

**ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO**

CAPÍTULO I

**ESCENARIOS DE LOS RIESGOS
AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL
PROYECTO.**

GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.

*Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales
del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca*

I.1. BASES DE DISEÑO.

El presente proyecto se refiere a la instalación y operación de una planta de distribución de Gas L.P. con capacidad de 93,000 litros almacenados en un solo recipiente de almacenamiento. Pertenece a Gas Istmeño, S.A. de C.V. con pretendida ubicación en Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacoatepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca.

Cabe mencionar que el diseño de la planta se apega a los lineamientos que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 2014.

Asimismo, en relación al requerimiento que exige actualmente la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente de los recipientes de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, el proyecto cumple en su totalidad con esta exigencia.



Figura.I.1. Ubicación de la planta de distribución de GLP y alrededores dentro de radios de 100 m medidos desde la tangente del tanque de almacenamiento.

El terreno que ocupará la Planta, no tiene ninguna actividad en sus colindancias que represente riesgos para la operación normal de la misma, se considera técnicamente correcta.

Las colindancias del predio que ocupará la Planta serán las siguientes:

- Al Sur con el derecho de vía de la Carretera Ixtepec – Tlacoatepec.

- Al Norte con terreno baldío sin actividad.
- Al Este con terreno baldío sin actividad.
- Al Oeste con terreno baldío sin actividad.

En virtud de esto, se cuenta con un dictamen técnico No. de folio **12684/20 BA** emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. con número de registro **UVSELP 124 - A (Ver Apartado D)**, donde señala que la memoria técnico descriptiva y planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, cumplen con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.**

Cabe destacar que se cuenta con el Dictamen Eléctrico, emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación en instalaciones eléctricas con número de registro **UVSELP 474-A (Ver Apartado D)**, donde señala que el proyecto de la memoria de cálculo y el plano eléctrico, cumplen con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SEDE-2012** relativa a las instalaciones destinada al suministro y uso de la energía eléctrica publicada en el Diario Oficial del 29 de noviembre de 2012.

Es importante mencionar que en un radio de 500 m a partir de los límites de las instalaciones no se encuentran zonas vulnerables tales como: *localidad, colonia, caserío, escuela, hospital, centro comercial, templo, parque o unidad habitacional de alta densidad.*

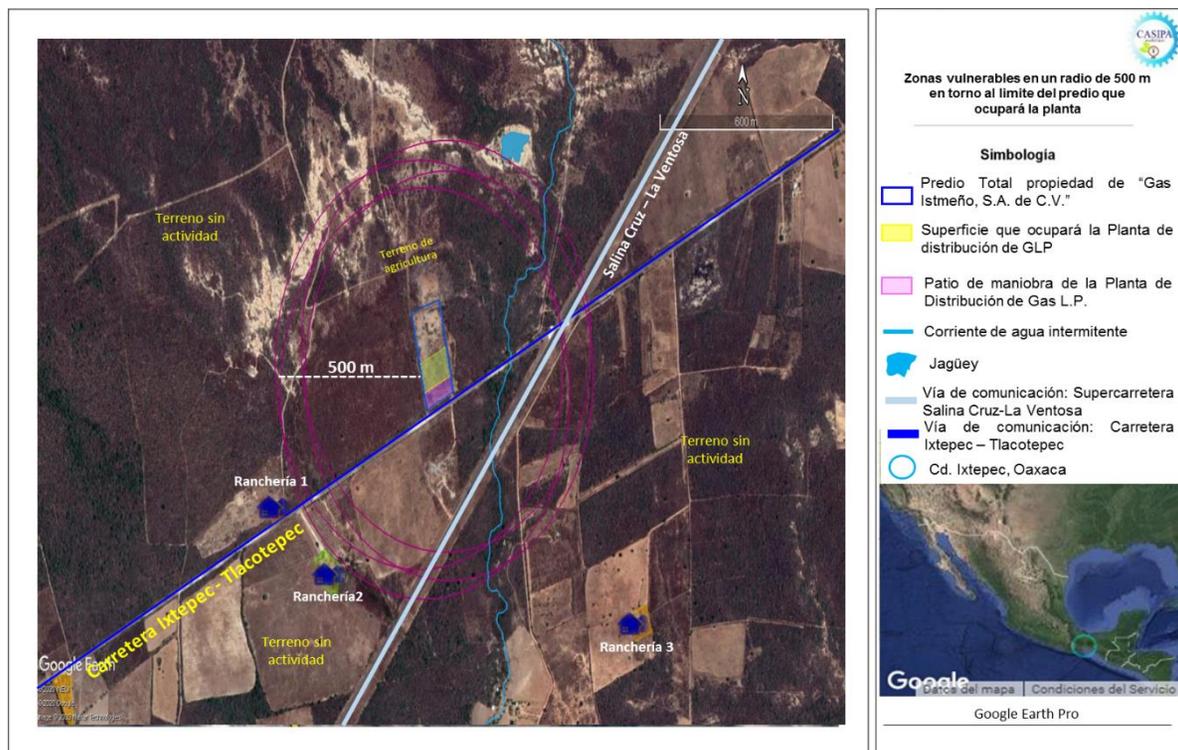
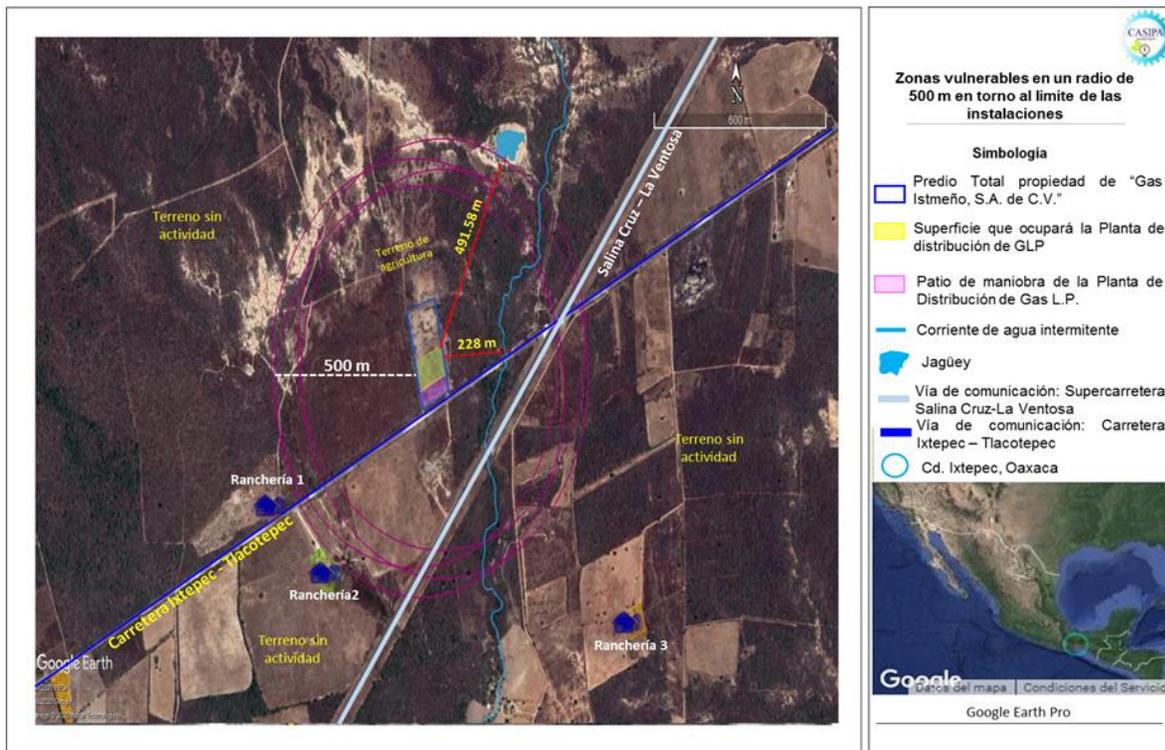


Figura I.2. Radio de 500 m medidos a partir de los límites del predio que ocupará la planta.

