Efectividad del Sistema de Tierras.<br><br>-Inspección de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro.<br><br>-Inspección de las válvulas del by-pass.<br><br>-Evitar fuentes de ignición en la cercanía al recipiente de almacenamiento.<br><br>-Rigor en el mantenimiento del sistema contra incendios.<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse las alarmas en cuarto de control |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de amortiguamiento no se tiene registro de población cercana. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | -No aplica | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso actual del suelo (agostadero).<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | -La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, Recepción, Bombas, Compresores, respaldados por una cisterna de agua, sistema de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.)<br>-Flexibilidad para Operación Manual<br>-Instrumentación local para control de la operación<br>- Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento. | -Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br>-Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico de las bombas del nodo.<br>-Programa de capacitación al personal operativo<br>-Conformación e implementación del SASISOPA, ELEMENTOS VI, X, XI).<br>-Implementar instrucción operativa al registrar una alta temperatura en cuarto de control<br>-Implementar instrucción operativa al registrar una baja temperatura en cuarto de control<br>-Garantizar en stock, la existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br>-Conformación e implementación a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de amortiguamiento ni cercanos al proyecto.<br>-En la zona de amortiguamiento no se identificó flora y/o fauna relevante. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria la contaminación del suelo.<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento abarca el predio y una mínima parte de las tierras de agostadero y/o abandonadas que colindan con el predio, las cuales presentan un alto grado de perturbación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.<br>- Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | -Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | y respuesta a Emergencias)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XVI del SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías) |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas graves como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas o cuartos. | | -Conformación e implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento) |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | -Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos) |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones /Producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de | | -Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 es suficiente para causar daños a equipos de procesos. En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | -Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS<br><br>-Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Instrucción Operativa para operación manual de la planta.<br><br>-Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de los cuartos o estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | Los cuartos de medición, eléctrico y de bombas que se encuentran en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se pueden ver afectadas. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | -En las colindancias al predio que abarca la zona de amortiguamiento no se encuentran edificaciones que se pudieran ver afectadas. | | |
| E7 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | -Acoplador de llenado para líquido y vapor en tomas de suministro.<br><br>-Indicador visual de flujo de no retroceso.<br><br>-Protección anticorrosiva<br><br>-By-pass con válvula automática de retorno.<br><br>-Línea de Recirculación<br><br>-Transmisores indicadores de presión<br><br>-Sistema de Paro por Emergencia.<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br><br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con | -Asegurar la instalación de indicadores de presión.<br><br>-Asegurar la instalación de equipos anti chispa.<br><br>-Asegurar la instalación de detectores de Gas L.P.<br><br>-Efectividad del Sistema de Tierras.<br><br>-Inspección de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro.<br><br>-Inspección de las válvulas del by-pass.<br><br>-Evitar fuentes de ignición en la cercanía al recipiente de almacenamiento.<br><br>-Rigor en el mantenimiento del sistema contra incendios.<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse las alarmas en cuarto de control |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | -No aplica | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso actual del suelo (agostadero).<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | -La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | Sistema de aspersión de agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, Recepción, Bombas, Compresores, respaldados por una cisterna de agua, sistema de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.)<br>-Flexibilidad para Operación Manual<br>-Instrumentación local para control de la operación<br>- Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento. | -Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br>-Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico de las bombas del nodo.<br>-Programa de capacitación al personal operativo<br>-Conformación e implementación del SASISOPA, ELEMENTOS VI, X, XI).<br>-Implementar instrucción operativa al registrar una alta temperatura en cuarto de control<br>-Implementar instrucción operativa al registrar una baja temperatura en cuarto de control<br>-Garantizar en stock, la existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br>-Conformación e implementación a |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de amortiguamiento ni cercanos al proyecto.<br>-En la zona de amortiguamiento no se identificó flora y/o fauna relevante. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria la contaminación del suelo.<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria la contaminación del suelo | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | - Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | -Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | Elemento XIII del SASISOPA (Preparación y respuesta a Emergencias)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XVI del SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas leves o severas como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas, cuartos, casas o cualquier edificación. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones /Producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | es suficiente para causar daños a equipos de procesos. | | calidad) |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | -Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de los cuartos o estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | -Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA). |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | -Instrucción Operativa para operación manual de la planta. |
| | | | Alto Riesgo | Los cuartos de medición, eléctrico y de bombas que se encuentran en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. | | -Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se pueden ver afectadas. | | |
| E8 | Población | Radiación | Alto Riesgo | - La zona de alto riesgo abarca la unidad deportiva hector Esparza y el lienzo charro, además la carretera 45-D, sin embargo, implementando las medidas de seguridad adecuadas la posibilidad de que ocurra este escenario de riesgo | -Acoplador de llenado para líquido y vapor en tomas de recepción<br><br>-Tuberías dentro de las | -Verificar condiciones de operación y procedimientos de operación de la instalación.<br><br>-Inspección preventiva de las tuberías de |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | es muy remota. En el caso de estar expuesto a la radiación durante aprox. 13 segundos las personas podrán sufrir dolor solo si se está a piel desnuda y si la exposición es de 40 segundos entonces se pueden producir quemaduras de segundo grado.<br>-Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | especificaciones<br><br>-Indicadores de presión<br><br>-Válvula de relevo (alivio) hidrostática en líneas de recepción.<br><br>-Sistema de Paro por Emergencia.<br><br>- Indicadores de temperatura<br><br>- Indicadores de flujo<br><br>- Válvulas de no retroceso check (mirilla de flujo).<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br><br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con Sistema de aspersión de agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de | llegada y accesorios de las tomas de recepción de Gas L.P. de la instalación.<br><br>-Instalación de equipos anti chispa.<br><br>-Instalación de detectores de Gas L.P.<br><br>-Efectividad del sistema de tierras.<br><br>-Inspección periódica del espesor de la tubería.<br><br>-Inspección periódica de válvulas de relevo hidrostáticas.<br><br>-Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse la alarma en cuarto de control.<br><br>-Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br><br>-Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico.<br><br>-Programa de |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento abarca las colonias: Tres Condes, Francisco Villa y Montereal y además la carretera 45-D, sin embargo, implementando las medidas de seguridad adecuadas la posibilidad de que ocurra este escenario de riesgo es muy remota. En el caso de estar expuesto a la radiación durante aprox. 13 segundos las personas podrán sufrir dolor solo si se está a piel desnuda y si la exposición es de 40 segundos entonces se pueden producir quemaduras de segundo grado.<br>-Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo abarca la unidad deportiva, el lienzo charro y otros comercios. La población podría sufrir heridas leves o severas como consecuencia de los fragmentos despedidos de la | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | rotura de ventanas y la demolición parcial de las casas. | almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, Recepción, Bombas, Compresores, respaldados por una cisterna de agua, sistema de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.)<br><br>-Flexibilidad para Operación Manual<br><br>-Instrumentación local para control de la operación<br><br>- Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br><br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br><br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br><br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento. | capacitación al personal operativo<br><br>- Establecer punto de alarma por alta temperatura.<br><br>- Establecer punto de alarma por baja temperatura.<br><br>- Garantizar en stock, la existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br><br>-Conformación e implementación del a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación y respuesta a Emergencias)<br>-Conformación e implementación a Elemento XVI del SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento VI del |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento abarca la unidad deportiva, el lienzo charro y otros comercios. La población podría sufrir heridas leves o severas como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | -No aplica | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -El municipio de Morelos posee una baja calidad ambiental ya que muchas de las tierras se encuentran erosionadas por el uso de agostadero y/o tierras abandonadas que predominan en la zona.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto de amortiguamiento.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El municipio de Morelos posee una baja calidad ambiental ya que muchas de las tierras se encuentran erosionadas por el uso de agostadero y/o tierras abandonadas que predominan en la zona.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto riesgo. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | -No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | -Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad)<br><br>-Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS<br><br>-Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Instrucción Operativa para operación manual de la planta. |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El municipio de Morelos posee una baja calidad ambiental ya que muchas de las tierras se encuentran erosionadas por el uso de agostadero y/o tierras abandonadas que predominan en la zona.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto de amortiguamiento.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | -El municipio de Morelos posee una baja calidad ambiental ya que muchas de las tierras se encuentran erosionadas por el uso de agostadero y/o tierras abandonadas que predominan en la zona.<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto de amortiguamiento.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | - Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | -Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial. - En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas leves o severas como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas o cuartos. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones /Producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | es suficiente para causar daños a equipos de procesos. | | |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de los cuartos o estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | Los cuartos de medición, eléctrico y de bombas que se encuentran en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se pueden ver afectadas.<br>-Las edificaciones que se encuentran dentro de la zona de amortiguamiento sufrirán las mismas consecuencias. | | |
| E9 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo | -Válvulas de relevo hidrostática. | -Asegurar la ejecución del programa de |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | predio donde se pretende construir el proyecto. | -Panel de control<br>-Válvulas de corte rápido<br>-Aplicación del sistema de protección anticorrosiva<br>-Paro automático de la planta<br>-Plan de Atención a emergencias<br>-Sistema de Paro por Emergencia.<br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con Sistema de aspersión de agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, Recepción, Bombas, Compresores. respaldados por una cisterna de agua, sistema | verificación del estado mecánico de las tuberías y mangueras.<br>-Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva<br>-Asegurar el estado de las tuberías y toma de espesores<br>-Verificar el estado mecánico de los recipientes.<br>-Instalación de detectores de Gas L.P.<br>-Verificar el estado mecánico de las válvulas.<br>-Implementar instrucción operativa al activarse las alarmas en cuarto de control<br>-Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br>-Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico de las bombas del nodo. |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de amortiguamiento no se tiene registro de población cercana. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | -No aplica | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso actual del suelo (agostadero).<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | por el uso actual del suelo (agostadero).<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de amortiguamiento ni cercanos al proyecto.<br>-En la zona de amortiguamiento no se identificó flora y/o fauna relevante. | de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.)<br><br>-Flexibilidad para Operación Manual<br><br>-Instrumentación local para control de la operación<br><br>- Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br><br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br><br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br><br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento.<br><br>-Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | -Programa de capacitación al personal operativo<br><br>-Conformación e Implementación del SASISOPA, ELEMENTOS VI, X, XI).<br><br>-Garantizar en stock, la existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br><br>-Conformación e implementación del a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación y respuesta a Emergencias)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XVI del SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías)<br><br>-Conformación e |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo<br>-El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento abarca el predio y parte de las tierras de agostadero y/o abandonadas que colindan con el predio, las cuales presentan un alto grado de perturbación. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | - Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad)<br><br>-Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS<br><br>-Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Instrucción Operativa para operación manual de la planta. |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas leves o severas como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas o cuartos. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones /Producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | es suficiente para causar daños a equipos de procesos. | | -Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de los cuartos o estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | Los cuartos de medición, eléctrico y de bombas que se encuentran en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas. | | |
| E10 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | -Válvulas de relevo hidrostática.<br><br>-Panel de control<br><br>-Válvulas de corte rápido | -Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las tuberías y mangueras.<br><br>-Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | -Aplicación del sistema de protección anticorrosiva<br><br>-Paro automático de la planta<br><br>-Plan de Atención a emergencias<br><br>-Sistema de Paro por Emergencia.<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br><br>-Sistema Contra Incendio: (Válvulas de diluvio y válvulas manuales con Sistema de aspersión de agua por medio de Anillos de enfriamiento en área de almacenamiento, y Anillos para confinamiento en áreas de Suministro, Recepción, Bombas, Compresores. respaldados por una cisterna de agua, sistema de bombeo, toma siamesa y fosa de recuperación de agua; hidrantes, extintores manuales y de carretilla.) | -Asegurar el estado de las tuberías y toma de espesores<br>-Verificar el estado mecánico de los recipientes.<br><br>-Instalación de detectores de Gas L.P.<br><br>-Verificar el estado mecánico de las válvulas.<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse las alarmas en cuarto de control<br><br>-Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br><br>-Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico de las bombas del nodo.<br><br>-Programa de capacitación al personal operativo<br><br>-Conformación e Implementación del |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del mismo predio donde se pretende construir el proyecto. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | -No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | -No aplica | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso actual del suelo (agostadero)<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso actual del suelo (agostadero)<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de amortiguamiento ni cercanos al proyecto. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | -En la zona de amortiguamiento no se identificó flora y/o fauna relevante. | -Flexibilidad para Operación Manual<br><br>-Instrumentación local para control de la operación<br><br>- Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br><br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br><br>-Manuales de Operación y Mantenimiento.<br><br>-Cursos de Capacitación y Mantenimiento.<br><br>-Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | SASISOPA, ELEMENTOS VI, X, XI).<br><br>-Garantizar en stock, la existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br><br>-Conformación e implementación del a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación y respuesta a Emergencias)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XVI del SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br><br>-Conformación e |
| | | | Alto Riesgo | -La zona de alto riesgo se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso actual del suelo (agostadero)<br>- El área del proyecto no se encuentra cerca de cuerpos de agua por lo que no se verían afectados en caso de una emergencia ambiental.<br>-La zona de alto riesgo no cuenta con flora o fauna. | | |
| | | Sobrepresión | Amortiguamiento | -La zona de amortiguamiento se encuentra dentro del predio y el daño más relevante seria al suelo, sin embargo, este ha sido previamente impactado por el uso actual del suelo (agostadero)<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de amortiguamiento ni cercanos al proyecto.<br>-En la zona de amortiguamiento no se identificó flora y/o fauna relevante. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.<br>- Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad)<br><br>-Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS<br><br>-Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Instrucción Operativa para operación manual de la planta.<br><br>-Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas leves o severas como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas o cuartos. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones /Producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 es suficiente para causar daños a equipos de procesos. En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de los cuartos o estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | Las oficinas, cuartos de medición, eléctrico y de bombas que se encontrarán en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | pueden ver afectadas dentro del predio. | | |
| E11 | Población | Radiación | Alto Riesgo | -Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de alto riesgo no se tiene registro de población cercana, los únicos afectados serían los vehículos que transiten por la carretera 45-D. | -Acoplador de llenado líquido y vapor en tomas de suministro.<br><br>-Tuberías dentro de las especificaciones.<br><br>-Programa de mantenimiento a tuberías<br><br>-Válvulas de no retroceso<br><br>-Protección anticorrosiva.<br><br>-Equipo de atención a emergencias.<br><br>-Indicadores de nivel<br><br>- Indicadores de presión<br><br>-Válvulas mecánicas para comprobación de nivel en recipiente.<br><br>-Válvula de alivio de presión. | -Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación<br><br>-Inspecciones preventivas de las tuberías de llegada y accesorios de las tomas de recepción de gas L.P. de la instalación.<br><br>-Instalaciones de equipos anti chispa<br><br>-Instalación de detectores de gas. Efectividad del sistema de tierras.<br><br>-Instalación de indicadores de presión<br><br>-Asegurar la verificación del estado mecanico de las válvulas.<br><br>-Asegurar la ejecución del estado mecanico de las tuberías y mangueras.<br><br>-Asegurar la verificación de la toma de espesores<br><br>-Implementar instrucción operativa al activarse las alarmas en cuarto de control |
| | | | Amortiguamiento | Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de amortiguamiento no se tiene registro de población cercana, sin embargo, se podrían ver afectadas las personas que se reúnan en la unidad deportiva Héctor Esparza, el lienzo charro y os vehículos que transiten por la carretera 45-D. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de alto riesgo no se tiene registro de población cercana, los únicos afectados serían los vehículos que transiten por la carretera 45-D. | | |
| | | | Amortiguamiento | Debido a que el predio se encuentra a las afueras del municipio en la zona de amortiguamiento no se tiene registro de población cercana, sin embargo, se podrían ver afectadas las personas que se | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | reúnan en la unidad deportiva Héctor Esparza, el lienzo charro y os vehículos que transiten por la carretera 45-D. | -Indicadores de temperatura<br><br>-Barda perimetral de block de concreto en la parte frontal, reforzada con elementos verticales y horizontales.<br><br>-Equipo contra incendio<br><br>-Sistema de Paro de Emergencia<br><br>-Flexibilidad para Operación Manual<br><br>-Instrumentación local para control de la operación<br><br>- Certificados de Calidad de Materiales y Equipos.<br><br>-Pruebas de Hermeticidad (hidrostática)<br><br>-Manuales de Operación y Mantenimiento. | -Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo.<br><br>-Forzar apagado de manera local o cortar el suministro eléctrico de las bombas del nodo.<br><br>-Programa de capacitación al personal operativo<br><br>-Conformación e Implementación del SASISOPA, ELEMENTOS VI, X, XI).<br><br>-Garantizar en stock, la existencia del accesorio para reemplazo en caso de falla.<br><br>-Conformación e implementación del a Elemento XIII del SASISOPA (Preparación y respuesta a Emergencias)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XVI del |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Medio Ambiente | Radiación | Alto Riesgo | - La zona de alto riesgo abarca el predio y una parte de las tierras abandonadas y/o de agostadero colindantes, las cuales se encuentran erosionadas y poseen baja calidad ambiental<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto de amortiguamiento.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | | |
| | | | Amortiguamiento | - La zona de amortiguamiento abarca el predio y una parte de las tierras abandonadas y/o de agostadero colindantes, las cuales se encuentran erosionadas y poseen baja calidad ambiental<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto riesgo.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | - La zona de alto riesgo abarca el predio y una parte de las tierras abandonadas y/o de agostadero colindantes, las | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | cuales se encuentran erosionadas y poseen baja calidad ambiental<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto de amortiguamiento.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | -Cursos de Capacitación y Mantenimiento.<br><br>-Dictamen de la(s) Unidad(es) de Inspección. | SASISOPA (Investigación de incidentes y accidentes)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento XV del SASISOPA (Auditorías) |
| | | | Amortiguamiento | - La zona de amortiguamiento abarca el predio y una parte de las tierras abandonadas y/o de agostadero colindantes, las cuales se encuentran erosionadas y poseen baja calidad ambiental<br>-No se encuentran cuerpos de agua dentro de la zona de alto riesgo.<br>-No se encuentran flora ni fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. | | -Conformación e implementación a Elemento VI del SASISOPA (Competencia, capacitación y entrenamiento)<br><br>-Conformación e implementación a Elemento X del SASISOPA (Control de actividades y procesos) |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Personal | Radiación | Alto Riesgo | -El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.<br>- Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas. | | -Conformación e implementación a Elemento XI del SASISOPA (Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad)<br><br>-Estricto apego en el cumplimiento de la normatividad aplicable de la STPS |
| | | | Amortiguamiento | -Podrá tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | inofensivo para personas sin ninguna protección especial.<br>- En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m2 (mínimo necesario para causar dolor). | | -Desarrollo e implementación del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).<br><br>-Instrucción Operativa para operación manual de la planta.<br><br>-Contar en sitio con toda la información inherente a la instalación. (ingeniería, dossiers de calidad, manuales de operación y mantenimiento, programas de capacitación, mantenimiento, etc.) |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo | -El personal podría sufrir heridas leves o severas como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas y la demolición parcial de oficinas o cuartos. | | |
| | | | Amortiguamiento | -El personal podría sufrir heridas de leves a serias como consecuencia de los fragmentos despedidos de la rotura de ventanas. | | |
| | | Toxicidad | Alto Riesgo | No aplica | | |
| | | | Amortiguamiento | No aplica | | |
| | Instalaciones/ producción | Radiación | Alto Riesgo (daño a equipos) | -A una radiación de 12.5 kW/m2 con llama provocaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos y daños severos a equipos de instrumentación. En el caso de una radiación de 37.5 kW/m2 es suficiente para causar daños a equipos de procesos. En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Alto Riesgo | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de las estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | | Amortiguamiento | -A este nivel de radiación no se vería afectada la integridad mecánica de los cuartos o estructuras o de la infraestructura urbana que fuese alcanzada por ella. | | |
| | | Sobrepresión | Alto Riesgo (daño a equipos) | En la planta de distribución se verían afectados los compresores, bombas de trasiego y recipientes de almacenamiento. | | |
| | | | Alto Riesgo | Las oficinas, cuartos de medición, eléctrico y de bombas que se encontrarán en el predio sufrirían una demolición parcial y las ventanas grandes y pequeñas se harían añicos, puede ser que los marcos de las ventanas sufran algún daño. | | |
| | | | Amortiguamiento | -Las ventanas se harán añicos y en algunos casos los marcos de las ventanas también se pueden ver afectadas dentro del predio. | | |

## 5.8. REPOSICIONAMIENTO DE LOS RIESGOS

**Mejoramiento de la instalación.**

De los resultados obtenidos durante esta etapa del análisis de riesgo, se han detectado que la instalación presenta áreas en las cuales se pueden incorporar mejoras, que pueden ser acciones sencillas como la supervisión de las ordenes de trabajo o procedimientos, capacitación de los trabajadores o también la incorporación de elementos de seguridad o control (válvulas, sistemas de control) que sean paso necesario para que la siguiente acción se realice, la inserción de estas acciones o mecanismos dentro de los procedimientos o la instalación permitirán reducir la probabilidad ocurrencia de los eventos que han sido clasificados como **A y B** (riesgo intolerable e indeseable, respectivamente).

