# ANALISIS DE RIESGO
# NIVEL II

## Índice

### Índice de figuras.

Figura 1.1.3.1. Distribución de los extintores. ....16
Figura 1.2.2.1. Planta de Conjunto del proyecto. ....23
Figura 1.3.1. Diagrama de flujo del proceso. ....29
Figura 1.3.2. Diagramas de Tubería. ....30
Figura 1.4.2.4.3.1. Matriz de clasificación de riesgos. ....38
Figura 2.1.1. Gráfico de efectos de radiación por jet fire. ....58
Figura 2.1.2. Gráfico de efectos de radiación contra distancia. .... **¡Error! Marcador no definido.**

### Índice de tablas.

Tabla 1.1.2.1.Características del tanque de almacenamiento de gas L.P. ....8
Tabla 1.1.2.2. Características de las válvulas. ....10
Tabla 1.1.2.3. Características de bombas y compresores. ....10
Tabla 1.1.2.4. Características de las válvulas de operación. ....11
Tabla 1.1.2.5. Características de las válvulas de relevo. ....12
Tabla 1.1.2.6. Características de las vválvulas de no retroceso y exceso de flujo. ....12
Tabla 1.1.2.7. Especificación para punto de fractura. ....12
Tabla 1.1.3.1. Distribución de los puntos de extintores. ....14
Tabla 1.2.1. Insumos utilizados. ....19
Tabla 1.2.2. Listados de residuos generados. ....20
Tabla 1.2.1.1. Sustancia utilizada. ....21
Tabla 1.2.1.2. Composición del gas L.P. ....21
Tabla 1.2.2.1. Distribución de las superficies del proyecto. ....22
Tabla 1.2.3.1. Equipos de proceso y auxiliares. ....24
Tabla 1.2.3.2. Tipo de Válvulas de exceso de flujo. ....26
Tabla 1.2.3.3. Tipo de válvulas de operación manual. ....27
Tabla 1.2.3.4. Características de válvulas de relevo hidrostático. ....27
Tabla 1.2.3.5. Características de válvulas de retroceso y exceso de flujo. ....27
Tabla 1.4.1.1. Los principales incidentes y accidentes. ....31
Tabla 1.4.2.1.1.Terminología y definiciones de la metodología HazOp. ....33
Tabla 1.4.2.1.2.Palabras clave metodología “HAZOP”. ....34
Tabla 1.4.2.1.3.Desviaciones más comunes de algunos tipos de sección. ....34
Tabla 1.4.2.2.1. Lista de nodos y desviaciones para el análisis HazOp. ....35
Tabla 1.4.2.4.3.1. Tipo de evento y categoría de la consecuencia. ....36
Tabla1.4.2.4.3.2. Niveles de frecuencia. ....38
Tabla 1.4.2.4.3.3. Categorización de consecuencias. ....39
Tabla 1.4.2.4.3.4. Jerarquización de Riesgos HazOp. ....41
Tabla 1.4.2.3.1. Relación de escenarios. ....41

Tabla 1.4.2.5.1. Justificación en la selección de hipótesis en tanque de gas lp. ....43
Tabla 1.4.2.7.1. Escenarios derivados del análisis HAZOP para análisis de consecuencias. ....44
Tabla 1.4.2.7.2. Diámetros equivalentes de fuga. ....45
Tabla 1.4.2.7.3. Variables meteorológicas consideradas. ....45
Tabla 1.4.2.7.4. Valores umbrales seleccionados. ....45
Tabla 1.4.2.7.5. Composición del gas L.P. ....46
Tabla 1.4.2.7. 6. Efectos por sobrepresión. ....47
Tabla 1.4.2.7.7.Datos para el inventario y la tasa de descarga. ....47
Tabla 1.4.2.7.8. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias. ....48
Tabla 1.4.2.7.9. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias. ....50
Tabla 1.4.2.7.10. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias. ....52
Tabla 1.4.2.7.11. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias. ....54
Tabla 1.4.2.10.1.Posibles áreas de afectación de eventos de máximo riesgo. ....57
Tabla 2.1.1. Listado de planos de radios potenciales de afectación. ....61
Tabla 2.2.1.Posibles interacciones de riesgo. ....61
Tabla 3.2.1. Descripción de los equipos de protección personal. ....65
Tabla 3.2.3. Relación de extintores por área de la instalación. ....66

# 1. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

**Descripción del proceso.**
El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una planta de distribución de gas licuado de petróleo. Las instalaciones de la planta consisten en una caseta en la entrada de la planta, área de oficinas, área de estacionamiento de vehículos repartidores, área de tanque de almacenamiento, área de suministro, área de recibo, cuarto de máquinas, muelle de llenado, taller mecánico, área de circulación, cisterna contraincendios y cuarto de máquinas del sistema contra incendios y almacén de residuos sólidos peligrosos.

Los servicios que incluye la operación de la planta consisten en el almacenamiento del gas L.P., a través de tanques, distribución del gas L. P., en auto tanques para dar servicio a los usuarios que tengan tanques estacionarios en sus domicilios.

Se entiende por gas L.P. o gas licuado de petróleo, el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas, como lo establece la Norma Mexicana en vigor. La Planta de almacenamiento de gas L.P. es un sistema fijo y permanente para almacenar gas L.P., que mediante instalaciones apropiadas haga el trasiego de éste utilizando recipientes o tanques adecuados.

El predio cuenta con una superficie de 6,500 m2 localizado dentro del Parque Industrial de la Pequeña y Mediana Industria, en el municipio de Altamira al sur del estado de Tamaulipas con los instrumentos normativos en materias de planeación del desarrollo y ambiental que regulan la ejecución de este tipo de obras, así como de información cartográfica que, sobre el tema, se ha generado en las diferentes instancias estatales y municipales, identificando y analizando las fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos: federal, estatal y municipal, identificando los componentes y elementos ambientales que son relevantes para asegurar la sustentabilidad del área donde el proyecto será ubicado.

La actividad inicia con el recibo del gas L.P. en semirremolques de 45,000 litros o con semirremolques de doble tanque de 45,000 lts. c/u, desde las instalaciones de Petróleos Mexicanos. Estos semirremolques son descargados por medio de un compresor al tanque de 66,000 lts, respectivamente, todos al 95% de agua. Posteriormente se distribuye por medio de bombas de gas L.P., que trasiegan el energético hasta el muelle de llenado de cilindros y llenado de auto tanques.

Esta planta no realizará servicios de llenado de cilindros en planta al público, por lo que solo realizará suministro a los clientes que tienen en sus hogares tanques estacionarios, a través de pipas repartidoras de diferentes capacidades.

## 1.1. Bases de diseño.

Indicar los criterios de diseño y normas utilizadas para el proyecto con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos, indicando el análisis y descripción de áreas identificadas como vulnerables (Terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros). De acuerdo al Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Altamira, Tamaulipas el área en donde se ubicará la Planta de Distribución de Gas LP. IDALGO COMPANY, S.A DE C.V., se ubicará dentro del Parque Industrial de la Pequeña y Mediana Industria, Altamira, Tamaulipas, en el cual se encuentra aprobado para la insatacion de industria catalogada como peligrosa.

**Criterios para la selección del sitio.**
En la selección del predio para la construcción y operación en de la planta de distribución de gas LP IDALGO COMPANY, S.A DE C.V.; se consideraron diversos aspectos técnicos, ambientales y socioeconómicos, para elegir el sitio de menor costo ambiental y económico.

Algunas de las consideraciones para la selección del sitio son los siguientes:

**Criterios Ambientales.**

- Impactos ambientales sobre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos potenciales
- (adversos y benéficos).
- No ubicarse dentro de áreas naturales protegidas, riqueza faunística o sitios de gran valor escénico o paisajístico.
- Lejanía con asentamientos humanos, parques naturales, zonas turísticas, zonas de patrimonio nacional y zonas estético paisajísticas extraordinarias.
- Que no se afecten especies de flora y fauna que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Uso de suelo acorde a los planes y programas de desarrollo urbano, estatal y/o municipal.

**Criterios Técnicos y de Seguridad.**

- Predios colindantes y sus construcciones libres de riesgos probables para la seguridad de la Planta de Distribución de Gas L.P.
- No existencia de líneas de alta tensión que crucen el predio ya sean aéreas o por ductos bajo tierra, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la Planta de Distribución de Gas L.P.
- Suelos estables y que no presente alto riesgo de hundimientos o deslizamientos e inundaciones.
- Contar como mínimo con acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos.
- Obstáculos importantes para la ejecución de las obras.
- Rutas de acceso directo.
- Fuentes y centros de abastecimiento y/o suministro de materiales y de agua, requeridos durante las diversas etapas del Proyecto.

**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 ubicación estratégica.
- Con base en estos criterios y los estudios de campo, se determinó que el predio antes mencionado evitará incrementar el nivel de impacto ambiental que actualmente existe en el Área de Estudio derivado de que es una zona industrial y libre de vegetación por afectar.

En el **anexo 1** se presentan los planos del arreglo general de la Planta Gas L.P. IDALGO COMPANY, S.A de C.V.

### 1.1.1. Proyecto civil.

Presentar los resultados de la memoria técnica descriptiva y justificativa del proyecto civil de los tanques de almacenamiento, equipos de proceso y auxiliares y bardas o delimitación del predio.

El proyecto consiste en la construcción de una planta de distribución para el llenado de auto tanques, dicho proyecto se encuentra dictaminado para el diseño de conformidad con la NOM-001-SESH-2014 por la Unidad Verificadora en Materia de GAS LP UVSELP-094. Ver **anexo II** (Memorias Técnicas y Dictamen UV-0029-22).

Dicho proyecto requiere de la construcción e instalación todo el sistema de tubería, un tanque de almacenamiento de 66,000 litros de capacidad, sus accesorios de la zona de tanques de almacenamiento hacia un área de llenado de auto tanques.

Las áreas en el diseño que contempla el presente proyecto consisten en lo siguiente de conformidad con la NOM-001-SESH-2014:

- Un área de llenado de auto tanques.
- Un área de almacenamiento de un tanque de almacenamiento de Gas L.P.
- Oficinas.
- Baños.
- Estacionamientos.
- Zona de trasiego del autotanque al tanque de almacenamiento.
- Cisternas.
- Entradas y salidas.

Características generales del sitio del proyecto:

- El predio cuenta con accesos que permiten el transito seguro de vehículos.
- No existen líneas de alta tensión ajenas del precio.
- Los predios colindantes no presentan riesgo para la planta.
- Se encuentra fuera de la zona urbana.

Todas las características que se tomaron en cuenta para la realización del previo se enlistaran a continuación:

a) Delimitación del predio.

El perímetro de la planta está delimitado con barda ciega de block hueco de concreto de 15 x 20 x 40 cm con una altura de 3.00 m.

b) Accesos.

Esta planta cuenta con accesos de amplitud suficiente para permitir la fácil entrada y salida de vehículos y personas se cuentan con claros de 8.00 metros a la entrada y 6.30 metros a la salida, y se tiene una salida de emergencia para personal y vehículos indicada mediante un letrero correspondiente.

c) Edificaciones.

Forma una construcción integral que alberga los servicios generales de la planta, oficinas, sala de capacitación, cuarto eléctrico, caja y baños.

Se cuenta con techumbres metálicas para protección de la intemperie de las bombas del sistema contra incendios, estación de llenado de auto tanques y estación de recepción de semi remolques.

Por no existir alcantarillado en esa zona, se cuenta con una fosa séptica para las aguas negras.

d) Zona de almacenamiento.

La zona de almacenamiento tiene un área de 114.7 m² y cuenta con piso con terminación de concreto y con desnivel que permite desalojo del agua pluvial. El nivel de la zona de almacenamiento es de 0.20 m NPT.

e) Cimentación para bases de tanques.

La planta contará con 1 tanque de almacenamiento con capacidad de 66,000 litros de agua este será instalados en la etapa de construcción.

f) Colocación de recipientes de almacenamiento.

Entre la placa de apoyo de los recipientes y la base de sustentación se colocó material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

g) Escaleras y pasarelas.

Para efectuar las lecturas de los instrumentos de indicación local en los recipientes de almacenamiento se cuenta con una escalera fija con pasarela metálica, esta sirve también para acezar a la parte superior de los recipientes de almacenamiento para dar mantenimiento a las válvulas de seguridad.

h) Nivel de domos de los recipientes de almacenamiento.

En esta planta se cuenta con un recipiente de almacenamiento, al ser únicamente un tanque de almacenamiento no se requiere interconectar con otro tanque sus zonas de líquido y vapor y tampoco nivelarlo con otro tanque.

i) Protección contra impacto vehicular.

Se contará con protección por murete de concreto armado con altura mínima de 0.60 m y sección transversal de 0.20 m por 0.20 m, con un claro máximo entre elementos de 1.00 m, y cuenta con protección en “U”.

Estos tipos de protección permiten amplia ventilación natural y fácil acceso a los elementos y controles, también se contará con una isleta de concreto armado.

El piso del área de almacenamiento tiene terminación de concreto y cuenta con desnivel que permite el desalojo de aguas pluviales.

j) Área de carga de llenado para recipientes auto tanques (recipientes no transportables).

Como se muestra en los planos adjuntos, el área de suministro de auto tanques tiene un área de 108 metros cuadrados y con piso de concreto, el área donde se encuentran las bombas tiene 0.20 metros sobre NPT, y el área donde se colocan los autotanques tiene terminación por piso de concreto y 0.00 metros sobre NPT. Se cuenta con protecciones en U para proteger las bombas y tuberías de impactos vehiculares y un pequeño tope de concreto para delimitar hasta donde puede colocarse el auto-tanque sin colisionar con las protecciones en U.

k) Servicios.

Se cuenta con una caseta de vigilancia con un área de 14.82 metros cuadrados, edificada de un nivel de material incombustible en su exterior.

l) Estacionamientos.

Las instalaciones contemplan 5 cajones de estacionamiento para vehículos pequeños y 7 cajones de estacionamiento para auto tanques.

m) Espuelas de ferrocarril y torres de descarga.

La recepción del gas L.P. para esta planta se hace por medio de semirremolques por lo que no se cuenta con espuelas de ferrocarril.

Todas las características que se tomaron en cuenta para la construcción y planificación del proyecto, se realizaron a partir de las necesidades y especificaciones que se deben de cumplir para poner en funcionamiento de este tipo de plantas de gas L.P.

### 1.1.2. Proyecto mecánico.

Presentar los resultados de la memoria técnica descriptiva y justificativa del proyecto mecánico de los tanques de almacenamiento, así como los equipos de proceso y auxiliares.

El equipo y accesorios que se utilizan para el trasiego de gas L.P. es resistente a la acción del gas L.P. y adecuados para la presión de diseño y temperatura correspondiente.

Los recipientes de almacenamiento, las tuberías y conexiones, el equipo usado para el trasiego de gas L.P. y todas las estructuras metálicas, están protegidos contra la corrosión del medio ambiente donde se encuentren, mediante un recubrimiento primario adecuado y compatible que garantice su firme y permanente adhesión.

a) Accesorios y equipo.

Los recipientes de almacenamiento, las tuberías y conexiones, el equipo usado para el trasiego de gas L.P. y todas las estructuras metálicas, están protegidos contra la corrosión del medio ambiente donde se encuentren, mediante un recubrimiento primario adecuado y compatible que garantice su firme y permanente adhesión.

b) Recipientes de almacenamiento.

El recipiente es de tipo intemperie y su fabricación cumple con la NOM DGN-B94-1958 aplicable y vigente en su fecha de fabricación. No cuentan con entrada pasa-hombre, fue construido con las siguientes cara testicas que es encuentran en la **tabla 1.1.2.1.**

**Tabla 1.1.2.1.Características del tanque de almacenamiento de gas L.P.**

| Tanque | Tipo | Diámetro (m) | Longitud Total (m) | Capacidad (lts) | Fecha de Fabricación | Fabricante | Presión de trabajo | Válvulas de relevo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. 1 | Tanque horizontal | 3.38 | 8.63 | 66,000 | ND | INGUSA | 14.06 kgf/cm2 | 17.58 kgf/cm2 |

**Fuente:** Proyecto ejecutivo.

Los recipientes de almacenamiento cuentan con placa de identificación y con dictamen de evaluación ultrasónica de espesores para cada recipiente, que establece que son aptos según los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya, emitido por una unidad de verificación acreditada y aprobada en dicha norma, el cual se obtiene cada 5 años.

c) Accesorios.

Los recipientes de almacenamiento cuentan con dispositivos de seguridad y medición, con indicación local, que permiten:

- Conocer que la fase líquida del gas L.P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible.

- Indicar el nivel de la fase líquida del gas L.P. contenido.
- Indicar la presión interior en la zona de vapor del recipiente de almacenamiento.
- Indicar la temperatura de la fase líquida en la zona de líquido del recipiente de almacenamiento.

d) Indicador de nivel.

Los indicadores de nivel de líquido son del tipo flotador con indicador magnético, marca Magnetel.

e) Manómetros.

Los manómetros están instalados precedidos de una válvula de aguja, son del tipo amortiguados por líquido (glicerina) marca Winters.

Registran lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 kgf/cm²) y están graduados en psi y kgf/cm² (doble escala).

f) Termómetros.

La medida nominal de su caratula es de 50.8mm y registra temperaturas entre 253.15K (-20°C) y 323.15K (50°C) con escala en graduada en Celsius.

g) Válvulas en el recipiente de almacenamiento.

Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas son de acero, fundición maleable, fundición nodular, bronce o latón.

Las válvulas internas, de exceso de flujo y de no retroceso son adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm2).

h) Válvulas de alivio de presión.

Las válvulas de alivio de presión instaladas en cada recipiente de almacenamiento están calibradas por el fabricante para una presión de apertura de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm2).

Las válvulas de alivio de presión tienen una capacidad de descarga de 131 m3 estándar de aire por minuto por lo que cuentan con tubos metálicos de descarga con una longitud de 2 m, colocados verticalmente.

Los tubos son de acero al carbono cédula 10 sin costura, colocados roscados directamente a la válvula.

La rosca en la válvula está colocada en el diámetro interior, por tanto, el diámetro exterior del tubo de descarga es igual al interior de la descarga de la válvula sobre el cual esta roscado.

Los tubos de desfogue cuentan con capuchones protectores.

La válvula de alivio de presión donde se coloca el tubo de descarga cuenta de fábrica con punto de fractura.

i) Válvulas en los coples.

Los coples destinados al trasiego de Gas L.P. cuentan con válvulas internas de exceso de flujo y en los que no están en uso se colocó directamente en el cople del recipiente de almacenamiento, únicamente, tapón macho sólido.

En los coples de drenado se utiliza válvula de exceso de flujo; esta es seguida en el sentido del flujo por una válvula de globo, la cual esta obturada por un tapón macho.

Las válvulas de exceso de flujo están integradas en válvulas internas y están equipadas con actuadores de acción neumática, con accionamiento remoto.

Después de las válvulas internas colocadas en el recipiente, se instalaron en la tubería válvulas de cierre manual.

j) Válvulas de exceso de flujo.

Las válvulas de exceso de flujo utilizadas son indicadas para el tipo de cople (medio o completo) en el que están colocadas. El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo independientes o en las válvulas internas son las presentadas en la **tabla 1.1.2.2.**

**Tabla 1.1.2.2. Características de las válvulas.**

| Tipo de Válvula | Ø cople (mm) | Marca | Modelo | Caudal nominal de cierre lts/min (gpm) | | Cantidad (pza) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Medio Cople | Cople Completo | |
| Interna | 76 (3”) | REGO | A3213A300 | 1135.62(300) | 946.35 (250) | 4 |
| Interna | 50.8 (2”) | REGO | A3212R250 | 946.35 (250) | 492.10 (130) | 5 |

**Fuente:** Proyecto ejecutivo.

k) Válvulas de máximo llenado.

Los recipientes de almacenamiento cuentan con válvulas de máximo llenado marca CMS de 6.35 mm de diámetro y cumplen con las especificaciones siguientes:

- Están claramente identificadas en el recipiente de almacenamiento con respecto al porcentaje que indican (85% y 90% del volumen).
- Están instaladas directamente a los coples del recipiente de almacenamiento.
- Sus elastómeros son resistentes a la acción del gas L.P.

l) Bombas y compresores.

Las bombas y compresores instalados son para manejo de gas L.P.

Los compresores están instalados entre coples flexibles y las bombas están instaladas con cople flexible en la línea de succión, cuentan con válvula de alivio de presión, con tubería de desfogue y la descarga no se dirige a ningún elemento de la planta de distribución.

Las bombas están instaladas precedidas de un filtro en la tubería de succión y cuenta con válvula automática de retorno en la tubería de descarga; esta tubería retorna el producto a los recipientes de almacenamiento.

A continuación, en la **tabla 1.1.2.3.**, se visualizan las características de las bombas y compresores.

**Tabla 1.1.2.3. Características de bombas y compresores.**

| Cantidad | Equipo | Marca | Modelo | Capacidad | | Potencia del Motor (Hp) | Voltaje (v) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Lts/min | m3/hr | | |
| 2 | Bomba | Blackmer | LGLD3 | 424 | | 10 | 440 |
| 1 | Compresor | Corken | 491 | 813.33 | 48.8 | 15 | 440 |

**Fuente:** Proyecto ejecutivo.

m) Medidores.

Los medidores volumétricos instalados son del tipo turbina para la presión de diseño del sistema de trasiego. Están protegidos contra el tránsito vehicular por postes de concreto armado.

n) Sistemas de tuberías.

Las tuberías utilizadas en el sistema de trasiego son de acero al carbono A/SA-106B cédula 80 sin costura, cumpliendo con la Norma Mexicana NMX-B-177-1990. Las tuberías están unidas por conexiones roscadas de fundición maleable, para una presión máxima de trabajo de 140 Kg/cm2. Las roscas en las tuberías cumplen con lo indicado en la Norma Mexicana NMX-B-177-1990.

El sellador utilizado en las uniones roscadas está compuesto a base de materiales que, de acuerdo a la hoja técnica del fabricante, son resistentes a la acción del gas L.P.

o) Indicadores de flujo.