Tabla I.1. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a las instalaciones (m)
Cuerpo de agua	-----	Corriente de agua intermitente	Noreste	228 m
	-----	Jagüey	Noreste	491.58 m
Área de importancia para conservación de las aves	AICA 246 Istmo de Tehuantepec Mar Muerto	Superficie (Ha): 870212 Consultar la Tabla I.2.	-----	El terreno que ocupará la planta está inmersa en el AICA 246 (Ver Figura I.4)

**Figura I.3.** Cuerpos de agua presentes en un radio de 500 m medidos a partir de los límites del terreno que ocupará la planta

El área del proyecto se localiza en el **AICA 246 Istmo de Tehuantepec Mar Muerto** (figura I.4.), presenta las siguientes características:

Tabla I.2. Características del AICA Istmo de Tehuantepec Mar Muerto.

Nombre: Istmo de Tehuantepec Mar Muerto		No. del AICA: 246
Superficie (Ha): 870212		Especies: 169
Descripción:	Los límites del área cubierta van desde la laguna “La Ventosa” en la esquina suroeste del polígono, al norte hasta la parte norte de la Sierra Atravesada dentro del Estado de Oaxaca (la cual en diferentes partes de su recorrido recibe nombres locales), recorriendo esta sierra hacia el este hasta llegar entre las ciudades de Santo Domingo Ingenio-Niltepec. Ya en el Estado de Chiapas llega a las estribaciones de la Sierra Madre de Chiapas en el Municipio de Arriaga y Tonalá para de ahí bajar a la costa a la altura de la cabecera municipal de Tonalá y posteriormente prolongarse sobre la planicie costera de Chiapas antes de la Laguna La Joya y rebordearla en su extremo Occidental para tener el área su límite sudoriental en al Este de Puerto Arista. En área que cubre este polígono incluye a 33 municipios o parte de ellos.	
Nombre: Istmo de Tehuantepec Mar Muerto		No. del AICA: 246
Superficie (Ha): 870212		Especies: 169
Vegetación	La flora está representada principalmente por la comunidad de mangle negro o madresal (<i>Avicennia germinans</i>) y mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), con árboles con alturas variables de 4 a 30 metros, hay un estrato herbáceo dominado por <i>Batis marítima</i> y <i>Sporolobus sp.</i> En algunos lugares forma una franja angosta de 5 a 20 metros de ancho con raíces y zancos de 1 a 3 metros como en los sitios cercanos a Paredón. La segunda comunidad está formada por <i>Avicennia germinans</i> y otras especies asociadas. También se encuentran otros tipos de asociaciones vegetales como Manglar, Pastizal halófilo, Pastizal inducido, Selva baja caducifolia, Laguna Costera y Esteros.	
Categoría México 1999	Sin categoría	
Categoría Birdlife 2007	A1, A2, A3, A4i, A4ii, A4iv A1. Amenazadas a nivel mundial. Se basa en las categorías de amenaza de UICN-Birdlife. A2. Distribución restringida. Se conoce o considera que el sitio mantiene un componente significativo de un grupo de especies cuyas distribuciones reproductivas lo definen como Área de Endemismo de Aves (EBA). A3. Especies restringidas a un Bioma. Se conoce o se considera que el sitio mantiene un componente significativo de un grupo de especies cuyas distribuciones están muy o totalmente confinadas a un bioma. A4i. El 1% de la población biogeográfica de una especie acuática congregatoria. A4ii. El 1% de la población global de una especie marina o terrestre. A4iv. Se conoce o sospecha que el sitio excede los niveles críticos establecidos para especies migratorias en sitios “cuellos de botella”.	

Fuente: CONABIO. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Avesmx.



Figura I.4. Localización del proyecto en el AICA 246. Istmo de Tehuantepec Mar Muerto.

Fuente: CONABIO. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Avesmx.

La empresa **Gas Istmeño, S.A. de C.V.** tiene como objeto obtener la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental previo a la ejecución del proyecto, ocupará una superficie de 11,256.2 m², dejando 12,375.8 m² como área de amortiguamiento, esta zona representará un sitio de refugio, alimento, desplazamiento para especies terrestres, aves principalmente.

Además, cabe destacar que el área del proyecto no se ubica en un Área Natural Protegida de competencia federal, estatal y/o municipal.

Tabla I.3. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.

Tipo de infraestructura	Nombre / Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a las instalaciones (m)
Carretera	Carretera Ixtepec-Tlacotepec	Norte	51.95 m
	Supercarretera Santa Cruz – La Ventosa		241.82 m

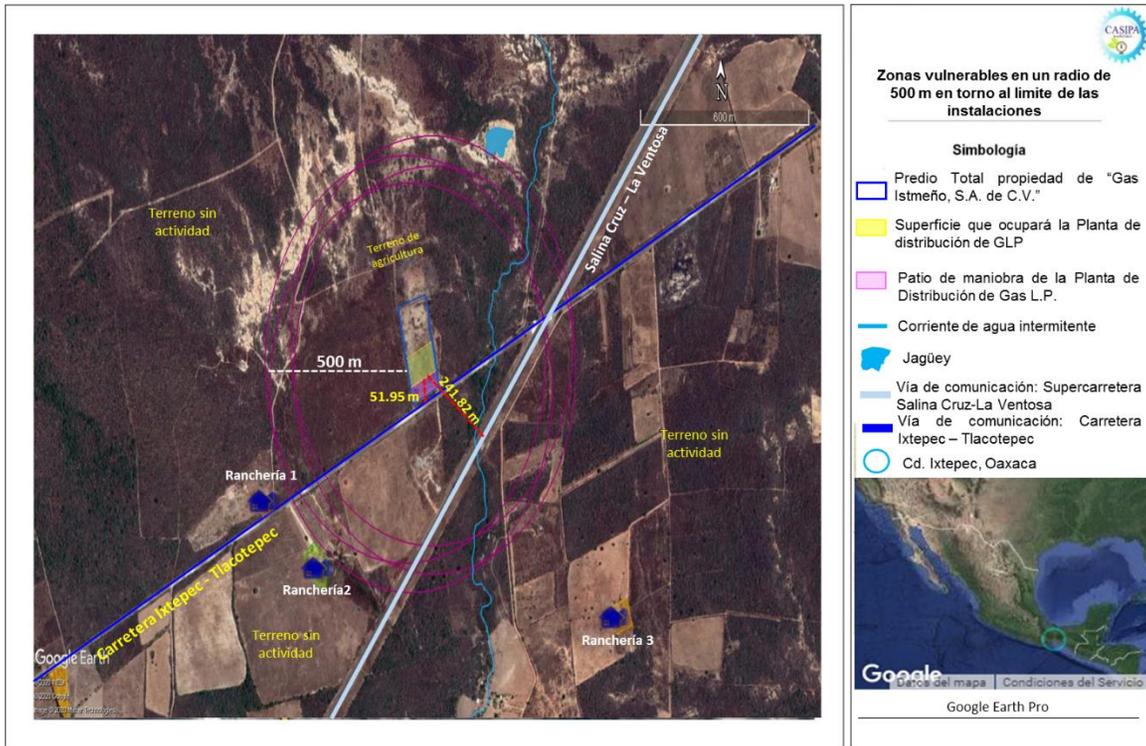


Figura I.5. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m medidos a partir de los límites del predio que ocupará la planta.