Para hacer estas mejoras nos remitimos al árbol de fallas realizado anteriormente y los resultados obtenidos de su cuantificación, de donde se concluye que, con solo capacitar de forma continua, y supervisando la ejecución de los trabajos de mantenimiento de los elementos que conforman la planta de distribución, se disminuye de forma sustancial la probabilidad de ocurrencia de los eventos no deseados.

En el **Anexo D**) se presentan los árboles de fallas mejorados.

**Cálculo de riesgo de la instalación mejorada.**

En lo que respecta al planteamiento de las recomendaciones surgidas en las metodologías de identificación de riesgos **HazOp** y una vez que están han sido incorporadas a los árboles de fallas con la instalación actual, se deberá recalcular la probabilidad de ocurrencia con las mejoras propuestas.

**Resultados de probabilidad de ocurrencias en árboles de fallas.**

| Hipótesis TOP | Secuencia de cálculo | Probabilidad de ocurrencia promedio | Probabilidad de ocurrencia promedio instalaciones mejoradas |
|---|---|---|---|
| **P (TOP IEJF)** | **G1 = SI1 *SIFI*E8** | 0.01020091 | 1.02E-03 |
| **P (BLEVE)** | **SI1 * SI2** | 3.170E-02 | 4.2897E-06 |

Lo anterior nos indica que para que, en un millón de casos, solo en uno se presentaría **el BLEVE, posicionando a este evento, en un Frecuencia Remota**; en el caso de que en caso de ocurrencia de fuga y su posterior ignición inmediata o su formación de nube explosiva y su posterior deflagración, la probabilidad de que ocurra es de un caso por cada mil, igualmente con una frecuencia Remota a Baja. Esto es congruente con los reportes de accidentes e incidentes, relacionados con Plantas de Almacenamiento de Gas L.P. ya que el evento más representativo fue el ocurrido en ocurrido en 1984, en la Terminal Satélite Norte de Pemex, San Juan Ixhuatepec, Estado de México, en donde una fuga en una tubería de alimentación de 8” a una de las esferas de almacenamiento, provocó una serie de explosiones (BLEVE) de más de 15 mil metros cúbicos de gas LP., afectando un radio de más de 800 metros alrededor de la Terminal; sin que se tengan antecedentes posteriores o anteriores al mismo.

Lo anterior se corrobora con la elaboración y cálculo de la frecuencia de ocurrencia mediante un Árbol de Eventos (ETA)

**Árboles de eventos. (ETA: Event Tree Analysis).**

**Introducción.**

Para determinar la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis de accidentes es necesario acudir a técnicas como la del árbol de eventos, que es un método inductivo que describe de forma cualitativa y cuantitativa las respuestas de un sistema técnico frente a una falla inicial, permitiendo una cuantificación posterior.

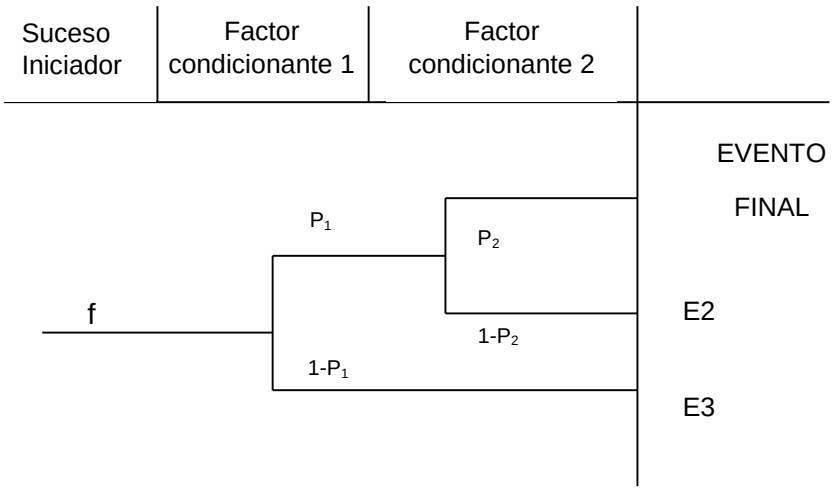
Partiendo de la falla inicial o suceso iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol de eventos describe las secuencias accidentales que conducen a los posibles eventos. La construcción y evaluación del árbol empieza por la identificación de los factores condicionantes y las probabilidades de ocurrencia (éxito / falla) de cada uno de ellos (a partir de bases de datos, o bien acudiendo si es preciso a la técnica del árbol de fallas para sistemas más complejos).

A continuación, se colocan cada uno de los N factores identificados como cabezales y, partiendo del suceso iniciador, se plantea sistemáticamente para cada uno de ellos dos bifurcaciones: en una rama se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso (con probabilidad P), y en la otra se representa la falla o no ocurrencia del suceso (probabilidad 1-P).

Se obtienen así $2^N$ combinaciones o secuencias. Sin embargo, las dependencias entre los sucesos hacen que la ocurrencia o éxito de uno de ellos pueda eliminar la posibilidad de otros, reduciéndose así el número total de secuencias.

La disposición horizontal de los cabezales se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente, si bien este criterio es de difícil aplicación por las interrelaciones existentes.

El árbol de eventos representado a continuación pretende ilustrar su construcción y evaluación:




Donde:

f = frecuencia del suceso iniciador
$P_i$ = probabilidad de ocurrencia (éxito) del suceso i
$1-P_i$ = probabilidad de no ocurrencia (falla) del suceso i
$f_{Ei}$ = frecuencia del evento $E_i$, con
$f_{E1} = f \cdot P_1 \cdot P_2$
$f_{E2} = f \cdot P_1 \cdot (1-P_2)$
$f_{E3} = f \cdot (1-P_1)$

Para un determinado evento se suman las frecuencias de las distintas secuencias que conducen a él.

**Hipótesis accidentales que requieren árboles de eventos.**

Tal y como se desprende del campo de aplicación del árbol de eventos y el objetivo que persigue, existe un determinado tipo de hipótesis accidentales que constituyen, por sí solas, suceso iniciador y único evento final (la definición de la hipótesis coincide con la definición del escenario accidental).

Las hipótesis accidentales planteadas en el presente estudio que requieren del planteamiento de un árbol de eventos son:

**Hipótesis 1:**

**Caso menos catastrófico, pero más probable.**

**Fugas en el recipiente de almacenamiento de 250,000. Lts. o de 4,913 Lts. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión. (TOP IEJF)**

En el **Anexo B** se presenta el árbol de eventos correspondiente a través del cual se muestran la secuencia de sucesos para llegar a un tipo de accidente específico o suceso final.

De acuerdo al planteamiento de la metodología del árbol de evento, la frecuencia de ocurrencia calculada para los sucesos o eventos no controlados es la siguiente:

**Tabla. Resumen de las frecuencias de ocurrencia de los sucesos iniciadores.**

**Hipótesis 1: Fugas en el recipiente de almacenamiento de 250,000. Lt. o de 4,913 Lt. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión. (TOP IEJF)**

| Consecuencia | Frecuencia del evento Iniciador | $P_x$ | $P_x$ | $P_x$ | $P_x$ | $P_x$ | $P_x$ | Frecuencia de ocurrencia de la consecuencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Suceso Controlado 1 | 0.01020091 | 0.8 | | | | | | 0.0082 |
| Jet Fire | 0.01020091 | 0.2 | 0.95 | 0.7 | 0.8 | | | 0.0011 |
| BLEVE VCE | 0.01020091 | 0.2 | 0.95 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | | 2.71344E-05 |
| Jet Fire | 0.01020091 | 0.2 | 0.95 | 0.7 | 0.2 | 0.9 | | 0.00024421 |
| Jef Fire | 0.01020091 | 0.2 | 0.95 | 0.3 | | 0.1 | | 5.81452E-05 |
| Flash Fire | 0.01020091 | 0.2 | 0.95 | 0.3 | | 0.9 | | 0.000523307 |
| Jet Fire | 0.01020091 | 0.2 | 0.05 | 0.3 | | 0.1 | | 3.06027E-06 |
| Flash Fire | 0.01020091 | 0.2 | 0.05 | 0.3 | | 0.9 | | 2.75425E-05 |
| Suceso Controlado. | 0.01020091 | 0.2 | 0.05 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | | 0.000040 |
| BLEVE VCE | 0.01020091 | 0.2 | 0.05 | 0.7 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | 0.0000010 |
| Jet Fire | 0.01020091 | 0.2 | 0.05 | 0.7 | 0.7 | 0.2 | 0.9 | 0.0000090 |
| Jet Fire | 0.01020091 | 0.2 | 0.05 | 0.7 | 0.3 | | 0.1 | 0.0000021 |
| Flas Fire | 0.01020091 | 0.2 | 0.05 | 0.7 | 0.3 | | 0.9 | 0.0000193 |

**Nota: La Px es tomada del árbol de eventos correspondiente a la hipótesis, en este caso Hipótesis 1 =**

De nueva cuenta para los casos más catastróficos nos reportan valores x $10^{-5}$ coincidiendo con los resultados arrojados a través del Árbol de Fallas.

**Por lo que se concluye que la planta de distribución puede operar con confiabilidad, siempre y cuando cuente con los sistemas de seguridad que se ha propuesto en los arreglos mecánicos, eléctrico, contra incendio, que se asegure su construcción bajo las normas y procedimientos aplicables en la materia y la implementación de las recomendaciones técnico operativas que emiten a través de este análisis.**

A continuación, se reposicionarán las hipótesis analizadas en la matriz de riesgos una vez que se analizado las frecuencias de ocurrencia de los eventos, así como las consecuencias de los mismos.

**RESUMEN DE LAS MATRICES DE JERARQUIZACIÒN DE RIESGOS, RECLASIFICANDO LOS ESCENARIOS CATALOGADOS COMO TIPO A y B, RESULTANTES DEL HAZOP.**

**Metodología HazOp.**

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo Operativo: Isleta de Recepción de Gas L.P** | | | | | | | | | | |
| **1. 2** | Hay un menor flujo en la descarga, de gas L.P. al recipiente de almacenamiento. | Liberación de gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **1. 3** | Menor presión, la descarga de gas al recipiente de almacenamiento no es con la presión normal. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **1.5** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F1 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **1.6** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br><br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo: 2 Área de Almacenamiento.** | | | | | | | | | | |
| **2.2** | Menos Flujo. El envió de gas L.P. a las bombas de suministro es con un menor flujo al normal. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxica). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **2.4** | Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **2.5** | Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro. | Sobrepresión en líneas de acero y conectores flexibles de 2" y 3" de Ø, de alimentación a recipiente de almacenamiento | Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **2.6** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas. | F1 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **2.7** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br><br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **2.8** | Menor Nivel en el recipiente de Almacenamiento. El recipiente presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo. | Liberación de gas | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |

| No. | Desviación | Potencial Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Continúa Nodo: 2 Área de Almacenamiento.** | | | | | | | | | | |
| **2.9** | Mayor Nivel. El recipiente de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo. | Sobrellenado del recipiente, disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo. | Menor margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **2.10** | Menor presión. El recipiente de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **2.11** | Mayor Presión. El recipiente de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación. | Fatiga de materiales, | Disminuyendo el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo | F1 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **2.12** | De otra manera.<br>Ruptura total del recipiente. | Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE | Bola de fuego, radiación térmica mortal, infraestructura en movimiento por las ondas de sobrepresión comportándose como proyectiles | F1 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo: 3 Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Autotanques** | | | | | | | | | | |
| **3.1** | Menor Flujo. En el suministro de Gas a los autotanques. | Liberación de Gas L.P. con probabilidad de provocar flamazos, incendio o nubes explosivas<br>Menor gasto de alimentación a las tomas de suministro de Auto –tanques | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **3.3** | Menor Presión. | Liberación de Gas L.P. con probabilidad de provocar flamazos, incendio o nubes explosivas. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **3.4** | Mayor Presión. La presión de entrega para el llenado de autotanques, es mayor a la presión normal de operación. | Riesgo de un manejo inadecuado en las tomas de suministro, provocando accidentes. Represionamiento de las líneas. | Afectación a la integridad mecánica del tanque. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **3.5** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Operación riesgosa de la tubería y accesorios utilizados para el trasiego de gas. | Mayor probabilidad de fugas. | F1 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **3.6** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **3.7** | De otra manera. Accidentalmente el Autotanque se pone en movimiento, arrancando la manguera de suministro. | Liberación abrupta del petrolífero. | Formación de nubes explosivas, efecto domino sobre los otros tanques. Suceso difícil de controlar, daños infraestructura aledaña. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo: 4 Isleta de Bomba de Suministro de Gas a Múltiple de Llenado.** | | | | | | | | | | |
| **4.2** | Menos Flujo. Él envió de gas L.P. al múltiple de llenado es con un menor flujo al normal. | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **4.4** | Menor presión | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **4.5** | Mayor Presión. Se presenta un Represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro. | Sobrepresión en las líneas de suministro al múltiple de llenado. | Incremento de presión en líneas, operación anormal, fatiga de materiales. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **4.6** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F1 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **4.7** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br><br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |

| No. | Desviación | Consecuencias | Escenario de Riesgo | Frec. | DP | DA | DN | DI | MR | Tipo de riesgo. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo: 5** Sistema de vaciado de gas L.P de recipientes transportables | | | | | | | | | | |
| **5.1** | Menor presión | Liberación de Gas L.P. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **5.2** | Mayor Nivel | Sobrepresión en el recipiente de de almacenamiento de 300 kg. Fatiga de materiales. | Fatiga de materiales. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **5.3** | Mayor Corrosión interna. | Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas). | F1 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **5.4** | Mayor Corrosión Externa | Se acelera el proceso de corrosión de la tubería; Potencial presencia de fugas en puntos corroídos. | Atmosferas con hidrocarburos probabilidad de generar flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o tóxicas).<br><br>Operación de una instalación insegura. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |
| **5.5** | Ruptura del total del recipiente. | Liberación abrupta del hidrocarburo. | Formación de nubes explosivas, efecto domino sobre los otros tanques. Suceso difícil de controlar, daños infraestructura aledaña. | F2 | **C2** | **C2** | **C2** | **C2** | **C** | **Riesgo Aceptable con Controles** |

**Con base en los resultados anteriores podemos concluir que la Planta de Distribución cuenta con sistemas de seguridad y protección, que complementados con las recomendaciones técnico operativas permiten posicionar el desarrollo de la actividad de almacenamiento y distribución en un Índice de Riesgo del Tipo C, Riesgo Aceptable con Controles.**

## 5.9. SISTEMA DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

### 5.9.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD

La construcción y ejecución del proyecto se seguirá de acuerdo a un conjunto de procedimientos operativos previamente establecidos, encaminados a la prevención de accidentes y promoción de un desarrollo seguro de labores.

En la Planta de Distribución de Gas L.P. se tendrán instalados equipos, dispositivos y sistemas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios, mismos que se describen en las páginas del presente estudio.

Se cuenta con una Memoria Técnica Descriptiva del Sistema Contra Incendio**,** la cual se realizó con la finalidad de establecer y dar cumplimiento a los requerimientos de las normas NOM-001-SESH-2014, NOM-002-STPS-2010, “Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo”, y demás aplicables para el proyecto.

En cuanto al acceso para el combate contra incendios, la Planta de Distribución de Gas LP será configurado considerando el arreglo y ubicación de las vías de acceso, pasillos, puertas y equipo operativo para dicho sistema, permitiendo el acceso desde al menos una ubicación para que el personal y el equipo contra incendio ingresen a las instalaciones rápidamente a cualquier área afectada por el fuego, incluyendo especial atención a las salidas de emergencia.

Se instalará un sistema de protección por medio de agua, con el objeto de obtener mayor seguridad en la protección de las zonas de almacenamiento, trasiego y estacionamientos de los vehículos de reparto y auto-tanques; el análisis de las condiciones de la instalación están calculados hidráulicamente con los criterios de la NOM-001-SESH, vigente, como se describe en la memoria técnica: la operación será manual: tanto el sistema de protección por medio de Enfriamiento por Aspersión de agua, como el sistema de hidrantes los cuales cubrirán un 100% todas las áreas se riesgo y constará de lo siguiente:

CISTERNA PARA AGUA.- Esta alimentará exclusivamente a los sistemas de agua contra incendio y su capacidad resulta de sumar 21,000 litros a la requerida de acuerdo al siguiente cálculo hidráulico para la operación del sistema durante 30 minutos, de acuerdo al numeral correspondiente de la NOM-001-SESH.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA, mediante aspersores que rociarán directamente el 90% de la superficie por encima del ecuador del recipiente de almacenamiento.