Se cuenta con indicador de flujo en la tubería de descarga de la toma de recepción y en la tubería de descarga de cada bomba. Los indicadores de flujo son del tipo mirilla de cristal que permite la observación del paso del gas L.P. y son adecuados para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm2).

p) Válvula de retorno automática.

En la tubería de descarga de la bomba se instaló una válvula de retorno automática, adecuada para una presión de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm2).

La tubería a la cual descarga la válvula no permite regresar el gas L.P. líquido, únicamente al recipiente de almacenamiento del cual se extrajo, por tanto, se cuenta con suficientes válvulas para que, durante la operación, estas permitan alinear la tubería de modo que se cumpla con este requisito.

q) Manómetros.

Los manómetros están instalados precedidos de una válvula de aguja, son del tipo amortiguados por líquido (glicerina) marca Winters, registran las lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 kgf/cm²) y están graduados en psi y kgf/cm² (doble escala).

r) Filtros.

Los instalados en la tubería de succión de la bomba son para una presión de trabajo 1.7 MPa (17.58 kgf/cm²) a temperatura ambiente. Su cuerpo es de fundición nodular.

s) Válvulas de operación manual.

Las válvulas de operación manual son de globo y de esfera, sus elastómeros son para el manejo de gas L.P. y sus cuerpos de fundición maleable, en la **tabla 1.1.2.4.**, se muestran las características entra cada una de ellas.

**Tabla 1.1.2.4. Características de las válvulas de operación.**

| Válvula | Marca | Presión de Diseño MPa (kg/cm2) | Clasificación |
|---|---|---|---|
| Esfera | Worcester | 20.68 (210.92) | 3000 WOG |
| Globo | Rego | 2.75 (28) | 400 WOG |
| Globo | Pypesa | 2.75 (28) | 400 WOG |

**Fuente:** Proyecto ejecutivo.

t) Válvulas de relevo hidrostático.

En los tramos de tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado gas L.P. líquido entre dos válvulas de operación manual o automática, exceptuando los tramos de manguera para llenado de recipientes transportables en las llenaderas, se instaló, entre ellas, una válvula de relevo hidrostático, como se observa en la **tabla 1.1.2.5.** La descarga de estas válvulas no está dirigida hacia un recipiente de almacenamiento.

**Tabla 1.1.2.5. Características de las válvulas de relevo.**

| Marca | Modelo | Ø mm (pulg) | Presión Nominal de Apertura MPa (kgf/cm2 ) | Material del cuerpo. |
|---|---|---|---|---|
| Rego | 3127 L | 6.35 (¼") | 2.75 (28) | Bronce |
| Rego | 3129 L | 13 (1/2") | 2.75 (28) | Bronce |
| **Fuente:** Proyecto ejecutivo. | | | | |

u) Válvulas de no retroceso y exceso de flujo.

Sus elastómeros son resistentes a la acción del gas L.P., las válvulas de no retroceso y exceso de flujo son elementos independientes, apropiadas para su uso en tubería y están instaladas precedidas, en el sentido del flujo, por una válvula de cierre de acción manual del tipo de globo o de esfera, en la **tabla 1.1.2.6.,** podemos ver las características de las válvulas.

**Tabla 1.1.2.6. Características de las vválvulas de no retroceso y exceso de flujo.**

| Válvula | Marca | Modelo | Ø mm (pulg) | Caudal Nominal de Cierre lts/min (gpm ) | Presión de Trabajo. MPa (kgf/cm2 ) | Material del Cuerpo. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No retroceso | Rego | A3186 | 51 (2") | | 3.28 (33.53) | acero |
| Exceso de Flujo | Rego | A3272G | 19 (3/4") | 75.70 (20) | | acero |
| Exceso de Flujo | Rego | A3282C | 31 (1 ¼") | 189.27 (50) | 3.28 (33.53) | acero |
| Exceso de Flujo | Rego | A3292B | 51 (2") | 378.54 (100) | 3.28 (33.53) | acero |
| **Fuente:** Proyecto ejecutivo. | | | | | | |

v) Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo.

Las tomas de recepción están soportadas por muretes de concreto armado anclados al piso por medio de zapatas de concreto armado.

El murete es el que se opone y resiste el esfuerzo previsible causado por el movimiento de un vehículo conectado a una manguera.

Las tomas de recepción y suministro cuentan con un punto de fractura.

w) Especificación para punto de fractura.

Los puntos de fractura no son de fábrica y su profundidad es tal que el espesor remanente está comprendido entre el 50% y el 80% del espesor de la pared del tubo, de acuerdo con la **tabla 1.1.2.7**.:

**Tabla 1.1.2.7. Especificación para punto de fractura.**

| Diámetro mm(pulg) | Cedula 40 | | Cedula 80 | |
|---|---|---|---|---|
| | Espesor remanente 50% mm | Espesor remanente 80% mm | Espesor remanente 50% mm | Espesor remanente 80% mm |
| 19.05 (3/4) | 1.44 | 2.30 | 2.47 | 3.34 |
| 25.40 (1) | 1.69 | 2.70 | 2.86 | 3.87 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 31.75 (1 ¼) | 1.78 | 2.85 | 3.24 | 4.34 |
| 38.10 (1 ½) | 1.84 | 2.94 | 3.27 | 4.64 |
| 50.80 (2) | 1.96 | 3.13 | 3.58 | 4.76 |
| 76.20 (3) | 2.75 | 4.39 | 4.88 | 6.51 |
| 101.60 (4) | 3.00 | 4.82 | 5.55 | 7.31 |
| **Fuente:** Proyecto ejecutivo. | | | | |

Algunas características del punto de fractura:

- No se tienen puntos de fractura en coples y/o abrazaderas de manguera.
- La conexión que antecede al niple donde se colocó el punto de fractura esta ahogada en el murete.
- El punto de fractura obliga la descarga del gas L.P. hacia arriba.
- La ubicación de las tomas es tal que, al descargar un vehículo, no se obstaculiza la circulación de otros.
- Se cuenta con una válvula de cierre manual que precede la boca en donde se conecta la manguera.
- La conexión de la toma está instalada de forma que la manguera está libre de dobleces bruscos.

x) Mangueras y sus conexiones.

Las mangueras cuentan con 2 capas de refuerzo de fibras textiles sintéticas, son de materiales resistentes a la acción del gas L.P. y para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm2) marca Gates 20BHB.

Las mangueras que está permanentemente conectada a la toma cuenta en su extremo libre con una válvula de operación manual.

y) Tomas de recepción.

Tomas de recepción para semi remolques y auto tanques para transporte.

Cada toma cuenta con:

- La de líquido, con válvula de no retroceso, válvula de cierre manual e indicador de flujo colocado, a no más de 3 m de la boca de la toma.
- La de vapor, con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o, como mínimo, con una válvula interna con actuador de tipo hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico.

z) Tomas de suministro.

En la boca de vapor, se cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota.

En la boca de líquido, se cuenta con válvula de no retroceso, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota.

Todos los criterios que se tomaron para el diseño del proyecto, en particular en este punto del área de proyecto mecánica se delimito a partir de la NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, con esto el proyecto se encuentra dentro de los lineamientos y especificaciones técnicas mínimas de seguridad que se deben cumplir en el territorio nacional para el diseño, construcción y operación de las plantas de distribución de Gas L.P.

### 1.1.3. Proyecto sistema contra incendio.

a) La cantidad y capacidad de extintores.

**Sistema de protección por medio de extintores.**

El sistema de prevención contra incendio constara de extinguidores cuyas capacidades mínimas serán de 9.00 kg de polvo químico seco (P.Q.S.) de tipo ABC, a excepción de los que estarán instalados en los tableros de control eléctrico los cuales serán de bióxido de carbono ($CO_2$).

Los extintores estarán colocados según se muestra en el plano por el signo convencional que se encuentran en el **anexo 7**y en la forma siguiente que se presenta en la **tabla 1.1.3.1.**:

**Tabla 1.1.3.1. Distribución de los puntos de extintores.**

| Ubicación | Cantidad |
|---|---|
| Toma de recepción | 1/cada toma |
| Toma de suministro | 1/cada toma |
| Muelle de llenado para recipientes transportables | 1 /c 5 llenadoras |
| Fuente de calor del sistema de llenado | 1 |
| Zona de almacenamiento | 1 /cada recipiente |
| Bombas y compresores para Gas LP | 1 / cada equipo |
| Bombas de agua contraincendios | 1/cuarto de bombas |
| Estacionamiento de vehículos y auto tanques | 1/c 10 cajones |
| Sistema de vaciado de Gas LP | 1 |
| Caseta de vigilancia | 1 |
| **Fuente:** Proyecto ejecutivo. | |

b) Sistema de manejo de agua a presión.

**Equipos de bombeo.**

Se utiliza el mismo equipo de bombeo para abastecer simultáneamente tanto al sistema de hidrantes, así como el sistema enfriamiento por aspersión de agua. Por esto, el sistema está diseñado tomando en cuenta que simultáneamente funciona el sistema de aspersión del recipiente de almacenamiento de mayor área y los dos hidrantes hidráulicamente más desfavorables de acuerdo a su caída de presión. El sistema contra incendio funcionará con un motor eléctrico conectado y otro de combustión interna como alternativa, ambos conectados a su respectiva bomba.

El caudal y presión de bombeo mínimos de cada uno de los equipos debe de estar de acuerdo a los requisitos del sistema de agua contra incendio que abastecen; dichos requisitos fueron calculados siguiendo los siguientes criterios.

Para el sistema de hidrantes 525 L/min. Para el sistema de enfriamiento por aspersión de agua: es el requerido según el cálculo hidráulico para que se cubra con aspersión directa el área indicada en el inciso B (determinación del gasto requerido), la cual es establecida usando como base el recipiente de almacenamiento de la planta de distribución que presente la mayor superficie, considerando que por la boquilla hidráulicamente más desfavorable se debe emitir el caudal necesario para aplicar 10 L de agua por minuto a cada metro cuadrado de la superficie del recipiente de almacenamiento, cubierto por el cono de agua que hacia él se proyecte desde dicha boquilla.

**Presión mínima de bombeo.**
La presión mínima de bombeo será la requerida según el cálculo para que, en la descarga del elemento hidráulicamente más desfavorable, se tenga una presión manométrica mínima de: hidrantes: 0.2942 MPa (3 kgf/cm²).

Sistema de enfriamiento por aspersión de agua Sera la requerida según cálculo para que, en la boquilla hidráulicamente más desfavorable, se alcancen las condiciones mínimas de caudal establecidas, asimismo, se establece de acuerdo con el coeficiente de descarga de la boquilla utilizada y, para el caso de la hidráulicamente más desfavorable, no menor a 0.1471 MPa (1.5 kgf/cm2).
Como el sistema de bombeo alimenta tanto al sistema de hidrantes como al sistema de enfriamiento por aspersión de agua, la presión mínima será la que resulte al calcular el sistema considerando el caudal total conducido.

Los hidrantes cuentan con, una manguera de longitud máxima de 30 m, diámetro nominal mínimo de 38 mm (1.5”) y las mangueras equipadas con boquilla reguladora que permite surtir neblinal.

El sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto tanques y vehículos de reparto.

Las áreas mencionadas quedan dentro del radio de cobertura de los hidrantes.

c) Sistemas auxiliares (alarmas, sistemas de comunicación, rociadores, antichispas, etc.).

**Sistema contra incendios.**
El sistema contraincendios contara con:

Con un sistema de protección contra incendio constituido por 3 hidrantes exteriores que se muestran en el plano adjunto, los cuales serán de tipo gabinete de mirilla equipados con manguera de hule y lona recubierta con poliéster de una longitud de 30 m, además contaran con chiflones de 3 posiciones de chorro sólido, cada uno de estos hidrantes operan con un gasto de 175 lts/min por lo que el sistema completo funcionara a 525 lts/min pudiendo operar durante 1 hora, 16 minutos en forma ininterrumpida. Estas estaciones estarán localizadas en sitios estratégicos para bañar las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto tanques, para lo cual se cuenta con suficiente longitud de manguera (30 m).

Para proporcionar enfriamiento al tanque de almacenamiento se instalará un anillo alimentador sobre el domo del cual saldrá una serie de 24 boquillas aspersores que producirán la irrigación necesaria, distribuida en la parte superior del tanque.

En la red general se tendrá una toma siamesa localizada en el lado noroeste de la planta, para conectar a los sistemas contra incendio de los bomberos, dicha toma se encontrará en el exterior de la planta en un lugar de fácil acceso.

La red de tuberías se construirá de tubo de acero al carbón galvanizado cédula 40, roscable, siendo de 101 mm a la salida de la bomba hasta conectarse con el anillo aspersor, de ahí la tubería se reducirá a 50.8 mm que es el diámetro de la tubería del anillo.

En cuanto a los hidrantes existirán derivaciones de 50.8 mm para su alimentación. Los tramos de tubería subterránea estarán protegidos especialmente contra la corrosión y contra daños mecánicos a

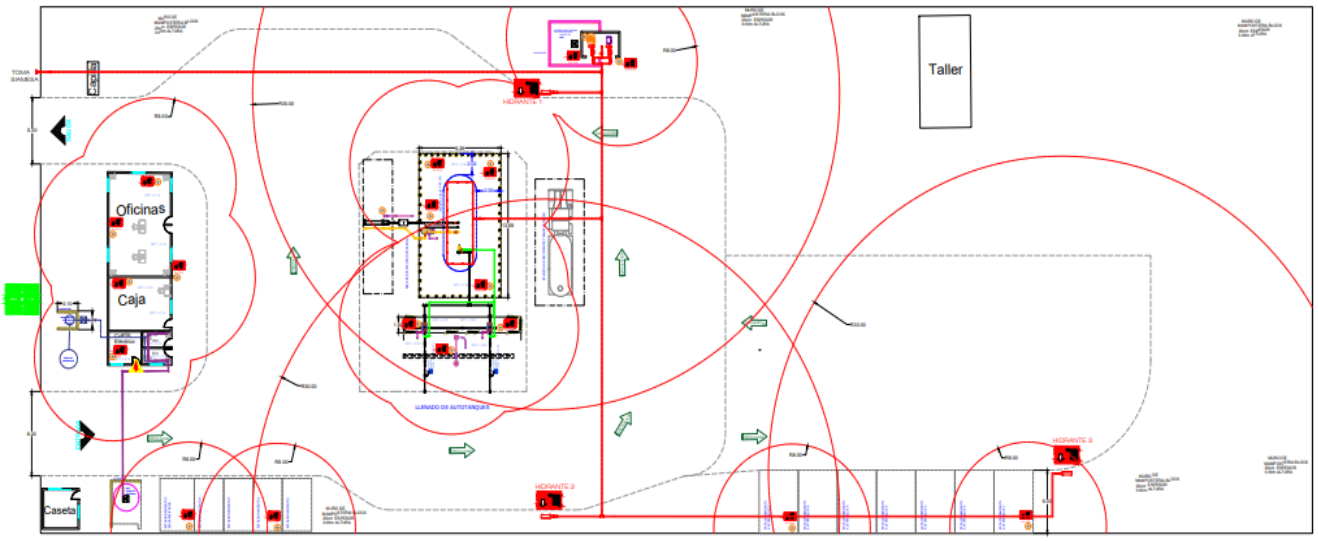
consecuencia del paso de vehículos. Sobre los tanques habrá tuberías que estarán montadas sobre una estructura soportada desde el nivel de piso terminado del área de almacenamiento, en tal forma que no existirá contacto con el tanque de almacenamiento.

Para proporcionar el suministro necesario de agua se contempla con una cisterna de 40,000 lts.

Para operar este sistema contaremos con una bomba movida por un motor de combustión interna de 45 HP, y otra bomba operada por motor eléctrico de 20 HP, cada una de estas bombas nos generan un flujo de 1,493 lts. por minuto, a una presión de 3.0 kg/cm² como mínimo.

En la **figura 1.1.3.1** que se presenta a continuación, se representa el plano de distribución y localización del equipo contra incendios, en este caso extintores.

**Figura 1.1.3.1. Distribución de los extintores.**




**Fuente:** Proyecto ejecutivo.

## 1.2. Descripción detallada del proceso.

### Recepción de gas L.P.

La planta de almacenamiento recibe el gas por medio de semirremolques sencillos o dobles con tanques con capacidad de 45,000 litros cada uno y transportan el gas desde las instalaciones de Pemex Refinación.

Al ingresar el transporte al predio de la planta se efectúan los siguientes pasos:

El operador del transporte al llegar a la Planta, entrega la factura del combustible al encargado de la Planta el cual verifica que el destino sea el correcto, la cantidad marcada, número de transporte, se anota la hora y fecha de entrada en el documento, se revisa el sello del semi remolque, en caso de que se

encuentre roto o violado se devuelve el transporte a su destino sin descargar, en caso de proceder se toman los datos de presión, temperatura y volumen de líquido contenido, por medio del termómetro, manómetro y medidor de nivel de líquido Magnetel, anotándose estos valores en el mismo documento.

Al terminar la descarga, el encargado sella la factura original de recibido y se la entrega al chofer, quedándose con una copia.

Cuando entra el semirremolque a la Planta, sólo el conductor podrá ir dentro de la cabina y si existen más personas, éstas deberán aguardar fuera de las instalaciones

Ya dentro de las instalaciones, el conductor se deberá dirigir el vehículo al sitio de descarga. Cuando el transporte esté en posición de descarga, el operador de la descarga deberá realizar las siguientes maniobras:

1. Verificación de su destino y procedencia.
2. Apagar el motor.
3. Se mantiene estacionado el semi remolque el tiempo necesario para que el gas L.P. se estabilice.
4. El llenador tomará la lectura en el medidor-rotativo del porcentaje de gas con que llega, anotándolo en el control de despacho.
5. Verificación, por medio del indicador de nivel Rotogage del tanque, el volumen de gas contenido en el tanque de almacenamiento para definir la cantidad de gas que se va a recibir.
6. Toma de la presión y temperatura que tiene el líquido en el tanque de almacenamiento, por medio del termómetro y manómetro instalado en el propio tanque.
7. Colocación de calces en las ruedas, ganchos de seguridad y conexión a tierra del semirremolque.
8. Se conectan las mangueras de líquido y de vapor de descargas al tanque del semirremolque.
9. Se purgan tuberías de descarga para eliminar posibles contenidos de líquido en su interior.
10. Si la presión del transporte es menor que la del almacén, se abren las válvulas de vapor del tanque de almacenamiento para igualar presiones, pero si es mayor, se abren lentamente las válvulas de líquido para evitar cambios bruscos en la presión y que puedan ocasionar el cierre de la válvula de exceso de flujo, descargando así por gravedad hasta igualar presiones.
11. Una vez que se tiene igualdad de presiones tanto en el almacén como en el autotransporte, se procede a efectuar lo siguiente:

a) Revisar que el nivel de aceite del compresor sea el correcto.
b) Verificar la posición de las válvulas de 4 vías del compresor y las válvulas de cierre rápido en la línea de vapor, para igualar la presión del compresor al semirremolque a descargar.
c) Hecho lo anterior, arrancar el compresor, para que mediante el aumento de vapor dentro del autotanque se desplace el líquido hacia los almacenes.

Es importante que, al iniciar la descarga, con ayuda de las válvulas de aguja, las cuales se encuentran en las líneas de líquido, se tome una muestra de gas en el hidrómetro, con el fin de verificar la temperatura, presión y densidad del gas L.P. de cada transporte que se descargue.

Al concluir la descarga se procederá a:

1. Parar el compresor.
2. Verificar que no exista gas en las tuberías de descarga, por medio de las válvulas de purga.
3. Verificar el nivel del líquido gas L.P. remanente en el tanque del semirremolque por medio del medidor Magnetel, y anotarlo en la hoja de control de recibo de gas. Por medio de la diferencia de

las lecturas tomadas antes de la descarga del semirremolque y después de la descarga se determina el volumen suministrado, anotándose en la hoja de control de recibo de gas.

4. Verificar el nivel del líquido gas L.P. por medio del medidor Rotogage del tanque de almacenamiento de la Planta. Por medio de la diferencia de las lecturas tomadas antes y después del llenado se obtiene la cantidad de gas L.P. descargado al tanque, este debe coincidir con el volumen descargado del tanque del semirremolque el volumen suministrado, anotándose en la hoja de control de recibo de gas.

En caso de que todo el contenido de gas L.P. del semirremolque sea descargado se procede a invertir las palancas de flujo de vapor del compresor y se pone en servicio para extraer el gas remanente del tanque del semirremolque. Concluido lo anterior se procede a cerrar las válvulas de cierre rápido, apagar el compresor para invertir las palancas de flujo de vapor, volviendo a hacer funcionar el compresor, sacando así la presión existente en el transporte. Se desconectan las mangueras de líquido, se purgan las válvulas del líquido para verificar que sólo tienen presión.

Cuando la presión en el tanque es de 2 ½ kg/cm2, la operación de descarga ha terminado, desconectando la manguera de vapores, se quitan trancas y se desconecta la tierra del vehículo. Ya, por último, se anota el volumen del gas recibido por el documento entregado por el chofer del semirremolque, lo firma el encargado de la Planta, entregándole la original al chofer quedándose con una copia en la Planta.

Para salir el autotransporte de la planta, el vigilante verifica que el transporte ha sido descargado mediante el medidor radiactivo (Roto-gage), para posteriormente darle paso y registrar la hora de salida, la fecha, el porcentaje y la presión.

Las mangueras que se usan especiales para conducir gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del gas L.P., estarán diseñadas para una presión de trabajo de 24.60 kg/cm2 y a una presión de ruptura de 140 kg/cm2.

Para la carga de auto tanques se elabora un formato “reporte de gas surtido” en donde se anota la fecha, la cantidad que tiene el autotanque al entrar y la cantidad al terminar de cargar. La lectura se toma en el indicador de nivel Magnetel y la firma del supervisor y el responsable de la unidad. El auto tanque se lleva hasta la posición de carga, se paga el motor, se frena y se ponen calces en una de las ruedas traseras, adelante y detrás de ella.

El llenador toma la lectura en el medidor rotativo el porcentaje de gas con que llega, anotándolo en el control de despacho. Conecta a tierra la unidad con el borne de bronce y se coloca el gancho de seguridad.