El terreno que se empleará para la Planta de Distribución de Gas L.P. se localiza en el "uso de suelo y vegetación "selva caducifolia" de acuerdo a la Serie VI 2017 de INEGI. Asimismo, el proyecto cuenta con una Autorización de Uso de Suelo, emitida por El H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Cd. Ixtepec, Oaxaca el 19 de noviembre de 2019.

Tabla I.4. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte	Selva caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
	Vegetación inducida	Pastizal inducido
Sur	Selva caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
	Agrícola	Agricultura de temporal
Este	Selva caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
Oeste	Agrícola	Agricultura de temporal
Noreste	Selva caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
Noroeste	Agrícola	Agricultura de temporal
	Vegetación inducida	Pastizal inducido
Sureste	Selva caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
	Agrícola	Agricultura de temporal
Suroeste	Selva caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
	Agrícola	Agricultura de temporal

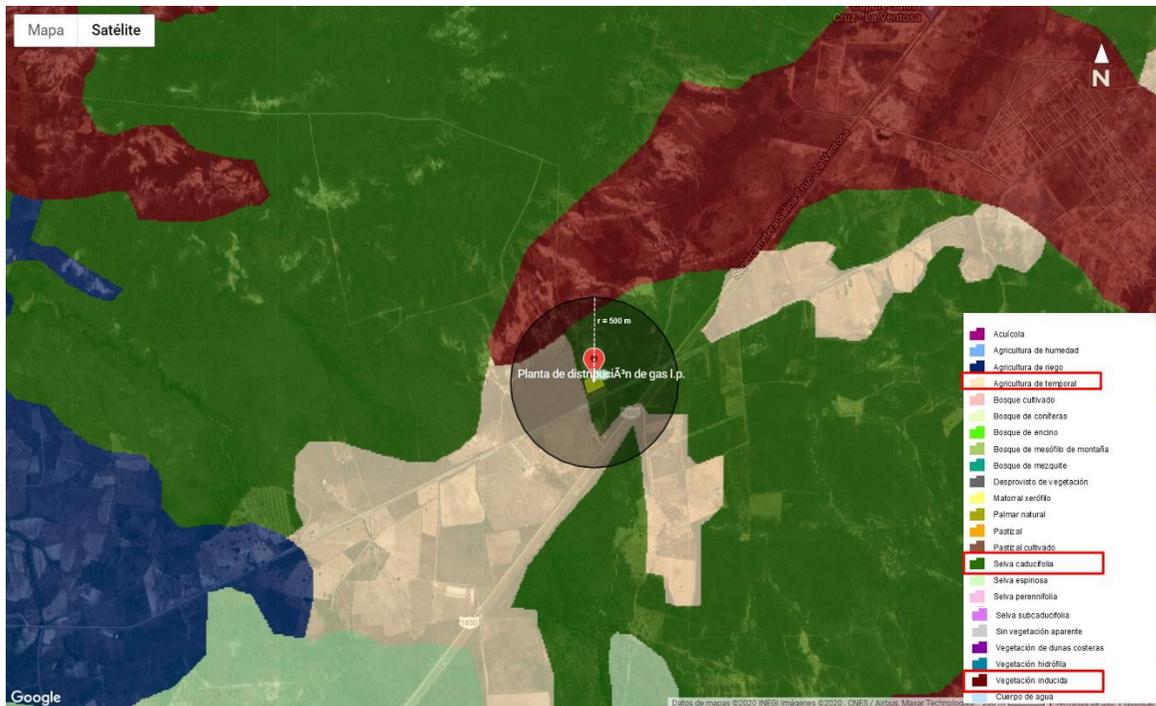


Figura I.6. Uso de suelo en un radio de 500 m.

Cabe mencionar que entre otros criterios para la elección del predio donde se pretende instalar la planta de distribución de GLP, se destaca que la zona cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de sus actividades, tales como: energía eléctrica y vía de comunicación. Asimismo, se cuenta con un área suficientemente amplia para llevar a cabo las actividades de la planta, ya que esta cuenta con una superficie total de 23,632 m², de los cuales las instalaciones de la planta ocuparán una superficie de 7,239 m² y 4,017.2 m² serán destinados para el patio de maniobras, quedando una superficie de 12,375.8 m² como área de amortiguamiento.

Otros factores a considerarse en las bases de diseño de lo que será la planta de distribución de GLP es la susceptibilidad eventos de tipo geológico como los sismos, e hidrometeorológico.

Con base a la consulta de diversas fuentes: Atlas Nacional de Riesgos, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) se identificaron diferentes tipos de riesgos naturales que son susceptibles de ocurrir en la zona donde se pretende instalar la planta de distribución de GLP.

Peligros geológicos.

Sismicidad

Para conocer el grado de peligro sísmico, se recurrió a la Regionalización Sísmica de México, dicha regionalización cuenta con cuatro zonas:

- **Zona A**, de baja sismicidad. En esta zona no se ha registrado ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.
- **Zona B**, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

- **Zona C**, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- **Zona D**, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Es importante mencionar que debido a que la zona donde se ubicarán las instalaciones de la planta está dentro de la zona D de la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015) catalogada como de peligro Muy Alto. Por seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5 Ton/m², valor crítico para un suelo poco compacto.



Figura. I.7. Regionalización Sísmica.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Regionalización sísmica (CFE, 2015).

Susceptibilidad de la zona a fenómenos hidrometeorológicos

El Atlas de Riesgo del Estado de México, señala que de manera general los fenómenos hidrometeorológicos poseen cualidades positivas para el medio ambiente, actuando como parte integrante del sistema tierra-océano-atmósfera, y teniendo una función importante para el desarrollo del hombre, dado que le permite contar con temperaturas agradables para el desarrollo de sus actividades, agua para su consumo y desarrollo de cultivos, etc. Sin embargo, muchas veces este tipo de fenómenos se manifiestan de manera extraordinaria, en donde no es posible absorber sus efectos o manifestaciones territoriales generando disturbios en la sociedad, algunos de ellos son las sequías, ciclones, heladas, vientos fuertes, granizadas, tempestades, nieblas, temperaturas extremas, nevadas.

A continuación, se describen los fenómenos hidrometeorológicos a los que es susceptible la zona donde se pretende instalar la planta:

En términos generales, el grado de peligrosidad de que ocurran ciertos fenómenos climatológicos en la zona donde se localiza la instalación, se presenta a continuación (Tabla I.5).

Tabla I.5 Fenómenos climatológicos presentes en el entorno a la instalación.

Fenómenos Hidrometeorológicos	Grado de peligrosidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Sequía			X		
Tormentas eléctricas		X			
Inundación		X			

Fuente: CENAPRED

Sequías

El terreno que ocupará la planta de GLP es catalogada con un nivel de peligrosidad “medio” (**Figura I.8**) y con un grado de vulnerabilidad “baja” (**Figura I.9**), lo cual está relacionada con algunos factores climáticos como las altas temperaturas, vientos fuertes y baja humedad relativa.