VÁLVULAS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA.- La operación de las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se efectuará por manipulación manual, por lo cual se contará con:

- Un control de arranque del sistema de bombeo.
- Para operar la válvula a la apertura se tiene indicado mediante flechas pintadas el sentido del giro para operar la válvula a la apertura.
- Las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se tienen colocadas fuera de la zona de almacenamiento y trasiegos del Gas L.P.

- Una válvula de bloqueo por recipiente, debido a lo indicado por la normatividad.

SISTEMA DE HIDRANTES.- Este sistema contará con: gabinete protector debidamente identificado, una manguera de 30 metros de largo y 38 mm (1.5") de diámetro, equipadas con boquilla reguladora que permitirá surtir neblina considerando el gasto de 4 hidrantes siendo de 350 LPM., cada uno.

Este sistema cubrirá el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto-tanques y vehículos de reparto.

La Planta de Distribución de Gas L.P. contará con los siguientes elementos que forman parte del sistema contra incendios:

- **Toma siamesa**

La Planta contará con una toma siamesa debidamente identificada, como prevención en alguna contingencia; instalada en el exterior en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua; cuyo objeto será inyectar directamente a la red contra Incendio, el agua que sea proporcionada desde el exterior; como también, a la cisterna en caso de no contar con el equipo de bombeo necesario en el exterior. La operación consistirá en el manejo de válvulas de compuerta seguida de una válvula no retroceso. Para habilitar la toma siamesa a la red del sistema de enfriamiento.

- **Sistema de alarma**

Se contará con un sistema de alarma sonora para aviso de emergencia activada manualmente, debidamente señalada; a base de una sirena eléctrica la cual se alimentará en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad.

- **Sistema de paro de emergencia de acción remota**

Este sistema de seguridad se compone de actuadores neumáticos que utilizan aire como fluido para operar el actuador; las válvulas de paro de emergencia de acción remota están instaladas en el área de recepción en las líneas de vapor y en el área de suministro en las líneas de líquido y vapor; con la finalidad de cortar el flujo de gas en el momento de una descarga imprevista, esta se puede controlar operando la válvulas antes mencionadas, debidamente señaladas; despresurizando la línea de aire que va a dicha válvula para que ésta cierre automáticamente.

- **Extintores**

La planta de distribución de Gas L.P., como medida de seguridad y prevenir alguna contingencia, tiene instalados extintores, a continuación se muestra como están distribuidos:

| UBICACION | f UNIDAD DE RIESGO | NO. EXTINTOR 9 KG ABC | NO. EXTINTOR DE CARRETILLA 70, 60 o 50 KG. ABC | NO. EXTINTOR 9 y 4.5 KG $CO_2$ |
|---|---|---|---|---|
| Tomas de recepción | 0.3 | 1 por cada toma **2** | | |
| Tomas de carburación de autoconsumo | 0.3 | 1 por cada toma **N/A** | | |
| Tomas de suministro | 0.3 | 1 por cada toma **2** | | |
| Muelle de llenado para recipientes transportables | 0.3 | 1 por cada 5 llenaderas **3** | | |
| Sistema de sellado (f/c) | 0.3 | **N/A** | | |
| Zona de almacenamiento | 0.3 | 1 por cada recipiente **1** | **1 de 70 kg.** | |
| Bombas y compresores para Gas L.P. | 0.3 | 1 por cada equipo **5** | | |
| Sistema de vaciado de Gas L.P. | 0.3 | **1** | | |
| Bombas para agua contra incendio | 0.2 | cuarto de bombas **1** | | Bombas vs incendio **1 de 4.5 kg.** |
| Generador de energía eléctrica | 0.2 | **N/A** | | |
| Talleres | 0.2 | **10** | | |
| Oficina, Baños y Almacén | 0.2 | **5 oficina 2 baños** | | |
| Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques | 0.2 | 1 por cada 10 cajones **4** | | |
| Est. de vehículos utilitarios y de personal de la planta | 0.2 | 1 por cada 15 cajones **1** | | |
| Caseta de vigilancia | 0.2 | **1** | | |
| Cuarto Eléctrico | 0.2 | | | **2 de 9 kg.** |

- Los extinguidores son tipo ABC de polvo químico seco con capacidad de 9 kgs. En el tablero eléctrico y equipo de bombeo son de CO2 de 9 kgs.y 4.5 de capacidad respectivamente, instalados a una altura máxima de 1.50 mts., del piso. Estos están visibles y de fácil acceso.

- Además se tiene 1 (un) extintor tipo carretilla con capacidad de 70 kgs. de polvo químico seco ABC y se localiza en el área de almacenamiento.

- A la entrada de la planta se tiene instalado un anaquel con matachispas, que son colocados a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma.

Para mayor detalle en el anexo 2 de la MIA se encuentra la memoria técnica descriptiva del sistema de agua contra incendio

### 5.9.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- **Normas, códigos, estándares y buenas prácticas para el diseño, construcción, operación, cierre, desmantelamiento o abandono de la instalación**

El diseño indica las especificaciones, criterios y lineamientos que se seleccionaran en las diferentes disciplinas de la ingeniería a partir de su desarrollo de acuerdo al Reglamento de Gas L. P. y la Norma Oficial Mexicana "NOM-001-SESH-2014; PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.", publicada en el D.O.F., el día 22 de octubre de 2014 y en cuyo campo de aplicación se establecen los requisitos técnicos que se observan y cumplen para su diseño y construcción.

El recipiente para el almacenamiento del Gas L.P. se apega a lo establecido por la NOM-009-SESH-2011 “Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba”.

Por otro lado, para el proyecto eléctrico, las especificaciones y cálculos del diseño están basados en su totalidad en la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (Utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de Noviembre de 2012, así como en las especificaciones de CFE y el Estándar 80 del IEEE.

Cada uno de los subproyectos mencionados se elaboraron de conformidad con las normas aplicables en su materia, estos subproyectos se sometieron para su evaluación y aprobación por una Unida de Verificación acreditada ante la Entidad Mexicana de Acreditación **(EMA).**

Tabla 49. Tabla de normatividad aplicable al proyecto

| INSTRUMENTO REGULATORIO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| LEY DE HIDROCARBUROS. | - |
| REGLAMENTO DE GAS L.P | - |
| NOM-001-SESH-2014 | Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación. |
| NOM-007-SESH-2010 | “Vehículos de Transporte y Distribución de Gas L.P. Condiciones de Seguridad, Operación y Mantenimiento”. |
| PROY-NOM-002-ASEA-2019. | “Transporte y distribución de gas licuado de petróleo por medio de tracto-camión semirremolque, auto-tanque y vehículo de reparto”. |
| NOM-213-SCFI-2018. | “Recipientes portátiles y recipientes transportables sujetos a presión, para contener gas licuado de petróleo. Especificaciones de fabricación, materiales, métodos de prueba e identificación”. |
| NOM-009-SESH-2011. | “Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba”. |
| Disposiciones administrativas | De carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos que se indican. |
| Disposiciones Administrativas | De carácter general que establecen los Lineamientos para la autorización, aprobación y evaluación del desempeño de terceros en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y de protección al medio ambiente del Sector Hidrocarburos. |
| Disposiciones administrativas | De carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, |

| INSTRUMENTO REGULATORIO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| | Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos. |
| ACUERDO | Por el cual se modifican y adicionan diversos artículos de las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos que se indican |
| Disposiciones Administrativas | De carácter general que establecen los Lineamientos para la elaboración de los protocolos de respuesta a Emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos. |
| Disposiciones administrativas | De carácter general que establecen los Lineamientos en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente para las etapas de Cierre, Desmantelamiento y/o Abandono de Instalaciones del Sector Hidrocarburos. |
| ACUERDO | Por el cual se modifican, adicionan y derogan diversos artículos de las Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos que se indican |
| ACUERDO | Por el que la ASEA, hace del conocimiento las NOM, que regulan las emisiones, descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras y actividades de las Estaciones Servicio con fin específico de GLP para vehículos automotores, a efecto de la presentación del informe preventivo en materia de evaluación del impacto ambiental. (Se deduce que también para las plantas de GLP y la presentación de la MIA, ERA). |
| REGLAMENTO | Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de trabajo |
| ACUERDO (STPS) | Por el que se dan a conocer los criterios administrativos, requisitos y formatos para realizar los trámites y solicitar los servicios en materia de capacitación, adiestramiento y productividad de los trabajadores |
| NOM-001-STPS-2008. | Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. |
| NOM-002-STPS-2010. | Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo |
| NOM-017-STPS-2008. | Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los Centros de trabajo. |
| NOM-019-STPS-2011. | Constitución, integración, organización y funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene. |
| NOM-020-STPS-2011 | Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y Generadores de Vapor o Calderas – Funcionamiento – Condiciones de Seguridad. |
| NOM-021-STPS-1993. | Relativa a los requerimientos y características de los Informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para Integrar las Estadísticas |
| NOM-022-STPS-2015. | Electricidad estática en los centros de trabajo. Condiciones de Seguridad. |
| NOM-024-STPS-2001. | Vibraciones - Condiciones de seguridad e higiene en los centros de Trabajo |
| NOM-025-STPS-2008. | Condiciones de iluminación en los Centros de Trabajo. |
| NOM-026-STPS-2008 | Colores y señales de seguridad e higiene, identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías |
| NOM-029-STPS-2011. | Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de Trabajo - Condiciones de Seguridad |
| NOM-030-STPS-2009. | Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo Funciones y actividades. |

| INSTRUMENTO REGULATORIO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| NOM-100-STPS-2011 | Seguridad.- Agentes–Extinguidores Polvo Químico seco tipo ABC, a base de Fosfato mono Amónico |
| NOM-102-STPS-1994. | Seguridad - Extintores contra incendio a base de bióxido de Carbono - Parte 1: Recipientes |
| NOM-113-STPS-2009. | Seguridad - Equipo de protección personal - Calzado de Protección - Clasificación, especificaciones y métodos de Prueba |
| NOM-115-STPS-2009. | Seguridad - Equipo de protección personal - Cascos de Protección- Clasificación, especificaciones y Métodos de prueba. |
| NOM-116-STPS-2009. | Seguridad - Equipo de protección personal–Respiradores. |
| NOM-004-SCT-2/ | Sistemas de Identificación de Unidades Destinadas al Transporte Terrestre de Materiales Peligrosos |
| NOM-005-SCT2/ | Información de emergencia para el transporte terrestre de substancias, materiales y residuos peligrosos. |
| NOM-006-SCT2/ | Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al semirremolque de materiales y residuos peligrosos |
| NOM-020-SCT2/ | Requerimientos Generales para el Diseño y Construcción de Semirremolques Destinados al Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos. Especificaciones SCT 306, 307, y 3012. |

- **MANUALES OPERATIVOS Y DE SEGURIDAD**

La Instalación de la Planta de Distribución de Gas L.P., contará con los Manuales de Operación de los sistemas de trasiego y contra incendio, de Mantenimiento y de Seguridad Operativa, los cuales describen la manera en que se llevarán a cabo estas actividades.

Entre los cuales podremos encontrar la siguiente información:

**SISTEMAS DE TRASIEGO Y CONTRA INCENDIO / SEGURIDAD Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN PARA LA PLANTA DE DISTRIBUCION DE GAS L.P.**

Con el objeto de establecer las medidas de seguridad y asegurar que los equipos e instalaciones no contribuyen riesgo en las operaciones que se realizan en la Planta de Distribución de Gas L.P., se detallan a continuación las siguientes:

**SISTEMAS DE TRASIEGO Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN:**

**A. <u>SISTEMA DE RECEPCION DE GAS L.P. MEDIANTE SEMIRREMOLQUE:</u>**

El sistema de trasegar el gas L.P. desde un semirremolque hasta los recipientes de almacenamiento instalados en la Planta Distribución de Gas L.P., para lograr esta operación consiste en utilizar una bomba, una compresora o ambas. Antes de iniciar la descarga se debe cumplir con lo siguiente:

a) Conocer el tipo de Gas L.P. que contiene el auto-tanque.
b) Obtener el porcentaje de llenado observado: presión y temperatura
c) Conocer el volumen de Gas que se va a recibir.
d) Verificar si el recipiente no transportable para almacenamiento cuenta con espacio suficiente para recibirlo.

Al autorizar la Recepción del Gas L.P., el semirremolque deberá colocarse en el sitio indicado para efectuar la maniobra, después se seguirán las siguientes operaciones de rutina, descritas en el rotulo de maniobras correspondiente:

Se apagará el motor, las luces, el radio y todos los accesorios que trabajen con corriente eléctrica, se recogen las llaves del vehículo, guardándolas la persona encargada de realizar el Gas L.P., la que deberá permanecer supervisando el trasiego, durante todo el tiempo que dure éste; se colocarán cuñas metálicas en las llantas para evitar su movimiento y las banderolas alusivas a la operación que se está realizando, se conectará el transporte eléctricamente a tierra y además se adoptarán las medidas de seguridad que se requieran.

A continuación, se conectan las mangueras, uniendo las tomas de recepción del recipiente de almacenamiento de la planta con las tomas del semirremolque, se abre la válvula de globo para líquido del transporte, cuidando de que no haya fugas en la conexión; luego, se abre la válvula de globo para vapor del semirremolque, purgándose el líquido que normalmente se acumula en la vena de éste.

Una vez que el semirremolque está listo, la recepción del Gas L.P., se puede efectuar utilizando un compresor o una bomba, existen razones muy definidas para utilizar uno u otro.

Las bombas son usadas cuando es necesario que el Gas L.P. tenga una alta presión diferencial, para superar las pérdidas de presión causadas en su conducción como es el llenado de recipientes transportables y en especial a través de medidores. Estas únicamente trasiegan Gas en estado líquido, de aquí que un volumen de Gas en estado de vapor queda sin descargar.

Las compresoras manejan Gas vapor, por lo que la conducción de líquido en la tubería no se realiza a altas presiones diferenciales y tiene la propiedad de poder recuperar los vapores del tanque que se está descargando, siendo más apropiado utilizar la compresora en la descarga de un semirremolque.

El isométrico de flujo, ilustra las operaciones, se identifica con color blanco la tubería que conduce gas líquido y en amarillo la que conduce gas en estado de vapor, contenidos todos en el código de colores existente en la planta

Se deja libre paso del líquido desde el semirremolque al recipiente no transportable de almacenamiento; lo mismo hace con la línea de vapor, teniendo el sistema conectado se pone a funcionar la compresora la cual inyectará gas vapor al semirremolque, creando una presión diferencial entre ambos recipientes, estableciéndose un flujo de líquido de éste hacia el recipiente fijo.

Al quedar establecida la corriente de líquido se debe continuar verificando que la operación de descarga siga efectuándose en forma satisfactoria. La vigilancia constante permitirá hacer frente oportunamente a cualquier circunstancia inesperada, lo que aumentará la seguridad general de la operación. Vigilando también los niveles del recipiente de almacenamiento, así como el nivel del Gas L.P. en el semirremolque, para evitar sobrellenados en los recipientes de almacenamiento.

***Cuando el semirremolque está vacío, se procede a la recuperación de vapores*.** Esta maniobra se lleva a cabo, accionando la válvula de cuatro vías de la compresora, cambiando a la posición inversa, que se tiene cuando se está descargando, de tal forma que succione la presión del semirremolque y que la inyecte al recipiente no transportable de almacenamiento en que se realiza la recepción, entrando por la zona de líquido; al entrar el gas-vapor se producirá un burbujeo, recondensándose y pasando al estado líquido, lográndose con esto no incrementar mucho la presión dentro del recipiente no transportable.

Nota: Cuando indebidamente se realiza la recuperación por la zona de vapor, la presión se incrementará dentro del recipiente, siendo esta una razón para no recomendarla debido a que podría provocar que las válvulas de seguridad abrieran, también se evitan forzamientos al compresor en virtud que tiene que levantar una presión de vapor mayor.

Cuando se haya terminado la recepción del Gas L.P., totalmente el semirremolque, se deberán cerrar todas las válvulas del sistema involucrado (ver Memoria Técnica de la planta); se desconectará el semirremolque, tanto las mangueras para gas, como la conexión eléctrica a tierra, se retirarán las cuñas de las llantas y los letreros de protección, quedando el transporte listo para ser retirado.

## B. SISTEMA DE SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES:

El sistema de suministro de Gas L.P., a auto-tanques se realiza en la planta de distribución, esta operación consiste en el llenado de auto-tanques cuyo chasis tiene instalado en forma permanente un recipiente no transportable para contener Gas L.P., utilizado para la distribución de dicho combustible a través de un sistema de trasiego. Esta operación puede realizarse usando la bomba.

Para realizar la operación usando la bomba, se deben operar las válvulas correspondientes, descritas en el Isométrico de flujo de este Manual Operativo, las cuales permitan su alimentación, conduciendo el gas líquido hasta el auto-tanque que se va a llenar e inmediatamente se accionará la estación de botones para arrancar el motor eléctrico de la bomba que está realizando la carga.

En el Isométrico de flujo que ilustra esta operación se identifica con el color blanco el flujo que debe seguir el gas en estado líquido y con amarillo el flujo de vapor, (en la planta ver código de colores) interconectando únicamente las zonas de vapor tanto del recipiente de almacenamiento como la del auto-tanque.

Deberá suspenderse el llenado del auto-tanque cuando el volumen de gas sea del 85 o del 80%, dependiendo del gas de que se trate. Si es propano deberá ser el 85% y si es una mezcla rica en butano el 90%. Al terminar el llenado, deberá parar el motor de la bomba y cerrar las válvulas del sistema.
Para el suministro de auto-tanques usando la compresora requiere de una maniobra similar a la descarga de transportes explicada anteriormente, cambiando únicamente el sentido del flujo del vapor. Con esta operación se conseguirá un flujo de líquido del recipiente de almacenamiento al auto-tanque por llenarse.

## C. SISTEMA DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES:

El sistema de llenado de recipientes transportables, se hace mediante el empleo de una bomba, controlándose por medio de la báscula y el peso del Gas L.P. que se va a suministrar a cada recipiente o por medio del Sistema Computarizado Troya.

El sistema de tuberías debe estar preparado de tal modo, que la descarga se efectúe hacia el múltiple de llenado; es conveniente mencionar que se tenga cuidado para que la bomba no sufra forzamientos y la forma de lograrlo es que siempre se utilicen todas las salidas o llenaderas que fueron diseñadas para ser alimentadas por esta, recordando que mientras menor sea el tiempo de conexión y desconexión de un recipiente, menor forzamiento sufrirá.