**Almacenamiento de gas L.P.**
El almacenamiento del gas L.P. será en un tanque del tipo intemperie cilíndrico-horizontal con capacidades de 66,000 lts. al 100% de agua. De este tanque se toma el gas para el llenado de cilindros portátiles, el llenado de autotanques que se utilizan para venta al público que tienen tanques estacionarios.

Se efectúa una revisión constante de la temperatura del líquido contenido en el tanque, en caso de que llegue a 37.8°C se procede a accionar el rociador de agua que se encuentra sobre el tanque para enfriarlo evitando así algún riesgo por la elevación de temperatura.

Los tanques de almacenamiento solo se llenan hasta un máximo del 90 % de su capacidad, en la Planta el llenado normalmente se hace hasta un 85 %.

**Preparación del llenado de auto tanque de gas L.P.**
Se conectan las mangueras primeramente de vapor, abriendo la correspondiente válvula con el fin de igualar la presión del tanque a las del almacén, hecho esto, se conecta la manguera del gas-liquido abriéndola lentamente para que la válvula de exceso de flujo existente en la tubería no cierre, obstruyendo el llenado.

**Suministro y llenado de auto tanques de gas L.P.**
El llenado de auto tanques se efectúa por medio de una bomba la cual succiona el gas del tanque de almacenamiento. Frecuentemente se debe verificar que el gas-líquido como el gas-vapor este fluyendo normalmente, esto se verifica por medio de las mirillas de observación u ojos de buey que se encuentran en las líneas de llenado.

Se coloca el medidor rotativo al 90%, se abre la válvula de purga o llenado máximo del auto tanque, la cual sirve para indicar cuando el nivel del líquido llega a este porcentaje, dándose por terminado el llenado del auto tanque.

Se cierran válvulas manuales y se desconectan mangueras.

Se quitan calces de las llantas y se desconectan de tierra. Se anota el control de llenado el volumen de gas cargado. Se retira el vehículo del área de llenado.

El llenado de auto tanques se va a realizar con dos bombas marca Blackme, modelo LGLD3 de 3”, funcionando a 640 RPM. Cada una estará acoplada a un motor de 10HP, obteniendo una capacidad de bombeo de 503 lts/min. con una presión diferencial promedio de 3kg/cm2.

Operando con gas propano, la bomba tiene una eficiencia del 80% que equivale a una capacidad de bombeo real de 402 lts/min.

Esa eficiencia equivale más o menos a 32°F (-0° C) a mayores temperaturas puedes esperar una mayor eficiencia con propano, para efectos de calculo es correcto.

**Materias primas.**
Derivado a la naturaleza del proyecto no se contempla la utilización de otras sustancias que no sea el GAS L.P., tal como se describe en la **tabla 1.2.1.,** el consumo anual y la forma de almacenamiento que se tendrá dentro de la planta de distribución:

**Tabla 1.2.1. Insumos utilizados.**

| Sustancia | Consumo Anual | Unidad | Estado Físico | Almacenamiento |
|---|---|---|---|---|
| GAS L.P. | 264 | Ton | Liquido | Tanque de 66,000 litros |

**Fuente:** Proyecto ejecutivo.

**Residuos.**
**Residuos peligrosos.**
El mantenimiento de vehículos, genera residuos peligrosos tales como filtros, estopas, envases impregnados de aceites, etc., estos residuos corresponden a residuos peligrosos, los cuales, si no son manejados adecuadamente, pueden generar la contaminación del suelo.

Debido a esto, cada residuo es clasificado en residuos sólidos peligrosos y residuos líquidos peligrosos, cada tipo de residuo se almacena en un lugar específico para esta actividad, por medio de recipientes cerrados, sellados y con el nombre del residuo almacenado.

El almacén está cerrado y techado y cuenta con letreros preventivos. Posteriormente, una empresa autorizada, contratada por el promovente se encarga de su manejo y disposición final, cumpliendo con la normatividad correspondiente a esta actividad. Residuos sólidos domésticos.

**Residuos sólidos urbanos.**
En la planta se cuenta con tambos utilizados para la disposición de residuos sólidos domésticos. Estos tambos son de 200 litros, con tapa y rotulados para cada tipo de residuo generado. Se contará con un contenedor de 3 m3 para el almacenamiento temporal de los RSU, para que posteriormente seas recolectados por una empresa prestadoras de servicios de residuos y los lleve al relleno Sanitario de TECMED para su disposición final.

**Residuos de manejo especial.**
Derivado de la valoración del tipo de residuos generado este será enviado a reciclaje o al relleno sanitario dependiendo de la cantidad generada, se contratarán empresa autorizadas para el manejo de RME en el estado de Tamaulipas.

Durante la duración en que se desarrolle el proyecto se proyecta una generación de diferentes tipos de residuos de cómo se observa en la **tabla 1.2.2.**

**Tabla 1.2.2. Listados de residuos generados.**

| Tipo de residuo | Descripción del residuo. | Cantidad mensual esperada. |
|---|---|---|
| Residuos sólidos urbanos. | Plástico, aluminio, vidrio, papel, cartón, hule, desechables. | 150 kg |
| | Residuos de comida. | 300 kg |
| Residuos peligrosos. | Aceite lubricante gastado. | 500 L |
| | Acumuladores. | 2 piezas |
| | Sólidos Impregnados con grasas y aceites resultantes de actividades de mantenimiento. | 100 kg |
| Aguas residuales. | Aguas residuales de tipo sanitario. | 5 000 L |
| Residuos de manejo especial. | Residuos de construcción: cemento, block, tabique y otros. | 150 kg |
| **Fuente:** Proyecto ejecutivo. | | |

### 1.2.1. Hojas de seguridad.
La única sustancia utilizada en la operación de la planta de almacenamiento de gas L.P., que podría provocar un riego a la salud sería el gas L.P., tal como se describe en la **tabla 1.2.1.1**, de igual manera en la **tabla 1.2.1.2** podremos observar la composición que tiene el gas L.P.

| **Tabla 1.2.1.1. Sustancia utilizada.** | | | |
|---|---|---|---|
| **Sustancia** | **Consumo Anual** | **Unidad** | **Estado Físico** |
| GAS L.P. | 264 | Ton | Liquido |
| **Fuente:** Proyecto ejecutivo. | | | |

| **Tabla 1.2.1.2. Composición del gas L.P.** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre de los componentes.** | **%** | **No. CAS.** | **No. UN.** | **LMPE: PPT, CT.** | **IPVS.** | **Grado de riego.** | | |
| | | | | | | **S** | **I** | **R** |
| Propano | 60 | 74-98-6 | 1075 | Asfixiante simple | 2100 ppm | 1 | 4 | 0 |
| Butano | 40 | 106.97-8 | 1011 | PPT:800 ppm | ----- | 1 | 4 | 0 |
| Etil-mercaptano (odorizante) | 0.0017-0.0028 | 75.08-1 | 2363 | PPT: 0.95 ppm CT: 2 ppm | 500 ppm | 2 | 4 | 0 |
| **Fuente:** Proyecto ejecutivo. | | | | | | | | |

En el **anexo 4** se encuentra la hoja de seguridad con las especificaciones de sus propiedades, riesgos a la salud, forma de manejo y que hacer en caso de una emergencia.

### 1.2.2. Almacenamiento.

- Cantidad.

En el proyecto se utilizará un tanque de almacenamiento de 66,000 litros de capacidad, con los accesorios necesarios de la zona de tanques de almacenamiento al área de llenado de auto tanques.

- Código o estándares de construcción.

Su fabricación cumplirá con la Norma Oficial Mexicana DGN-B94- 1958 aplicable y vigente en su fecha de fabricación.

Su diseño y fabricación será en base a la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-009-SESH-2011, Recipientes para contener gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba.

- Dimensiones.

La zona de almacenamiento tiene un área de 114.7 m² y cuenta con piso con terminación de concreto y con desnivel que permite desalojo del agua pluvial. El nivel de la zona de almacenamiento es de 0.20 m NPT (Nota Técnica de Prevención).

- Capacidad máxima de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento será de una capacidad de 66,000 litros, será un recipiente de tipo intemperie marca INGUSA.

- Protección contra impacto vehicular.

El recipiente de almacenamiento, bombas, compresores y tuberías están sobre un nivel de piso terminado de 0.20 metros, el área donde se encuentra el tanque de almacenamiento cuenta con protección por murete de concreto armado con altura mínima de 0.60 m y sección transversal de 0.20 m por 0.20 m, con un claro máximo entre elementos de 1.00 m, y cuenta con protección en “U” en la zona de llenado (suministro) de auto tanques los cuales consisten en un tubo de acero al carbono de 102.00 mm de diámetro, cédula 40 sin costura, enterrados no menos de 0.90 m bajo el NPT. La parte alta del elemento

horizontal debe quedar a no menos de 0.60 m sobre NPT y espaciados a no menos de 1.00 m entre caras de otra protección en "U", cuando así aplique.

Estos tipos de protección permiten amplia ventilación natural y fácil acceso a los elementos y controles. Las tomas de recepción están protegidas por muretes de concreto armado de 0.30 m de espesor y altura de 1.00 m.

Las tomas de suministro están protegidas por una isleta de concreto armado de 0.70 cm de altura y 20 cm de espesor en sus muros.

El piso del área de almacenamiento tiene terminación de concreto y cuenta con desnivel que permite el desalojo de aguas pluviales.

- Sistema contra incendio y seguridad.

Para proporcionar enfriamiento al tanque de almacenamiento se instalará un anillo alimentador sobre el domo del cual saldrá una serie de 24 boquillas aspersores que producirán la irrigación necesaria, distribuida en la parte superior del tanque.

- Localización dentro del arreglo general de la planta.

El predio del proyecto cuenta con una superficie de 6,500 m2, ubicado en el Lote 12 de la Manzana 4A, parque industrial de la pequeña y mediana industria, Altamira, Tamaulipas,
En cuanto a la superficie (en m2) para las obras permanentes, corresponde a 4,166.95 m2 y 2,333.05 m2 que no estarán en uso, en la figura 1.2.2.1 se muestra la planta de conjunto de la superficie del predio y en la **tabla 1.2.2.1** se enlistan las áreas y superficies con las que contará la Planta de Distribución de Gas LP. IDALGO COMPANY, S.A DE C.V.

El proyecto contempla, una superficie de 6,500 m2 distribuido en las siguientes superficies:

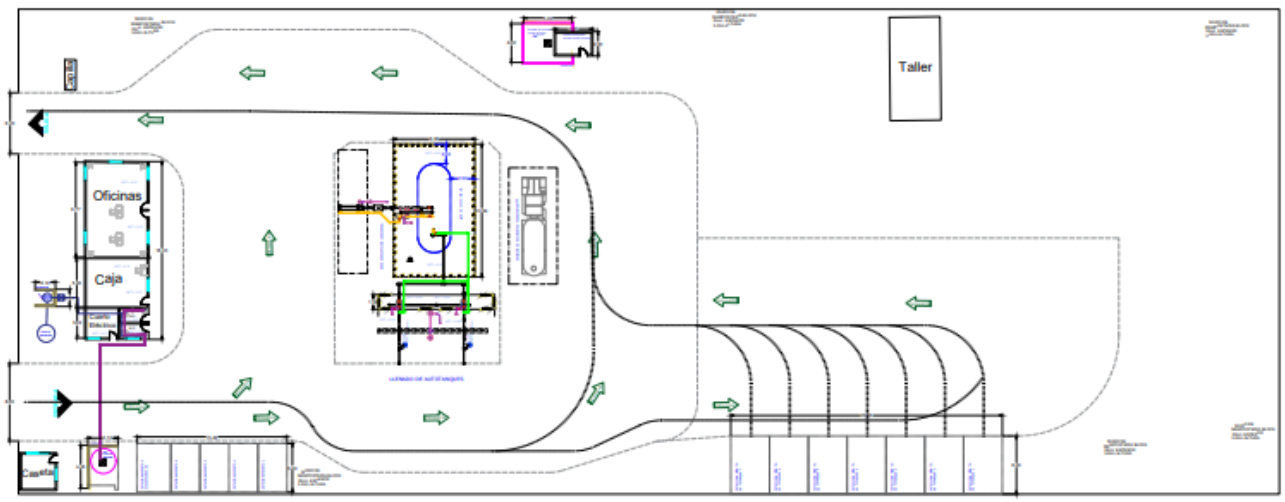
**Tabla 1.2.2.1. Distribución de las superficies del proyecto.**

| Área | Superficie |
|---|---|
| Área de Tanque | 114.7 m2 |
| Oficinas | 121.15 m2 |
| Estacionamiento de Auto tanques | 168 m2 |
| Estacionamiento de Autos | 77.53 m2 |
| Cuarto contra Incendio | 10 m2 |
| Taller | 55.75 m2 |
| Caseta | 14.82 m2 |
| Área de Revisión de Auto tanques | 60 m2 |
| Área de Descarga | 73 m2 |
| Área de Suministro | 108 m2 |
| Circulación | 3,364 m2 |
| Superficie sin uso | 2,333.05 m2 |
| Superficie Total | 6,500.00 m2 |

**Fuente:** Proyecto ejecutivo.

En el **anexo 1**, se presenta el plano de planta de conjunto del proyecto planta de distribución de gas LP con una capacidad de 66,000.00 litros. IDALGO COMPANY, S.A DE C.V.

**Figura 1.2.2.1. Planta de Conjunto del proyecto.**




**Fuente**: Proyecto ejecutivo.

- **Cimentación para bases de tanques.**

El piso tendrá una terminación de concreto, adoquín o material similar, y contará con un desnivel mínimo de 1%, ya que no se permite el piso de asfalto.

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5 Ton/m2, valor crítico para un subsuelo poco compacto, usado solo con fines de cálculo.

- **Características de las bases de sustentación de los tanques de almacenamiento.**

Los Recipientes de almacenamiento, son colocados en las bases de sustentación, las cuales son construidas con materiales incombustibles.

Las bases de sustentación se diseñan para permitir los movimientos de dilatación-contracción del recipiente.

Cuando se utilice unión atornillada para unir la base y el recipiente, ésta debe pasar por orificios ovales o circulares holgados;

No se permite soldar la pata del recipiente a la base de sustentación.

En el caso de que las bases de sustentación sean construidas con materiales no metálicos, para recipientes diseñados para apoyarse en patas, deben cumplir con lo siguiente:

- ✓ Ser como mínimo 0.04 m, más anchas que las patas.
- ✓ La pata debe quedar a no menos de 0.01 m, de la orilla de la base.

Las bases de sustentación metálicas de los recipientes diseñados para apoyarse en patas pueden ser menos anchas que éstas. En todos los casos, dos de las patas deben quedar unidas en las bases

mediante unión atornillada de cuando menos 12.70 mm, y las que las enfrenta libres. Las patas fijas deben quedar en el mismo extremo de una de las cabezas, y

Para el cálculo de las bases de sustentación, como mínimo debe considerarse que el recipiente se encuentra completamente lleno con un fluido cuya densidad sea de 0.60 kg/l.

- Bases de sustentación para los recipientes de almacenamiento horizontales.

Los recipientes diseñados para apoyarse en bases de sustentación tipo "cuna" deben quedar colocados en ellas sobre sus placas de apoyo; para este tipo de sustentación no se permite el uso de recipientes sin placas de apoyo, y

Entre la placa de apoyo y la base de sustentación tipo "cuna", debe colocarse material impermeabilizante para reducir los efectos corrosivos de la humedad.

- Colocación de recipientes de almacenamiento.

Entre la placa de apoyo de los recipientes y la base de sustentación se colocó material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

- Área de carga de llenado para recipientes auto tanques (recipientes no transportables).

Como se muestra en los planos de los **anexos,** el área de suministro de auto tanques tiene un área de 108 metros cuadrados y con piso de concreto, el área donde se encuentran las bombas tiene 0.20 metros sobre NPT, y el área donde se colocan los auto tanques tiene terminación por piso de concreto y 0.00 metros sobre NPT. Se cuenta con protecciones en U para proteger las bombas y tuberías de impactos vehiculares y un pequeño tope de concreto para delimitar hasta donde puede colocarse el auto tanque sin colisionar con las protecciones en U.

Los recipientes de almacenamiento cuentan con placa de identificación y con dictamen de evaluación ultrasónica de espesores para cada recipiente, que establece que son aptos según los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya, emitido por una unidad de verificación acreditada y aprobada en dicha norma, el cual se obtiene cada 5 años

### 1.2.3. Equipos de proceso y auxiliares.

A continuación, se presentan en la **tabla 1.2.3.1.,** los equipos y auxiliares dentro del tanque de almacenamiento de gas lp.

**Tabla 1.2.3.1. Equipos de proceso y auxiliares.**

| Equipo | Nomenclatura del equipo | Características y capacidad | Especificaciones | Vida útil (indicada por el fabricante) | Tiempo estimado de uso | Localización |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tanque de almacenamiento. | N° 1 | Acero al Carbón 66,000 litros | NOM DGN-B94-1958 | 20 años | 20 años | Área almacenamiento . |
| Bomba | B-1 | 424 lt/miin | Blacker (LGLD3) | 10 años | 10 años | Área de protección al tanque. |
| Bomba | B-2 | 424 lt/miin | Blacker (LGLD3) | 10 años | 10 años | Área de protección al tanque. |
| Compresor | C-1 | 48.8 $m^3$/hrr | Corken (Mod 491) | 10 años | 10 años | Área de protección al tanque. |

**Fuente: Proyecto Ejecutivo.**

En el **anexo 3** se presenta los planos de diseño, las memorias de cálculo sobre el diseño mecánico de los principales equipos de proceso y sistemas de conducción, señalando las normas aplicadas.

a) Indicador de nivel.

Los indicadores de nivel de líquido son del tipo flotador con indicador magnético, marca Magnetel.

b) Manómetros.

Los manómetros están instalados precedidos de una válvula de aguja, son del tipo amortiguados por líquido (glicerina), registran lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 kgf/cm²) y están graduados en psi y kgf/cm² (doble escala) son de la marca Winters.

c) Termómetros.

La medida nominal de su caratula es de 50.8mm y registra temperaturas entre 253.15K (-20°C) y 323.15K (50°C) con escala en graduada en Celsius.

d) Válvulas en el recipiente de almacenamiento.

Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas son de acero, fundición maleable, fundición nodular, bronce o latón.

Las válvulas internas, de exceso de flujo y de no retroceso son adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm2).

e) Válvulas de alivio de presión.

Las válvulas de alivio de presión instaladas en cada recipiente de almacenamiento están calibradas por el fabricante para una presión de apertura de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm2). (Rego, modelo 3135G).

Los elastómeros en las válvulas de alivio de presión son resistentes a la acción del gas L.P.

Las válvulas de alivio de presión tienen una capacidad de descarga de 131 m3 estándar de aire por minuto por lo que cuentan con tubos metálicos de descarga con una longitud de 2m, colocados verticalmente.

Los tubos son de acero al carbono cédula 10 sin costura, colocados roscados directamente a la válvula.

La rosca en la válvula está colocada en el diámetro interior, por tanto, el diámetro exterior del tubo de descarga es igual al interior de la descarga de la válvula sobre el cual esta roscado.

Los tubos de desfogue cuentan con capuchones protectores.

La válvula de alivio de presión donde se coloca el tubo de descarga cuenta de fábrica con punto de fractura.

f) Válvulas en los coples.

Los coples destinados al trasiego de gas L.P. cuentan con válvulas internas de exceso de flujo y en los que no están en uso se colocó directamente en el cople del recipiente de almacenamiento, únicamente, tapón macho sólido.

En los coples de drenado se utiliza válvula de exceso de flujo; esta es seguida en el sentido del flujo por una válvula de globo, la cual esta obturada por un tapón macho.

Las válvulas de exceso de flujo están integradas en válvulas internas y están equipadas con actuadores de acción neumática, con accionamiento remoto.

Después de las válvulas internas colocadas en el recipiente, se instalaron en la tubería válvulas de cierre manual.

g) Válvulas de exceso de flujo.

Las válvulas de exceso de flujo utilizadas son indicadas para el tipo de cople (medio o completo) en el que están colocadas.

El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo independientes o en las válvulas internas son los siguientes de la **tabla 1.2.3.2.**

**Tabla 1.2.3.2. Tipo de Válvulas de exceso de flujo.**

| Tipo de Válvula | Ø cople (mm) | Marca | Modelo | Caudal nominal de cierre lts/min (gpm) | | Cantidad (pza) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Medio Cople | Cople Completo | |
| Interna | 76 (3”) | REGO | A3213A300 | 1135.62(300) | 946.35 (250) | 4 |
| Interna | 50.8 (2”) | REGO | A3212R250 | 946.35 (250) | 492.10 (130) | 5 |

Fuente: Proyecto ejecutivo.

h) Válvulas de máximo llenado.

Los recipientes de almacenamiento cuentan con válvulas de máximo llenado marca CMS de 6.35 mm de diámetro y cumplen con las especificaciones

a) Están claramente identificadas en el recipiente de almacenamiento con respecto al porcentaje
b) que indican (85% y 90% del volumen).
c) Están instaladas directamente a los coples del recipiente de almacenamiento.
d) Sus elastómeros son resistentes a la acción del gas L.P.

i) Medidores.

Los medidores volumétricos instalados son del tipo turbina para la presión de diseño del sistema de trasiego. Están protegidos contra el tránsito vehicular por postes de concreto armado.

j) Indicadores de flujo.

Se cuenta con indicador de flujo en la tubería de descarga de la toma de recepción y en la tubería de descarga de cada bomba. Los indicadores de flujo son del tipo mirilla de cristal que permite la observación del paso del gas L.P. y son adecuados para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm2).

k) Válvula de retorno automática.

En la tubería de descarga de la bomba se instaló una válvula de retorno automática, adecuada para una presión de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm2).

La tubería a la cual descarga la válvula no permite regresar el gas L.P. líquido, únicamente al recipiente de almacenamiento del cual se extrajo, por tanto, se cuenta con suficientes válvulas para que, durante la operación, estas permitan alinear la tubería de modo que se cumpla con este requisito.

l) Conectores flexibles.

Los conectores flexibles instalados son metálicos para una presión de diseño mínima de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm2) y con una longitud máxima de 50 cm.

m) Filtros.