Figura. I.8. Grada de peligro por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.



Figura. I.9. Grado de vulnerabilidad por sequía
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Riesgo por inundación.

Las inundaciones son fenómenos generados por el flujo de corrientes que sobrepasan las condiciones normales alcanzando niveles extraordinarios y difíciles de controlar a causa de la lluvia excesiva o de la inexistencia o defecto del sistema de drenaje. Las inundaciones pueden ser costeras, fluviales, lacustres y pluviales dependiendo del lugar donde se produzcan.

El terreno que ocupará la planta de distribución de GLP se encuentra catalogado con un índice de vulnerabilidad de inundación “Medio” (**Figura I.11**) y un índice de peligro “Alto y Medio” (**Figura I.10**), de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED. Por lo que el piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto y con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

Tormentas eléctricas

La amenaza de tormentas eléctricas tiene un peligro alto según el Atlas de Riesgos del CENAPRED como se observa en la (**Figura I.12**).

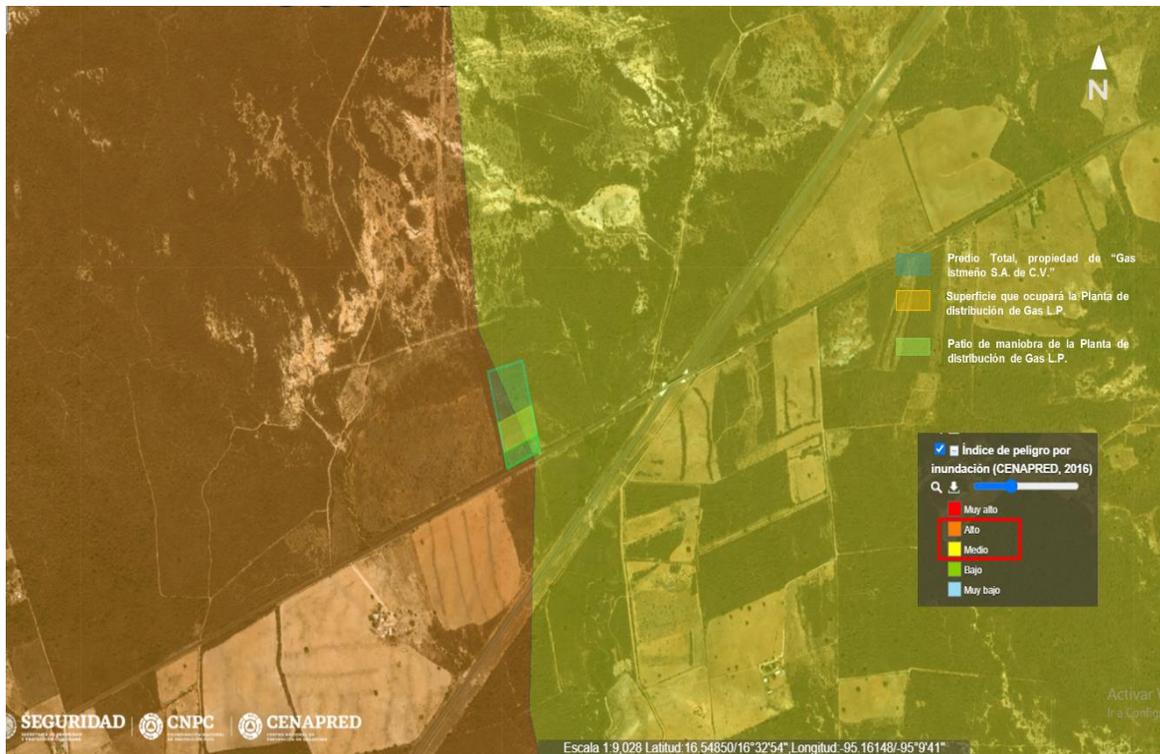


Figura. I.10. Índice de peligro por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

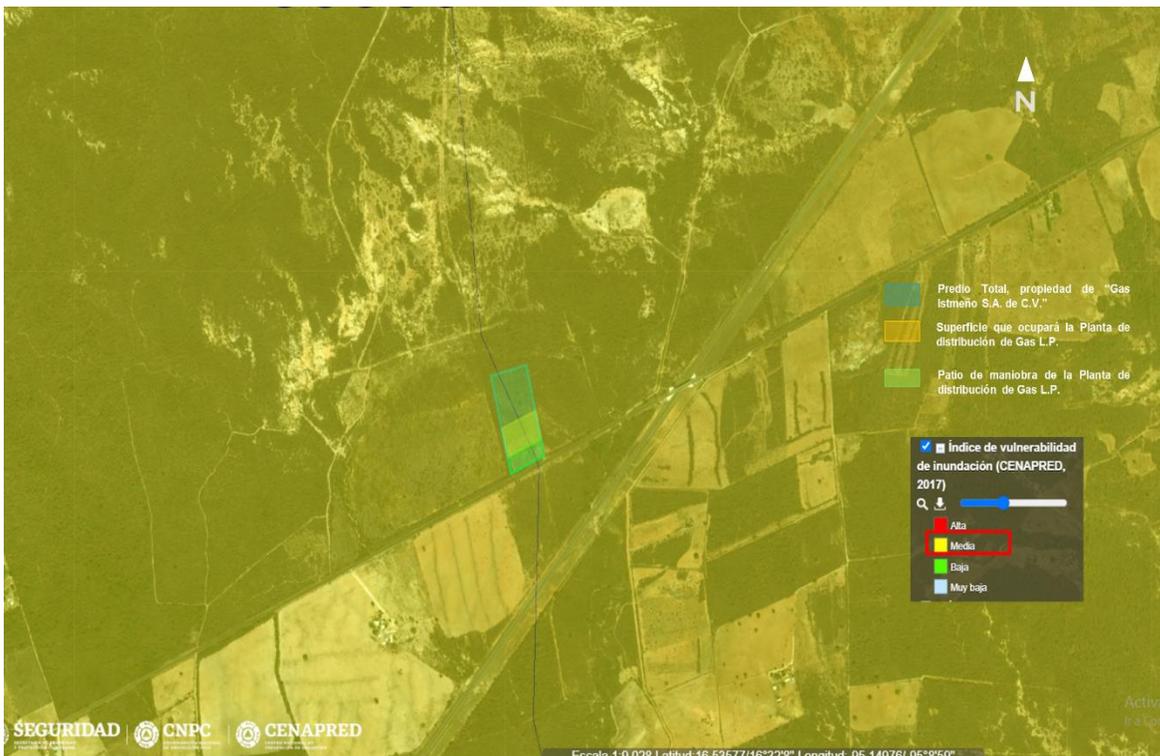


Figura. I.11. Índice de vulnerabilidad por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.



Figura. I.12. Índice de peligro por tormentas eléctricas a nivel municipal.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Cabe mencionar que se tendrá un sistema general de conexiones a Tierra, el cual tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la Planta de GLP. en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además, el sistema de tierras cumplirá con el propósito de disponer de caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

En el plano correspondiente se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de copperweld.