Las básculas están sujetas a un trabajo pesado, siendo recomendable que no se golpeen excesivamente al colocar los recipientes en ellas. Es necesario comprobar constantemente su buen estado y su exacta calibración, verificándose con pesas patrón; para un mejor control de peso, es conveniente el uso de automáticos de llenado o sistema computarizado, debiendo calibrarlos periódicamente.

El peso en la báscula, deberá marcarse sumando la tara del recipiente transportable y el peso del gas a suministrar, de manera que al repesar, se obtenga el peso del gas que se suministró, más la tara del recipiente.

Durante el llenado de un recipiente transportable, es necesario probar con agua jabonosa, que la válvula de servicio no tenga ninguna fuga. Una vez que los recipientes han sido llenados, se debe tener la precaución de comprobar que contienen la cantidad de gas que corresponde a la capacidad de cada uno de ellos. Para esto se utilizan las básculas de repeso. En caso de haber menos gas del que corresponde, deberá completarse.

El exceso de Gas debe trasegarse mediante el sistema de vaciado de Gas, existente y por gravedad se eliminará el gas excedente, ya que los recipientes transportables deben salir a reparto con el Gas L.P. cuya capacidad sea el recipiente de 10, 20, 30 y 45 Kg. y no deben salir a reparto sobrellenados, porque esto constituye un riesgo y puede abrirse la válvula de seguridad.

En la inspección o revisión visual de los recipientes transportables por experiencia es un importante factor para determinar si un recipiente puede continuar en servicio. Aprobando su calificación, descrito en el Manual de Seguridad Operativa y la NOM-011/1-SEDG-1999.- Condiciones de Seguridad en Recipientes Portátiles para Contener Gas L.P. en uso.

La Secretaría de Energía, la Comisión Reguladora de Energía, Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, “ASEA” exigen que se retire del servicio el recipiente transportable que tenga fuga o corrosión, abolladuras, combamientos, los daños por incendio o alguna otra evidencia de abuso anormal, exista hasta el extremo que haga pensar que el recipiente está debilitado apreciablemente.

Las herramientas que se utilizan al llevar a cabo una inspección visual son: agua jabonosa, flexómetro, calibrador de profundidad (vernier), gafas protectoras, etc. Revise cuidadosamente los recipientes transportables, buscando evidencia de que hayan sido expuestos a incendio. Son evidencias comunes de exposición al fuego, la pintura que está quemada o carbonizada, el metal decolorado o quemado.

Las fugas pueden originarse por diversas causas, tales como defectos en una costura soldada, defectos en la abertura roscada, en sajaduras o en poros. Por lo tanto, cualquier fuga, incluyendo una en la conexión roscada que no pueda ser corregida apretando el accesorio, es causa de rechazo. Las reparaciones menores deben ser hechas en el taller, las mayores por un taller de reparación autorizado.

- **LINEAMIENTOS DE SEGURIDAD**

**Actividades rutinarias para la seguridad operativa y protección al medio ambiente.**

En las actividades rutinarias para la seguridad Operativa y protección al medio ambiente de la planta de distribución de Gas L.P. se mantienen las condiciones de diseño y construcción que se especifica en su Memoria Técnica Descriptiva del proyecto autorizado: Civil. Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio; El responsable de la operación tiene como objetivo, vigilar su funcionamiento adecuado, identificar los posibles riesgos, analizarlos y tomar medidas de prevención, monitoreo y evaluación de incidentes, accidentes y posibles pérdidas en los escenarios y consecuencias de los riesgos como serían: contemplar cada una de las áreas o instalaciones que la componen; supervisando el cumplimiento del Manual Operativo en cuanto al manejo y uso del Gas L.P. y el comportamiento del personal en cuanto a la Seguridad y saber en su momento como resolver un accidente súbito de emergencia que venga a poner en riesgo la seguridad de la planta su personal laboral, a la población y medio ambiente, teniendo en cuenta:

1. Supervisar al personal de la Planta de Distribución de Gas L.P.
2. Revisar los inventarios diarios de existencia de gas. Aseo de la planta y del personal de la misma.
3. Revisión diaria del funcionamiento mecánico o electrónico de las básculas para el llenado de recipientes transportables.
4. Programa diario y funciones del personal de la planta.
5. Revisión general a vehículos de la compañía que transporta Gas L.P.
6. Control de herramienta de trabajo, como papelería necesaria para un mejor funcionamiento y control.
7. Mantenimiento y control de recipientes transportables como son válvulas y su clasificación (también en el recuento de sus dotaciones).
8. Control general de salida y entrada de vehículos de la planta.
9. Reporte de recepción de Gas L.P.-ventas al público en (recipientes transportables) y suministro de auto-tanques a instalaciones particulares.
10. Controlar diariamente la existencia de recipientes por área: del muelle de llenado, en reparación, nuevos y el almacenamiento de recipientes rechazados etc.

**Decálogo de actividades de seguridad operativa y limpieza**

El responsable de la operación, en coordinación con el Supervisor y Jefe de Planta, organiza las operaciones en la Planta de Distribución de Gas L.P. con el fin de evitar accidentes súbitos por las actividades cotidianas mal efectuadas; entiéndase las tareas ordinarias; comprobando que el personal bajo su responsabilidad, ha efectuado la limpieza por cada área de la planta, acto seguido, haya revisado el sistema de trasiego, bombas y compresores, basculas y sistema electrónico de pesar; sistemas de seguridad: enfriamiento por aspersión de agua, incluyendo motores, hidrantes, extintores, etc.

El Jefe de Planta prepara los recipientes transportables con que se iniciará el llenado, colocándolos en forma de fácil de movimiento al frente de las básculas, para su llenado observando las medidas de seguridad establecidas en la operación y atender las siguientes 10 actividades en las áreas correspondientes:

1. **SISTEMA DE RECEPCION DEL GAS L.P. EN EL SEMI-REMOLQUE.**

   El Jefe de Planta de Distribución de Gas L.P. es el único autorizado para recibir los semirremolques (sistema de recepción) y también responsable de los inventarios; al entrar un transporte: el Jefe de Planta recibirá la documentación emitida por PEMEX, otra empresa o proveedor, luego esperará unos **15** minutos hasta que el Gas L.P., dentro del transporte esté totalmente quieto, luego procederá con la medición, ésta debe efectuarla girando la manecilla del indicador a la derecha hasta tocar el nivel del líquido, luego lo hace a la izquierda, sumará las dos cantidades y tomará la mitad como el porcentaje recibido.

   La forma de llegar al nivel exacto es mover la manecilla lentamente hasta que por el respirador empieza a salir líquido en forma irregular, es decir interrumpiéndose con el vapor, el operador que está haciendo la mediación debe situarse a la altura del indicador.

   Según el caso, podría tomar una muestra del gas que acaba de recibir, con el objeto de verificar cual es el peso específico del mismo; esta muestra debe ser tomada directamente de las líneas de semirremolque y conviene repetir la operación tres veces, haciendo la lectura con la última muestra.

   Cuando se quiera usar el densímetro, la lectura se efectúa cuando el gravitómetro está totalmente quieto, para esto, se coloca el densímetro en una superficie fija y plana; se observa el número que está a nivel del líquido contenido, luego se ve la lectura del termómetro. Estos elementos se cruzan en la tabla y así obtenemos la gravedad específica del gas recibido; importante para un inventario.

   El sistema de recepción del Gas L.P. mediante el semirremolques una actividad que se debe efectuar con seguridad.

   AREA RECEPCION DE GAS L.P.
   La operación del sistema de recepción de Gas L.P: se efectúa conectando la manguera del recipiente a la Terminal de la línea de transporte-tanque, luego se abre la válvula lentamente hasta que el hidrómetro quede flotando, observando lo siguiente:

Una vez ubicado el transporte en el sitio de recepción o bocas de trasiego se colocan las calzas en las ruedas del transporte, se hace la conexión a tierra y procede a conectar las mangueras, antes observará que en su interior no existan: piedras u objetos extraños, los cuales serían enviados a los filtros ocasionando demoras en la recepción; *La conexión a tierra se efectúa con el objeto de eliminar la electricidad estática, que como es bien sabido corresponde a la energía que acumulan los cuerpos en movimiento.*

El siguiente paso es hacer funcionar el compresor, el cual impulsa el gas en estado de vapor de los recipientes no transportables, al semirremolque, cuando el Gas L.P. en el transporte, alcanza una presión inferior a la de los recipientes no transportables de almacenamiento; éste en estado líquido empieza a ser trasegado.

La operación del sistema de recepción de Gas L.P., no debe tardar más de hora y media en condiciones normales, teniendo en cuenta, que los filtros estén limpios y el compresor en perfecto estado; mientras dura la operación de recepción, el responsable deberá estar atento a cualquier imprevisto que se presente.

Un imprevisto podría ser que se cerrara la válvula de exceso de flujo (la cual está dentro del recipiente no transportable, que permite la entrada del líquido con gran facilidad, ya que podría rebasarse la capacidad del recipiente y el compresor empiece a funcionar con líquido y éste está diseñado para trabajar con vapor.

Otro imprevisto es cuando los recipientes de almacenamiento tienen un porcentaje alto de gas, el transporte-tanque no va poder ser descargado en su totalidad, conviene mantener abierto el indicador de nivel para poder apreciar el nivel de gas recibido.

Una vez efectuado el sistema de recepción del Gas L.P. del semirremolque se cierra la válvula del líquido y se invierte la palanca del compresor con el objeto de devolver la presión inicial. En esta operación la recepción del vapor debe mantenerse por espacio de media hora.

Por lo tanto, una vez efectuado el sistema de recepción de Gas L.P., se retirará las mangueras; se desaterriza del sistema general de tierras; se retiran las calzas; se da una vuelta alrededor del transporte tanque y da la orden de salida

## 2. EL CUIDADO DE LAS MANGUERAS Y CONSERVACION DE EQUIPO DE TRASIEGO DE GAS L.P

La conexión de las mangueras es aparentemente una operación rutinaria sin consecuencia, pero no es así, una conexión mal ajustada o con una obstrucción puede ocasionar accidentes; al conectarlas se debe concentrarse en ello y estar seguro de que tenga su empaque y ajustado el seguro del terminal. Para desconectar la manguera se deberá estar seguro de haberla descargado, lo cual se hace abriendo la válvula terminal de la boca del transporte, esta válvula se prolonga mediante un tubo dirigido a la atmósfera.

Para el cuidado de las mangueras, estas no deben estar expuestas: al sol, lluvia, el agua las puede podrir la maya de acero por el óxido, pues pueden constituirse en un peligro, se pueden resecar, agrietándolas, manteniéndolas en el piso, permite que en su interior se alojen animales o pequeñas piedras que pueden dañar las bocas de trasiego se deberá tener cuidado en ponerlas en sus protectores, ya fijos o individuales para cada manguera.

CONSERVACION DEL EQUIPO.
El Jefe de la Planta deberá cumplir y cuidar lo establecido en el programa de mantenimiento para la conservación de bombas, compresores, básculas, equipo de pintura y equipo para montaje de válvulas.

Las bombas deben engrasarse una vez cada mes, al compresor se le debe observar el nivel del aceite diariamente y cambiárselo cada mes; una vez por semana se debe hacer limpieza general, tanto a las bombas como a los compresores. Los sábados pueden ser aprovechados para: la revisión del equipo, cambio de válvulas, herramienta para el trabajo interno de la planta y aseo general.

## 3. CONSERVACION Y MANTENIMIENTO DE LINEAS Y VALVULAS.

Las líneas conductoras de Gas L.P. deben mantenerse limpias y pintadas con los colores correspondientes y someterse a una revisión a la salida de las bocas de trasiego, cuidando limpiar los filtros por lo menos 2 veces al año, éstos filtros también se localizan antes de llegar a los recipientes; en ellos se pueden depositar insectos o animalitos impidiendo el flujo normal del gas.

Las válvulas de seguridad ubicadas en las líneas de llenado deben ser protegidas y limpias, ya que al caerles agua y polvo pueden sufrir alguna obstrucción que, en caso de una sobrepresión, no responda a la acción para la cual fue diseñada: deben estar a 0.10 cm. del piso y las que crucen por una zona donde pasan vehículos, deben protegerse por trincheras con rejilla y mantenerse limpias de basura para que no producir oxidación en las líneas.

Las líneas de llenado no pueden ser modificadas por ningún empleado de planta, ya que éstas forman parte de la estructura general de la misma y deben conservar su estado original, hasta su vencimiento o que la unidad verificadora ordene su cambio, el cual estará a cargo del técnico en la materia.

## 4. CONTROL DE INVENTARIOS.

Es obligación prioritaria del Jefe de la Planta de Distribución de Gas L.P., es llevar un control del inventario de gas, esta obligación no se delega. Inicia las labores de Planta con el control físico del gas L.P., tanto en los recipientes no transportables, como los recipientes transportables, este inventario diario se anota en el control establecido. El conteo se efectúa al cierre de actividades y se repite cuantas veces sea necesario, especialmente si se recargan los camiones repartidores de cilindros portátiles para Gas L.P.

## 5. SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES.

El Suministro de Gas L.P., a Auto-tanques lo efectúa única y exclusivamente el responsable del área. Estos son recibidos en la planta por el responsable de los inventarios o por vigilancia según esté establecido y por ningún motivo el chofer del auto-tanque podrá conectar las mangueras de llenado o maniobrar los controles de bombeo para el suministro.

Al llegar a la planta, entrega el auto-tanque al Jefe de la Planta de Distribución de Gas L.P. o el responsable de llenado, le ordenará colocarlo en el sitio de llenado, efectuando la lectura del porcentaje, lectura del medidor, temperatura y presión, éstas lecturas deben hacerse en presencia del chofer del auto-tanque y dejará constancia de lo observado en la hoja de control, el chofer firmará las lecturas tomadas. Una vez tomadas las medidas de seguridad conectará las mangueras e iniciará el llenado. Una vez terminado se anotará tanto el porcentaje de llenado como la temperatura y presión. Esto da por terminado la operación de llenado del auto-tanque.

Al salir de la planta el auto-tanque, el chofer sabe cuántos kilos lleva para la venta, igual que el Jefe de la Planta de Distribución de Gas L.P., y la información necesaria para su salida y entrada.

## 6. DESCARGA DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

El sistema de trasiego o suministro de Gas L.P, a los recipientes transportables se lleva a cabo según son descargados; esta operación se efectúa en el muelle de llenado en las áreas de carga y descarga. Los vehículos de turno se pegan al muelle de llenado, realizando el conteo correspondiente y anota en el control interno, es en ese momento cuando los recipientes transportables pueden ser descargados.

Una vez descargados, pasan a la zona de revisión de recipientes transportables. Si se observa recipientes dañados el Jefe de Planta toma la decisión de acuerdo a la calificación, en cuanto a enviarlo al taller de reparación o enviarlo a la zona de almacenamiento de recipientes rechazados.

El suministro consiste en colocar en las básculas los recipientes vacíos, suministrar o llenar de Gas L.P. y retirarlos con el peso requerido.; no se podrán llenar aquellos no se pueda leer la tara; y observará su calificación, esto es que, en caso de anomalías como corrosión, etc., determinará si son sujetos a reparación mayor, menor o chatarra; así mismo el llenador apartará para la pintura aquellos cilindros que presenten el mayor deterioro.

Es obligación de los llenadores de verificar si las básculas están dando un peso exacto, probar los cilindros con agua jabonosa, esta prueba se efectúa mientras el cilindro está recibiendo gas y consiste en aplicarle una brocha impregnada de agua jabonosa por las costuras y válvulas.

Las básculas deben tener un tratamiento especial, éstas deben ser removidas de su sitio, los sábados y someterlas a una limpieza general, en su oportunidad se le engrasarán las piezas que así lo requieran.

El Jefe de Planta supervisará constantemente la operación de llenado, vigilará el correcto pesaje, la prueba de hermeticidad y el orden de llenado, en la cual no se permiten visitantes, ni trabajadores de otros departamentos que distraigan la atención de los llenadores, radios ni ningún elemento que distraiga la concentración del operador.

PROCEDIMIENTO DEL SUMINISTRO DE GAS L.P.

a) Se comprobará antes de iniciar las operaciones del día, que el equipo de pesaje esté funcionando correctamente, Esta comprobación debe realizarse con cada báscula y el peso con una pesa patrón; una vez iniciado el llenado, el Jefe de Planta repesará los 10 primeros cilindros y debe efectuarse en la báscula patrón o de repeso. Deberá cuidar también el correcto funcionamiento de los automáticos o sistema electrónico de llenado.

b) El responsable de Planta, tomará en cuenta los espacios de la plataforma establecidos zonas para cada área, de tal manera que los llenos deben estar en el área de carga, que a la distancia puedan ser contados; el área de descarga ubicada para recipientes vacíos, separando: uno para llenado inmediato y otro para pasarlos al área de revisión y calificación de recipientes transportables.

   Los recipientes transportables que son calificados estarán apartados, los que van al taller de reparación para pintura o cambio de válvula, aro o capuchón y los que se trasladarán a la zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, existente en la planta de distribución de Gas L.P.

c) El Jefe de Planta comprobará que la dotación de recipientes establecida en los vehículos de reparto, su control es igual al control de recipientes transportables vacíos recibidos, ordenando despegar el vehículo del muelle de llenado. Una vez ocurrido esto, se entregará el documento que lo autoriza a abandonar la planta, un segundo chequeo ocurre en el área de vigilancia en puerta de salida, éste lo efectúa el vigilante en turno, quienes comprobará si la carga es igual a lo que indica el documento entregado pasa su salida.

## 7. ACCIONES DE SEGURIDAD INTERNA DE LA PLANTA.

La planta está dividida en determinadas Áreas de Operación, como también podemos distinguir la zona de máquinas, que es donde se encuentran ubicadas las bombas y los compresores, áreas de recepción en semirremolques y suministro a auto-tanques y otras como el área de pintura y montaje de válvulas. En estos sitios independientemente de su limpieza cotidiana; se permitirá hacer reparaciones de vehículos ni de ninguna máquina como se indica en los Rótulos de seguridad, colocados en cada área, como también en estos lugares, no se permite el tránsito de personas ajenas a la planta.

A. Las áreas mencionadas anteriormente se denominarán áreas de PELIGRO, en cada una de ellas están localizados extinguidores de polvo químico seco de 9 kg. Los extintores y están ubicados de conformidad a la NOM-001-SESH vigente, tal manera que el personal puede llegar a ellos para su uso, sin obstáculos de ninguna clase.

B. En ningún sitio de la planta se permite FUMAR, ni siquiera entrar con fósforos a la misma, estos deberán ser depositados en vigilancia.