Los instalados en la tubería de succión de la bomba son para una presión de trabajo 1.7 MPa (17.58 kgf/cm²) a temperatura ambiente. Su cuerpo es de fundición nodular

n) Válvulas de operación manual.

Las válvulas de operación manual son de globo y de esfera, sus elastómeros son para el manejo de gas L.P. y sus cuerpos de fundición maleable, como se muestra en la **tabla 1.2.3.3.**

**Tabla 1.2.3.3. Tipo de válvulas de operación manual.**

| Válvula | Marca | Presión de Diseño MPa (kg/cm²) | Clasificación |
|---|---|---|---|
| Esfera | Worcester | 20.68 (210.92) | 3000 WOG |
| Globo | Rego | 2.75 (28) | 400 WOG |
| Globo | Pypesa | 2.75 (28) | 400 WOG |

**Fuente**: Proyecto ejecutivo.

o) Válvulas de relevo hidrostático.

En los tramos de tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado gas L.P. líquido entre dos válvulas de operación manual o automática, exceptuando los tramos de manguera para llenado de recipientes transportables en las llenaderas, se instaló, entre ellas, una válvula de relevo hidrostático. La descarga de estas válvulas no está dirigida hacia un recipiente de almacenamiento, como se muestra en la **tabla 1.2.3.4.**

**Tabla 1.2.3.4. Características de válvulas de relevo hidrostático.**

| Marca | Modelo | Ø mm (pulg) | Presión Nominal de Apertura MPa (kgf/cm²) | Material del cuerpo. |
|---|---|---|---|---|
| Rego | 3127 L | 6.35 (1/4") | 2.75 (28) | Bronce |
| Rego | 3129 L | 13 (1/2") | 2.75 (28) | Bronce |

**Fuente**: Proyecto ejecutivo.

p) Válvulas de no retroceso y exceso de flujo.

Sus elastómeros son resistentes a la acción del gas L.P. Las válvulas de no retroceso y exceso de flujo son elementos independientes, apropiadas para su uso en tubería y están instaladas precedidas, en el sentido del flujo, por una válvula de cierre de acción manual del tipo de globo o de esfera, como se muestra en la **tabla 1.2.3.5.**

**Tabla 1.2.3.5. Características de válvulas de retroceso y exceso de flujo.**

| Válvula | Marca | Modelo | Ø mm (pulg) | Caudal Nominal de Cierre lts/min (gpm ) | Presión de Trabajo. MPa (kgf/cm²) | Material del Cuerpo. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No retroceso | Rego | A3186 | 51 (2") | | 3.28 (33.53) | acero |
| Exceso de Flujo | Rego | A3272G | 19 (3/4") | 75.70 (20) | | acero |
| Exceso de Flujo | Rego | A3282C | 31 (1 1/4") | 189.27 (50) | 3.28 (33.53) | acero |
| Exceso de Flujo | Rego | A3292B | 51 (2") | 378.54 (100) | 3.28 (33.53) | acero |

**Fuente**: Proyecto ejecutivo.

### 1.2.4. Pruebas de verificación.

En cuento a las pruebas hidrostáticas, radiografiado, integridad mecánica y demás pruebas de verificación del tanque de almacenamiento, el expediente será proporcionado por el fabricante una vez que se haya

realizado la construcción, la cual será realizada y certificado por una unidad verificadora en materia de Gas LP, por lo que actualmente el proyecte se encuentra en una etapa conceptual, no se cuenta con dicha información.

**Revisión de hermeticidad.**

Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, se cuenta con:

a) Informe por escrito del estudio radiográfico o ultrasónico de las pruebas en las soldaduras de las tuberías.
b) Revisión de hermeticidad efectuada y aprobada del sistema de tuberías para el trasiego de gas L.P.
c) Informe por escrito del resultado de la revisión de la hermeticidad, cuando los actuadores del sistema de paro de emergencia son accionados neumáticamente.

Para la presurización se utilizó un gas inerte (aire) y la detección de fugas se realizó mediante manómetro tipo seco de rango no mayor a 2.06 MPa (21kgf/cm2). El tiempo de duración de la revisión de hermeticidad es de 60 minutos. El valor de la presión manométrica para la revisión de la hermeticidad es de 10 kgf/cm2.

La hermeticidad del sistema de tuberías no registro disminución del valor de la presión ni se detectó fuga durante el tiempo de revisión. La revisión de hermeticidad de llevo a cabo en presencia de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la presente NOM. Se cuenta con informe por escrito del resultado de la revisión.

**Revisión de espesor.**

El dictamen de evaluación ultrasónica de espesores para cada recipiente, que establece que son aptos según los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002.

**1.3. Condiciones de operación.**

El tanque de almacenamiento de gas lp será de una capacidad de 66,000 litros, la presión de trabajo será de 17.58 kgf/cm2, una temperatura de diseño de 51.6°C (125°F), con una prueba hidrostática a: 22.85 kgf/cm2.

El recipiente de almacenamiento es de tipo intemperie, no cuentan con entrada pasa-hombre, fue construidos para una presión de trabajo de 14.06 kgf/cm2 y están equipados con válvulas de relevo de presión calibradas a 1.72 MPa (17.58 kgf/cm2) manométricos.

Las salidas de líquido de los recipientes de almacenamiento tipo intemperie están ubicadas en su parte inferior.

**Tuberías sobre NPT o en trinchera.**

Las tuberías están instaladas sobre soportes espaciados a 3m, como máximo, de modo que se evita su flexión debido a su peso propio y están sujetas a dichos soportes de manera que permiten el desplazamiento longitudinal y de las mismas y previenen su desplazamiento lateral.

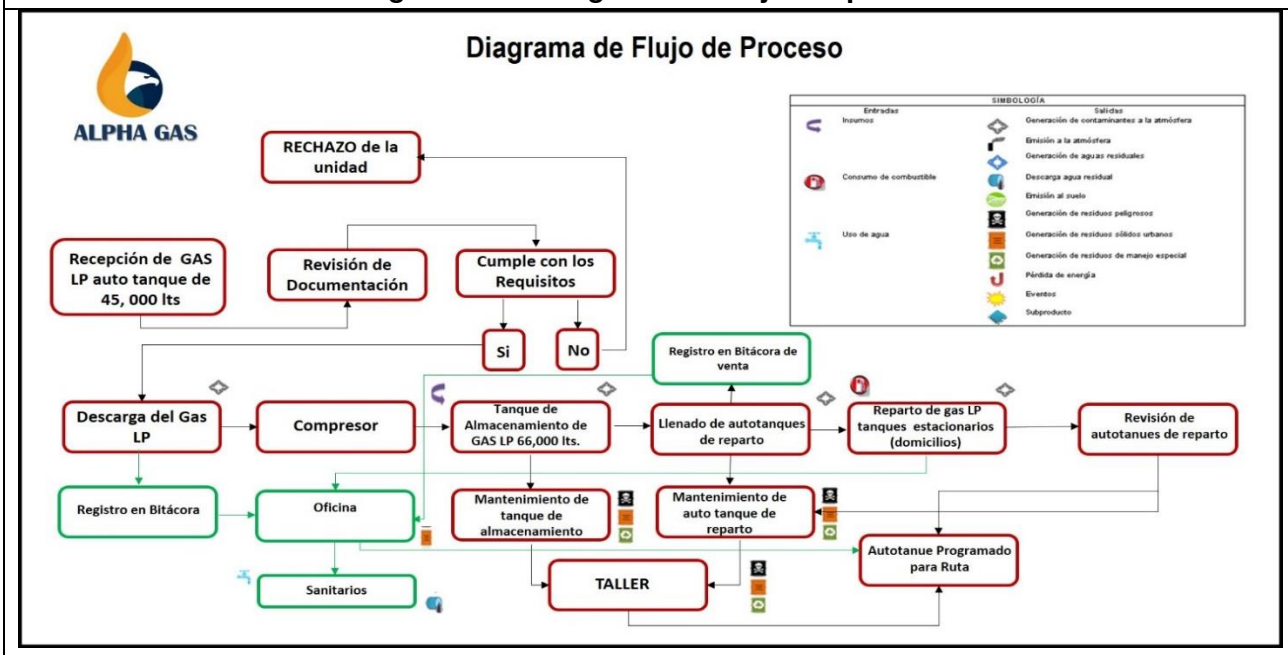
Existe un claro mínimo entre el paño inferior de la tubería y el NPT de 10 cm, asimismo hay un claro mínimo de 5 cm, entre paños de tuberías, con excepción de las eléctricas.

Las tuberías que conducen gas L.P. están separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos tuberías conduit donde la tensión nominal es menor o igual a 127 V, y separadas 20 cm, como mínimo cuando la tensión nominal es mayor de 127 V.

La instalación de tuberías es aérea visible y se ubican dentro de la zona de protección de los recipientes de almacenamiento.

A continuación, en la **figura.1.3.1.**, se muestra el diagrama de flujo del proceso dentro del área del proyecto.

**Figura 1.3.1. Diagrama de flujo del proceso.**




**Fuente**: Proyecto ejecutivo.

En el **anexo 3** se encontrará la memoria técnica del diseño del tanque con los cálculos de balances de masa del diseño.

En la **figura 1.3.2.,** se puede apreciar el diagrama de tuberías que se encuentra presente en la etapa de llenado de los tanques.

### 1.3.1. Especificación del cuarto de control.

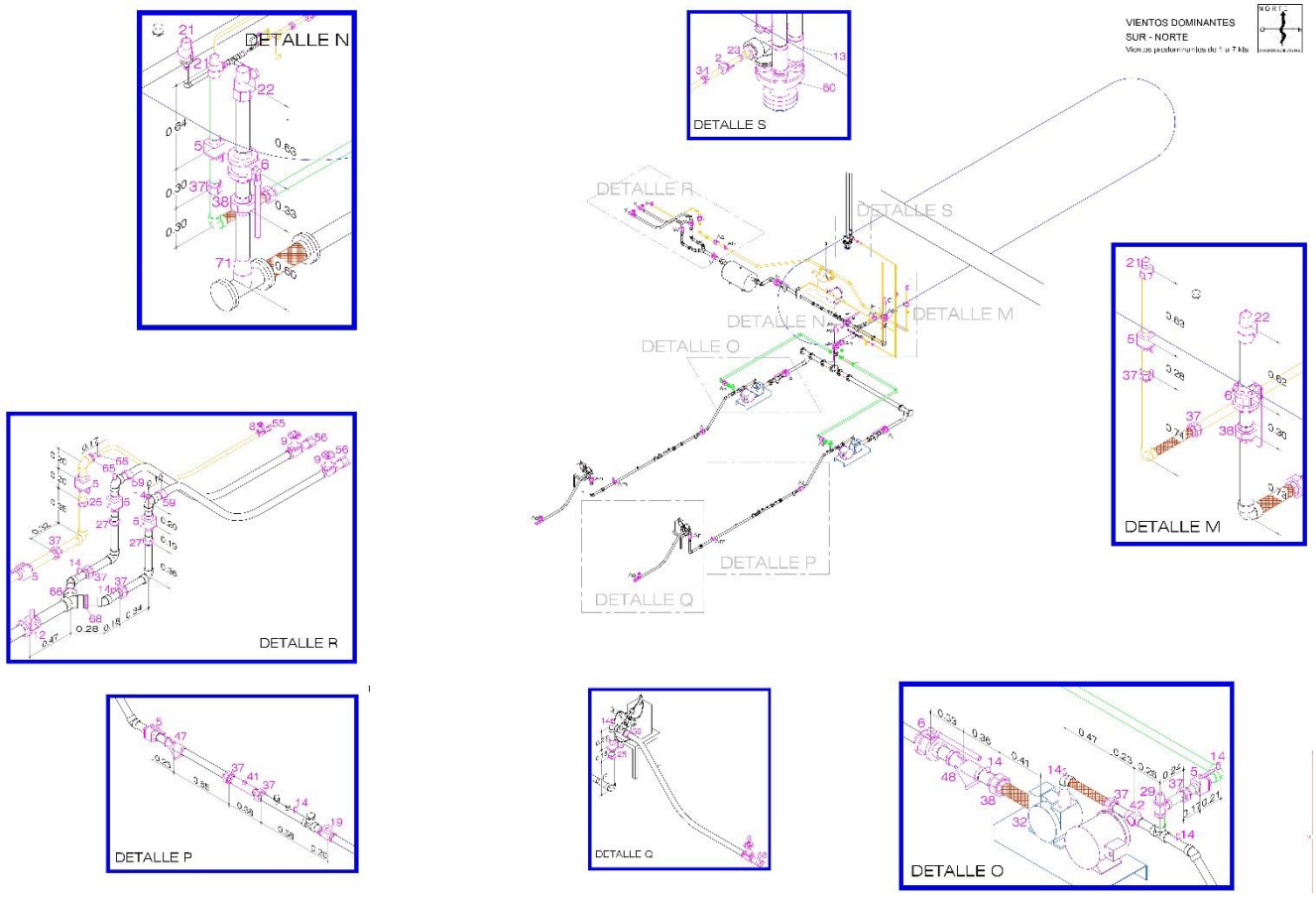
Se encuentra sobre el lindero noroeste esta edificado el cuarto de tableros eléctrico, a base de estructura de concreto y muros de block de concreto, las dimensiones de este son: 3.40 m de ancho y 6.50 m de longitud con una altura de 3.60 m sobre el nivel de piso terminado.

### 1.3.2. Sistemas de aislamiento.

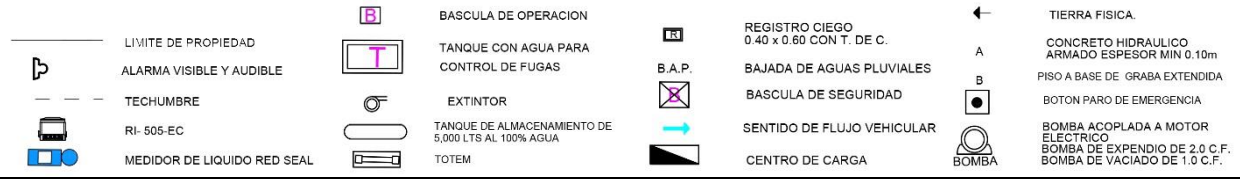
**Recubrimiento.**

Los recipientes de almacenamiento, las tuberías y conexiones, el equipo usado para el trasiego de gas L.P. y todas las estructuras metálicas, están protegidos contra la corrosión del medio ambiente donde se encuentren, mediante un recubrimiento primario adecuado y compatible que garantice su firme y permanente adhesión.

**Figura 1.3.2. Diagramas de Tubería.**




**Simbología**




**Fuente**: Proyecto ejecutivo.

## 1.4. Análisis y evaluación de riesgos.

### Antecedentes de accidentes e incidentes.

El análisis histórico permite un conocimiento real de los descontroles en el proceso y otras situaciones anormales ocurridas en instalaciones semejantes, hecho que ayuda al planteamiento de situaciones accidentales factibles.

Además de ello, el análisis histórico genera una visión de conciencia en los especialistas encargados de evaluar y desarrollar estudios de riesgo, ya que el uso de esta herramienta estadística permite un enfoque

para ver la importancia del factor humano, el medio ambiente y a un nivel más profundo, el conocimiento de las causas que pueden minimizar y reducir la gravedad de un incidente a través del adecuado manejo de equipos y sistemas de seguridad y el desarrollo adecuado de planes y procedimientos de respuesta a emergencias.

La mayoría de los accidentes mayores y el estudio de sus causas y consecuencias, han permitido la renovación de legislaciones nacionales e internacionales, por lo que, en el ámbito legal y jurídico, su importancia para un adecuado manejo y control de sustancias peligrosas es prioritaria. Por tal razón, en el presente estudio se utilizaron bases de datos confiables y fichas técnicas de accidentes ocurridos en procesos similares durante la recepción de gas lp.

- **Acciones específicas realizadas posteriores a incidentes.**

De acuerdo al sistema de administración de riesgos implementado por la empresa, en caso de presentarse un accidente se deberá realizar la difusión de análisis de causas raíz del accidente o incidente a todo el personal de la localización y administrativo, de acuerdo al elemento 18 del Sistema del Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA).

- **Acciones generales realizadas para la atención de eventos extraordinarios en instalaciones.**

Una vez presentada la eventualidad, se evaluará la magnitud y grado de severidad de la contingencia, actualmente se cuenta con los mecanismos de comunicación de eventos extraordinarios entre los empleados, autoridades y personal que integra la Unidad de Respuesta a Emergencias, con el propósito de disminuir los tiempos de respuesta a cualquier evento extraordinario. En el caso de incidentes en sistemas de conducción, una de las medidas precautorias, consiste en el desalojo del personal propio y contratistas, suspensión de actividades de perforación, control y análisis del incidente suscitado. Posteriormente y controlada la eventualidad, se procederá a la evaluación de los daños ocasionados por el accidente, para establecer las acciones de caracterización – restauración de áreas afectadas en caso de ser necesario, así como, la sustitución y mantenimiento de infraestructura dañada.

### 1.4.1. Accidentes e incidentes ocurridos en procesos similares.

A continuación, en la **tabla 1.4.1.1.,** se presenta una descripción de los principales incidentes y accidentes en instalaciones similares, para lo cual, se utilizaron fichas técnicas proporcionadas por Petróleos Mexicanos, compañías contratistas de dicha paraestatal, regulados y contenidos web principalmente.

**Tabla 1.4.1.1. Los principales incidentes y accidentes.**

| Nº. | Fecha | causa | Accidente/incidente | Daños |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 18/12/2020 | Fuga de gas en uno de los contenedores. | Incendio en gasera el boulevard Hidalgo a la altura de plaza Engrey de Ciudad Reynosa, Tamaulipas. | Pérdidas de materiales. |

**Tabla 1.4.1.1. Los principales incidentes y accidentes.**

| Nº. | Fecha | causa | Accidente/incidente | Daños |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 1/04/15 | Corrosión/erosión y mantenimiento inapropiado en línea de 8" de la línea de 20" de alta presión de gas. | En la madrugada del 1° de abril del 2015, ocurrió una liberación de gas combustible en la plataforma Abatan-A permanente que detonó subsecuentemente. Específicamente ocurrió una ruptura en forma de boca de pescado en la línea de derivación para la distribución del cabezal del gas combustible (ubicada en la parte sur del primer nivel de la plataforma) dejando escapar gas de alta presión. | Ambientales: Remanentes de hidrocarburos líquidos con iridiscencias desde la plataforma siniestrada y alcanzo el día 3 de abril una distancia promedio 2.2 millas náuticas (4 km) con dirección al centro de proceso Abkatún D y el día 4 de abril alcanzo una distancia de 1.3 millas náuticas (2.2 km). Personales: 4 decesos (3 de COTEMAR y 1 de PEMEX) y 3 desaparecidos (2 de COTEMAR y 1 de PEMEX. |
| 3 | 19/11/1984 | Ruptura de una tubería de 20 cm de diámetro que transportaba Gas LP desde tres refinerías diferentes, hasta la planta de almacenamiento. | San Juan Ixhuatepec también conocido como San Juanico. El accidente consistió en una serie de explosiones de tipo BLEVE en las plantas de almacenamiento y distribución de la compañía Petróleos Mexicanos (PEMEX). | 1500 muertos 4200 lesionados |

**Fuente:** Elaboración propia

### 1.4.2. Metodologías de identificación y jerarquización.

Con base en los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI´s), identificar 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. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

Para el caso del presente estudios se tomó la Metodología HazOp, la cual fue integrada por el equipo multidisciplinario de IDALGO COMPANY S.A. DE C.V.

#### 1.4.2.1. Descripción de la metodología "HAZOP".

**Desarrollo de la metodología HazOp.**

El Análisis de Riesgo HazOp es un método estructurado, sistemático y a la vez creativo, para identificar peligros y problemas operativos, que resultan de desviaciones de la intención de diseño y que pueden acarrear consecuencias indeseables. Un líder experimentado guía al equipo de análisis a través del diseño de la instalación, utilizando un conjunto de "palabras guías". Estas palabras guía se aplican a las secciones o nodos del proceso y se combinan con parámetros específicos del proceso para identificar desviaciones potenciales de la operación concebida de la instalación.

El Análisis de Riesgo HazOp es un estudio profundo, sistemático y fácil de usar, que a la vez permite a los miembros del equipo utilizar su experiencia con creatividad y aumenta la probabilidad de descubrir la

existencia de peligros únicos o imprevisibles en los procesos. El producto del análisis HazOp es un estudio de las variables del proceso, detallado, eficiente y que se puede auditar.

**Terminología del análisis HazOp.**
La **tabla 1.4.2.2.1.,** introduce la terminología y las definiciones que se utilizan durante las sesiones del análisis de riesgo HazOp.

**Tabla 1.4.2.1.1.Terminología y definiciones de la metodología HazOp.**

| Término | Definición |
|---|---|
| Intenciones | Expectativas de cómo debe operar el proceso y/o como se debe llevar a cabo una actividad. |
| Desviaciones | Estados de operación que se apartan de las intenciones del diseño. |
| Causas | Razones que explican porque ocurren las desviaciones. |
| Consecuencias | Efectos potenciales de las desviaciones. |
| Salvaguardas | Medidas diseñadas para prevenir las causas o bien mitigar las consecuencias de las desviaciones. |
| Recomendaciones | Sugerencias para efectuar cambios en el diseño, cambios en los procedimientos o para realizar estudios complementarios. |

**Procedimiento del análisis HazOp.**
Una vez que se ha formado el equipo de análisis (con expertos en el diseño de la instalación, experiencia en las operaciones del sistema y de los equipos, experiencia en la inspección y mantenimiento de los equipos, conocimiento del proceso, conocimiento de la seguridad y de los procedimientos y se ha recopilado la información que se utilizará durante el análisis (diagramas de tuberías e instrumentación, procedimientos operativos, planos de localización general, entre otros), entonces se está preparado para aplicar la técnica HazOp.