Se tiene 4 varillas copperweld enterradas a una profundidad de 1.5 m de piso terminado. Los equipos conectados a "tierra" son: recipientes de almacenamiento, bombas, compresores, tomas de suministro, tomas de recepción, tuberías, transformador, tablero eléctrico, estructuras metálicas y todos los equipos que se encuentren presentes, y que se menciona en el Artículo 250 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

A continuación, se describe la vinculación de las actividades que se llevarán a cabo en la Planta de Distribución de GLP con la normatividad vigente aplicable:

NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de gas l. p., - Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

El objetivo y campo de aplicación de esta norma es establecer los requisitos mínimos técnicos y de seguridad que se deben cumplir para el diseño, construcción y operación de plantas de distribución de Gas L.P.

5. Especificaciones de las condiciones de seguridad en la operación de la planta de distribución.

Las especificaciones de diseño y construcción de la planta están apegadas lo establecido en la sección 4 de esta Norma. Al presente estudio se integran los planos y memorias técnico-descriptivas de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, además del **Dictamen de Conformidad** emitido por la Unidad de verificación aprobada en la **NOM-001-SESH-2014** y **NOM-001-SEDE-2012** Instalaciones eléctricas (utilización).

Durante la operación normal de la planta se deberá cumplir con lo establecido en el numeral **5. Especificaciones de las condiciones de seguridad en la operación de la planta de distribución.**

Las especificaciones de seguridad en la operación de la planta deberán apegarse a lo establecido en la sección 5 de esta Norma, integrando planos y memorias técnico-descriptivas de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, además del **Dictamen de Conformidad** emitido por la Unidad de verificación aprobada en la **NOM-001-SESH-2014** y **NOM-001-SEDE-2012** Instalaciones eléctricas (utilización).

Durante la operación se deberá:

- Mantener archivo con copia simple de la siguiente documentación: Título de permiso, aviso de inicio de operaciones, cesión de derechos o cambio de razón social (en su caso), historial documental técnico de cuando menos los últimos cinco años, en el caso de que la planta tenga más de este tiempo en operación, planos y memorias actualizados, autorización de la DGGLP por la modificación al diseño básico de la instalación (en su caso), certificado de fabricación de los recipientes o bien dictamen de evaluación ultrasónica conforme a **NOM-013-SEDG-2002**, dictamen de conformidad con la **NOM-001-SESH-2014**, y originales de: Constancias de capacitación, manual de operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio, bitácora de mantenimiento avalada por la UV como mínimo cada 6 meses de los sistemas de almacenamiento, trasiego, sistema contra incendio e iluminación, programas de mantenimiento del sistema de trasiego, contra incendio, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y de sistemas de seguridad.
- Hacer del conocimiento a la DGGLP cualquier situación provocada por un tercero que derive en una probable reducción de las distancias de separación que resulten de lo dispuesto en el numeral **4.2.1.26** de esta Norma.
- Mantener las condiciones de diseño y construcción que se especifican en la sección 4 de esta Norma y adicionales a las que se establecen en su sección 5.

Se adjunta en el Apartado D, el Dictamen Técnico No. 12684/20 BA emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, con número de registro UVSELP 124-A de conformidad con la NOM-001-SESH-2014.

Esta Norma Oficial Mexicana se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas, o las que la sustituyan:

NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2012.

GENERAL:

Establece las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra las descargas eléctricas, los efectos térmicos, las sobre corrientes, las corrientes de falla y las sobretensiones.

VINCULACIÓN:

- Las instalaciones eléctricas de alumbrado, fuerza y sistema de tierras físicas de la planta deben de cumplir con lo establecido en esta norma.
- La planta deberá mantener vigente el Dictamen de la Unidad de Verificación en instalaciones eléctricas que avale que el sistema eléctrico cumple con lo establecido en esta Norma. Para que el dictamen se considere vigente debe cotejarse la fecha de emisión y que la carga correspondiente a la maquinaria de trasiego, contra incendio y alumbrado en zona de almacenamiento instalada, corresponda a la carga eléctrica reportada.

Se adjunta en el Apartado D, el Dictamen de conformidad con la NOM-001-SEDE-2012.

NOM-009-SESH-2011 Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de septiembre de 2011.

GENERAL:

Establece las especificaciones mínimas de diseño y fabricación de los recipientes sujetos a presión para contener Gas L.P., tipo no transportable, no expuestos a calentamiento por medios artificiales, destinados a plantas de almacenamiento, plantas de distribución, estaciones de Gas L.P. para carburación, instalaciones de aprovechamiento, depósitos de combustible para motores de combustión interna y depósitos para el transporte o distribución de Gas L.P. en auto-tanques, remolques y semirremolques. Asimismo, se incluyen los métodos de prueba que como mínimo deben cumplir los recipientes no transportables materia de esta norma, así como el procedimiento de evaluación de la conformidad correspondiente.

VINCULACIÓN:

El proyecto de la instalación de un Planta de distribución de GLP pretende operar con una capacidad máxima de almacenamiento de 93,000 litros, distribuidos en un solo tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico horizontal.

La empresa debe considerar lo siguiente:

- El recipiente sujeto a presión para contener gas L.P. tipo no transportable que se instale en la planta de distribución deben ser del tipo intemperie con una presión mínima de diseño de 1.72 MPa (17.58 kg/cm²), contar al menos con una entrada pasa-hombre de diámetro mínimo de 0.38 m y máximo de 0.61 m, estar equipados con válvulas de alivio de presión, cuya apertura debe ser de 1.72 MPa (17.58

kgf/cm²) y cumplir en su fabricación con las demás especificaciones descritas en la sección 5.0 y 7.0 de esta Norma.

- El recipiente debe llevar colocado en un lugar visible una placa descriptiva metálica soldada en todo su perímetro, con caracteres grabados claramente en relieve e indelebles, especificando el tipo de recipiente conforme a la sección 4 de esta norma, y que ostente al menos los datos conforme al numeral 9.1.1. Se permite el estampado en alto o bajo relieve en cualquier sección del recipiente, siempre y cuando se conserve el espesor de pared mínimo.
- La planta deberá contar con el Certificado de Conformidad documento mediante el cual se hace constar que el recipiente nuevo cumple con la totalidad de las especificaciones establecidas en esta norma.

NOM-013-SEDG-2002 Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de abril de 2002.

GENERAL:

Establece los métodos para la medición por ultrasonido y para la evaluación de los espesores de la sección cilíndrica y casquetes de los recipientes tipo no portátil destinados a contener Gas L.P., en uso, así como el procedimiento de la evaluación de la conformidad correspondiente.

VINCULACIÓN:

El recipiente de almacenamiento fue fabricado en 1992, se deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca esta Norma y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad.

- A los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.
- Cuando el área de la sección cilíndrica o casquetes haya sido reparada con cambio de placa.
- Cuando el recipiente haya estado expuesto al fuego.

NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 2008.

GENERAL:

Establece los requerimientos que se deben cumplir para llevar a cabo una correcta identificación de colores en las tuberías y las distintas características de los fluidos que circulan por estas.

VINCULACIÓN:

La planta deberá:

- Proporcionar capacitación a los trabajadores sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo.

- Garantizar que la aplicación del color, la señalización y la identificación de la tubería estén sujetos a un mantenimiento que asegure en todo momento su visibilidad y legibilidad.
- Ubicar las señales de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores a los que están destinadas, evitando que sean obstruidas o que la eficacia de éstas sea disminuida por la saturación de avisos diferentes a la prevención de riesgos de trabajo.
- Cumplir en su totalidad con lo establecido en los puntos **7,8** y **9** de esta Norma, en relación a colores de seguridad y colores contrastantes, señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

NMX-B-177-1990 Tubos de acero con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión en caliente. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 1990.