C. Es conveniente atender en la capacitación los casos de incendio, de tal manera que debe instruirse a cada uno de los trabajadores de la planta. La acción que deben efectuar al presentarse la emergencia: el Jefe de la Planta hará sonar la alarma.

D. En este caso el llenador tomará un extinguidor, segundo llenador el extinguidor siguiente, y así sucesivamente. Los choferes sacarán los vehículos que se encuentren en la planta, por la salida establecida o por la salida de emergencia. El Jefe de brigadas informará a los bomberos, etc. La idea es que al presentarse un incendio no invada el pánico.

E. El Jefe de Planta vigilará que los trabajadores de llenado de cilindros, de montaje de válvulas y mantenimiento en general, usen sus guantes y botas de seguridad (hule o piel) y que botiquín de emergencia, se tenga donde puedan localizarse los medicamentos más necesarios.

F. Para efectuar *la sustitución de una válvula* en las instalaciones de la planta o corregir algún escape, las líneas deben ser descargadas. Esta operación la efectúa el técnico en la materia, porque para ello se requiere tomar una serie de precauciones en las que ha sido entrenado.

G. Como primera medida, se paran todas las operaciones, se impedirá la movilización de vehículos en la planta, luego se situarán trabajadores en lugares estratégicos con extinguidores contra incendio.

H. Los trabajadores más cercanos accionarán la válvula de paro de emergencia de acción remota existentes, así como los botones del Sistema de Enfriamiento para evitar un aumento de presión de los recipientes de almacenamiento; otra medida de seguridad, se efectúa con la descarga de las líneas, la forma de hacerlo es, proyectando la manguera hacia la atmósfera, abrirla durante 6 segundos y cerrarla por 2 segundos, así sucesivamente hasta que la línea esté descargada totalmente, ya que en su momento, la instalación general no funcionará por haber despresurizado las líneas de las válvulas de acción remota.

I. Los recipientes transportables se bajan de los vehículos, no deben dejarse caer al piso porque dañan el muelle protegido con topes de hule y el aro de protección del mismo. Cuando se camina con recipientes, éstos deben moverse inclinándolos ligeramente sobre

su base y haciéndolos girar, no deben arrastrarse en el piso, ni chocarlos con violencia porque va contra la seguridad interna de la planta.

## 8. ALMACENAJE DE LOS RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

Los lugares o sitios establecidos para el almacenamiento de recipientes transportables en la Planta de Distribución de Gas L.P., independientemente de aquellos que están en circulación podemos concluir que son tres: Los que se encuentran en el taller en mantenimiento, en la zona de recipientes rechazados y los nuevos. Estos se almacenan en forma horizontal sobre base de concreto, para evitar que la humedad corroa su estructura; *los recipientes rechazados almacenados sin válvulas en el* ***área de recipientes rechazados****, deben colocarse tapones para protegerlos de la lluvia y evitar en su interior se alojen roedores e insectos*.

## 9. RECOMENDACIONES PREVENTIVAS.

Las siguientes recomendaciones parten de la base de que es mejor prevenir que combatir los incendios.

- **A.** Mantenga libres y limpios los pasillos, puertas y equipo contra incendio. No deje conectadas cafeteras, parrillas, máquinas de escribir, calentadores, planchas, etc., al terminar de usarlos.
- **B.** Mantenga en buen estado y sin fugas las instalaciones de gas**.** Aprenda a manejar el extintor. Evite el fuego cerca de materiales combustibles. No permita usar cerillos
- **C.** Evite las instalaciones eléctricas provisionales. No permita que se introduzcan objetos metálicos en los contactos eléctricos, ya que pueden ocasionar cortos circuitos, provocando una fuente de ignición.
- **D.** No fume en la planta. Ni tire cigarrillos encendidos en los recipientes de basura, Impida o evite la acumulación de basura en su lugar de trabajo, maquinaria, cubos de luz de los edificios, trincheras, etc.
- **E.** Conozca las rutas de evacuación y salidas de emergencia.

OTRAS INDICACIONES:

- Utilizar los extinguidores que hay en la planta incluyendo los que traen los vehículos, dirigidos en las maniobras por el jefe de brigadas; quien es la única que debe permanecer en el lugar, las demás deben retirarse de inmediato, de lo contrario se corre el riesgo de una explosión, NO LE HAGA AL HEROE, ALEJESE RAPIDAMENTE lo más lejos posible.

- Cuando se sobrecargue un recipiente transportable, de inmediato se debe pasar líquido a otro vacío, utilizando el sistema de vaciado de Gas L.P. y colocando el recipiente a vaciar con la válvula hacia abajo.

- Cuando la válvula del recipiente transportable se bote, inmediatamente cierre la válvula de la manguera y utilice estacas de madera como tapón.

- Cuando se zafe alguna punta pool de su manguera de llenado del recipiente, inmediatamente cierre el automático de llenado para cortar el paso del gas; nunca trate de agarrar la manguera que está chicoteando, pues se arriesga a un golpe de graves consecuencias o quemaduras producidas por el líquido que esté escapando.

- Cuando se reviente una manguera al estar llenando un recipiente portátil accione inmediatamente el Sistema de Cierre Automático de la llenadora.

El cumplimiento del PEC aplicable a las instalaciones y equipos que formen parte de la Planta de Distribución de Gas L.P., se determina la evaluación de la conformidad con la **NOM-001-SESH-2014, PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN,** mediante la revisión documental, de los proyectos y la verificación física de las instalaciones de la planta de distribución, por unidades de verificación, en materia de Gas L.P., y de Instalaciones Eléctricas.

Durante la operación, deben mantener las condiciones de diseño y construcción y contar con la documentación integrada por las Memorias Técnicas y Planos de cada proyecto: Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra incendio; incluyendo aquellas cuando el incumplimiento se haya generado por modificaciones en su entorno, derivadas de causas ajenas a la planta y deban cumplir en su caso con una evaluación de consecuencias por medio de distancias, por derrame máximo posible, elaborado por un tercero especialista que no constituya conflicto de intereses o comprometan la confiabilidad de dicha evaluación.

**ACTIVIDADES NO RUTINARIAS PARA LA SEGURIDAD OPERATIVA Y PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE.**

Siendo responsabilidad del Ejecutivo Federal establecer las medidas necesarias de seguridad y de asegurar que los equipos e instalaciones utilizados en la Distribución del Gas L.P., y que el Reglamento de Gas L. P., se definen como las actividades no rutinarias para la seguridad operativa y protección al medio ambiente, esto es, que las instalaciones cuentan con la infraestructura necesaria para prestar el servicio de distribución, es decir, la recepción de Gas L.P., posterior traslado, entrega o venta a adquirentes y usuarios finales para que no constituyan un riesgo para la seguridad de las personas o dañen su salud.

Las características técnicas de las plantas de distribución de Gas L.P. son diferentes a las requeridas en las plantas o sistemas de depósito y suministro de dicho hidrocarburo, por lo que es indispensable la NOM específica para las plantas de distribución, actualizando las consideraciones técnicas mínimas de seguridad, respecto a su diseño, construcción y mantenimiento.

Las actividades se llevarán a cabo con apego a la NOM-001-SESH- Vigente, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y condiciones Seguras en su Operación, aprobada el 26 de Junio de 2014,

por el Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos y publicada en el D.O.F. el 22 de Octubre de 2014 y demás disposiciones aplicables en la materia.

Toda Planta de Distribución de Gas L.P. está sujeta a riesgos no controlados que pueden poner en peligro su integridad o existencia. Las estrategias de seguridad pueden minimizar los riesgos, pero no anularlos. Siempre existirá la posibilidad de que puede ocurrir una contingencia debido a las operaciones incorrectas, fenómenos naturales o conflictos civiles.

Lo importante en la prevención para la seguridad, no es negar o eliminar toda posibilidad de riesgo, sino formar una actitud que nos permita responder adecuadamente y en el momento oportuno.

El Manual de Seguridad Operativa en el Sistema de Administración y Protección al Ambiente, nace del concepto de que no es posible eliminar la posibilidad de riesgo y que es necesario planear nuestra respuesta, en una emergencia, para evitar o moderar los daños a los empleados, a la propiedad y a la comunidad.

> *"Nada está en absoluto reposo, la vida misma es evolución. Esta origina cambios siempre ligados a un riesgo. La supervivencia no es del más fuerte, sino del que prevé"*

El Gas L.P., es un energético indispensable para nuestra civilización. Su aceptación, demanda y servicio, motivó la aprobación de instalaciones de almacenamiento cercanas a los centros de consumo. Pronto estas plantas quedaron rodeadas por zonas densamente pobladas, debido al descontrolado crecimiento urbano y no prevención de las autoridades municipales.

Las tragedias de PEMEX en San Juan Ixhuatepec, Guadalajara y recientemente en Pajaritos, Veracruz, heredaron a las gaseras "La Fobia Social" que les exige sean reubicados a zonas despobladas.

Esta medida es prudente en cierto grado, pero no elimina la posibilidad de un accidente. Pues el riesgo seguirá latente en nuestras casas, debido al incremento de Almacenamiento Móviles del temido pero impredecible producto.

Por tanto, es urgente concientizar al Empresario, al Trabajador y al Consumidor de los riesgos asociados al Gas L.P.; para que en conjunto se adopten medidas que nos permitan responder adecuadamente ante cualquier contingencia. Los modelos ya han sido establecidos y normalizados en muchos países, solo basta conocerlos, implantarlos y ponerlos en operación. Esta es una responsabilidad que el Responsable Técnico o Unidad de Verificación debe asumir, ética, moral y legalmente.

## CODIGO DE COLORES Y ROTULOS PREVENTIVOS EN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

Los colores utilizados en recipientes y tuberías de una Planta de Distribución de Gas L.P. obedecen a un código convenido por las Autoridades para identificar algún riesgo, función o clase de fluido que se maneja en las instalaciones.

### NUMERO DE IDENTIFICACION DEL GAS L.P. (ID)

### CODIGO DE COLORES EN PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

**ROTULOS DE PREVENCION, PINTURA Y COLORES REGLAMENTARIOS:**

**a)** El recipiente de almacenamiento se tendrá pintado de color BLANCO BRILLANTE, en sus casquetes un círculo ROJO, de aproximadamente la tercera parte del diámetro del recipiente y rótulo "PELIGRO GAS L.P. INFLAMABLE", pintado con caracteres ROJOS no menores de 10 cm. LA CAPACIDAD TOTAL en litros-agua así como el contenido y número económico con letras del tamaño de 25 cm. Como mínimo, la razón social de la empresa con letras de acuerdo al tamaño del diámetro del recipiente.

**b)** Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente de acuerdo al código colores normativos como son: de BLANCO las conductoras de gas en fase líquida, BLANCO con BANDA VERDE las que retornan gas en fase líquida al recipiente de almacenamiento, de AMARILLO las que conducen gas en fase de vapor, de NEGRO para los conductores eléctricos, ROJO las tuberías que conducen agua del sistema contra incendio y AZUL las que conducen aire.

**c)** La plataforma de concreto que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la planta, se encuentran pintadas con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

**d)** En el recinto de la Planta de Distribución de Gas L.P., se cuenta con letreros preventivos alusivos y visibles tal como lo especifica la tabla siguiente de conformidad con Norma Oficial Mexicana "PLANTAS DE DISTRIBUCION DE GAS, L.P. DISEÑO, CONSTRUCCION Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN". Vigente, STPS y Protección Civil.

Los letreros se deben fijar visibles como se indica a continuación de existir pictogramas se utilizaran preferentemente sobre los rótulos:

| LETRERO | PICTOGRAMA | CANTIDAD |
|---|---|---|
| **"ALARMA CONTRA INCENDIO"** (Interruptores de alarma) | **PICTOGRAMA** | **2** |
| **"PROHIBIDO ESTACIONARSE"** (Accesos, Salida de emergencia y Toma siamesa) | **PICTOGRAMA** | **7** |
| **"PROHIBIDO FUMAR"** (Almacenamiento y trasiego) | **PICTOGRAMA** | **6** |
| **"USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD"** (Muelle de llenado) | **LETRERO** | **1** |
| **"USO OBLIGATORIO DE GUANTES"** (Muelle de llenado y Trasiego) | **LETRERO** | **3** |
| **"HIDRANTE"** (Junto al Hidrante) | **PICTOGRAMA** | **4** |
| **"EXTINTOR"** (Junto al Extintor) | **PICTOGRAMA** | **41** |

| | | |
|---|---|---|
| **"PELIGRO, GAS INFLAMABLE"** (Muelle de Llenado, Tomas de Recepción, Suministro y Almacenamiento) | **PICTOGRAMA** | **6** |
| **"SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS"** (Accesos, Zonas de Almacenamiento y Trasiego) | **PICTOGRAMA** | **6** |
| **"SE PROHIBE ENCENDER FUEGO"** (Almacenamiento, trasiegos y Estacionamiento de vehículos) | **PICTOGRAMA** | **6** |
| **"LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS"** (Muelle de Llenado, Tomas de Recepción y Suministro) | **LETREROS** | **3** |
| **"CODIGO DE COLORES DE LAS TUBERIAS"** (Entrada de la Planta y Almacenamiento) | **LETREROS** | **3** |
| **"SALIDA DE EMERGENCIA"** (En Interior y Exterior de las puertas) | **PICTOGRAMA** | **2** |
| **"PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHICULOS EN ESTA ZONA"** (Almacenamiento, Zonas de trasiego y de circulación) | **LETRERO** | **6** |
| **"RUTA DE EVACUACION"** (Flechas verdes con letras blancas varios) | **FLECHAS** | **15** |
| **"VELOCIDAD MAXIMA 10 KM/H"** (Entrada de la Planta y Zonas de circulación) | **PICTOGRAMA** | **6** |
| **"PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO"** (De acuerdo al Proyecto contra Incendio) | **LETRERO** | **2** |
| **"VALVULA DE ALIMENTACION AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSION DE AGUA"** (Junto a la Válvula) | **LETRERO** | **2** |
| **"GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO"** (Junto al Gabinete) | **PICTOGRAMA** | **1** |
| **"BOTON DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR"** (Junto a la Válvula de paro de Emergencia) | **LETRERO** | **3** |
| **"RIESGO ELECTRICO"** (Acceso a Cuarto Eléctrico) | **PICTOGRAMA** | **2** |
| **"RIESGO DE ARCO ELECTRICO"** (Tableros de distribución, Envolventes CCM) | **PICTOGRAMA** | **2** |

- **IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, ANALISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS DE COMBATE**

La identificación de peligros, análisis de riesgos es un análisis organizado y sistemático de operación de un sistema dado para identificar los riesgos asociados a él que permitan desarrollar medidas de combate que minimicen la frecuencia de un evento no deseado y que reduzcan las consecuencias de un incidente para la seguridad de los trabajadores y población externa.

La etapa de diseño de una instalación, es el momento más adecuado para realizar una evaluación de riesgos, ya que es la fase donde se podrán corregir fallas del proyecto o incluir medidas adicionales de seguridad a menor costo.

La evaluación de riesgos en la etapa de operación de las instalaciones se refiere a los aspectos de mantenimiento, procedimientos de operación, cambios espontáneos de las condiciones de seguridad, al estado físico de los equipos, a los sistemas de control, antecedentes de riesgos y accidentes en instalaciones similares y a la capacidad de respuesta de personal entre otros factores.

El evento no deseado que se puede presentar, está dado por la probabilidad de ocurrencia. La magnitud del riesgo dependerá de la consecuencia o consecuencias que se puedan presentar.

Para la identificación, análisis de los riesgos y seguridad de la operación de las instalaciones de la Planta y su funcionamiento y por ende la protección del medio ambiente; se evalúan los aspectos de diseño, construcción, selección de materiales y equipos, procedimientos o errores de operación, fallas mecánicas y eléctricas, así como los programas de mantenimiento y muy especial a la capacitación del personal que labora en la Planta de Distribución de Gas L.P.

**A. ZONAS DE RIESGO Y EVALUACION DE CONSECUENCIAS.**

Haciendo una evaluación general de las zona o áreas que forman la planta de distribución de Gas L.P. en su diseño, construcción y las condiciones seguras en su operación, mediante la revisión documental de proyectos y la verificación física de las instalaciones, las consideramos como:

**ZONAS DE ALTO RIESGO:**

- Área de Almacenamiento.
- Instalación general de la Planta: Líneas, maquinaria y equipo y válvulas.
- Tomas de Trasiego: Recepción de Gas L.P. en transportes, llenado de auto-tanques, llenado de cilindros y carburación.

**ZONAS DE RIESGO MEDIO:**

- Área de Circulación.

**ZONAS DE BAJO RIESGO:**

- Oficinas.
- Accesos.
- Exterior de la Planta de Gas.

Con esta clasificación se realiza un análisis de riesgos, considerando una serie de eventos probables, que se consideran como situaciones establecidas, dentro de las cuales se tiene una existencia de ciertos riesgos que denominamos consecuencias. Dentro de este análisis se considera también la forma de minimizarlos o de ser posible eliminarlos bajo la idea de medidas de mitigación.

**ANALISIS DE ALTO RIESGO Y EVALUACION DE CONSECUENCIAS**

***Explosión por fuga de 45,000 litros de Gas L.P.***

PRIMERA CONSIDERACION:

a) Puede suceder por desprendimiento de manguera al momento de la descarga del semirremolque al recipiente de almacenamiento.
b) Por no funcionar la válvula de exceso de flujo.
c) El flujo se considera líquido al paso del tubo.

d) Fuga del contenido total del auto-tanque 45,000 litros.
e) El tamaño de la fuga se debe tomar como el 100% del Ø interno del tubo por ser un líquido sujeto a presión con libre flujo. (Ref Banco Mundial)
f) Se forma una nube por las características del Gas, de ser más pesado que el aire, sin considerar la existencia de fuentes de ignición cercanas.
g) Se debe considerar o determinar los daños máximos probables y una temperatura constante de 21°C y presión de 1 atmósfera.

Las variables que resultan de este evento y que deben ser calculadas son:

Cálculo de la magnitud de la fuga.

1. Cálculo del peso de material en el sistema.
2. Cálculo del peso de material en la nube.
3. Cálculo del diámetro de la nube formada.
4. Cálculo de la energía desprendida por la explosión.
5. Diámetro de las ondas expansivas.