Para aplicar la técnica HazOp, el equipo de Análisis de Riesgo divide los procesos en secciones lógicas (nodos) para el análisis. Secciones típicas de un proceso es, por ejemplo, un recipiente, una tubería con una bomba, etc. El equipo entonces revisa cada una de las secciones del proceso de acuerdo a los siguientes pasos de análisis:

1. El líder elige una sección o nodo del proceso.
2. El experto en el proceso explica al equipo de Análisis de Riesgo, las intenciones del diseño de la sección elegida.
3. El líder aplica las palabras guía a los parámetros del proceso (por ejemplo presión, flujo, temperatura, nivel, composición) y la combina para formar desviaciones razonables.
4. El equipo considera las posibles consecuencias de cada una de las desviaciones.
5. Si hay consecuencias de interés, el equipo debe proceder a identificar las causas posibles de esa desviación.
6. Si el equipo descubre causas posibles, entonces debe identificar todas las salvaguardas existentes y debe decidir si el riesgo es aceptable o no aceptable.
7. Si el riesgo no se considera aceptable, el equipo de análisis emite recomendaciones para reducirlo (reducir la frecuencia o la severidad de las consecuencias).
8. Se repiten los pasos del 3 al 7 para cada palabra guía.
9. Se repiten los pasos del 3 al 8 para todos los parámetros de proceso.
10. Se repiten los pasos del 3 al 9 para todas las secciones del proceso hasta completar cada una de las secciones.
11. Se registran los resultados del análisis.

**Palabras guía HazOp.**

**Tabla 1.4.2.1.2.Palabras clave metodología "HAZOP".**

| Palabras Guía | Significado | Comentarios |
|---|---|---|
| No | Negación de la intención del diseño. | No adición.<br>No flujo.<br>No transferencia.<br>No agitación.<br>No secado.<br>No neutralización. |
| Más /alto / largo | Incremento cuantitativo. | Alta o mayor presión.<br>Alta temperatura.<br>Alto flujo.<br>Alta agitación.<br>Alta concentración.<br>Alto nivel.<br>Adición de demasiado material X.<br>Tiempo de alimentación demasiado largo. |
| Menos / bajo / corto | Decremento cuantitativo. | Baja presión.<br>Baja temperatura.<br>Bajo flujo.<br>Baja agitación.<br>Baja concentración.<br>Bajo nivel.<br>Adición de muy poco material X.<br>Tiempo de alimentación demasiado corto. |
| Así como / además | Incremento cualitativo. | Adición de material X además del material Y.<br>Se añaden contaminantes. |
| Parte de | Decremento cualitativo. | Se cierran dos de las tres válvulas.<br>Se para sólo una parte del proceso. |
| Inverso, revertido | Opuesto lógico. | Flujo inverso o revertido. |
| Otro, en vez de | Sustitución completa. | Adición de material X en vez de material Y.<br>Se cierra la válvula 1 en vez de la 2. |

**Tabla 1.4.2.1.3.Desviaciones más comunes de algunos tipos de sección.**

| Desviación | Tipo de sección | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Reactor | Columna | Tanque | Tubería | Cambiador de calor |
| Flujo alto/bajo/no | | | | X | X (aire, proceso, combustible) |
| Flujo inverso/mal dirigido | | | | X | |
| Alto/bajo nivel | X | X | X | | |
| Alto/bajo interfase | X | | X | | |
| Alta/baja/inversa presión | X | X | X | X | X (horno, proceso) |
| Alta/baja Temperatura | X | X | X | X | X (horno, aire) |
| Alta/baja reacción | X | | | | |
| Mezcla baja/no/tardía | X | | | | |
| Pérdida de ignición | | | | | X |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Contaminación | X | X | X | X | X (combustible, aire) |
| Fuga o escape de tubos X X | X | X | X | X | X (proceso) |
| Fuga o escape | X | X | X | X | X (combustible) |
| Arranque / paro | X | X | X | X | X |
| Mantenimiento y muestreo | | | | | |

### 1.4.2.2. Aplicación del análisis HazOp.

La aplicación de la metodología HazOp se realizó mediante reuniones de especialistas para conformar un grupo multidisciplinario, en donde se contó con la participación de especialistas de IDALGO COMPANY, la reunión fue llevada a cabo el día 18 de Agosto de 2022.

En la siguiente **tabla 1.4.2.2.1.** se describe la relación de nodos y desviaciones analizados.

**Tabla 1.4.2.2.1. Lista de nodos y desviaciones para el análisis HazOp.**

| No. | Descripción del Nodo | No. | Desviaciones |
|---|---|---|---|
| 1 | Tubería de recepción de Gas LP a recipiente (Recepción) | 1.1 | Más presión |
| | | 1.2 | Menor presión/no presión |
| | | 1.3 | Más Flujo |
| | | 1.4 | Menos/no flujo |
| 2 | Tanque de almacenamiento de gas de 66,000 litros de capacidad nominal | 2.1 | Más presión |
| | | 2.2 | Menor presión/no presión |
| | | 2.3 | Más nivel |
| | | 2.4 | Menos nivel |
| | | 2.5 | Mas Temperatura |
| 3 | Tubería de suministro de Gas LP a llenado de auto tanques (Suministro) | 1.1 | Más presión |
| | | 1.2 | Menor presión/no presión |
| | | 1.3 | Más Flujo |
| | | 1.4 | Menos/no flujo |

### 1.4.2.3. Jerarquización de escenarios de riesgo. Titulo

**Criterios para la jerarquización de riesgos resultantes del método "HAZOP".**

Los resultados encontrados por el equipo de análisis "HAZOP", incluyen a la identificación de situaciones de peligro, detección de problemas de operación, mejoras para incrementar el nivel de seguridad de las instalaciones y las recomendaciones que conduzcan a áreas de estudio en donde no sea posible tener alguna conclusión al respecto por falta de información. Los resultados de las sesiones de análisis que conciernen a las causas, efectos y salvaguardas definidas para cada desviación de cada nodo o sección del proceso analizada, son todas registradas en una tabla o columna formato.

A cada desviación se le asigna una categoría, según su nivel de consecuencia y frecuencia de ocurrencia de acuerdo con las **tablas 1.4.2.4.3.1.**

**Tabla 1.4.2.4.3.1. Tipo de evento y categoría de la consecuencia.**

| Afectación | Menor C1 | Moderado C2 | Grave C3 | Catastrófico C4 |
|---|---|---|---|---|
| **A las personas** | | | | |
| Seguridad y salud de los vecinos. | Sin afectación a la seguridad y la salud pública. | Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad y la salud pública. | Evacuación; sesiones menores o afectación a la seguridad y salud pública moderada; costos por afectaciones y daños entre 5 y 10 millones de pesos. | Evacuación; lesionados; una o más fatalidades; afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos. |
| Seguridad y salud del personal y contratistas. | Sin 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 permanentes. |
| **Al ambiente** | | | | |
| Efectos en el centro de trabajo. | Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; polvos y partículas en el aire. | Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes. | Preocupación en el sitio por: fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas. | Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas; evacuación del personal. |
| Efectos fuera del centro de trabajo. | Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas de vecinos. | Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores; quemadores operando continuamente; ruidos persistentes y presencia de humos. | Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa. | Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos; daño significativo a largo plazo de la flora y fauna ó repetición de eventos mayores. |

**Tabla 1.4.2.4.3.1. Tipo de evento y categoría de la consecuencia.**

| Afectación | Menor C1 | Moderado C2 | Grave C3 | Catastrófico C4 |
|---|---|---|---|---|
| Descargas y derrames. | Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable. | Informe a las autoridades. Derrame significativo en tierra hacia hacía ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces. | Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortandad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas; reacción de grupos ambientalistas. | Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua. |
| **Al negocio** | | | | |
| Pérdida de producción, daños a las instalaciones. | Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menor a 5 millones de pesos. | De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos. | De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción de hasta 20 millones de pesos. | Más de un mes de paro. Daños a propiedades o a las instalaciones; pérdida mayor a 20 millones de pesos. |
| Efecto legal. | Incidente reportable. | Se da una alerta por parte de las autoridades. | Multas significativas; suspensión de actividades. | Multa mayor, proceso judicial. |
| Daños en propiedad de terceros. | Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes. | Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes. | Pérdida total de los bienes o de la funcionalidad de los bienes; posibilidad de lesiones o fatalidades. | Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante. |
| **A la imagen** | | | | |
| Atención de los medios al evento. | Difusión menor del evento, prensa y radio locales. | Difusión local significativa; entrevistas, TV local. | Atención de medios a nivel nacional. | Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros. |

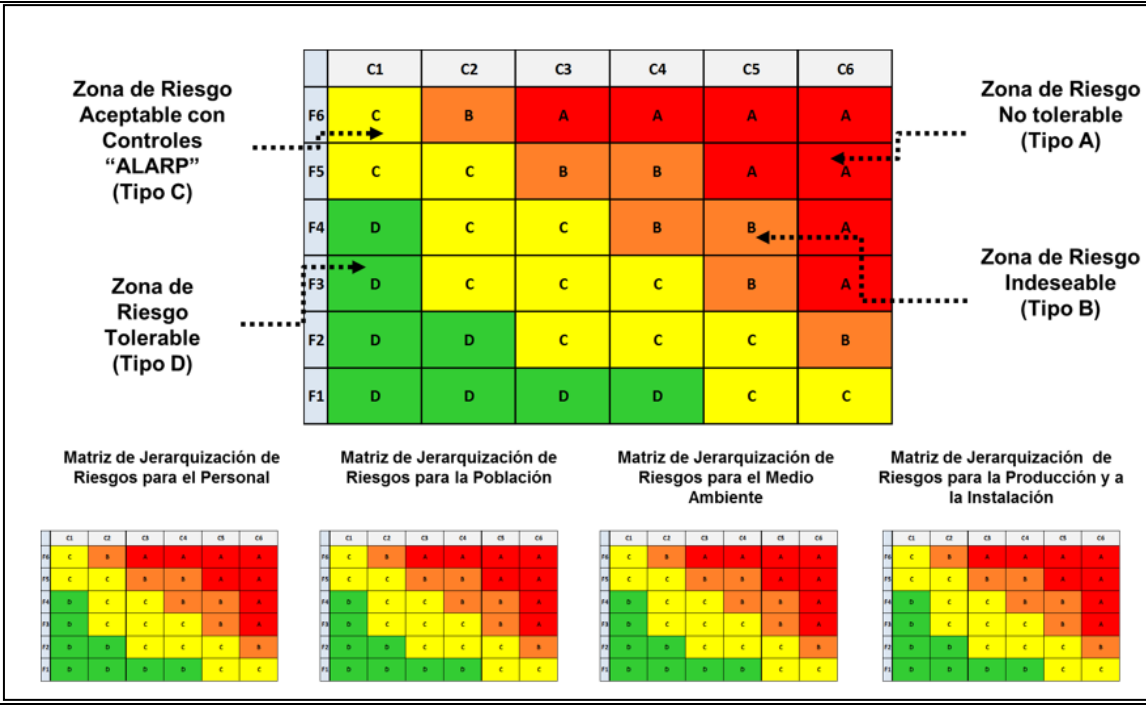
**Fuente:** Procedimiento de Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos.

A continuación, se muestran la **tabla 1.4.2.4.3.2.** de los índices de frecuencia y consecuencia empleados para identificar el índice de riesgo de cada evento o escenario planteado.

| Tabla1.4.2.4.3.2. Niveles de frecuencia. | | | |
|---|---|---|---|
| **Clasificación** | **Categoría** | **Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia** | **Frecuencia / Año** |
| F6 | Muy Frecuente | Ocurre una o más veces en un año. | ≥ 1.0 (≥1x100) |
| F5 | Frecuente | Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años | >0.2 a ≤ 1.0 (>2x10-1 a ≤1x100) |
| F4 | Poco Frecuente | Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años | >0.1 a ≤0.2 (>1x10-1 a ≤2x10-1) |
| F3 | Raro | Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años | >0.01 a ≤0.1 (>1x10-2 a ≤1x10-1) |
| F2 | Muy Raro | Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la Instalación. | >0.001 a ≤0.01 (>1x10-3 a ≤1x10-2) |
| F1 | Extremadamente Raro | Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro. | >0.0001 a ≤0.001 (>1x10-4 a ≤1x10-3) |

**Método Matriz de Riesgo.**
La jerarquización por Matriz de Riesgos, es una técnica que permite clasificar por su grado de riesgo, los escenarios de peligro identificados en la **figura 1.4.2.4.3.1.** se observa la clasificación de riesgos.

**Figura 1.4.2.4.3.1. Matriz de clasificación de riesgos.**




**Fuente:** Procedimiento de Identificación de Peligros y Análisis de Riesgos.

**La aplicación de los factores de frecuencia y consecuencia estimados para cada escenario permite obtener su nivel de riesgo y su ubicación dentro de las cuatro zonas en las que se ha dividido la matriz:**

**Tipo A.-** Zona de 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.-** Zona de 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.-** Zona de Riesgo Aceptable con Controles: El riesgo es significativo, pero se pueden acompasar las acciones correctivas con 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.-** Zona de Riesgo Razonablemente Aceptable: El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención y reducción conjuntamente con otras mejoras operativas.

Durante este análisis se toman en consideración los receptores de afectaciones del riesgo identificado: Personal, Población, Medio Ambiente, Producción y/o Instalación.

**Tabla 1.4.2.4.3.3. Categorización de consecuencias.**

| Categoría de Consecuencia | Daños al Personal | Efecto en la Población | Impacto Ambiental | Costos por paro de equipo y/o suspensión de operaciones [M.N./D] Abkatún | Pérdida o Diferimiento de Producción [Millones de USD] | Daños a la Instalación [Millones de USD] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C6 | Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 10 fatalidades | Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 30 fatalidades | Fuga y/o derrame con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a una semana | > 14,630,000.00 | > 500´000,000.00 | > 500´000,000.00 |
| C5 | Heridas o daños físicos que pueden resultar de 2 a 10 fatalidades | Heridas o daños físicos que pueden resultar de 6 a 30 fatalidades | Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana | 2'090,000.00 a 14,630,000.00 | >50´000,000.00 a 500´000,000.00 | >50´000,000.00 a 500´000,000.00 |
| C4 | Heridas o daños físicos que pueden resultar en incapacidad permanente o 1 fatalidad. | Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización | Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas. | 87,083.33 a 2'090,000.00 | >5´000,000.00 a 50´000,000.00 | >5´000,000.00 a 50´000,000.00 |
| C3 | Heridas o daños físicos que requieren atención médica que puedan | Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de una instalación y/o derecho de vía se | Se presentan fugas o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica | <87,083.33 | >500,000.00 a 5´000,000.00 | >500,000.00 a 5´000,000.00 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | generar incapacidad | requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos. | acciones que lleven hasta 1 hora | | | |
| C2 | Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios | Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación. | Fuga y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato | <87,083.33 | >50´000.00 a 500,000.00 | >50´000.00 a 500,000.00 |
| C1 | No se esperan heridas o daños físicos | No se esperan heridas o daños físicos. | No hay fuga, derrame y/o emisiones por arriba de los límites establecidos | <87,083.33 | <50,000.00 | <50,000.00 |

La aplicación de las Frecuencias del escenario y la Consecuencia esperada para cada uno de los receptores, Personal, Población, Medio Ambiente, Producción y/o Instalación, se representan en su respectiva matriz, la cual contiene los criterios del documento normativo para cada una de las cuatro clasificaciones de riesgo representadas por medio de colores Rojo, Naranja, Amarillo y Verde, correspondientes al Riesgo No tolerable (tipo A), Riesgo Indeseable (Tipo B), Riesgo Aceptable con Controles (Tipo C) y Riesgo Tolerable (Tipo D).

Conforme a los resultados de clasificación de riesgos, se deberán considerar los siguientes criterios en las conclusiones del análisis:

- En caso de que la ponderación de escenarios por Frecuencia y Consecuencia, exceda la región Riesgo Indeseable (naranja) o escenarios en la región de No tolerables (roja); se debe considerar realizar una identificación de los escenarios, a los cuáles se les debe considerar invariablemente en el análisis de consecuencias y recomendar el desarrollo de un análisis detallado de frecuencia.

- Para los escenarios que se ubican en la región de Riesgos Aceptable (amarilla) El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un riesgo tipo “C” representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes.

- Para los escenarios que se ubican la región de Riesgos Tolerables (verde), se debe considerar la atención a las recomendaciones generadas en la identificación de riesgos, con la finalidad de evitar la degradación de la seguridad y su condición de riesgo se desplace a la definida como No tolerable.

**Evaluación de la frecuencia y consecuencia de los escenarios.**
A continuación, se incluye un resumen de las jerarquizaciones de riesgo en el sistema de estudio, de acuerdo a cada uno de los nodos evaluados.

| Tabla 1.4.2.4.3.4. Jerarquización de Riesgos HazOp. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Descripción del Nodo** | **No.** | **Desviaciones** | **Riesgo** | | | | |
| | | | | **Pe** | **Po** | **Am** | **Pr** | **MR** |
| 1 | Tanque cilíndrico horizontal de almacenamiento de gas L.P. de 66,000 litros. | 1.1 | Más Presión | C | D | D | D | 15 |
| | | 1.2 | Menos Presión | C | D | D | D | 15 |
| | | 1.3 | Más Flujo | C | C | C | C | 27 |
| | | 1.4 | Menos Flujo | C | C | C | C | 27 |
| 2 | Línea de transporte de gas L.P. de 1'' Ø de recipiente a toma de recepción. | 2.1 | Más Presión | C | C | C | C | 27 |
| | | 2.2 | Menos Presión | C | C | C | C | 27 |
| | | 2.3 | Más Nivel | C | C | C | C | 27 |
| | | 2.4 | Menos Nivel | C | C | C | C | 27 |
| | | 2.5 | Mas Temperatura | C | C | C | C | 27 |
| 3 | Línea de transporte de gas L.P. de 1'' Ø de recipiente a toma de suministro. | 3.1 | Más Presión | C | D | D | D | 15 |
| | | 3.2 | Menos Presión | C | D | D | D | 15 |
| | | 3.3 | Más Flujo | C | D | D | D | 15 |
| | | 3.4 | Menos Flujo | C | D | D | D | 15 |

### 1.4.2.4. Resultados del análisis HazOp.

Como resultado de la aplicación de la metodología HazOp, se obtiene una relación de escenarios de riesgos los cuales se muestran en la **tabla 1.4.2.3.1.** siguiente:

| Tabla 1.4.2.3.1. Relación de escenarios. | | | |
|---|---|---|---|
| **Nombre del escenario** | **Clave del escenario** | **Descripción** | **Consecuencias** |
| El Peor Caso | 01 | Liberación de Gas L.P., causado por golpes con agentes externos en tanque cilíndrico horizontal de almacenamiento de gas L.P. de 66,000 litros. | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| El Caso Probable | 02 | Incendio de gas en la línea de suministro al muelle de llenado, al fugarse el energético y existir una fuente de ignición. | Fuga de gas con ignición (flash fire, jet fire) con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| El Caso Probable | 03 | Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de suministro de Gas LP., y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición. | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| Caso Alterno | 04 | Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de descarga de Gas LP., y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición. | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |

* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como "El Peor Caso (PC)", el cual deberá corresponder a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto.

** Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como “El Caso Probable (CP)”, el cual deberá corresponder con base a la experiencia del personal operativo, el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

*** Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será determinado como “El Caso Alterno (CA)”, el cual deberá corresponder a la liberación accidental de un material o sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Probable.

**Hojas de Trabajo HazOp.**
Las Hojas de Trabajo del HazOp por nodo y escenarios de riesgos analizados, aplicando las variables y parámetros del proceso y las palabras guías utilizadas por el grupo multidisciplinario en cada una de las sesiones, se muestran en el **Anexo “5”.**

**Recomendaciones HazOp.**
Durante el desarrollo del análisis de los escenarios, el grupo multidisciplinario realizó las recomendaciones que consideró necesarias para Prevenir, Reducir o Mitigar las consecuencias de cada desviación.

| Recomendaciones resultantes de la aplicación de la metodología HAZOP. | | | |
|---|---|---|---|
| **Recomendaciones HazOp** | | **Responsables** | **Escenarios** |
| 1 | R01.- Dar seguimiento puntual a programa de mantenimiento y pruebas de hermeticidad en tanque de almacenamiento de gas L.P. | Mantenimiento | 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5 |
| 2 | R02.- Capacitación al personal sobre procedimiento de operación. | Recurso Humanos/ Mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 3 | R03.- Capacitación al personal operativo en la aplicación de primeros auxilios y uso de extintores. | Recurso Humanos/ Mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 4 | R04.- Verificar que se cuente con un botiquín de primeros auxilios en la Planta de Distribución. | Operaciones | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 5 | R05.-Realizar las auditoras de integridad mecánica de los equipos mecánicos. | Operaciones | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 6 | R06.- Contar con el expediente de integridad mecánica d del equipo sujeto a presión. | Operaciones/ mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |

Recomendaciones resultantes de la aplicación de la metodología HAZOP.

| | Recomendaciones Generales | Responsables |
|---|---|---|
| 1 | RG1.- Difundir a todo el personal el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). | Operaciones |
| 2 | RG2.- Mantener en condiciones de operación segura las válvulas de seguridad, válvulas controladoras de exceso de flujo (actuador neumático) y válvulas automáticas doble no retroceso | Mantenimiento |
| 3 | RG3.- Mantener en sitio las Hojas de Datos de Seguridad (HDS) del gas L.P. | Operaciones |
| 4 | RG4.- Colocar en áreas visibles los señalamientos informativos, preventivos y restrictivos, así como de los extintores para el combate de incendios. | Operaciones |
| 5 | RG.5 Realixzar la auditoria SASISOPA cada 2 años por u tercer aurorizado de la ASEA. | Operaciones |

**Fuente:** Resultados de la metodología Hazop y análisis de consecuencias.

Recomendaciones resultantes de la aplicación de la metodología HAZOP.

| Recomendaciones HazOp | | Responsables | Escenarios |
|---|---|---|---|
| 7 | R07.- Tramitar el certificado de RSP ante la STPS. | Operaciones/ mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 8 | R08.- Realizar pruebas periódicas del correcto funcionamiento del equipo fijo contraincendios. | Operaciones/ mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |

**Fuente:** Resultados de la metodología Hazop y análisis de consecuencias.

**1.4.2.5. Justificación en la selección de la hipótesis.**

De acuerdo con la **tabla 1.4.2.5.1.** los escenarios de mayor categoría para el actual "HazOp" presentan una clasificación "C", por lo que se seleccionaron con el fin de establecer las hipótesis para realizar la evaluación de consecuencias, se seleccionó aquellos que presentan mayor efectos hacia la salud y medio ambiente, mismas que se enlistan en la tabla 1.4.2.4.3.4.