GENERAL:

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos que deben cumplir los tubos de acero con o sin costura, negros o galvanizados por el proceso de inmersión en caliente, en tamaños nominales de 1/8 hasta 26 y en los espesores de pared nominal (promedio) indicados en las tablas **6** y **7**. Pueden suministrarse tubos con otras dimensiones, siempre y cuando cumplan con los demás requisitos de ésta norma.

Las tuberías que serán instaladas para conducir GLP serán de acero cédula 80, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión de trabajo de 21 kg/cm² y donde existen accesorios roscados, éstos son para una presión de trabajo de 140-210 kg/cm² y con tubería de acero cédula 80. Se efectuarán pruebas de hermeticidad, al sistema de tuberías se le aplicará CO₂ a una presión de 1.5 veces la presión máxima de trabajo o 36.91 kg/cm², lo que resulte mayor, durante un tiempo de 60 minutos, después del cual se inspeccionará que no haya fugas en uniones de tuberías y conexiones soldadas y roscadas.

Además de la **NOM-001-SESH-2014** y de aquellas con las que se complementa, "**GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.**" deberá acatar en todo momento lo dispuesto en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas o aquellas que las sustituyan:

NOM-213-SCFI-2018, Recipientes portátiles y recipientes transportables sujetos a presión, para contener gas licuado de petróleo. Especificaciones de fabricación, materiales, métodos de prueba e identificación (cancela a la NOM-008-SESH/SCFI-2010).

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones técnicas mínimas de diseño, de fabricación y de seguridad, así como los métodos de prueba que como mínimo, deben cumplir los recipientes transportables sujetos a presión y los recipientes portátiles para contener Gas Licuado de Petróleo reabastecibles, con capacidad de almacenamiento nominal de hasta 45 kg, que se utilicen en los Estados Unidos Mexicanos para la distribución o expendio al público de dicho petrolífero.

Los recipientes transportables que la empresa adquiera deberán de tener los certificados donde se haga constar que los recipientes transportables descritos en el mismo, cumplen con la totalidad de las especificaciones establecidas en la mencionada norma.

NOM-001/1-SEDG-1999. *Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso.*

Los recipientes transportables que adquiera la empresa deberán manejarse conforme a lo especificado en la mencionada norma, además se deberá de verificar el tiempo de vida útil conforme al punto 6 de la norma.

PROY-NOM-002-ASEA-2019. *Transporte y distribución de gas licuado de petróleo por medio de tractocamión-semirremolque, auto-tanque y vehículos de reparto.*

La mencionada norma fue publicada en el Diario Oficial el 29 de mayo de 2019 y conforme al Transitorio SEGUNDO, el proyecto de norma cancelará y sustituirá la NOM-007-SESH-2010 una vez entrada en vigor; plazo que se cumple 180 días naturales posteriores a su publicación.

Los auto-tanques de distribución deberán de cumplir con el punto 6. Operación y mantenimiento de la mencionada, deberán de ser evaluados por una Unidad de Verificación, la cual emitirá un dictamen aprobatorio o no aprobatorio.

NOM-016-CRE-2016. *Especificaciones de calidad de los petrolíferos.*

Conforme a lo señalado en la mencionada norma, se señala que todos los petrolíferos que se comercializan en México deben cumplir especificaciones de calidad, de tal forma que no representen un riesgo a la salud de las personas, a sus bienes y al medio ambiente, y sean compatibles con las establecidas por aquellos países con los que México guarda relación comercial.

Conforme a lo anterior, el permisionario de distribución mediante la planta de distribución de GLP deberá contar con un dictamen emitido por unidad de verificación o tercero especialista donde se de fe del cumplimiento de la norma.

Asimismo, con el fin de proteger a los colaboradores de las actividades de operación y mantenimiento de la planta de distribución de GLP la organización deberá de observar el cumplimiento de las normas que rigen los centros de trabajo donde existan agentes químicos contaminantes del ambiente laboral, como lo son las siguientes Normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS):

NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Cuyo objetivo es establecer las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado funcionamiento y conservación, con la finalidad de prevenir riesgos a los trabajadores.

NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad – Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Siendo su objetivo establecer los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. La presente norma establece las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.

NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas

NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo

NOM-017-STPS-2008, Equipos de protección personal – Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Ésta Norma establece los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud. Esta Norma aplica en todos los centros de trabajo del territorio nacional en que se requiera el uso de equipo de protección personal para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados de las actividades que desarrollen.

NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. La cual establece los requisitos para disponer en los centros de trabajo del sistema armonizado de identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir daños a los trabajadores y al personal que actúa en caso de emergencia.

NOM-019-STPS-2011, Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene

NOM-020-STPS-2011. Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad.

NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Establece las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para prevenir los riesgos por electricidad estática, así como por descargas eléctricas atmosféricas. Esta Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en las áreas de los centros de trabajo donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas, o en aquellas en que, por la naturaleza de sus procesos, materiales y equipos, sean capaces de almacenar o generar cargas eléctricas estáticas.

NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo – Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas. Establecer los elementos de un sistema de administración para organizar la seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir accidentes mayores y proteger de daños a las personas, a los centros de trabajo y a su entorno.

NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Establece las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.

NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo – Identificación, análisis y prevención. Establece los elementos para identificar, analizar y prevenir los factores de

riesgo psicosocial, así como para promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo.

Las Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social mencionadas en las líneas anteriores, describen la seguridad y protección que deberá emplear el personal que labore en las instalaciones de la planta de distribución de GLP, así como las condiciones físicas y mecanismos de seguridad que deben de acatar éstas y las instalaciones con el fin de evitar accidentes.

Consciente de ello, el encargado de la planta propiedad de Gas Istmeño S.A. de C.V., deberá capacitar al personal operativo y administrativo en materia de seguridad. Asimismo, deberá continuar dando cumplimiento y presentar evidencia fotográfica y documental de los siguientes programas: Programa de mantenimiento general, Programa de mantenimiento de unidades repartidoras, Programa calendarizado de capacitación y Programa calendarizado de simulacros.

De igual manera es menester para “**GAS ISTEMEÑO S.A. DE C.V.**” tener en cuenta las disposiciones:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

En materia de aguas residuales:

NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación: Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán aguas residuales como resultado de la presencia de trabajadores, sin embargo no se descargarán a cuerpos o corrientes de agua, será la empresa encargada de la obra quien se responsabilice para llevar a cabo su control y manejo, mediante la contratación de casetas sanitarias, que permanecerán hasta concluir con las actividades de construcción, el servicio será contratado a una empresa especializada de la región que cuente con los permisos y/o autorizaciones adecuadas, además será la responsable del mantenimiento periódico y disposición final de los residuos líquidos generados.

En la etapa de operación y mantenimiento; derivado de las actividades de limpieza de las instalaciones, el uso de sanitarios en oficinas, operación del sistema contra incendio etc., se generarán aguas residuales que serán dirigidas a la fosa séptica que se localizará a un costado de la oficina en el lindero Sureste. Por lo tanto, la empresa GAS ISTMEÑO, estará obligada a operar y garantizar su adecuado funcionamiento, se realizarán inspecciones visuales periódicamente y deberá ser sometido a mantenimiento de forma semestral y/o anual en base al programa de mantenimiento que se implemente en las instalaciones.

En materia de residuos peligrosos y de manejo especial:

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-1993.