SEGUNDA CONSIDERACION:

***"Fuga de Gas por falla en válvula de seguridad"***

a) Aumento de presión en recipientes y tuberías debido a altas temperaturas.
b) Aumento en la presión interior del recipiente debido a un sobrellenado.
c) Falla en válvula de seguridad (no cierra completamente).
d) Mala calibración, empaques defectuosos, perno dañado.
e) El tamaño de la fuga se debe tomar como el 20% del diámetro del tubo de la válvula por no tener un flujo libre. (Referencia Banco Mundial)
f) Se toma en cuenta un comportamiento ideal del Gas.
g) El tiempo del evento será el transcurrido, hasta que la nube alcance su distancia máxima de dispersión para la concentración sugerida.
h) Se debe considerar el daño máximo probable y una temperatura constante de 21°C y presión de 1 atmósfera.

Las variables que resultan de este evento y que deben ser calculadas son:

1. Cálculo de la magnitud de la fuga.

2. Distancia de la dispersión de la nube para una concentración igual al límite inferior de explosividad (LIF).
3. Tiempo que tarda la nube en alcanzar la distancia.
4. Cálculo del diámetro de la nube formada.
5. Daños provocados por la nube explosiva.

TERCERA CONSIDERACION:

***Fuga de Gas por Ruptura de Manguera:***

a) Se debe tener en cuenta una ruptura por aplastamiento o desgaste.
b) Considerar que la fuga será del 20 % del diámetro de la manguera.
c) Se formación una nube explosiva por acumulación.
d) Se tiene una fuga puntual continua.
e) Para el cálculo del flujo se considerar, como un líquido que se evapora.

CUARTA CONSIDERACION:

**Desprendimiento de manguera al momento de la carga de auto-tanques.**

a) Mala operación al conectar la manguera.
b) Falla en el acoplador.
c) Adaptadores dañados.
d) La magnitud de la fuga estará determinada por la capacidad nominal de la bomba utilizada en la carga de la pipa de reparto.
e) El tiempo de duración del evento se considera para un tiempo de respuesta de 10 segundos.
f) Se toma un comportamiento ideal del Gas.
g) Se considera el daño máximo probable a una temperatura constante de 21°C y presión de 1 atmósfera.

Las variables que resultan de este evento y que deben ser calculadas son:

1. Cálculo del peso material en el sistema.
2. Cálculo del peso material en la nube.
3. Cálculo del diámetro de la nube.

4. Cálculo de la energía desprendida por la liberación.
5. Diámetro de la onda explosiva.
6. Determinación de los daños.

**INCIDENTES.**

**A. Explosión por Fuga de 45,000 Litros de Gas L.P.**

***Evento: Puede ser por una fuga ocasionada por el desprendimiento de manguera al momento de la descarga de Gas L.P. del auto-tanque y la consecuente formación instantánea de una nube explosiva.***

DESARROLLO DEL INCIDENTE:

Dado que el Gas L.P. es más pesado que el aire, en la liberación de este producto se formará una nube densa con características explosivas. La formación de la nube explosiva se produce al momento del desprendimiento de manguera seguida de una falla de la válvula de exceso de flujo provocando el libre paso de Gas a través del 100% del diámetro interior del tubo con un gasto de 110.99 kg/s, permitiendo de esta manera la formación de la nube explosiva al liberarse en 4' 5" (cuatro minutos cinco segundos) el contenido total de Gas del auto-tanque al encontrar una fuente de ignición produce una explosión.

**B. Fuga de Gas por Falla en Válvulas de Seguridad.**

***Evento: Esto se asume como resultado de una falla de cierre en una válvula de seguridad y que por acumulación de Gas forma una nube densa con características explosivas.***

DESARROLLO DEL INCIDENTE:

La liberación de Gas L.P. se produce al presentarse una falla en alguna válvula de seguridad como consecuencia de un empaque defectuoso o algún perno dañado etc., permitiendo el libre paso por el orificio de la válvula formándose así una nube densa por acumulación del Gas, que al alcanzar su límite de explosividad y con una fuente de ignición, produce la explosión.

**C. Fuga de Gas L.P. Por Ruptura de Manguera.**

***Evento: Esto se asume como resultado de una ruptura de manguera ocasionada por un mal manejo en las maniobras de carga y descarga de auto-tanques y pipas.***

DESARROLLO DEL INCIDENTE:

La liberación del Gas se produce al momento de presentarse una ruptura en la manguera durante la carga y descarga debido a dobleces bruscos, raspaduras, aplastamiento, intemperismo, todo esto como consecuencia de malos manejos o falta de revisión periódica del estado físico de mangueras.

***D.*** **Desprendimiento de Mangueras en la Carga de Auto-tanques de Reparto.**

***Evento: Una mala operación al momento de conectar la manguera y/o por desgaste de los acopladores o uniones principalmente.***

DESARROLLO DEL INCIDENTE:

El desprendimiento de mangueras se produce al momento de arrancar la bomba debido a una mala maniobra de conexión, desgaste en los acopladores, roscado inapropiado, y/o al ser sometidos a una presión mayor de la indicada; ocasionando una liberación de Gas de magnitud similar a la capacidad nominal de la bomba utilizada en las maniobras de carga de auto-tanques, formándose una nube densa con características similares a las del caso A.

**B) EVENTOS, MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL.**

***Evento: Se desconocen los niveles en el recipiente del almacenamiento del semirremolque.***

Consecuencias: En el caso de llegar a más del 90% de la capacidad del recipiente, tendría un sobrellenado con la generación de presión hidráulica más presión de vapor.

- Accionar las válvulas de seguridad descargando Gas en estado líquido.
- Fuga de grandes proporciones.

*MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:*

- ✓ Verificar el volumen en el recipiente de almacenamiento y la cantidad de Gas L.P., en el transporte, para determinar el tiempo de esta operación; dejando el medidor de volumen del recipiente por

descargar en el 90% y la válvula de purga del máximo llenado en posición de abierto.

- ✓ Vigilar permanentemente la maniobra.
- ✓ Supervisar constantemente los niveles de los recipientes de almacenamiento, así como los del semirremolque con el objeto de verificar la operación.
- ✓ Supervisar la instalación de las calzas.
- ✓ Vigilar que no exista en los alrededores agentes que produzcan chispa.
- ✓ Suspender la operación de la maquinaria a tiempo.
- ✓ Con el hidrante, mantener sobre el recipiente un chorro de agua recorriéndolo por toda la superficie.
- ✓ Repasar las condiciones mínimas de seguridad en los trasiegos.

***Evento: La conexión de las mangueras a los auto-tanques no se hacen correctamente, o faltan los sellos correspondientes.***

Consecuencias: Existe fuga por la falta de hermetismo de la conexión.

- Se desconecta parcialmente y existe fuga.
- Se desconecta totalmente con fuga.

*MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:*

- ✓ Seguir los procedimientos de trasiego establecidos.
- ✓ Vigilar el estado de las conexiones y la existencia de sellos en las válvulas.
- ✓ Accionar las válvulas de paso de las puntas de la manguera.
- ✓ Suspender la operación de la maquinaria.
- ✓ Rehacer la conexión esperando se disipen los vapores de Gas remanentes y accionar la maquinaria.

***Evento: Los choferes de los auto-tanques, no apagan el motor o el sistema eléctrico durante las operaciones de trasiego.***

Consecuencias: Se puede generar chispas que pudieran ser la fuente de ignición, en caso de una fuga de Gas L.P.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Supervisar que los conductores de los vehículos acaten correctamente cada uno de los procedimientos de operación y las instrucciones dadas.
- ✓ No suministrar Gas mientras no se cumpla con lo anterior.

***Evento: No se inmoviliza correctamente los semirremolques (no se instalan las cuñas o topes a las llantas).***

Consecuencias: Se eliminará la posibilidad de inmovilizar el semirremolque durante las operaciones de recepción, corrigiéndose el riesgo de que se deslice el transporte y pueda arrancar las mangueras de las conexiones y se genere una fuga de Gas L.P.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Supervisar a los operarios en la instalación de las cuñas.
- ✓ Que existan cuñas suficientes.
- ✓ Supervisar que no exista un punto de ruptura antes de las válvulas, tanto en las tomas como en las de descarga.
- ✓ Que exista el anclaje correcto de las válvulas de cierre automático.
- ✓ No descargar el Gas L.P. al recipiente de almacenamiento mientras no se cumpla con lo anterior.

***Evento: Falla o deterioro en las mangueras.***

Consecuencias: Ruptura de mangueras con la consecuente fuga de Gas.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ En la toma de suministro cerraría automáticamente la válvula de acceso o actuar la válvula de cierre antes del medidor.
- ✓ Parar el bombeo por medio de la estación de botones.
- ✓ En la toma de vapor, se actuaría la válvula de paro de emergencia.
- ✓ Parar la acción del compresor utilizando la estación de botones.
- ✓ Posteriormente cambiar de inmediato las mangueras.
- ✓ Supervisar que se encuentren bien ancladas.
- ✓ Supervisar que sus protecciones estén correctas.
- ✓ Evitar efectuar trasiegos si no se corrigen las fallas.

***Evento: No se conecta a tierra el vehículo.***

Consecuencias: Se corre el riesgo de que, si existiera una fuga de Gas, se prendería por la existencia de corriente parásita provocada por la fricción del aire con el vehículo, por estar mojado o por el trabajo de la maquinaria de trasiego.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Supervisar que se haga correctamente la conexión a tierra del vehículo.
- ✓ Supervisar que se utilice, la carrocería del vehículo lo raspado de pintura.

***Evento: El auto-tanque se arranca conectando al sistema de conexión de recepción (Zona Gas Líquido).***

Consecuencias: Ruptura de la manguera, con la consecuente fuga del líquido atrapado en la misma.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Las tomas de descarga estarán firmemente ancladas para resistir el impacto del jalón de la manguera, sin que en el momento de la inercia pase al resto de la línea, minimizando esta contingencia.
- ✓ Existirá un punto de ruptura antes de las válvulas de cierre automático y de emergencia en las tomas de recepción y suministro.
- ✓ Accionar la válvula de cierre de emergencia a control remoto.
- ✓ Suspender la operación de la maquinaria.
- ✓ Desconectar la alimentación de energía eléctrica.
- ✓ Accionar la alarma.

***Evento: Si la presión en el auto-tanque es muy alta.***

Consecuencias: Si se descarga puede crear sobrepresiones en el recipiente, tuberías, conexiones y válvulas; en estas condiciones abren las válvulas de seguridad.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Verificar las condiciones de la presión y temperatura del auto-tanque.
- ✓ Si se observa que el auto-tanque trae presión cercana a la calidad de apertura de las válvulas de seguridad del recipiente, ordenar se retire.

***Evento: Si por un flujo de líquido en exceso se accionan las válvulas de exceso y se cierran durante la operación de recepción del transporte-tanque.***

Consecuencias: Se suspenderá la alimentación del líquido al recipiente de almacenamiento, creándose una sobrepresión en el tramo comprendido de la toma a la válvula de descarga del transporte.

- El compresor se forzaría, sufriendo calentamiento en sus accesorios interiores.
- Existiría sobrepresión en el compresor, abriendo su válvula de seguridad existente en la conexión de vapor.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Detener la operación del compresor.
- ✓ Cerrar las válvulas manuales del líquido hasta que puedan reabrirse las de exceso de flujo. Una vez abiertas, reabrir las válvulas manuales lentamente y empezar de nuevo la operación.
- ✓ Repasar los pasos correctos operativos en la maniobra de descarga.

***Evento: Falla de válvula de relevo hidrostático.***

Consecuencias: Existirá fuga de Gas Líquido.

- Una vez que se ha liberado la sobrepresión no cierra la válvula por falla en el asiento de cierre, por alguna impureza.
- La válvula se abre anticipada o retardadamente.
- No abre, provocando un incremento de la presión interna, con la posible afectación de tuberías, conexiones y válvulas, con la consecuente fuga descontrolada.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Abrir las válvulas que provocan el entrampamiento o parar el funcionamiento de la maquinaria posible causa de la sobrepresión.
- ✓ Golpear la tubería con un marro de hule para lograr el cierre de la válvula.
- ✓ Taponar la válvula utilizando estopa mojada.
- ✓ Cambiar la válvula de seguridad, purgando convenientemente el tramo de tubería afectado.

***Evento: Las válvulas de exceso de flujo no cierran oportunamente al existir ruptura de mangueras o tuberías.***

Consecuencias: Se presenta una fuga de Gas Líquido o Vapor.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Accionar la válvula de cierre de emergencia a control remoto.
- ✓ Accionar las válvulas manuales de control en los extremos de la ruptura para aislarla, protegido por cortina de agua (hidrantes).

- ✓ Suspender la operación de bomba y compresor.
- ✓ Accionar la Alarma y desconectar la energía eléctrica.
- ✓ Con el hidrante provocar una cortina de agua para esparcir los volúmenes de gas fugados.

***Evento: Fallas en la operación de las válvulas manuales de control.***

Consecuencias: No se logra el control del flujo.

- Se generan fugas.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Taponar la válvula con estacas de madera o con estopa mojada, protegido por cortina de agua.
- ✓ Suspender la operación de bombas y compresoras.
- ✓ Desconectar la alimentación de energía eléctrica.
- ✓ Accionar la alarma.
- ✓ Enfatizar sobre el mantenimiento rutinario.
- ✓ Cambiar la válvula o el ensamble.

***Evento: Apertura de válvulas de relevo de presión del recipiente.***

Consecuencias: Fuga de Gas la cual puede ser de consideración en función de la cantidad almacenada y de la presión a la que se encuentre.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Con el hidrante mantener chorro de agua esparciéndolo por la superficie del recipiente, bajando la temperatura y la presión del recipiente.
- ✓ Tratar de eliminar la fuente que genera el incremento de la presión.
- ✓ Desconectando la alimentación de la energía eléctrica.
- ✓ Accionar la alarma.

***Evento: Fallas en las conexiones al sistema de tierra.***

Consecuencias: Se puede generar energía estática que podría ser la fuente de ignición del gas en caso de que una fuga se da simultáneamente

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Mantener las instalaciones conectadas permanentes al sistema general de tierras.

***Evento: Impacto sobre recipiente e isletas.***

Consecuencias: Pueden provocar daños a las instalaciones provocando una fuga de Gas L.P.

- Conectar todos los transportes al sistema de tierra.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Respetar la velocidad máxima de circulación.
- ✓ Mantener los señalamientos adecuados pintados.
- ✓ Mantener topes y zonas de protección en buen estado.

***Evento: Falla en los medidores de volumen de Gas del recipiente.***

Consecuencias: Sobrecalentado del recipiente.

- Descontrol en los volúmenes de Gas, manejados por lectura errónea del instrumento.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Revisar rutinariamente la operación y el estado de los instrumentos y hacer el reemplazo oportuno de los que presenten fallas.

**ANALISIS EN ZONAS DE RIESGO MEDIO**

***Evento: Precipitación pluvial excesiva y/o inundación de la Planta de Distribución Gas L.P.***

Consecuencias: Acumulación de agua en las trincheras de tubería.

- Dificultad o imposibilidad para la circulación de vehículos.
- Afectación a motores eléctricos y maquinaria.
- Generación de cortos circuitos.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Suspender el suministro de energía eléctrica.
- ✓ Cerrar válvulas de control de flujo de Gas.
- ✓ Desconectar mangueras de recepción y suministro.
- ✓ Mantener limpio el drenaje pluvial y despejar el agua acumulada.
- ✓ Suspender el acceso de vehículos y retirar los que permanezcan.
- ✓ Verificar el adecuado funcionamiento de las instalaciones antes de reiniciar operaciones, en especial del sistema eléctrico.

***Evento: Si por una tormenta eléctrica cae un rayo en las instalaciones.***

Consecuencias: Generación de sobrecarga de energía.

- Posibilidad de fuego en caso de coincidir con una fuga de Gas.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Mantener en condiciones adecuadas el sistema de tierra.
- ✓ Suspender actividades y evaluar daños.
- ✓ En caso de fuego, controlar la fuga de Gas y atacar el incendio con los extintores existentes.

***Evento: Si entran a la Planta personas ajenas a provocar disturbios.***

Consecuencias: Se reduce la seguridad de las instalaciones, ya que pudieran quedar expuestas a daños provocados por los disturbios.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ No permitir el acceso y que el personal de vigilancia está siempre alerta.
- ✓ Solicitar apoyo a la fuerza pública.

***Evento: Sabotaje***

Consecuencias: Daños impredecibles.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Mantener estricta vigilancia en los accesos a las instalaciones.

**ANALISIS EN ZONAS DE BAJO RIESGO**

***Evento: Incendio en las Oficinas o Áreas de Servicio.***

Consecuencias: Sólo afecta las áreas administrativas.

- El siniestro puede afectar las instalaciones de Gas L.P.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

- ✓ Controlar de inmediato cualquier conato de incendio, utilizando los extintores de las construcciones apoyándose con los de la Planta.

- ✓ Mantener en buen estado y con carga suficiente los extintores.
- ✓ Aplicar el plan de contingencias.
- ✓ Retirar de la zona del siniestro, los vehículos cargados con Gas o cualquier material combustible.
- ✓ Suspender las operaciones de trasiego de Gas y cerrar las válvulas de control de flujo.

**SINIESTROS Y ACCIONES DE LA EMERGENCIA EN CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES EN LA PLANTA DE DISTRIBUCION DE GAS L.P:**

Para atender cualquier siniestro en la planta es necesaria la capacitación y adiestramiento del Personal para efectuar en forma organizada y coordinada ante un siniestro por fuga que rebase las medidas preventivas vistas anteriormente y en su momento reducir los efectos sociales y económicos. Se procederá a lo encomendado por LA UNIDAD DE VERIFICACION ya que ésta podrá determinar la forma de combatir la contingencia a saber:

El objetivo es reducir errores, confusiones, retrasos, omisiones y actos antisociales, para preservar la integridad física de los trabajadores de la planta, que al igual que los integrantes de la Comisión de Seguridad e Higiene deberán tener presente los sistemas de alarma y comunicación existentes en la planta; teniendo en cuenta lo descrito en la memoria técnica de acuerdo a la ruta de evacuación y medidas de control.

1. DURANTE LA NOCHE.
2. FINES DE SEMANA Y DIAS FESTIVOS.
3. PERIODOS VACACIONALES.

- **RESPONSABILIDADES GENERALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD. EN ALGUNA EMERGENCIA POR FUGAS DE GAS.**

Atendiendo el grado de fuga de Gas L.P. teniendo en cuenta lo descrito en este Manual de Seguridad Operativa en el sistema de administración y protección al medio ambiente, se procederá a lo encomendado por LA UNIDAD DE VERIFICACION responsable del funcionamiento de la planta; ya que ésta podrá determinar la forma de combatir la contingencia a saber:

- COMBATIR FUGAS SIN FUEGO.
- COMBATIR FUGAS CON FUEGO.
- INTERVENCIÓN DE BOMBEROS PROFESIONALES.