**Tabla 1.4.2.5.1. Justificación en la selección de hipótesis en tanque de gas lp.**

| Desviación | Grado | Causa | Escenario | Origen |
|---|---|---|---|---|
| Liberación de Gas L.P., causado por golpes con agentes externos en tanque cilíndrico horizontal de almacenamiento de gas L.P. de 66,000 litros. | **B** | Golpes con agentes externos | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. | HAZOP 2022. |
| Incendio de gas en la línea de suministro al muelle de llenado, al fugarse el energético y existir una fuente de ignición. | **B** | Incendio de gas en la línea de suministro por fuga en manguera. | Fuga de gas con ignición (*flash fire, jet fire*) con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. | HAZOP 2022. |

| Tabla 1.4.2.5.1. Justificación en la selección de hipótesis en tanque de gas lp. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Desviación** | **Grado** | **Causa** | **Escenario** | **Origen** |
| Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de suministro de Gas LP., y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición. | **B** | Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de suministro de Gas | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. | HAZOP 2022. |
| Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de descarga de Gas LP., y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición. | **B** | Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de descarga de Gas | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. | HAZOP 2022. |
| **Fuente:** Resultado de metodología HAZOP. | | | | |

### 1.4.2.6. Análisis cuantitativo de riesgo.

Una vez concluido el análisis cualitativo de riesgo en los apartados anteriores, se han encontrado escenarios de riesgo ubicados en la región Tipo “B” definidos como ALARP, mientras que no se identificaron tipo “A” definidos como No tolerables. Los escenarios de riesgo se han considerado para un análisis cuantitativo de riesgo que se compone de la evaluación detallada de frecuencias y de la evaluación detallada de consecuencias. En los siguientes apartados se describen ambas evaluaciones.

### 1.4.2.7. Análisis de consecuencias.

El análisis detallado de consecuencias se realizará con la finalidad de valuar cuantitativamente al proyecto y conforme a los requerimientos de la guía ASEA Sector Hidrocarburos. En este reporte y derivado la aplicación de la metodología de identificación de riesgos HAZOP, los escenarios seleccionados serán aquellos listados a continuación en la **tabla 1.4.2.7.1** por ser los de mayores consecuencias anticipadas o por ser de mayor probabilidad de ocurrencia, de acuerdo a la jerarquización de riesgos.

| Tabla 1.4.2.7.1. Escenarios derivados del análisis HAZOP para análisis de consecuencias. | |
|---|---|
| **Clave** | **Descripción del escenario** |
| 01 | Fuga de gas LP que provoca nube toxica, con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| 02 | Fuga de gas con ignición (*flash fire, jet fire*) con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| 03 | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| 04 | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| **Fuente:** análisis HAZOP. | |

Una vez determinados los riesgos, definidos como hipótesis de accidentes más significativos, se realiza la evaluación de las consecuencias derivadas de la ocurrencia de dichas hipótesis.

Debido a que los algorítmicos fisicoquímicos que simulan el comportamiento de la difusión de las sustancias en el ambiente son de gran complejidad, se hace necesario el uso de modelos matemáticos computarizados, en este caso específico se realizaron las simulaciones mediante el software ALOHA 5.4.7, siendo un software en general de aceptación Internacional y aceptado por la Agencia de Protección

Ambiental (EPA-US) y la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA-US) y la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA) en México. En el **anexo 7,** se presenta el análisis de consecuencias del evento realizado.

A continuación, se describen los criterios y datos iniciales a ser incluidos en el simulador.

La estimación de los diámetros equivalentes de fuga se realizó siguiendo los criterios mostrados en la **tabla 1.4.2.7.2.** extraída del documento "Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos" con clave DCO-GDOESSSPA-CT-001.Rev0. septiembre 2007.

**Tabla 1.4.2.7.2. Diámetros equivalentes de fuga.**

| | | |
|---|---|---|
| **Para el caso más probable** | Líneas de proceso:<br>¾" ≤ DN ≤ 2" | DEF=0,20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso |
| | Líneas de proceso o ductos: 2" < DN ≤ 4" | DEF=0,6" [por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura] |
| | Líneas de proceso o ductos: 2" ≤ DN | DEF=0,75" para DN de 6" a 14"<br>DEF=1,25" para DN de 16" a 24"<br>DEF=2,0" para DN mayores de 30"<br>[por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura] |
| | Bridas | Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables. |
| | Sellos mecánicos en equipo de proceso rotatorio. Empaquetaduras en válvulas de proceso. | DEF= calcularlo con el 40% del área anular que resulte. |
| | El DEF en el cuerpo de un recipiente, será aquel sea determinado por el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos. | |

**Fuente:** DCO-GDOESSSPA-CT-001.Rev0. septiembre 2007.

Se emplearon los valores promedio de las variables meteorológicas presentes en el sitio tomadas de la base de datos del Servicio Meteorológico Nacional, mostradas en la **tabla 1.4.2.7.3.**

**Tabla 1.4.2.7.3. Variables meteorológicas consideradas.**

| Temperatura ambiente (ºC) | Humedad relativa (%) | Velocidad del viento (m/s) | Presión atmosférica (atm) |
|---|---|---|---|
| 32 | 9% | 5 | 1 |

**Nota:** Considerada temperatura máxima de base de datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican en la **tabla 1.4.2.7.4.**

**Tabla 1.4.2.7.4. Valores umbrales seleccionados.**

| Efecto | Zona de amortiguamiento personas | Zona de alto riesgo personas | Zona de alto riesgo por daño a equipos y estructuras |
|---|---|---|---|
| Toxicidad (Concentración) | TLV (8 h, TWA) o TLV (15 min, STEL) (ppm) | IDLH (ppm) | - |
| Inflamabilidad (Radiación térmica) | 1,4 kW/ $m^2$ | 5,0 kW / $m^2$ | 37,5 kW/$m^2$ |
| Explosividad (Sobrepresión) | 0,5 lb/$in^2$ (0,035 kg/$cm^2$) | 1,0 lb/$in^2$ (0,070 kg/$cm^2$) | 3 lb/$in^2$ (0,211 kg/$cm^2$) |

[1)] **IDLH** (Immediately Dangerous to Life or Health). Concentración máxima de una sustancia en aire que un trabajador con buen estado de salud general puede soportar durante treinta minutos sin desarrollar síntomas, que disminuyan su capacidad de realizar una evacuación de emergencia y sin sufrir daños irreversibles.

| Tabla 1.4.2.7.4. Valores umbrales seleccionados. | | | |
|---|---|---|---|
| **Efecto** | **Zona de amortiguamiento personas** | **Zona de alto riesgo personas** | **Zona de alto riesgo por daño a equipos y estructuras** |
| [2]**$TLV_{15}$** (Threshold Limit Values) (STEL). Máxima concentración a la que la mayoría de los trabajadores puede exponerse por un periodo continuo de hasta quince minutos sin sufrir irritaciones, cambios crónicos o irreversibles en los tejidos o narcosis que reduzca su eficacia, les predisponga al accidente o dificulte las reacciones de defensa. | | | |

La composición de la mezcla utilizada para el análisis de consecuencias es presentada a continuación en la **tabla 1.4.2.7.5.**

| Tabla 1.4.2.7.5. Composición del gas L.P. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre de los componentes.** | **%** | **No. CAS.** | **No. UN.** | **LMPE: PPT, CT.** | **IPVS.** | **Grado de riego.** | | |
| | | | | | | **S** | **I** | **R** |
| Propano | 60 | 74-98-6 | 1075 | Asfixiante simple | 2100 ppm | 1 | 4 | 0 |
| Butano | 40 | 106.97-8 | 1011 | PPT:800 ppm | ----- | 1 | 4 | 0 |
| Etil-mercaptano (odorizante) | 0.0017-0.0028 | 75.08-1 | 2363 | PPT: 0.95 ppm CT: 2 ppm | 500 ppm | 2 | 4 | 0 |
| **Fuente:** Proyecto ejecutivo. | | | | | | | | |

Los límites de exposición descritos se definen por la manifestación de sus efectos, según lo que se indica en la **tabla 1.4.2.7.6.**

**Tabla 1.4.2.7. 6. Efectos por sobrepresión.**

| Nivel de exposición | Definición |
|---|---|
| 37,5 kW/ m2 | Suficiente para crear daños en equipo de proceso. |
| 12,5 kW/ m2 | Extensión del incendio; fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos; la madera puede prender después de una larga exposición. 100,0 % de letalidad. |
| 5 kW/ m2 | El umbral de dolor se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado. |
| 1,4 kW/m2 | No se presentan molestias, aún durante largos períodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. |
| 3 psi | Probable destrucción total de edificios; maquinaria pesada de 3,2 toneladas, son desplazadas y severamente dañadas; maquinaria pesada de 5,5 toneladas, sobreviven. |
| 1 psi | Láminas de asbesto corrugado, se hacen añicos; daño en paneles de aluminio o acero corrugados y accesorios de sujeción con pandeo, daños en paneles de madera y accesorios de sujeción. Demolición parcial de las casas habitación, quedan inhabitables. Umbral para el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles. |
| 0,5 psi | Ventanas grandes y pequeñas normalmente se hacen añicos; daño ocasional a los marcos de las ventanas. Limitado a daños menores a estructuras. |

Fuente: Análisis y Reducción de Riesgos en la Industria Química, MAPFRE; AICHE, Series Today ©2005 Universidad de Zaragoza (Pedro Cerbuna 12, 50009 ZARAGOZA-ESPAÑA | Tfno, información: (34) 976-761001) Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis; New York, American Institute of Chemical Engineers, 1989, 585 págs Loss prevention in the process industries Londres, Butterworths, 1980, 2 vols, 1316 págs.

Los datos empleados para la determinación del inventario y la tasa de descarga se muestran en la **tabla 1.4.2.7.7.**

**Tabla 1.4.2.7.7.Datos para el inventario y la tasa de descarga.**

| Tipo de caso | Identificación de escenarios | | Diámetro (pulgadas) | | Flujo Vol. MDBP o MMPCSD | Flujo másico kg/h | Presión kg/cm2 | Temperatura °C | Duración fuga) min | Inventario kg o m3 | Tasa de descarga kg/s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Clave | Descripción | Línea/Equipo | Fuga | | | | | | | |
| PC | 01 | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. | Tanque | 2" | | | 60 psia | 32 | 39 | 31490 kg | |
| CP | 02 | Fuga de gas con ignición (*flash fire, jet fire*) con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. | Línea de suministro | 0.5" | | | 60 psia | 32 | 60 | 45.7 kg | |

**Tabla 1.4.2.7.7.Datos para el inventario y la tasa de descarga.**

| Tipo de caso | Identificación de escenarios | | Diámetro (pulgadas) | | Flujo Vol. MDBP o MMPCSD | Flujo másico kg/h | Presión kg/cm2 | Temperatura °C | Duración fuga) min | Inventario kg o m3 | Tasa de descarga kg/s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Clave | Descripción | Línea/Equipo | Fuga | | | | | | | |
| CP | 03 | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. | Línea de suministro | 2″ | | | 60 psia | 32 | 60 | 1126 kg | |
| CA | 04 | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. | Línea de descarga | 2″ | | | 60 psia | 32 | 60 | 1126 kg | |

**Nota:** PC: Peor caso; CP: Caso probable; CA: Caso alterno.
**Fuente:** Resultados del análisis de consecuencias.

Los valores de los parámetros utilizados durante el análisis de consecuencias de los eventos los eventos considerados como de máximo riesgo, así como los resultados de dichas modelaciones, son mostrados a continuación en las **tablas 1.4.2.7.8. a la 1.4.2.7.11**

**HIPOTESIS 1 .-** Liberación de Gas L.P., causado por golpe con agente externo en tanque cilíndrico horizontal de almacenamiento principal de gas L.P. de 66,000 litros.

**Tabla 1.4.2.7.8. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre del simulador utilizado: ALOHA Ver. 5.4.7** | | | | | | | | |
| **Organismo/centro de trabajo/planta o área de trabajo:** Idalgo Company, S.A. de CV. | | | | | | | | |
| **Clave y nombre del escenario de riesgo:** Hipótesis 1 | | | | | | | | |
| **Elaboró:** Ing. Alfonso González Guzmán | | | | | | **Fecha: Agosto de 2022.** | | |
| **Descripción del escenario de riesgo** | | | | | | | | |
| Liberación de Gas L.P., causado por golpe con agente externo en tanque cilíndrico horizontal de almacenamiento principal de gas L.P. de 66,000 litros. | | | | | | | | |
| **Condiciones ambientales y tipo de área de localización de la instalación** | | | | | | | | |
| Pares (velocidad viento y estabilidad atmosférica): | 5 m/s Estabilidad D | Temperatura atmosférica: | 32 °C | Presión atmosférica: | 760 mmHg | Temperatura de suelo (si es distinta a la atmosférica): | | |
| Humedad atmosférica: | 90% | Humedad relativa: | 90% | Tipo de suelo (rugosidad empleada): | Suelo Natural | Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica): | | |
| Tipo de área en el que se encuentra la instalación: | | | Industrial: | | X | Otra: | | |
| | Urbana: | | Marítima: | | | Describa: | | |

**Tabla 1.4.2.7.8. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.**

**Lugares de particular interés** (Descripción y distancia del punto de fuga)

| Sitio 1 | Sitio 2 | Sitio 3 | Sitio 4 |
|---|---|---|---|
| | | | |

**Material o sustancia peligrosa bajo estudio**

| Nombre de la sustancia: Gas LP | Composición: | % molar | | % másico | X | % volumétrico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

| Fase: | Líquido | Inventario de fuga: | 66000 litros |
|---|---|---|---|

| **Compuesto:** | **%** | **Toxicidad** | **Inflamabilidad** | **Asfixiante** | **IDLH** | **STEL, $TLV_{15}$, LMPE-CT** | **TWA, $TLV_8$, LMPE-PPT** | **LIE (%)** | **LSE (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gas LP | 100 | 10 ppm | ND | NA | ND | ND | ND | 1,009E+04 ppm | 7,066E+04 ppm |

**Características del sitio en el que se encuentra el recipiente**

| Altura del dique: | | Área del dique ($m^2$): | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente: | Tierra seca: | | Concreto: | X | Describa: | | |
| | Tierra húmeda: | | Otra: | | | | |

**Datos del recipiente y características de la fuga**

| Presión: Atmosférica psi | Estado: | | Fase del material liberado: | | Contenedor: | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vapor | X | Vapor | X | | Cilindro: | X | Describa: |
| Temperatura: 32 °C | Líquido abajo su p.e. | | Líquido | | Vertical: | Esfera: | | No aplica |
| | Líquido arriba de su p.e. | | Vapor y líquido | | | Tubería: | | |
| | | | | | Horizontal: | Otro: | | |

| Tipo de fuga: | Falla catastrófica: | | Válvula de alivio: | | Orificio en cuerpo o tubería | X | Cizalla de tubería | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Otro: | | Describa: | | | | | |

| Diámetro o ancho del recipiente: | 3.38 m | Largo del recipiente: | 8.63 m |
|---|---|---|---|
| Diámetro equivalente de fuga | 2” | Área del orificio: | Coef. Pérdida del orificio: |
| Elevación del punto de liberación: | 4 m | Altura hidráulica: | NA |

| Dirección de la fuga: | Vertical: | X | Golpea contra: | | Inclinada: | | Tiempo estimado de liberación: | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Horizontal: | | Hacia abajo: | | Ángulo: | | Masa estimada de liberación: | |

**Resultados**

| **Tasa de quemado** | **Poder emisivo de la llama** | **Volumen esperado en el tanque** | **Altura de la llama** |
|---|---|---|---|
| | | | |

**Resultados del análisis de consecuencias por tipo de evento.****

| **Resultados por radiación térmica** | **Jet Fire** | **Early Pool Fire** | **Late Pool Fire** |
|---|---|---|---|
| Zona de Amortiguamiento (1,4 $kW/m^2$) | | | |
| Zona de Alto Riesgo (5,0 $kW/m^2$) | | | |

| **Resultados por sobrepresión por explosión** | **Early Explosión** | **Late Explosión** |
|---|---|---|

| **Tabla 1.4.2.7.8. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | | | | | | | | | |
| Zona de Amortiguamiento (0,5 psi) | | | | | | | | | |
| Explosión física de un recipiente a alta presión (EFR) | | | | Explosión por una nube de vapor (VCE ó UVCE) | | | | | |
| **Resultados** | | | | | | | | | |
| Alcance por toxicidad del compuesto: | | | Alcance de la radiación térmica (kW/m$^2$) | | Alcance de la sobrepresión: | | Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto: | | |
| IDHL | STEL | TWA | 1.4 | 5 | 0.5PSI | 1 PSI | LIE | LSE | |
| **505 m** | **284 m** | **793 m** | | | | | | | |
| **Concentración (ppm)** | | | **Tiempo de exposición (s)** | | | | **Distancias de afectación (m)** | | |
| IDLH 2100 ppm | | | 2,340 | | | | 505 | | |
| *Altura a la que se encuentra la fuga, a partir del nivel del piso terminado.<br>** Los valores se toman de la categoría 5/D porque es la más real al sitio del Proyecto. | | | | | | | | | |

**HIPOTESIS 2.-** Incendio de gas en la línea de suministro al muelle de llenado, al fugarse el energético y existir una fuente de ignición.

| **Tabla 1.4.2.7.9. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.** | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre del simulador utilizado: ALOHA Ver. 5.4.7** | | | | | | | | | | | | |
| **Organismo/centro de trabajo/planta o área de trabajo:** Idalgo Company, S.A. de CV. | | | | | | | | | | | | |
| **Clave y nombre del escenario de riesgo:** Hipótesis 2 | | | | | | | | | | | | |
| **Elaboró:** Ing. Alfonso González Guzmán | | | | | | | | **Fecha: Agosto de 2022.** | | | | |
| **Descripción del escenario de riesgo** | | | | | | | | | | | | |
| Incendio de gas en la línea de suministro al muelle de llenado, al fugarse el energético y existir una fuente de ignición. | | | | | | | | | | | | |
| **Condiciones ambientales y tipo de área de localización de la instalación** | | | | | | | | | | | | |
| Pares (velocidad viento y estabilidad atmosférica): | 5 m/s Estabilidad D | Temperatura atmosférica: | 32 °C | Presión atmosférica: | 760 mmHg | Temperatura de suelo (si es distinta a la atmosférica): | | | | | | |
| Humedad atmosférica: | 90% | Humedad relativa: | 90% | Tipo de suelo (rugosidad empleada): | Suelo Natural | Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica): | | | | | | |
| Tipo de área en el que se encuentra la instalación: | | | Industrial: | **X** | Otra: | | | | | | | |
| | Urbana: | | Marítima: | | Describa: | | | | | | | |
| **Lugares de particular interés** (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | | | | | | |
| Sitio 1 | | Sitio 2 | | Sitio 3 | | Sitio 4 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| **Material o sustancia peligrosa bajo estudio** | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de la sustancia: Gas LP | | Composición: | % molar | | % másico | **X** | % volumétrico | | | | | |

**Tabla 1.4.2.7.9. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.**

| Fase: | Líquido | Inventario de fuga: | 66000 litros |
|---|---|---|---|

| **Compuesto:** | **%** | **Toxicidad** | **Inflamabilidad** | **Asfixiante** | **IDLH** | **STEL, $TLV_{15}$, LMPE-CT** | **TWA, $TLV_8$, LMPE-PPT** | **LIE (%)** | **LSE (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gas LP | 100 | 10 ppm | ND | NA | ND | ND | ND | 1,009E+04 ppm | 7,066E+04 ppm |

**Características del sitio en el que se encuentra el recipiente**

| Altura del dique: | | Área del dique ($m^2$): | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente: | Tierra seca: | | Concreto: | X | Describa: | | |
| | Tierra húmeda: | | Otra: | | | | |

**Datos del recipiente y características de la fuga**

| Presión: Atmosférica psi | Estado: | | Fase del material liberado: | | Contenedor: | | Cilindro: | | Describa: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Vapor | X | Vapor | X | | | Esfera: | | |
| Temperatura: 32 °C | Líquido abajo su p.e. | | Líquido | | Vertical: | | Tubería: | X | No aplica |
| | Líquido arriba de su p.e. | | Vapor y líquido | | Horizontal: | X | Otro: | | |

| Tipo de fuga: | Falla catastrófica: | | Válvula de alivio: | | Orificio en cuerpo o tubería | X | Cizalla de tubería | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Otro: | | Describa: | | | | | |

| Diámetro o ancho del recipiente: | 3.38 m | Largo del recipiente: | 8.63 m |
|---|---|---|---|
| Diámetro equivalente de fuga | 0.5” | Área del orificio: | Coef. Pérdida del orificio: |
| Elevación del punto de liberación: | 1 m | Altura hidráulica: | NA |

| Dirección de la fuga: | Vertical: | | Golpea contra: | | Inclinada: | | Tiempo estimado de liberación: | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Horizontal: | X | Hacia abajo: | | Ángulo: | | Masa estimada de liberación: | |

**Resultados**

| **Tasa de quemado** | **Poder emisivo de la llama** | **Volumen esperado en el tanque** | **Altura de la llama** |
|---|---|---|---|
| | | | |

**Resultados del análisis de consecuencias por tipo de evento.****

| **Resultados por radiación térmica** | **Jet Fire** | **Early Pool Fire** | **Late Pool Fire** |
|---|---|---|---|
| Zona de Amortiguamiento (1,4 $kW/m^2$) | X | | |
| Zona de Alto Riesgo (5,0 $kW/m^2$) | X | | |

| **Resultados por sobrepresión por explosión** | **Early Explosion** | **Late Explosion** |
|---|---|---|
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | | |
| Zona de Amortiguamiento (0,5 psi) | | |

| Explosión física de un recipiente a alta presión (EFR) | | Explosión por una nube de vapor (VCE ó UVCE) | |
|---|---|---|---|