El objetivo de esta norma es establecer el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales. Es de observancia obligatoria en lo conducente para los responsables de identificar la peligrosidad de un residuo.

Vinculación: En las primeras etapas del proyecto se tendrá la generación de residuos peligrosos, sin embargo, será la empresa constructora encargada de la obra quien llevé a cabo su manejo y disposición final, además en el Cap. VI de este estudio se hace referencia de las acciones que se deberán implementar para su manejo y disposición final.

Durante las actividades de operación y mantenimiento, el manejo de estos residuos serán responsabilidad de una empresa contratada que se encargará del mantenimiento de las instalaciones, ajustándose a lo establecido en la LGEEPA, en la LGPGIR y su Reglamento, así como al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Cabe mencionar que en caso de que en las instalaciones se almacenen residuos peligrosos, la empresa deberá cumplir con las especificaciones que marque esta norma que sean aplicables, así como lo establecido en la LGEEPA, en la LGPGIR y su Reglamento.

NOM-001-ASEA-2019, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

Vinculación: Como parte del desarrollo de las actividades del proyecto se generarán residuos de peligros y de manejo especial por lo que se debe priorizar la minimización de su generación y maximizar su valorización, para proteger a la población y al medio ambiente.

Durante las primeras etapas del proyecto, será la empresa constructora encargada de la obra quien lleve a cabo el manejo y disposición final de los residuos peligrosos y de manejo especial.

En la etapa de operación y mantenimiento los residuos de manejo especial considerados serán los recipientes transportables, se contará con un área específica para su almacenamiento temporal hasta ser dispuestos por una empresa autorizada.

En materia de emisiones a la atmosfera:

NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnica del equipo de medición.

Vinculación: Estas normas señalan que el propietario o legal poseedor del vehículo automotor deberá presentar su vehículo automotor a evaluación de sus emisiones de contaminantes en los Centros de Verificación Vehicular o Unidades de Verificación, al respecto la empresa llevará a cabo la verificación de cada una de las unidades vehiculares que utilice para la distribución del gas l.p., para que estos operen en óptimas condiciones, contando con la evidencia documental correspondiente.

En materia de protección de flora y fauna:

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección Ambiental-Especies Nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Esta Norma tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional.

Vinculación: Para el Proyecto en particular se ocupará una superficie de 11,256.2 m², donde el uso de suelo y vegetación es vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, sin embargo, de acuerdo con la visita al predio del proyecto, en la mayor parte de la superficie se registraron especies herbáceas, cabe mencionar que no se encontraron especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con esta norma.

Por otra parte, de las especies citadas para el área de influencia indirecta y sistema ambiental delimitado, si bien algunas están enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, como *Chamaedorea ernesti-augusti*, *Chamaedorea oblongata*, *Beaucarnea recurvata*, *Tillandsia concolor* en la categoría de Amenazada (A) por citar algunas, no obstante, las actividades que realizará la empresa no se contraponen con la conservación de las mismas, además se implementarán las medidas de prevención y mitigación necesarias para conservar las áreas que no serán intervenidas propiedad de la empresa y de los predios colindantes.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

(Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 05-06-2018)

TITULO PRIMERO **Disposiciones Generales** **CAPÍTULO II** **Distribución de Competencias y Coordinación**

Artículo 5. Son facultades de la Federación:

VI. La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones

X. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

CAP. V Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo. 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

II.- Industria del petróleo, petroquímica, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrico.

Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Vinculación: Por ello, con objetivo de cumplir en materia de impacto ambiental ante la autoridad reguladora vigente, la empresa promovente presenta ante la **Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Agencia)** el siguiente trámite: *recepción evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en la modalidad particular* del proyecto denominado: **“Instalación y Operación de una Planta de Distribución de Gas L.P.”** con pretendida ubicación en Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca.

Cabe mencionar que se incluye el Estudio de Riesgo Ambiental: Modalidad Análisis de Riesgo, ya que la empresa desarrollará actividades altamente riesgosas y sobrepasa la cantidad de reporte de 50,000 kg de GLP, indicada en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

- I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
- II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Vinculación: Se prevé que durante la operación normal de la planta de distribución de GLP no existan fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tienen pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras del área de recepción y suministro, estas emisiones furtivas son mínimas, ya que se contará con sistemas de seguridad altamente eficientes, y además, al encontrarse en área abierta existe suficiente ventilación asegurando que la dispersión sea inmediata, por lo que esto no tiene un impacto ambiental significativo ni constituyen un riesgo para el ambiente, las instalaciones o la salud de la población.

Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se consideran los siguientes criterios:

- I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país,
- II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.
- III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas
- IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y
- V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Vinculación: La planta de distribución de GLP contará con una fosa séptica para disponer de sus aguas residuales generadas por las actividades normales. Esta infraestructura deberá ser sometida a mantenimiento de forma mensual y semestral con base al programa de mantenimiento de la empresa.

Artículo. 134.-Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se consideran los siguientes criterios:

- I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
- II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
- III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;
- IV.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y
- V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

Vinculación: La fosa séptica deberá ser sometida a mantenimiento de forma mensual y semestral conforme al programa de mantenimiento de la empresa, además se deberán realizar análisis de las aguas residuales para asegurar que los niveles de contaminantes generados se encuentren por debajo de lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Artículo 146.- La Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Gobernación y del Trabajo y Previsión Social, conforme al Reglamento que para tal efecto se expida, establecerá la clasificación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los

establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.

Artículo 147.- La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

Vinculación: El giro comercial de la planta de distribución de GLP, es de competencia Federal y perteneciente a la industria del petróleo. Resaltando que la instalación contará con un recipiente con capacidad de 93,000 L base agua, equivalentes a 55,039.26 kg, cantidad que rebasa lo reportado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas donde se indica para el GLP, una cantidad de 50,000 kg. Por ello se presenta el Estudio de Riesgo correspondiente.

Artículo 147 BIS. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán contar con un seguro de riesgo ambiental. Para tal fin, la Secretaría con aprobación de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Economía, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social integrará un Sistema Nacional de Seguros de Riesgo Ambiental.

Vinculación: En materia de seguros para el sector hidrocarburos, la Agencia publicó las Disposiciones de carácter general que establecen los lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos. Conforme a dichas disposiciones, GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. deberá apearse previo a la contratación de un seguro ambiental.

Artículo 148.- Cuando para garantizar la seguridad de los vecinos de una industria que lleve a cabo actividades altamente riesgosas, sea necesario establecer una zona intermedia de salvaguarda, el Gobierno Federal podrá, mediante declaratoria, establecer restricciones a los usos urbanos que pudieran ocasionar riesgos para la población. La Secretaría promoverá, ante las autoridades locales competentes, que los planes o programas de desarrollo urbano establezcan que en dichas zonas no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población.

Vinculación: En los alrededores del terreno que ocupará la planta en un radio de 100 metros a partir de la tangente del recipiente de almacenamiento de GLP, no se encuentra ningún almacén de combustibles externo, almacén de explosivos, casa habitación, escuela, hospital, iglesia o lugar de reunión.

LEY DE HIDROCARBUROS

(Texto vigente. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014)

Artículo 2 Señala que esta Ley tiene por objeto regular las siguientes actividades en territorio nacional:

- I. El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos;
- II. El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo;
- III. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de gas natural;
- IV. El transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de petrolíferos, y**
- V. El transporte por ducto y el almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos, de petroquímicos.