**A. DURANTE LA NOCHE.**

El personal de vigilancia debe estar capacitado para cerrar las válvulas de los recipientes de almacenamiento y accionar las válvulas de paro de emergencia, usar los extintores, el sistema de hidrantes y/o el Sistema de Enfriamiento por Aspersión de Agua., buscando contener o evitar una fuga de Gas L.P., en su caso, desconectar la Instalación eléctrica; esto en última instancia ya que la energía eléctrica es necesaria para el funcionamiento de los sistemas de Seguridad.

Se debe dar aviso al Jefe Operativo o de la Planta de acuerdo al siniestro como de sus posibles consecuencias y en su caso:

a) Llamar a los bomberos del centro más cercano cuando se ha iniciado una emergencia sin producir pánico.
b) Funcionar la Alarma Sonora indicando al personal de la planta el siniestro o existencia de una EMERGENCIA.

También debe tener instrucciones para reportar de manera inmediata cualquier siniestro a su ayudante o compañero y acudir al Directorio Telefónico de Instituciones de Emergencia, (Directorio de Seguridad, Bomberos, Cruz Roja, Policía, Protección Civil, etc.).

**B. EN FINES DE SEMANA Y DIAS FESTIVOS.**

En este caso la estrategia está dirigida a prevenir siniestros por fuga de gas, al igual que el inciso 1) y también en su caso utilizar el Sistema de Hidrantes de la planta y utilización del Sistema de Enfriamiento por Aspersión de Agua.

También tiene instrucciones en el caso extremo para reportar de manera inmediata cualquier siniestro mediante teléfonos de emergencia (Bomberos, Cruz Roja, Policía, Protección Civil, etc.).

**C. PERIODO DE VACACIONES.**

Por razones propias al servicio que presta la empresa, los periodos vacacionales del personal tanto Operativo como Administrativo, son de manera escalonada. Por tal motivo, en estos períodos deben seguir vigentes las medidas de seguridad establecidas incisos 1) y 2).

**D. RESPONSABILIDADES GENERALES.**

Conocer la Normatividad del Gas L.P. los Manuales sobre la Seguridad de la Planta de Distribución de Gas L.P., vigentes a saber:

a) NOM-001-SESH-2014 “PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN”. D.O.F. del 22 de octubre de 2014.
b) Memoria Técnica y Planos de la Planta.
c) Manuales: Operativo, Manual de Seguridad Operativa en el sistema de Administración y Protección al Ambiente; Mantenimiento y condiciones Seguras en el Suministro de G.L.P.
d) Estudio de Riesgo Ambiental y su autorización.
e) Programa de Prevención de Accidentes PPA aplicar su contenido

**E. SINIESTRO FUERA DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN GAS L.P.**

Consecuencias: Un accidente de tránsito provoca un incendio que pudiera involucrar las instalaciones.

MEDIDAS DE PREVENCION Y CONTROL:

Aplicar el presente Manual de acuerdo a la magnitud y características del siniestro y medida de protección interna y como apoyo al exterior.

- **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO**

*Programa de mantenimiento preventivo para las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P.*

*EQUIPOS PARA GAS DEL GUADIANA, S.A. DE C.V. MORELOS, ZACATECAS*
ESTADO DE ZACATECAS

*Ejercicio Año 2022*

| | | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | | Mayo | | | | Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | Septiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | Diciembre | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ***I. Zona de Almacenamiento Gas L.P.*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Tanques de Alamacenamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a) | Prueba de Ultrasonido (después de nuevo) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | |
| 2 | Válvulas de exceso de flujo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | |
| 3 | Valvulas de no retroceso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | |
| 4 | Valvulas de seguridad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | |
| 5 | Accesorios: Medidor de nivel, manómetro, termómetro y valvulas de máximo llenado | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Pintura, retoque de rótulos | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***II. Zona de Trasciego*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Isleta de recepción suministro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a) | Válvulas de exceso de flujo, válvulas de no retroceso, válvulas de relevo hidroestático | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | |
| b) | Mangueras de líquido y vapor | | | | | XX | | | | | | | | XX | | | | | | | | XX | | | | | | | | XX | | | | | | | | XX | | | | | | | | | | |
| c) | Válvulas globo, válvulas paro de emergencia, tapones acopladores, llaves, cables de tierra, puntos de fractura. | | | | XX | | | | | | | | XX | | | | | | | | XX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| d) | Pintura general, retoque de rótulos | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Bombas de trasciego | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a) | Bandas, filtros, flexibles y bypass | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | | | |
| 3 | Compresores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a) | Válvulas de seguridad | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | |
| b) | Manómetros | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | XX | XX | | | |
| c) | Conectores flexibles | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | XX | XX | | | |
| d) | Bandas y poleas | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | | | |
| ***III. Sistemas de Seguridad*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Sistema de enfriamiento por aspersión | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a) | Limpieza de aspersores | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | | | |
| b) | Prueba de sistema | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | | | |
| c) | Prueba de bombas y motores | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX | XX |
| d) | Afinacion de motor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | XX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| e) | Manometros y valvulas de control | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | | | |
| 2 | Hidrantes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a) | Válvula de compuerta, o globo, manguera chifon | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | | | |
| b) | Pintura general y rótulos preventivos | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Extintores en general | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | | | |
| ***IV. Sistema Eléctrico*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Interruptor general | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a) | Interruptores de motores | | | XX | XX | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | |
| b) | Arrancadores, apagadores y botones | | | XX | XX | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | |
| c) | Conectores flexibles | | | XX | XX | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | |
| d) | Motores eléctricos | | | XX | XX | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | |
| e) | Lámparas a prueba de explosión y focos | | | XX | XX | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | |
| f) | Alarma contra incendio | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | | | |
| g) | Sistema de llenado | | | | | | | XX | | | | | | | | XX | | | | | | | | XX | | | | | | | XX | | | | | | | XX | | | | | | | | XX | | |
| h) | Pintura y retoque de rotulos | | | | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ***V. Sistema Neumático*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Compresores de aire, válvulas y tubería | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | | | | | | | XX | XX | |
| ***VI. Area de Circulación*** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Revestimiento y bacheo | | XX | XX | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | | | XX | XX | | | | | | | | | |
| 2 | Deshierbe y limpieza general | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX | | | | XX |

- **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN ANUAL**

La empresa contará con su Programa de Capacitación Anual, el cual se encuentra en el procedimiento *en el Elemento VI del SASISOPA "Competencia, capacitación y entrenamiento"* y en el Programa Interno de Protección Civil, el cual contendrá temas relacionados a respuesta a emergencias, a fin de contribuir al desarrollo de las habilidades de los integrantes de las brigadas encargadas de dar respuesta ante una emergencia. Algunos de los temas son:

- Uso y manejo de Gas L.P.
- Manejo de extinguidores e hidrantes
- Simulacro de incendio
- Uso de equipos de Primeros Auxilios
- Consideraciones sobre seguridad preventiva
- Utilización de equipo de protección personal
- Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Búsqueda y rescate
- Entre otros

Además se tendrá un expediente con la evidencia de las capacitaciones.

- **PROGRAMA DE SIMULACROS**

El regulado realizará simulacros de manera periódica con la finalidad de poder hacer frente ante cualquier tipo de emergencia que se presente dentro de las instalaciones y/o por agentes externos. Para llevar a cabo los simulacros se cuenta con el Formato Plan y Reporte de Simulacros, en el cual se describe el escenario que se va a llevar a cabo en el Simulacro, así como la fecha, hora y el procedimiento que se va a seguir durante el mismo.

Así como, será la responsable de investigar las causas de la emergencia que se lleguen a presentar e implementar las medidas para vigilar que no se repita.

Durante el desarrollo de la emergencia el responsable directo de su control es el Comandante de Brigada.

TIPO DE SIMULACRO (DENTRO O FUERA DE LA INSTALACIÓN)

Los simulacros que se realizan son simulacros de Gabinete y a escala real (campo), con enfoque de respuesta y se realizan dentro de las instalaciones de la empresa.

Tipo de Simulacro en función con los escenarios de riesgo identificados en el estudio de riesgo, así como aquellos derivados de los factores externos indicados en el artículo 7 de los presentes lineamientos.

- **CONDICIONES DE SEGURIDAD.- NOM-002-STPS-2000: CONDICIONES DE SEGURIDAD, PREVENCION, PROTECCION Y COMBATE DE INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO:**

De acuerdo del riesgo se determinan los medicamentos y materiales de curación para prestar los primeros auxilios por personal capacitado, atendiendo también al Manual de Seguridad Operativa de esta empresa y de operación mediante la Comisión de Seguridad e Higiene, el botiquín contendrá los medicamentos mínimos que se mencionan en la norma citada.

- **REVISION DE INSTALACIONES.- NOM-004-STPS-1999, SISTEMAS DE PROTECCION Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA MAQUINARIA Y EQUIPO QUE SE UTILICE EN LOS CENTROS DE TRABAJO:**

La Planta de Distribución de Gas L.P. maneja este Carburante como producto peligroso, por lo cual se debe aplicar la normatividad en la materia, en relación a las instalaciones de trasiego, uso y manejo del Gas, descrito en el Reglamento y normas aplicables, como también en los Manuales Operativo, Seguridad Operativa y Mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P.

- **EQUIPO DE PROTECCION.- NOM-017-STPS-2001: EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL-SELECCIÓN, USO Y MANEJO EN LOS CENTROS DE TRABAJO:**

El equipo de protección personal de acuerdo a las características y riesgo del Gas L.P. es: Ropa 100% algodón; guantes de carnaza y zapatos-bota de seguridad con casquillo interno en punta, el cual debe usarse limpio y con conocimiento a la Comisión de Seguridad e Higiene, NOM-019-STPS-2004, quien vigila su uso y en cuanto a la operación con una adecuada capacitación, adiestramiento y productividad, mediante los planes y programas establecidos, según el caso para protección de los trabajadores; de conformidad al Acuerdo publicado en el DOF el 14 de Junio de 2013.

- **MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACONES ELECTRICAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.CONDICIONES DE SEGURIDAD.- NOM-029-STPS-2005:**

Las Instalaciones Eléctricas se deben Verificar de acuerdo a los programas de Mantenimiento anual presupuestados, al igual que el Sistema General de Tierras Físicas, NOM-022-STPS-2015. Electricidad Estática en los centros de trabajo, descrita en los planos Eléctricos de esta Memoria técnica de la Planta.

- **SEGURIDAD COLORES Y SU APLICACIÓN NOM-026-STPS-2008: COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGUIENE E IDENTIFICACION DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCIDOS EN TUBERIA:**

Además de los letreros de seguridad indicados en esta Memoria y colores distintivos, se podrán escoger en su caso los señalados en el No. 4.4 – Rótulos de seguridad y 4.4.1 de la NOM-001-SESH- Vigente

“PLANTAS DE DISTRIBUCION DE GAS, L. P. DISEÑO, CONSTRUCCION Y CONDICIONES SEGURAS EN SU OPERACIÓN”.

- **LIBRO BITACORA:**

La Planta de Distribución cuenta con la Bitácora, de trabajos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, trasiego, contra incendio e iluminación; actualizada y firmada por el responsable general de la planta y el responsable del mantenimiento cada ocho días naturales y avalada cada seis meses por la unidad de verificación acreditada y aprobada en la NOM-001-SESH. Vigente.

- **CERTIFICADOS DE CAPACITACION:**

La Planta de Distribución de Gas L.P., cuenta con los originales de los programas de: mantenimiento en general, del sistema de trasiego y del sistema contra incendio; así como las pruebas del sistema contra incendio y las del sistema de seguridad.

## 6. RECOMENDACIONES TECNICO - OPERATIVAS

A continuación se muestra una tabla donde se indican las recomendaciones técnico-operativas que se identificaron como oportunidades de mejora en la metodología HAZOP para reducir el nivel de riesgo derivadas del análisis y evaluación de riesgos.

Tabla 50. Recomendaciones técnico-operativas

| N° | Recomendaciones | Identificación del nodo | Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación | Escenario de riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo (con mejoras) | Periodo de Implementación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | N° | Descripción | | | |
| 1 | Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación | 1 | SASISOPA, ELEMENTO X | 1.1 | No se presenta Flujo de gas LP, en la toma de recepción y/o envío de Gas LP al recipiente de almacenamiento | Personal operativo | D | Durante la operación |
| 2 | Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación.<br><br>Inspección preventiva de las tuberías de llegada y accesorios de las tomas de recepción de gas L.P. de la instalación.<br><br>Instalación de equipos anti chispa.<br><br>Instalación de detectores de gas L.P. Efectividad del Sistema de tierras. | 1 | (SASISOPA, ELEMENTOS X, XI). | 1.2 | Hay un menor flujo en la descarga, de gas L.P. al recipiente de almacenamiento. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| | | | | 1.3. | Menor presión, la descarga de gas al recipiente de almacenamiento no es con la presión normal. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 3 | Instalación de indicadores de presión en isleta de recepción de gas.<br><br>Inspección periódica de válvulas de relevo hidrostáticas | 1 | (SASISOPA, ELEMENTOS X, XI). | 1.4 | Mayor presión en las líneas de descarga, de gas L.P. al recipiente de almacenamiento | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos y toma de espesores | 1 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 1.5 | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Personal operativo | C | Durante la operación |
| 5 | Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.<br><br>Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos y toma de espesores. | 1 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 1.6 | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 6 | Ejecutar procedimiento operativo conforme a lo indicado en el Manual de Operación. | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS X, XI). | 2.1 | No Hay flujo. NO se presenta flujo en cualquiera de las líneas de envió o recepción de gas. | Personal operativo | D | Durante la operación |
| 7 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos y toma de espesores | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.2 | Menos Flujo. Él envió de gas L.P. a las bombas de suministro es con un menor flujo al normal. | Personal operativo | C | Durante la operación |
| 8 | Verificar periódicamente el estado de las válvulas de no retroceso. | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.3 | Flujo inverso, se presenta retorno de flujo en las líneas de conducción de gas L.P. | Personal operativo | D | Durante la operación |
| 9 | Instalación de indicadores de presión en áreas específicas.<br><br>Inspección periódica de líneas.<br><br>Rigor en el programa de mantenimiento a la protección anticorrosiva | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.4 | Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 10 | Ejecutar y verificar la ejecución del programa de mantenimiento. | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.5 | Mayor Presión. Se presenta un represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro. | Personal operativo | C | Durante la operación |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos y toma de espesores.<br><br>Aplicar periódicamente un inhibidor de corrosión. | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.6 | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Personal operativo | C | Durante la operación |
| 12 | Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.<br><br>Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos y toma de espesores. | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.7 | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 13 | Instalar alarmas sonoras por bajo o alto nivel en recipiente de almacenamiento.<br><br>Aplicación del programa de mantenimiento de los instrumentos de presión nivel. | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.8 | Menor Nivel en el recipiente de almacenamiento. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 14 | Alarma por alto o bajo nivel de recipiente.<br><br>Verificar el procedimiento de llenado del recipiente de almacenamiento.<br><br>Verificación periódica del estado de apertura de las válvulas de alivio. | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.9 | Mayor Nivel. El recipiente de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo. | Personal operativo | C | Durante la operación |
| 15 | Instalar alarmas sonoras y visuales por baja o alta presión en recipiente de almacenamiento | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.10 | Menor presión. El recipiente de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aplicación del programa de mantenimiento de los instrumentos de presión nivel, | | | | | | | |
| 16 | Mantenimiento preventivo y correctivo a válvulas de desfogues de seguridad. | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.11 | Mayor Presión. El recipiente de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación. | Personal operativo | C | Durante la operación |
| 17 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico del recipiente.<br><br>Instalación de detectores de gas L.P.<br><br>Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las válvulas.<br><br>Verificar el funcionamiento de paró automático de la planta. | 2 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 2.12 | De otra manera.<br>Ruptura total del recipiente. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 18 | Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación.<br><br>Instalación de equipos anti chispa.<br><br>Instalación de detectores de gas L.P.<br><br>Efectividad del Sistema de tierras.<br><br>Inspección preventiva de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro de gas L.P. de la instalación. | 3 | (SASISOPA, ELEMENTOS X, XI). | 3.1 | Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | Evitar fuentes de ignición en la cercanía a los recipientes de almacenamiento.<br><br>Rigor en el mantenimiento del sistema contra incendios.<br><br>Instalación de detectores de gas L.P. | 3 | (SASISOPA, ELEMENTOS X, XI). | 3.2 | Menor Presión. | Supervisor de la obra y personal operativo | D | Durante la construcción y la operación |
| 20 | Instalación de indicadores de presión.<br><br>Instalación de equipos anti chispa.<br><br>Instalación de detectores de gas L.P.<br><br>Efectividad del Sistema de tierras.<br><br>Inspección preventiva de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro de gas L.P. de la instalación. | 3 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 3.3 | Mayor Presión. La presión de entrega para el llenado de auto-tanques, es mayor a la presión normal de operación. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 21 | Instalación de indicadores de presión.<br><br>Inspección preventiva de las válvulas del by-pass | 3 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 3.4 | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 22 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las tuberías y mangueras. | 3 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 3.5 | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Personal operativo | C | Durante la operación |
| 23 | Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación | 4 | (SASISOPA, ELEMENTOS X, XI). | 4.1 | No Hay flujo | Personal operativo | D | Durante la operación |
| 24 | Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación. | 4 | (SASISOPA, ELEMENTOS X, XI). | 4.2 | Menos Flujo. Él envió de gas L.P. al múltiple de llenado es con un menor flujo al normal. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos.<br><br>Inspección preventiva de las tuberías de llegada y accesorios de las tomas de recepción de gas L.P. de la instalación.<br><br>Instalación de equipos anti chispa.<br><br>Instalación de detectores de gas L.P. Efectividad del Sistema de tierras. | | | | | | | |
| 25 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos. | 4 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 4.3 | Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal. | Personal operativo | C | Durante la operación |
| 26 | Instalación de indicadores de presión.<br><br>Inspección preventiva de las tuberías de llegada y accesorios de las tomas de recepción de gas L.P. de la instalación.<br><br>Instalación de equipos anti chispa.<br><br>Instalación de detectores de gas L.P. Efectividad del Sistema de tierras. | 4 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 4.4 | Menor presión | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 27 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las válvulas.<br><br>Mantenimiento a controles electrónicos para llenado “tipo troya”. | 4 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 4.5 | Mayor Presión. Se presenta un represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro. | Personal operativo | C | Durante la operación |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Instalación de sistemas redundantes o de alarma en caso de falla. | | | | | | | |
| 28 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las tuberías y mangueras. | 4 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 4.6 | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Personal operativo | C | Durante la operación |
| 29 | Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.<br><br>Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de las tuberías y toma de espesores. | 4 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 4.7 | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. | Personal operativo | C | Durante la operación |
| 36 | Instalación de indicadores de presión.<br><br>Instalación de equipos anti chispa.<br><br>Instalación de detectores de gas L.P.<br><br>Efectividad del Sistema de tierras.<br><br>Inspección preventiva de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro de gas L.P. de la instalación. | 6 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 6.1 | Menor presión | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 38 | Instalación de indicadores de presión.<br><br>Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico del recipiente. | 6 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 6.2 | Mayor Nivel | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 39 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las tuberías y mangueras. | 6 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 6.3 | Mayor Corrosión interna. | Personal operativo | C | Durante la operación |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 | Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.<br><br>Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de las tuberías y toma de espesores. | 6 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 6.4 | Mayor Corrosión Externa | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |
| 41 | Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico del tanque.<br><br>Instalación de detectores de gas L.P.<br><br>Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las válvulas.<br><br>Verificar el funcionamiento de paró automático de la planta. | 6 | (SASISOPA, ELEMENTOS XI) | 6.5 | Ruptura del total del recipiente. | Supervisor de la obra y personal operativo | C | Durante la construcción y la operación |

Una vez que se adicionan estas recomendaciones técnicas – operativas se tiene la mejora de los árboles de fallas y en consecuencia se disminuye la probabilidad de ocurrencia de los eventos.