**Resultados**

| Alcance por toxicidad del compuesto: | Alcance de la radiación térmica ($kW/m^2$) | Alcance de la sobrepresión: | Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto: |
|---|---|---|---|

| **Tabla 1.4.2.7.9. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IDHL | STEL | TWA | 1.4 | 5 | 0,5PSI | 1 PSI | ½ LIE | LIE |
| | | | **≤ 10 m** | **≤ 10 m** | | | | |
| **Concentración (ppm)** | | | **Tiempo de exposición (s)** | | | | **Distancias de afectación (m)** | |
| | | | | | | | | |
| *Altura a la que se encuentra la fuga, a partir del nivel del piso terminado.<br>** Los valores se toman de la categoría 5/D porque es la más real al sitio del Proyecto. | | | | | | | | |

**HIPOTESIS 3.-** Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de suministro de Gas LP., y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.

| **Tabla 1.4.2.7.10. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.** | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre del simulador utilizado: ALOHA Ver. 5.4.7** | | | | | | | | | | | | |
| **Organismo/centro de trabajo/planta o área de trabajo:** Idalgo Company, S.A. de CV. | | | | | | | | | | | | |
| **Clave y nombre del escenario de riesgo:** Hipótesis 3 | | | | | | | | | | | | |
| **Elaboró:** Ing. Alfonso González Guzmán | | | | | | | **Fecha: Agosto de 2022.** | | | | | |
| **Descripción del escenario de riesgo** | | | | | | | | | | | | |
| Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de suministro de Gas LP., y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición. | | | | | | | | | | | | |
| **Condiciones ambientales y tipo de área de localización de la instalación** | | | | | | | | | | | | |
| Pares (velocidad viento y estabilidad atmosférica): | 5 m/s Estabilidad D | Temperatura atmosférica: | 32 °C | Presión atmosférica: | 760 mmHg | Temperatura de suelo (si es distinta a la atmosférica): | | | | | | |
| Humedad atmosférica: | 90% | Humedad relativa: | 90% | Tipo de suelo (rugosidad empleada): | Suelo Natural | Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica): | | | | | | |
| Tipo de área en el que se encuentra la instalación: | | | Industrial: | **X** | Otra: | | | | | | | |
| | Urbana: | | Marítima: | | Describa: | | | | | | | |
| **Lugares de particular interés** (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | | | | | | |
| Sitio 1 | Sitio 2 | Sitio 3 | Sitio 4 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| **Material o sustancia peligrosa bajo estudio** | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de la sustancia: Gas LP | Composición: | % molar | | % másico | **X** | % volumétrico | | | | | | |
| Fase: Líquido | Inventario de fuga: | 66000 litros | | | | | | | | | | |
| **Compuesto:** | **%** | **Toxicidad** | **Inflamabilidad** | **Asfixiante** | **IDLH** | **STEL, $TLV_{15}$, LMPE-CT** | **TWA, $TLV_8$, LMPE-PPT** | **LIE (%)** | **LSE (%)** | | | |

**Tabla 1.4.2.7.10. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gas LP | 100 | 10 ppm | ND | NA | ND | ND | ND | 1,009E+04 ppm | 7,066E+04 ppm |

**Características del sitio en el que se encuentra el recipiente**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Altura del dique: | | Área del dique ($m^2$): | | | | | |
| Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente: | | Tierra seca: | | Concreto: | X | Describa: | |
| | | Tierra húmeda: | | Otra: | | | |

**Datos del recipiente y características de la fuga**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Presión: Atmosférica psi | Estado: | | Fase del material liberado: | | Contenedor: | | Cilindro: | | Describa: |
| | Vapor | X | Vapor | X | | | Esfera: | | |
| Temperatura: 32 °C | Líquido abajo su p.e. | | Líquido | | Vertical: | | Tubería: | X | No aplica |
| | Líquido arriba de su p.e. | | Vapor y líquido | | Horizontal: | X | Otro: | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de fuga: | Falla catastrófica: | | Válvula de alivio: | | Orificio en cuerpo o tubería | X | Cizalla de tubería | | | |
| | Otro: | | Describa: | | | | | | | |
| Diámetro o ancho del recipiente: | 3.38 m | Largo del recipiente: | 8.63 m | | | | | | | |
| Diámetro equivalente de fuga | 2” | Área del orificio: | | Coef. Pérdida del orificio: | | | | | | |
| Elevación del punto de liberación: | 4 m | Altura hidráulica: | NA | | | | | | | |
| Dirección de la fuga: | Vertical: | | Golpea contra: | | Inclinada: | | Tiempo estimado de liberación: | | | |
| | Horizontal: | X | Hacia abajo: | | Ángulo: | | Masa estimada de liberación: | | | |

**Resultados**

| Tasa de quemado | Poder emisivo de la llama | Volumen esperado en el tanque | Altura de la llama |
|---|---|---|---|
| | | | |

**Resultados del análisis de consecuencias por tipo de evento.****

| Resultados por radiación térmica | Jet Fire | Early Pool Fire | Late Pool Fire |
|---|---|---|---|
| Zona de Amortiguamiento (1,4 $kW/m^2$) | | | |
| Zona de Alto Riesgo (5,0 $kW/m^2$) | | | |

| Resultados por sobrepresión por explosión | Early Explosion | Late Explosion |
|---|---|---|
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | X | |
| Zona de Amortiguamiento (0,5 psi) | X | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Explosión física de un recipiente a alta presión (EFR) | | Explosión por una nube de vapor (VCE ó UVCE) | |

**Resultados**

| Alcance por toxicidad del compuesto: | | | Alcance de la radiación térmica ($kW/m^2$) | | Alcance de la sobrepresión: | | Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto: | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IDHL | STEL | TWA | 1.4 | 5 | 0,5PSI | 1 PSI | ½ LIE | LIE |
| | | | | | **39 M** | **24 M** | | |

| Concentración (ppm) | Tiempo de exposición (s) | Distancias de afectación (m) |
|---|---|---|
| | | |

*Altura a la que se encuentra la fuga, a partir del nivel del piso terminado.

| **Tabla 1.4.2.7.10. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.** |
|---|
| ** Los valores se toman de la categoría 5/D porque es la más real al sitio del Proyecto. |

**HIPOTESIS 04.-** Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de descarga de Gas LP., y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.

| **Tabla 1.4.2.7.11. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre del simulador utilizado: ALOHA Ver. 5.4.7** | | | | | | | | | |
| **Organismo/centro de trabajo/planta o área de trabajo:** Idalgo Company, S.A. de CV. | | | | | | | | | |
| **Clave y nombre del escenario de riesgo:** Hipótesis 4 | | | | | | | | | |
| **Elaboró:** Ing. Alfonso González Guzmán | | | | | | **Fecha: Agosto de 2022.** | | | |
| **Descripción del escenario de riesgo** | | | | | | | | | |
| Formación de nube explosiva, al desconectarse la línea de descarga de Gas LP., y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición. | | | | | | | | | |
| **Condiciones ambientales y tipo de área de localización de la instalación** | | | | | | | | | |
| Pares (velocidad viento y estabilidad atmosférica): | 5 m/s Estabilidad D | Temperatura atmosférica: | 32 °C | Presión atmosférica: | 760 mmHg | Temperatura de suelo (si es distinta a la atmosférica): | | | |
| Humedad atmosférica: | 90% | Humedad relativa: | 90% | Tipo de suelo (rugosidad empleada): | Suelo Natural | Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica): | | | |
| Tipo de área en el que se encuentra la instalación: | | | Industrial: | X | Otra: | | | | |
| | Urbana: | | Marítima: | | Describa: | | | | |
| **Lugares de particular interés** (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | | | |
| Sitio 1 | Sitio 2 | | Sitio 3 | | Sitio 4 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| **Material o sustancia peligrosa bajo estudio** | | | | | | | | | |
| Nombre de la sustancia: Gas LP | Composición: | % molar | | % másico | X | % volumétrico | | | |
| Fase: Líquido | Inventario de fuga: | 66000 litros | | | | | | | |
| **Compuesto:** | **%** | **Toxicidad** | **Inflamabilidad** | **Asfixiante** | **IDLH** | **STEL, $TLV_{15}$, LMPE-CT** | **TWA, $TLV_8$, LMPE-PPT** | **LIE (%)** | **LSE (%)** |
| Gas LP | 100 | 10 ppm | ND | NA | ND | ND | ND | 1,009E+04 ppm | 7,066E+04 ppm |
| **Características del sitio en el que se encuentra el recipiente** | | | | | | | | | |

**Tabla 1.4.2.7.11. Parámetros y resultados de análisis de consecuencias.**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Altura del dique: | | Área del dique ($m^2$): | | | | | | | |
| Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente: | | Tierra seca: | | Concreto: | X | Describa: | | | |
| | | Tierra húmeda: | | Otra: | | | | | |
| **Datos del recipiente y características de la fuga** | | | | | | | | | |
| Presión: Atmosférica psi | Estado: | | | Fase del material liberado: | | Contenedor: | | Cilindro: | | Describa: |
| | Vapor | X | | Vapor | X | | | Esfera: | | |
| Temperatura: 32 °C | Líquido abajo su p.e. | | | Líquido | | Vertical: | | Tubería: | X | No aplica |
| | Líquido arriba de su p.e. | | | Vapor y líquido | | Horizontal: | X | Otro: | | |
| Tipo de fuga: | Falla catastrófica: | | Válvula de alivio: | | Orificio en cuerpo o tubería | X | Cizalla de tubería | | | |
| | Otro: | | Describa: | | | | | | | |
| Diámetro o ancho del recipiente: | 3.38 m | Largo del recipiente: | 8.63 m | | | | | | | |
| Diámetro equivalente de fuga | 2” | Área del orificio: | | Coef. Pérdida del orificio: | | | | | | |
| Elevación del punto de liberación: | 4 m | Altura hidráulica: | NA | | | | | | | |
| Dirección de la fuga: | Vertical: | X | Golpea contra: | | Inclinada: | | Tiempo estimado de liberación: | | | |
| | Horizontal: | | Hacia abajo: | | Ángulo: | | Masa estimada de liberación: | | | |

**Resultados**

| **Tasa de quemado** | **Poder emisivo de la llama** | **Volumen esperado en el tanque** | **Altura de la llama** |
|---|---|---|---|
| | | | |

**Resultados del análisis de consecuencias por tipo de evento.****

| **Resultados por radiación térmica** | **Jet Fire** | **Early Pool Fire** | **Late Pool Fire** |
|---|---|---|---|
| Zona de Amortiguamiento (1,4 $kW/m^2$) | | | |
| Zona de Alto Riesgo (5,0 $kW/m^2$) | | | |

| **Resultados por sobrepresión por explosión** | **Early Explosion** | **Late Explosion** |
|---|---|---|
| Zona de Alto Riesgo (1 psi) | **X** | |
| Zona de Amortiguamiento (0,5 psi) | **X** | |
| Explosión física de un recipiente a alta presión (EFR) | | Explosión por una nube de vapor (VCE ó UVCE) | |

**Resultados**

| Alcance por toxicidad del compuesto: | | | Alcance de la radiación térmica ($kW/m^2$) | | Alcance de la sobrepresión: | | Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto: | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IDHL | STEL | TWA | 1.4 | 5 | 0,5PSI | 1 PSI | ½ LIE | LIE |
| | | | | | **39 m** | **24 m** | | |

| **Concentración (ppm)** | **Tiempo de exposición (s)** | **Distancias de afectación (m)** |
|---|---|---|
| | | |

*Altura a la que se encuentra la fuga, a partir del nivel del piso terminado.
** Los valores se toman de la categoría 5/D porque es la más real al sitio del Proyecto.

### 1.4.2.8. Análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de la mismas.

Se hizo el análisis y evaluación de los posibles interacciones de riesgos con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se pudieran encontrar dentro de la zona de alto Riesgo, y de acuerdo al análisis plasmado en la Tabla 1.4.2.10.1.Posibles áreas de afectación de eventos de máximo riesgo, se obtuvo que no existen interacciones, ya que en la mayoría de las instalaciones próximas no se manejan sustancias o actividades que pudieran interactuar con la presencia de algún evento dentro de las instalaciones de la Planta de Almacenamiento y distribución de Gas LP.

Aun así, se establecerán medidas de seguridad encaminadas a mitigar cualquier interacción posible, entre ellas:

- Dar seguimiento puntual a programas de mantenimiento y pruebas de hermeticidad en tanque de almacenamiento de gas L.P.
- Capacitación al personal sobre procedimiento de operación.
- Capacitación al personal operativo en la aplicación de primeros auxilios y uso de extintores.
- Verificar que se cuente con un botiquín de primeros auxilios en la Planta de Distribución
- Implementación del Procedimiento de Respuesta a Emergencias.
- Mantener en condiciones de operación segura las válvulas de seguridad, válvulas controladoras de exceso de flujo (actuador neumático) y válvulas automáticas doble no retroceso
- Mantener en sitio las Hojas de Datos de Seguridad (HDS) del gas L.P.
- Colocar en áreas visibles los señalamientos informativos, preventivos y restrictivos, así como de los extintores para el combate de incendios.
- Instalación de paros de emergencia
- Instalación de detectores de fugas
- Mantenimiento constante al sistema contra incendio.

### 1.4.2.9. Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo.

### 1.4.2.10. Análisis de vulnerabilidad.

A manera de resumen de los resultados del análisis de consecuencias, a continuación, se presenta la **tabla 1.4.2.10.1.,** en la cual se presentan los resultados del análisis de consecuencias, así como de su interacción con áreas sensibles desde el punto de vista poblacional y entorno ecológico.

**Tabla 1.4.2.10.1.Posibles áreas de afectación de eventos de máximo riesgo.**

| Instalación | Distancia en metros de evento de mayor afectación | | | | | | | | | | Área sensible potencialmente afectada (radio de riesgo y riesgo a equipos). | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Clave | Evento | Toxicidad (ppm) | | Sobrepresión (psi) | | | Inflamabilidad (kW/m$^2$) | | | Receptores de riesgo | | | | Vías de comunicación | Fragilidad ecosistema | Cuerpos de agua | AICAS | Sitios INAH |
| | | | IDLH | TLV | 3.0 | 1 | 0.5 | 12.5 | 5.0 | 1.4 | Poblado de interés | Cantidad | Dirección | Distancia (km) | | | | | |
| Tanque de almacenamiento principal de gas LP. | 01 | Fuga | 793 | 505 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | No existen centros poblacionales sin embargo se localizan las empresas Sika Mexicana Altamira; Transportes TPH; Transportes Mera; Industrias Licont; Univar; Contenedores del Golfo. | 2100 ppm | Norte, sur, oeste. | 0.5 | Calle Bahía Adair; Calle Laguna Machona | - | - | - | - |
| Línea de suministro al muelle de llenado | 02 | Incendio | - | - | - | - | - | - | < 10 m | < 10 m | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Línea de suministro de gas LP | 03 | Explosión | - | - | - | 24 | 39 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Línea de descarga de gas LP | 04 | Explosión | - | - | - | 24 | 39 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

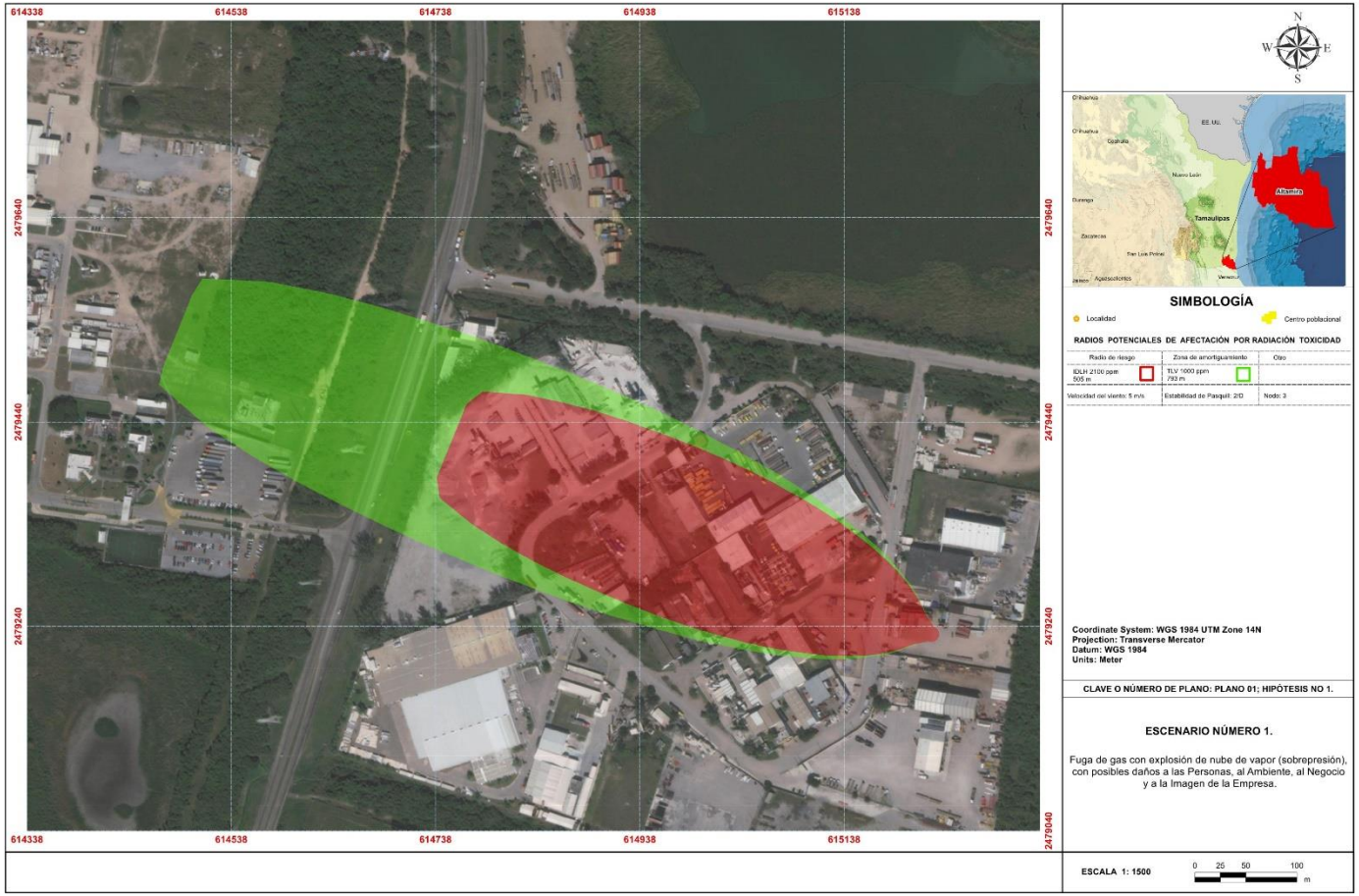
**Fuente:** Censo de Población y Vivienda 2010, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)., Análisis de consecuencias, recorrido de campo, Google Earth. Resultados del modelo de simulación Aloha 5.4.7, HAZOP Elaboración propia, resultados del análisis de consecuencias, según formato de guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos, ASEA.

## 2. DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

### 2.1. Radios potenciales de afectación.

A continuación, se realiza el análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones; lo anterior, a partir de los resultados de cada análisis de consecuencias realizado.

**Figura 2.1.1. Escenario 01**




**Fuente:** Resultados del modelo de simulación.

**Figura 2.1.3. Escenario 03.**

**Fuente:** Resultados del modelo de simulación.

**Figura 2.1.3. Escenario 03 .**

**Fuente:** Resultados del modelo de simulación.

En el **anexo 8** Diagrama de pétalos, se muestra la representación en planos de los resultados del análisis de consecuencias.
Pegar tabla para colocar listado de planos.

**Tabla 2.1.1. Listado de planos de radios potenciales de afectación.**

| No. | Nombre del plano | Compañía | Revisión | Escala | Fecha |
|---|---|---|---|---|---|
| Plano 01 | Hipótesis N° 1 | BioINDES | 01 | 1:2500 | Agosto 2022 |
| Plano 02 | Hipótesis N° 3 | BioINDES | 01 | 1:2500 | Agosto 2022 |
| Plano 03 | Hipótesis N° 4 | BioINDES | 01 | 1:2500 | Agosto 2022 |

**Fuente:** Resultados del modelo de simulación empleado, diagrama de pétalos anexo “10”.

## 2.2. Interacciones de riesgo.

A continuación, en la **tabla 2.2.1.**, se presentan las interacciones de riesgo de aquellos eventos que por su ubicación pudieran potencializar el riesgo a través de un efecto dominó u otros mecanismos.

**Tabla 2.2.1.Posibles interacciones de riesgo.**

| Clave del escenario de riesgo | Equipo / sitio de la planta / km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada | Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de la afectación (m) | Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación | Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | Tanque de gas LP | Gas LP | Radio de riesgo | Toxicidad | 505 | Sika Mexicana Altamira; Transportes TPH; Transportes Mera; Industrias Licont; Univar; Contenedores del Golfo. | 0 a 191 m | Barda perimetral, paros de emergencia, sistema de contraincendio. | Dique de contención en tanque principal, detectores de gases en áreas perimetrales, sistema de alarma audible y visual |
| | | | | | | Gasificadora Altamira; Ergon Asfaltos, DPH, Weatherford. | 0 a 284 m | | |
| | | | | | | Sika Mexicana Altamira; Transportes TPH. | 0 a 69 m | | |
| | | | Zona de amortiguamiento | Toxicidad | 793 | Sika Mexicana Altamira; Transportes TPH; Transportes Mera; Industrias Licont. | 191 a 305 m | | |
| | | | | | | Industrias Licont; CEMEX Concretos Tampico – Altamira; Pesado Transport; Autotransportes Genesis. | 284 a 505 m | | |
| | | | | | | Sika Mexicana Altamira; Transportes TPH; Transportes Mera; Industrias Licont. | 69 a 125 m | | |

**Tabla 2.2.1.Posibles interacciones de riesgo.**

| Clave del escenario de riesgo | Equipo / sitio de la planta / km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada | Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo | Tipo de zona | Tipo de evento | Radio de la afectación (m) | Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación | Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga | Descripción de salvaguardas existentes | Recomendaciones para implementar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02 | Línea de suministro | Gas LP | Radio de riesgo | Radiación | < 10 m | - | - | Barda perimetral, paros de emergencia, sistema de contraincendio. | Dar seguimiento puntual a programa de mantenimiento |
| | | | Zona de amortiguamiento | Radiación | < 10 m | - | - | | |
| 03 | Línea de suministro | Gas LP | Radio de riesgo | Sobrepresión | 24 | Transportes TPH. | 0 a 24 m | Barda perimetral, paros de emergencia, sistema de contraincendio. | Dar seguimiento puntual a programa de mantenimiento |
| | | | Zona de amortiguamiento | Sobrepresión | 39 | Transportes TPH. | 24 a 39 m | | |
| 04 | Línea de descarga | Gas LP | Radio de riesgo | Sobrepresión | 24 | Al interior de la instalación | 0 a 24 m | Barda perimetral, paros de emergencia, sistema de contraincendio. | Dar seguimiento puntual a programa de mantenimiento |
| | | | Zona de amortiguamiento | Sobrepresión | 39 | Transportes TPH. | 24 a 39 m | | |

**Fuente:** Censo de Población y Vivienda 2010, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Análisis de consecuencias, recorrido de campo, Google Earth. Resultados del modelo de simulación Aloha, HAZOP: No detectado. Resultados del análisis de consecuencias, según formato de guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos, ASEA.