## 7. CONCLUSIONES

Con base en los resultados del análisis de riesgo, se concluye es necesario que el proyecto cumpla con las especificaciones técnicas de normas y procedimientos bajo los cuales se rige el diseño y construcción de las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P., así como de la implementación de las medidas de recomendación técnicas – operativas, que den a las operaciones de la Planta fiabilidad en su operación, con un riesgo de tipo **"C"** Aceptable con controles.

Por lo que se concluye que la Planta de Distribución de Gas L.P. puede operar con confiabilidad, siempre y cuando cuente con los sistemas de seguridad que se han propuesto en los proyectos mecánicos, eléctrico, contraincendio, y que se asegure su construcción bajo las normas y procedimientos aplicables en la materia y la implementación de las recomendaciones técnicas operativas que emiten a través de este análisis.

## 8. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto **"Planta de Distribución de Gas L.P.",** consiste en necesaria para la recepción, almacenamiento y distribución de 225,000 litros de Gas L.P., contenidos en un recipiente con una capacidad de 250,000.00 L. base agua, llenado a 100%.

El proyecto incluye:

- Zona de recepción en un 1 recipiente de almacenamiento con una capacidad de 250,000 L.
- Zona de descarga y carga para auto tanques.
- Zona de carga para cilindros.
- Urbanización para servicios administrativos y la correcta, segura y fiable operación de la planta.

### Análisis de riesgos

El análisis de Riesgo se realizó con la aplicación de metodologías y técnicas que permitieron identificar los escenarios e instalaciones que presentan el mayor riesgo en la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P., tales como Análisis Preliminar de Riesgos, por equipos, sustanciasy procesos., HazOp. Para identificar los nodos y los potenciales eventos, ETA y FTA para cuantificar el riesgo

En el caso de la metodología *HazOp* se determinaron los siguientes nodos de análisis y desviaciones:

| NODO | OPERACIONES QUE SE LLEVAN A CABO |
|---|---|
| Nodo 1. Isleta de Recepción de Gas LP | Recepción de Gas L.P. de semirremolques en isleta de tomas de recepción de 3” de Ø para gas-líquido y toma de 2” de Ø para gas-vapor a 10 kg/cm$^2$.<br><br>Envío de gas L.P. de la isleta de tomas de recepción al recipiente de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 3” de Ø, a una presión de 10 kg/cm$^2$. |
| Nodo 2. Área de almacenamiento | Almacenamiento de Gas L.P. en un recipiente horizontal con una capacidad de 250,000 Lt. Al 100%.<br><br>Envío de Gas L.P. del recipiente de almacenamiento a la bomba de suministro de auto–tanques por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3” y 2”.<br><br>Envío de Gas L.P. del recipiente de almacenamiento a la bomba de suministro de múltiple de llenado por medio de tubería de acero cédula 40, sin costura de 3” y 2”. |
| Nodo 3. Isleta de bomba de suministro a auto-tanques | Recepción de Gas L.P. de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2” y 3” de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm2.<br><br>Suministro de Gas L.P. a auto-tanques (Tomas de Suministro) |
| Nodo 4. Isleta de bomba de suministro a múltiple de llenado | Recepción de gas L.P. de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 2” y 3” de Ø respectivamente, a una presión de 10 kg/cm2.<br><br>Suministro de Gas L.P. al múltiple de Llenado (Tomas de Suministro) |
| Nodo 5. Sistema de vaciado de recipientes transportables | Almacenamiento de Gas L.P. en un recipiente horizontal con una capacidad de 300 Lt. |

| Esc. | Desviación |
|---|---|
| **Nodo 1: Isleta de Recepción de Gas L.P** | |
| **1.1** | No se presenta flujo de Gas LP, en la toma de recepción y/o envío de Gas LP al recipiente de almacenamiento |
| **1.2** | Menor flujo en la descarga, de Gas L.P. al recipiente de almacenamiento. |
| **1.3** | Menor presión, la descarga de Gas al recipiente de almacenamiento no es con la presión normal. |
| **1.4** | Mayor presión en las líneas de descarga, de Gas L.P. al recipiente de almacenamiento. |
| **1.5** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **1.6** | Mayor Corrosión externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **Nodo: 2 Área de Almacenamiento.** | |
| **2.1** | No Hay flujo. NO se presenta flujo en cualquiera de las líneas de envió o recepción de gas. |
| **2.2** | Menos Flujo. Él envió de Gas L.P. a las bombas de suministro es con un menor flujo al normal. |
| **2.3** | Flujo inverso, se presenta retorno de flujo en las líneas de conducción de gas L.P. |
| **2.4** | Menor Presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal. |
| **2.5** | Mayor Presión. Se presenta un represionamiento en las líneas de envió de Gas L.P. a las bombas de suministro. |
| **2.6** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **2.7** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **2.8** | Menor Nivel en el recipiente de almacenamiento. El recipiente presente niveles de llenado por debajo del mínimo operativo. |
| **2.9** | Mayor Nivel. El recipiente de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo. |
| **2.10** | Menor presión. El recipiente de almacenamiento presenta una menor presión a la normal operativa. |
| **2.11** | Mayor Presión. El recipiente de almacenamiento presenta una mayor presión a la normal de operación. |
| **2.12** | De otra manera. Ruptura total de recipiente. |

| | |
|---|---|
| **Nodo 3: Isleta de Bomba de Suministro de Gas L.P. a Auto-tanques** | |
| **3.1** | Menor Flujo. En el suministro de Gas L.P. a los auto-tanques. |
| **3.2** | Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor a la norma. |
| 3.3 | Menor Presión. La presión de entrega para el llenado de auto-tanques, es menor a la presión normal de operación |
| **3.4** | Mayor Presión. La presión de entrega para el llenado de auto-tanques, es mayor a la presión normal de operación. |
| **3.5** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **3.6** | Mayor Corrosión externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **Nodo 4: Isleta de Bomba de Suministro de Gas L.P. a Múltiple de Llenado** | |
| **4.1** | No Hay flujo |
| **4.2** | Menos Flujo. Él envió de Gas L.P. al múltiple de llenado es con un menor flujo al normal. |
| **4.3** | Mayor Flujo. El suministro es con un flujo mayor al normal. |
| **4.4** | Menor presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal. |
| **4.5** | Mayor Presión. Se presenta un represionamiento en las líneas de envió de gas L.P. a las bombas de suministro. |
| **4.6** | Mayor Corrosión interna, se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **4.7** | Mayor Corrosión Externa se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **Nodo 5: Sistema de vaciado de recipientes transportables** | |
| **5.1** | Menor presión. La operación de trasiego de gas es con una presión menor a la normal. |
| **5.2** | Mayor Nivel. El recipiente de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo |
| **5.3** | Mayor Corrosión interna. Se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios. |
| **5.4** | Mayor Corrosión Externa. Se presenta en cualquiera de los equipos, instrumentos o accesorios |
| **5.5** | De otra manera. Ruptura del total del recipiente. |

En resumen la tabla anterior nos indican que con la aplicación de la metodología **HazOp** se identificaron **9 escenarios** con un Índice de Riesgo del **Tipo "A" "Riesgo Intolerable"** y **21 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo "B" "Riesgo Indeseable"**; **2 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo "C" "Aceptable con Controles"** y **5 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo "D" "Riesgo Razonablemente Aceptable"**

Las Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego.

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

| Instalación | Área específica y/o Equipo |
|---|---|
| **Área de Almacenamiento.** | Recipiente de almacenamiento. |
| **Área de vaciado de recipientes portátiles.** | Recipiente de almacenamiento. |

**Áreas susceptibles por riesgos de fugas.**

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

| Instalación | Área específica y/o Equipo |
|---|---|
| **Área de recepción de semirremolques.** | Tomas de recepción y suministro. |
| | Semirremolques. |
| | Compresor. |
| **Área de almacenamiento.** | Recipiente de almacenamiento. |
| | Tomas de recepción y suministro. |

| | |
|---|---|
| **Área de isletas para suministro de gas para auto-tanques.** | Tomas de recepción y suministro. |
| | Bombas. |
| **Área de llenado de recipientes portátiles (Múltiple de Llenado)** | Tomas de recepción y suministro. |
| | Bombas. |
| **Área de vaciado de recipientes portátiles.** | Tomas de recepción. |
| | Recipiente de almacenamiento. |

**Tipo de riesgo determinado.**

**Se determinó que el riesgo corresponde a una frecuencia (2) baja con consecuencias de severas a catastróficas, es decir un índice de riesgo de B a A.**

De acuerdo a la jerarquización de riesgos se determinó que el riesgo que presenta la planta es sin dispositivos de seguridad y sin la implementación de recomendaciones técnico operativas.

Los escenarios más críticos están asociados a liberación de Gas L.P., su dispersión, formación de nubes explosivas, jet fire (flamazos), derivada a partir de la presencia de fugas en cualquiera de las tuberías, mangueras, conexiones, recipiente, equipos, instrumentos, accesorios en su caso más catastrófico la explosión por sobrepresión y despresurización súbita ocasionando una bola de fuego por la ruptura de los recipientes.

Los escenarios hipotéticamente planteados son los siguientes:

**Hipótesis No. 1: Incendio, explosión y Nube Tóxica.**
**Caso menos catastrófico, pero más probable.**

**Fugas en el recipiente de almacenamiento de 250,000 Lt. o de 4,913 Lt. en cualquier parte del cuerpo en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión.**

**Escenario de Riesgo:** Liberación de Gas L.P., presencia de gas con formación de nubes explosivas y su posterior inflamación y/o deflagración de encontrar una fuente de ignición, flamazos, (jet fire), incendio afectando la integridad de las personas, daños al ambiente y poniendo en riesgo la integridad de las instalaciones.

**Hipótesis No. 2: Incendio, explosión y Nube Tóxica.**
**Caso Más Catastrófico, pero menos probable.**

**El recipiente de almacenamiento es sometido a un calentamiento, originando una sobrepresión, la exposición es tal que se supera el límite de cedencia provocando la ruptura del recipiente (despresurización súbita) dando condiciones para que se genere una bola de fuego.**

La probabilidad de que este tipo de evento suceda es sumamente improbable e inesperada, se deben de tener situaciones muy concretas; se requiere que la fase líquida esté sobrecalentada, que se produzca una reducción brusca de presión en la fase gas, o bien que se den las condiciones de presión y temperatura que consigan la ebullición de toda la masa líquida de forma instantánea.

**Escenario de Riesgo:** En este incidente consideramos que, al aumentar la presión de vapor del líquido, las paredes del recipiente aumentan rápidamente de temperatura por efecto del calor externo, perdiendo su resistencia hasta el punto que no pueden soportar la presión interna, produciéndose entonces su fractura en forma violenta.

Como consecuencia inmediata, se producen sobrepresiones debidas a la liberación súbita de la presión interna del recipiente y la proyección de misiles o fragmentos metálicos derivados de la ruptura del recipiente, así como la liberación del gas y/o deflagración en caso de encontrar una fuente de ignición, formando bolas de fuego. A éste evento se le denomina **BLEVE** (**B**oiling **L**iquid **E**xpanding **V**apor **E**xplosion ó Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición).

La probabilidad de ocurrencia de estos eventos es:

**Hipótesis 1. (TOP IEJF).**

| P (TOP IEJF) | G1 = SI1 *SIFI*E8 | 0.01020091 |
|---|---|---|
| Si1 | E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + E6 + E7 | 1.31E-01 |
| SIFI | E1FI + E2FI + E3FI + E4FI + E5FI | 0,390 |

**Hipótesis 2. (TOP BLEVE).**

| P (BLEVE) | SI1 * SI2 | 3.170E-02 |
|---|---|---|
| SI1 | E1BLEVE + P(TOP EIJF) | 1.51E-01 |
| SI2 | E2BLEVE+ E3BLEVE+E4BLEVE+E5BLEVE | 2.10E-01 |

Que indican que son eventos que tienen una alta probabilidad de ocurrir y de ser frecuentes.

En función de los escenarios contemplados se emiten para las hipótesis cuyo tipo de riesgo fue caracterizado como del Tipo A-Riesgo intolerable y Tipo B-Riesgo indeseable, se muestra el siguiente resumen de las recomendaciones, cuyo objeto es de disminuir la probabilidad de ocurrencia de los eventos contemplados.

| **Hipótesis 1: Fuga de Gas.** |
|---|
| **Caso menos catastrófico, pero más probable.**<br>Fugas en el recipiente de almacenamiento de 250,000. Lt. o en tuberías, mangueras, accesorios, válvulas, por poro, mal apriete, incorrecta conexión. (TOP IEJF). |
| **Recomendaciones:**<br>1. Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación.<br>2. Inspección preventiva de las tuberías de llegada y accesorios de las tomas de recepción de gas L.P. de la instalación.<br>3. Instalación de equipos anti chispa.<br>4. Instalación de detectores de gas L.P. Efectividad del Sistema de tierras<br>5. Instalación de indicadores de presión en isleta de recepción de gas.<br>6. Inspección periódica de los dispositivos de seguridad válvulas de relevo, de corte, automáticas, check, de doble no retroceso, hidrostáticas, de exceso de flujo.<br>7. Verificar la correcta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.<br>8. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado de los equipos y toma de espesores.<br>9. Instalación de detectores de gas L.P. |

10. Verificar el funcionamiento de paró automático de la planta.
11. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las válvulas
12. Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación.
13. Inspección preventiva de las tuberías y accesorios de las tomas de suministro de gas L.P. de la instalación.
14. Instalación de indicadores de presión.

| **Hipótesis No. 2: BLEVE (Incendio, explosión y Nube Tóxica.)** |
|---|
| **Descripción. Caso Más Catastrófico, pero menos probable.**<br><br>El recipiente de almacenamiento es sometido a un calentamiento, el Gas L.P. se calienta y vaporiza aumentando la presión interior, se presenta fatiga de materiales y se supera el límite de cedencia de los materiales, derivando en una explosión y ruptura del recipiente (despresurización súbita) dando condiciones para que se genere una bola de fuego. |
| **Recomendaciones:**<br>1. Instalación de indicadores de presión.<br>2. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico del recipiente.<br>3. Asegurar la ejecución del programa de verificación del estado mecánico de las válvulas.<br>4. Supervisar el procedimiento de llenado de tanques, a fin de garantizar que no sea llenado al 90 % de capacidad.<br>5. El sistema de enfriamiento deberá sobrestimarse en un 20% a fin de que en caso de incendio enfrié lo suficiente el gas.<br>6. Instalar detectores de gas.<br>7. Capacitación continua al personal que integra el comité de emergencias y comunicación con protección civil de la región.<br>8. Cumplir con programa de simulacros. |

Una vez que se adicionan estas recomendaciones técnicas – operativas se tiene la mejora de los árboles de fallas y en consecuencia se disminuye la probabilidad de ocurrencia de los eventos, la probabilidad recalculada nos arroja un valor de:

**Resultados de probabilidad de ocurrencias en árboles de fallas.**

| Hipótesis TOP | Secuencia de cálculo | Probabilidad de ocurrencia promedio | Probabilidad de ocurrencia promedio instalaciones mejoradas |
|---|---|---|---|
| **P (TOP IEJF)** | **G1 = SI1 *SIFI*E8** | 0.01020091 | 1.02E-03 |
| **P (BLEVE)** | **SI1 * SI2** | 3.170E-02 | 4.2897E-06 |

Lo anterior nos indica que para que, en un millón de casos, solo en uno se presentaría **el BLEVE, posicionando a este evento, en un Frecuencia Remota**; en el caso de que en caso de ocurrencia de fuga y su posterior ignición inmediata o su formación de nube explosiva y su posterior deflagración la probabilidad de que ocurre es de un caso por cada mil, igualmente con una frecuencia **Remota a Baja.**

**Con base en los resultados anteriores podemos concluir que la Planta de Distribución contará con sistemas de seguridad y protección, que complementados con las recomendaciones técnico operativas permiten posicionar el desarrollo de la actividad de almacenamiento y distribución en un Índice de Riesgo del Tipo C, Riesgo Aceptable con Controles.**

**CONCLUSIONES.**

Con base en los resultados del análisis de riesgo, se determina es necesario que el proyecto cumpla con las especificaciones técnicas de normas y procedimientos bajo los cuales se rige el diseño y construcción de este tipo de instalaciones, así como de la implementación de las medidas de recomendación técnicas – operativas, que den al sistema de transporte fiabilidad durante su operación, con un riesgo de tipo "**C" Aceptable con controles**.

**Por lo que se concluye que la planta de distribución puede operar con confiabilidad, siempre y cuando cuente con los sistemas de seguridad que se ha propuesto en los arreglos mecánicos, eléctrico, contra incendio, que se asegure su construcción bajo las normas y procedimientos aplicables en la materia y la implementación de las recomendaciones técnico operativas que emiten a través de este análisis.**

**ANEXOS**

**Anexo 1 de la MIA** Documentos Legales (Promovente y Responsable del Estudio)
**Anexo 2 de la MIA** Memoria técnica y planos
**Anexo 3 de la MIA** Alineamiento y Uso de Suelo

**Anexo A del ER** Memorias descriptivas de las metodologías utilizadas

- Análisis de Riesgos y Operabilidad
- Jerarquización de riesgos HazOp
- Arboles de Eventos
- Arboles de fallas
- Arboles de fallas mejorado

**Anexo B del ER** Memoria de las modelaciones de los escenarios de riesgo

**Anexo C del ER** Informe técnico del estudio de riesgo