### 2.3. Efectos sobre el sistema ambiental.

La radiación térmica (inflamabilidad) indica la distancia a la cual los equipos de emergencia podrían acercarse sin poner en riesgo su integridad física y la sobrepresión (explosividad) es la onda de presión ocasionada por una explosión súbita de material originada por la fuga de Gas LP, determinada en algún de los escenarios hipotéticos, determinados en el presente estudio, debido a los escenarios hipotéticos.

| | | |
|---|---|---|
| PC | 01 | Fuga de gas que no encuentra una fuente de ignición pero que si forma una nube toxica, con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| CP | 02 | Fuga de gas con ignición (*flash fire, jet fire*) con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| CP | 03 | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |
| CA | 04 | Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa. |

Los escenarios de riesgo se plantean derivado del analiza HazOp de la operación de la planta, por lo que la interacción del riesgo con los equipos o componentes de la planta se encuentran previstos en cada escenario de riesgo planteado ya que por la naturaleza de la operación de la planta los posibles puntos de ignición quedan circundados fuera o dentro de las áreas operativas de la planta.

De los 4 escenarios de riesgo de la operación de la planta no se esperan efectos adversos sobre el sistema ambiental, ya que las instalaciones se localizan en una zona industrial, donde no existen factores ambientales que se puedan ver afectados, en el hipotético caso de ocurrencia los daños son principalmente a las instalaciones y a las personas que se localicen dentro de los radios de zonas de alto riesgo.

Las medidas preventivas que se tienen para la prevención de fugas de ALPHA GAS, son los sistemas de medición de flujo, medidor de presión, sistemas de detección de gas y fuego colocados en las áreas estratégicas de la planta.

Así mismo se contará con los procedimientos de emergencia correspondientes para cada evento.

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

### 3.1. Recomendaciones técnico-operativas.

A continuación, en la tabla **3.1.1. y tabla 3.1.2**, se presenta el listado de recomendaciones resultantes del análisis de riesgo de proceso.

Tabla 3.1.1. Recomendaciones resultantes de la aplicación de la metodología HAZOP.

| Recomendaciones HazOp | | Responsables | Escenarios |
|---|---|---|---|
| 1 | R01.- Dar seguimiento puntual a programa de mantenimiento y pruebas de hermeticidad en tanque de almacenamiento de gas L.P. | Mantenimiento | 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5 |

Tabla 3.1.1. Recomendaciones resultantes de la aplicación de la metodología HAZOP.

| Recomendaciones HazOp | | Responsables | Escenarios |
|---|---|---|---|
| 2 | R02.- Capacitación al personal sobre procedimiento de operación. | Recurso Humanos/ Mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 3 | R03.- Capacitación al personal operativo en la aplicación de primeros auxilios y uso de extintores. | Recurso Humanos/ Mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 4 | R04.- Verificar que se cuente con un botiquín de primeros auxilios en la Planta de Distribución. | Operaciones | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 5 | R05.-Realizar las auditoras de integridad mecánica de los equipos mecánicos. | Operaciones | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 6 | R06.- Contar con el expediente de integridad mecánica d del equipo sujeto a presión. | Operaciones/ mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 7 | R07.- Tramitar el certificado de RSP ante la STPS. | Operaciones/ mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |
| 8 | R08.- Realizar pruebas periódicas del correcto funcionamiento del equipo fijo contraincendios. | Operaciones/ mantenimiento | 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.1.4, 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 |

**Fuente:** Resultados de la metodología Hazop y análisis de consecuencias.

| Tabla 3.1.2. Recomendaciones resultantes de la aplicación de la metodología HAZOP. | | |
|---|---|---|
| **Recomendaciones Generales** | | **Responsables** |
| 1 | RG1.- Difundir a todo el personal el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE). | Operaciones |
| 2 | RG2.- Mantener en condiciones de operación segura las válvulas de seguridad, válvulas controladoras de exceso de flujo (actuador neumático) y válvulas automáticas doble no retroceso | Mantenimiento |
| 3 | RG3.- Mantener en sitio las Hojas de Datos de Seguridad (HDS) del gas L.P. | Operaciones |
| 4 | RG4.- Colocar en áreas visibles los señalamientos informativos, preventivos y restrictivos, así como de los extintores para el combate de incendios. | Operaciones |
| 5 | RG.5 Realixzar la auditoria SASISOPA cada 2 años por u tercer aurorizado de la ASEA. | Operaciones |
| **Fuente:** Resultados de la metodología Hazop y análisis de consecuencias. | | |

## 3.2. Sistemas de seguridad.

A continuación, en la **tabla 3.2.1.**se presenta el listado y la descripción del equipo de protección personal normalmente usado por el personal.

| **Tabla 3.2.1. Descripción de los equipos de protección personal.** | |
|---|---|
| **Equipo** | **Especificación** |
| Casco de seguridad Valiant | Aprobado por ANSI Z89.1-1986 |
| Lentes de seguridad Veratti | Aprobado por ANSI Z87.1-1989 |
| Goggles de seguridad contra salpicaduras de químicos | Aprobado por ANSI Z87.1-1989 |
| Tapones auditivos | OSHA 29 CFR 1910.95 |
| Ropa de protección | NOM-005-STPS-1998, NOM-017-STPS-2008 |
| Traje para lluvia | - |
| Botas de seguridad | Aprobado por ANSI Z41.1 |
| Zapato all-terrain tipo borceguí | Aprobado por ANSI Z41.1 |
| Botas de hule para trabajos en general | Aprobado por ANSI Z41.1 |
| Guantes antiderrapantes | NOM-017-STPS-2008 |
| Guantes Hycron | NOM-017-STPS-2008 |
| Guantes Hylite | NOM-017-STPS-2008 |
| Guantes dieléctricos | NOM-017-STPS-2008 |
| Equipos de protección respiratoria | NOM-010-STPS-2014, NOM-017-STPS-2008, NOM-030-STPS-2009-NOM-116-STPS-2009, Asec-IV-NS-200-26001-SEG-6.28.4, Asec-IV-NS-200-26001-SEG-6.28.5, TDPF-II-PR-200-26100-OPN-11.3 |
| Respiradores para polvos molestos | NOM-116-STPS-2009 |
| Respirador de cartuchos intercambiables | NOM-116-STPS-2009 |
| **Fuente:** Elaboración propia. | |

**La cantidad y capacidad de extintores.**
Las clases de fuego y de riesgo que se presentarán en las distintas áreas o elementos durante la perforación; de acuerdo a la clasificación que define la NFPA-10 (Standard for Portable Fire Extinguishers) es mostrada a continuación en la **tabla 3.2.3.**

**Tabla 3.2.3. Relación de extintores por área de la instalación.**

| Ubicación | Cantidad |
|---|---|
| Toma de recepción | 1/cada toma |
| Toma de suministro | 1/cada toma |
| Muelle de llenado para recipientes transportables | 1 /c 5 llenadoras |
| Fuente de calor del sistema de llenado | 1 |
| Zona de almacenamiento | 1 /cada recipiente |
| Bombas y compresores para Gas LP | 1 / cada equipo |
| Bombas de agua contraincendios | 1/cuarto de bombas |
| Estacionamiento de vehículos y auto tanques | 1/c 10 cajones |
| Sistema de vaciado de Gas LP | 1 |
| Caseta de vigilancia | 1 |
| **Fuente:** Proyecto ejecutivo. | |

**3.3. Medidas preventivas.**
Durante el funcionamiento del tanque de gas lp, se promoverá que todas las actividades que se realicen se desarrollen dentro de un marco de seguridad para evitar daños al medio ambiente, como al personal que labore, esto debido a una contingencia o accidente.

Dentro de las principales medidas de seguridad que se tienen establecidas, se mencionan las que se consideran en las etapas de la recepción de gas lp.

- Aplicación de check list de prearranque.
- Realizar una inspección periódica de las instalaciones.
- Proporcionar mantenimiento a la señalización.
- Verificación integral de medidas de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente.
- Verificación del equipo principal y auxiliar para confirmar su correcta instalación.
- Verificar que el equipo moto generador de energía eléctrica se encuentre en condiciones de asegurar el menor número de fallas que puedan ocasionar falta de abasto de energía.
- Verificar que la emisión de ruido sea menor a los establecidos en la normatividad ambiental.
- Verificar la instrumentación para la medición y el registro de presión y flujo de gas lp.
- Verificar la aplicación del procedimiento para ejecución de trabajos con riesgo.
- Llevar un control de residuos domésticos e industriales.
- Previo a la realización de operaciones especiales, promover pláticas de seguridad planteando posibles problemas, así como sus posibles soluciones.
- Todo el personal involucrado, sin excepción deberá portar su equipo de protección personal.

Durante el desarrollo del proyecto es poco probable que se presente una fuga de magnitud tal que requiera la intervención del grupo de respuesta, generalmente los eventos que ocurren no son significativos, consistiendo generalmente por iridiscencias de gas lp sobre el piso durante el despacho, mismas que son controladas de inmediato, enviando la corriente a separador y quemador. De manera simultánea se realizará el control mediante la modificación de la composición y/o densidad del fluido de perforación. En caso remoto de fugas, estas se consideran sean menores y normalmente se procederá a la limpieza del sitio en forma manual por personal del área.

**a) Manual para trabajos riesgosos.**

Con el objetivo de disminuir la ocurrencia de accidentes a través de una metodología para análisis y control de trabajos que impliquen riesgo, se cuenta con un procedimiento para la obtención del permiso para ejecución de trabajos con riesgo, este es de observancia general y obligatoria, en él se resumen las medidas preventivas de seguridad acordadas por el regulado con sus contratistas, subcontratistas, prestadores de servicios y/o proveedores.

**b) Programa de señalización y letreros alusivos a la seguridad, así como para mantener perfectamente identificada el área de almacenamiento de gas lp.**

Para reducir la ocurrencia de accidentes se realiza una instalación de señalamientos informativos, preventivos y restrictivos, en el área de trabajo, para que los trabajadores puedan localizar e identificar los trabajos que se realizan, así como las medidas de seguridad que han sido adoptadas para reducir la posibilidad de daños.

A continuación, se mencionan solamente algunas de las señales establecidas dentro del área de trabajo que han sido adoptadas como señalamientos informativos, preventivos y restrictivos:

- TAG del tanque de gas y su capacidad.
- Uso obligatorio del equipo de protección personal.
- No tocar válvulas.
- No encender fuego.
- Alto voltaje.
- Prohibido el paso.
- Ruta de evacuación.
- No fumar.
- Punto de reunión.
- Rutas de evacuación.
- PRE (Plan de Respuesta a Emergencias).

**c) Mantenimiento de equipo de almacenamiento.**

- Limpieza periódica del cárcamo recolector de derrames.
- Aplicación de programa de calibración de instrumentos.
- Verificación de espesores en el tanque de almacenamiento de gas lp.
- Conexión a tierra del tanque de almacenamiento de gas lp.

**d) Medidas, equipos, dispositivos y sistemas durante la descarga de gas lp.**

A continuación, se presenta el listado de dispositivos de seguridad contemplados durante la recepción.

- Calzas en unidades de transporte durante la descarga.
- Extintores Ansul presión contenida PQS y $CO_2$ de 30 y 20 libras.
- Kit anti derrames tipo tambor.
- Cono de viento.
- Cintas de barricada rojas y amarillas.
- Conos de tránsito.
- Postes indicadores reflejantes.
- Señales informativas, preventivas, restrictivas y prohibitivas.
- Hojas de materiales químicos MSDS.
- Sistema de voceo y alarma de emergencia, en caso aplicable.

### 3.4. Recomendaciones técnico operativas.

Tomando como referencia un contexto general de las instalaciones de la empresa ALPHA GAS, se establecen las siguientes recomendaciones:

- Establecer y dar seguimiento a un programa anual de revisión a las instalaciones eléctricas de las áreas del centro de trabajo, con énfasis en aquellas clasificadas como de riesgo de incendio alto, a fin de identificar y corregir condiciones inseguras que puedan existir.

- Dar seguimiento al programa anual de revisión y pruebas a los equipos contra incendio, a los medios de detección, así como a las alarmas de incendio y sistemas fijos contra incendio.

- Controlar la generación o acumulación de electricidad estática instalando, entre otros, sistemas de puesta a tierra, equipos, dispositivos con conexión a tierra, sistemas de pararrayos y pisos antiestáticos o conductivos. Esto verificando que el valor de resistencia en sistemas de pararrayos debe estar comprendidos entre 0 y 25 ohms, el valor de resistencia para red de puesta a tierra no sea mayor de 10 ohms y que exista continuidad eléctrica en los puntos de conexión a tierra del equipo que pueda generar o almacenar electricidad estática.

- Todos los equipos y componentes del sistema de transporte, almacenamiento de GNL deberá de estar conectado a un sistema de tierras físicas.

- Asegurar que la comunicación sobre los peligros y riesgos dentro de la instalación sean de operación, incendio y por otros factores debe ser clara, veraz y sencilla en el sistema usado en la terminal, e impartirse a todos los trabajadores y contratistas de la terminal. Capacitar a todos los trabajadores involucrados en el uso de sustancias químicas peligrosas por lo menos una vez al año.

- Elaborar y ejecutar un programa anual de capacitación al personal en materia de prevención y combate a contingencias.

- Elaborar y ejecutar un programa de simulacros en donde se planteen los escenarios de riesgos inherentes a la operación de la Planta de Distribución de Gas LP, al menos 2 veces al año.

- Realizar pruebas de eficiencia a los sistemas de contraincendios y sistemas de comunicación y alarma existentes en la Planta de Distribución de Gas LP, al menos 2 veces al año

- Todos los equipos y componentes deberán de estar identificados y con su nomenclatura acorde a los planos de operación de la planta,

- Todos los componentes deberán de contar con el código de colores acorde a la sustancia manejada en cumplimiento a las disposiciones y normas de seguridad vigente.

- Mantener actualizado los planos de ubicación de dispositivos de seguridad y de atención a contingencias, conos de viento, extintores, estaciones de regaderas y lavaojos, así como la señalización dentro de la terminal.

- Elaborar y ejecutar un programa anual de revisión mensual de los extintores, y vigilar que los extintores cumplan con las condiciones establecidas en el punto 7.2 de la norma NOM-002-STPS-2010.

- Llevar un registro de las inspecciones mensuales de los extintores, que por lo menos contenga:

- Proporcionar mantenimiento a los extintores como resultado de las revisiones mensuales. Cuando los extintores se sometan a mantenimiento, deberán ser reemplazados en su misma ubicación, por otros cuando menos del mismo tipo y capacidad.

- Realizar mensualmente una inspección física de los sistemas fijos contra incendio para verificar la eficiencia en su funcionamiento.

- Contar con un análisis de riesgo para cada uno de los procesos críticos del centro de trabajo, actualizando el análisis de riesgo al menos cada cinco años o cuando exista cualquiera de las situaciones siguientes: antes de que se realicen cambios a algún proceso, o cuando se proyecte un proceso nuevo o producto de una investigación de accidente mayor.

- Dar seguimiento al programa de mantenimiento preventivo que incluya todo el equipo crítico relacionado con el proceso usando los procedimientos correspondientes.

- Prohibir y evitar el bloqueo, daño, inutilización o uso inadecuado de los equipos y sistemas contra incendio, los equipos de protección personal para la respuesta a emergencias, así como los señalamientos de evacuación, prevención y de equipos y sistemas contra incendio, entre otros.

- Contar con los procedimientos documentados que incluyan al menos las medidas de seguridad y los datos e información documental, ya sea por equipo o de aplicación común.

- En las áreas de trabajo donde exista la presencia de electricidad estática, se deben colocar materiales antiestáticos o conductivos, o dispositivos para drenar a tierra las corrientes que se hayan acumulado en el cuerpo del trabajador.

- Elaborar y ejecutar un programa de mantenimiento preventivo a las bombas contraincendio (combustión interna, eléctrica y jockeys) para asegurar su eficiente operación. En caso de alguna emergencia.

## 4. RESUMEN.

### 4.1. Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental.

De acuerdo con los resultados del análisis de riesgo de proceso mediante la aplicación de la metodología HAZOP, se establecen las siguientes conclusiones:

1. El riesgo de proceso es preponderantemente tipo “C” o “bajo” (50 % de las desviaciones analizadas) y en segundo término un riesgo clasificado como bajo seguido como riesgo tipo “D” o “muy bajo” (33 % de las desviaciones analizadas, por lo que para este 33 % de eventos, se recomienda hacer evaluaciones posteriores tipo costo-beneficio, para decidir si se destinan recursos a reducir el riesgo o se acepta como está.

2. Derivado de la aplicación de la metodología Hazop, se estima que uno de los eventos de mayor riesgo, es un incendio del tanque de gas lp, el cual, normalmente iniciaría en el dique de contención, es decir a una altura promedio de 1.0 m, a presión atmosférica, sin embargo, se contará con los controles administrativos y operativos que podrían reducir la probabilidad y consecuencia, ante la ocurrencia del citado evento.

3. Derivado de la aplicación de la Metodología HAZOP se identificaron un evento de máximo riesgo. De la avaluación de consecuencias de dicho evento y considerando la localización seleccionada, se concluye que, de presentarse dicha contingencia, no se afectarían poblaciones aledañas, sin embargo, se deben establecer mecanismos de control para atender y comunicar situaciones de emergencia, en función de las características del entorno del sitio del proyecto.

4. Las consecuencias de escenarios de incendio se restringen a eventos derivados de ignición del gas lp, esperándose que sean de corta duración por las reacciones del personal operativo que existirá durante las etapas analizadas, del sistema de control de paro por emergencia, por los ajustes operativos, planes, programas y procedimientos de respuesta a emergencia que se tendrán implementados.

5. Derivado de la evaluación de frecuencias se concluye que el principal factor que incrementa la probabilidad de un escenario de riesgo es el error humano debido a que los sistemas son en general de operación manual.

6. La conformación y aplicación del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) se constituye como la principal herramienta de gerenciamiento del riesgo en las diferentes actividades a desarrollar, por lo que se deberán desarrollar e implantar los procedimientos y mecanismos necesarios aplicables a las actividades analizadas, destacando como resultado del presente análisis de riesgo.

## 5. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

### 5.1. Planos de localización.

A continuación, se presenta el listado de anexos.

| Anexos | Descripción |
|---|---|
| **1** | Plano de Distribución |
| **2** | Dictamen de UV |
| **3** | Memorias Técnicas |
| **4** | Planos Isométricos |
| **5** | HDS GAS LP |
| **6** | Reporte HazOp, Acta constitutiva del grupo multidisciplinario de análisis de riesgo y listas de asistencia del personal que conformó el grupo multidisciplinario de análisis HazOp. |
| **7** | Análisis de Consecuencia |
| **8** | Diagramas de pétalos. |
| **9** | Informe Técnico del ERA. |
| **10** | Memoria fotográfica. |

### 5.2. Fotografías.

En el **anexo 10** se muestra la memoria fotográfica, en el cual se señalan las colindancias, caminos de acceso y vegetación característica entre otros, en el área donde se esarrollará el proyecto.

## 6. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

| Clave | Nombre | Compañía | Revisión | Escala | Fecha |
|---|---|---|---|---|---|
| C-2 | Planimétrico. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1: 200 | 2022 |
| M-2 | Mecánico isométrico. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1: 100 | 2022 |
| M-3 | Mecánico isométrico detalles. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1: 100 | 2022 |
| A-1 | Proyecto civil. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1: 200 | 2022 |
| A-2 | Proyecto civil. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:400 | 2022 |
| PCI-2 | Proyecto contra incendio isométrico. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:200 | 2022 |
| PCL-1 | Proyecto contra incendio. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:200 | 2022 |
| E-1 | Proyecto eléctrico áreas clasificadas. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:200 | 2022 |
| E-2 | Proyecto eléctrico tierras físicas. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:200 | 2022 |
| E-3 | Proyecto eléctrico iluminación. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:200 | 2022 |
| E-4 | Proyecto eléctrico fuerza. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:200 | 2022 |
| M-1 | Proyecto mecánico. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:200 | 2022 |
| M-2 | Mecánico isométrico. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:200 | 2022 |
| M-3 | Mecánico isométrico detalles. | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 1 | 1:200 | 2022 |

**Anexo "2"** Formatos de presentación.

| Código | Nombre | Norma | Compañía | Fecha de aprobación |
|---|---|---|---|---|
| MCI-01 | Memoria civil. | NOM-001-SESH-2014 | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 05 de enero del 2022 |
| MCI-01 | Memoria contra incendios. | NOM-001-SESH-2014 | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 05 de enero del 2022 |
| MCI-01 | Memoria eléctrica. | NOM-001-SESH-2014 | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 05 de enero del 2022 |
| MCI-01 | Memoria mecánica. | NOM-001-SESH-2014 | Idalgo Company, S.A. de C.V. | 05 de enero del 2022 |
| **Fuente:** Elaboración propia. | | | | |