Artículo 5, señala que las actividades referidas en las *fracciones II a V del Artículo 2* de esta Ley, podrán ser llevadas a cabo por Petróleos Mexicanos, cualquier otra empresa productiva del Estado o entidad paraestatal, así como por cualquier persona, previa autorización o permiso, según corresponda, en los términos de la presente Ley y de las disposiciones reglamentarias, técnicas y de cualquier otra regulación que se expida.

La realización de las actividades siguientes requerirá de permiso conforme a lo siguiente:

II. Para el Transporte, Almacenamiento, Distribución, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, comercialización y Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, según corresponda, así como la gestión de Sistemas Integrados, que serán expedidos por la Comisión Reguladora de Energía.

Artículo 81. Corresponde a la Comisión Reguladora de Energía:

- I. Regular y supervisar las siguientes actividades, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a la Agencia:
 - c) Distribución de Gas Natural y Petrolíferos

Artículo 84. Los Permisarios de las actividades reguladas por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía, deberán, según corresponda:

- I. Contar con el permiso vigente correspondiente.
- II. Cumplir los términos y condiciones establecidos en los permisos, así como abstenerse de ceder, traspasar, enajenar o gravar, total o parcialmente, los derechos u obligaciones derivados de los mismos en contravención de Esta Ley;
- III. Entregar la cantidad y calidad de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos, conforme se establezca en las disposiciones aplicables.
- IV. Cumplir con la cantidad, medición y calidad conforme se establezca en las disposiciones jurídicas aplicables.

- V. Realizar sus actividades, con Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos de procedencia lícita;
- VI. Prestar los servicios de forma eficiente, uniforme, homogénea, regular, segura y continua, así como cumplir los términos y condiciones contenidos en los permisos.
- VII. Contar con un servicio permanente de recepción y atención de quejas y reportes de emergencia.
- VIII. Obtener autorización de la Secretaría de Energía, o de la Comisión Reguladora de Energía, para modificar las condiciones técnicas y de prestación del servicio de los sistemas, ductos, instalaciones o equipos, según corresponda.
- IX. Dar aviso a la Secretaría de Energía, o a la Comisión Reguladora de Energía, según corresponda, de cualquier circunstancia que implique la modificación de los términos y condiciones en la prestación del servicio.
- X. Abstenerse de otorgar subsidios cruzados en la prestación de los servicios permisionados, así como de realizar prácticas indebidamente discriminatorias.
- XI. Respetar los precios o tarifas máximas que se establezcan.
- XII. Obtener autorización de la Secretaría de Energía o de la Comisión Reguladora de Energía, según corresponda, para la suspensión de los servicios, salvo por causa de caso fortuito o fuerza mayor, en cuyo caso se deberá informar de inmediato a la autoridad correspondiente.
- XIII. Observar las disposiciones legales en materia laboral, fiscal y de transparencia que resulten aplicables.
- XIV. Permitir el acceso a sus instalaciones y equipos, así como facilitar la labor de los verificadores de las Secretarías de Energía, y de Hacienda y Crédito Público, así como de la Comisión Reguladora de Energía y la Agencia, según corresponda.
- XV. Cumplir con la regulación, lineamientos y disposiciones administrativas que emitan las Secretarías de Energía, de Hacienda y Crédito Público, la Comisión Reguladora de Energía y la Agencia, en el ámbito de sus respectivas competencias. En materia de seguridad industrial, operativa y protección al medio ambiente, los Permisionarios serán responsables de los desperdicios, derrames de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos o demás daños que resulten, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables;
- XVI. Dar aviso a la Secretaría de Energía, a la Comisión Reguladora de Energía, a la Agencia y a las demás autoridades competentes sobre cualquier siniestro, hecho o contingencia que, como resultado de sus actividades, ponga en peligro la vida, la salud o la seguridad públicas, el medio ambiente; la seguridad de las instalaciones o la producción o suministro de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos; y aplicar los planes de contingencia, medidas de emergencia y acciones de contención que correspondan de acuerdo con su responsabilidad, en los términos de la regulación correspondiente.
- XVII. Proporcionar el auxilio que les sea requerido por las autoridades competentes en caso de emergencia o siniestro;
- XVIII. Presentar anualmente, en los términos de las normas oficiales mexicanas aplicables, el programa de mantenimiento de sus sistemas e instalaciones y comprobar su cumplimiento con el dictamen de una unidad de verificación debidamente acreditada;
- XIX. Llevar un libro de bitácora para la operación, supervisión y mantenimiento de obras e instalaciones, así como capacitar a su personal en materias de prevención y atención de siniestros;
- XX. Cumplir en tiempo y forma con las solicitudes de información y reportes que soliciten las Secretarías de Energía y de Hacienda y Crédito Público, la Comisión Reguladora de Energía y la Agencia, y

- XXI. Presentar la información en los términos y formatos que les sea requerida por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía, en el ámbito de sus competencias, en relación con las actividades reguladas.

La industria de Hidrocarburos es de exclusiva jurisdicción federal de acuerdo con el artículo 95, en consecuencia, únicamente el Gobierno Federal puede dictar las disposiciones técnicas, reglamentarias y de regulación en la materia, incluyendo aquéllas relacionadas con el desarrollo sustentable, el equilibrio ecológico y la protección al medio ambiente en el desarrollo de esta industria.

Vinculación: La empresa GAS ISTMEÑO, S.A. de C.V., pretende la construcción para su posterior operación de una planta de distribución de gas l.p., por lo que su actividad corresponde al Sector Hidrocarburos, y de acuerdo a las fracciones señaladas en el artículo 2 de esta Ley, le incumbe la fracción IV; El transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de petrolíferos, será mediante la Comisión Reguladora de Energía, para solicitar un permiso para la actividad mencionada y cumplir con lo indicado en el artículo 84 de la Ley de Hidrocarburos.

LEY DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS.

(Texto vigente. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014)

TÍTULO PRIMERO Disposiciones Generales Capítulo Único Naturaleza y Objeto

Artículo 1. La presente Ley es de orden público e interés general y de aplicación en todo el territorio nacional y zonas en las que la Nación ejerce soberanía o jurisdicción y tiene como objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de:

- I. La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;*
- II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y*
- III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.*

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por:

XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

- a. El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos;
- b. El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo;
- c. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural;
- d. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo;**
- e. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos, y
- f. El transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo.

Vinculación: Las actividades que se realizarán en la planta de distribución de GLP, propiedad de Gas Istmeño S.A. de C.V., son de competencia federal por ser una obra relacionada con la industria del petróleo.

Con el objetivo de cumplir con los lineamientos de la autoridad reguladora vigente somete a evaluación en materia de impacto ambiental la presente Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo ante la Agencia, quien será la dependencia encargada de su regulación y supervisión en todas sus etapas.

DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Las Disposiciones Administrativas de Carácter General establecen elementos técnicos y requisitos en materia de Seguridad Industrial, Operativa y Protección al Medio Ambiente, que deberán cumplir los regulados que lleven a cabo alguna de las actividades descritas en el Art. 3 de la Ley de la Agencia.

Entre las aplicables a las actividades de una planta de distribución de GLP, se encuentran:

- DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos.

Vinculación: Conforme a lo descrito en la Sección Segunda de las disposiciones, la empresa deberá de contar con un Sistema de Administración el cual deberá de solicitar ante la Agencia el registro para su conformación para posteriormente solicitar la autorización de la implementación.

- Acuerdo de la Comisión Reguladora de Energía que expide las Disposiciones administrativas de carácter general en materia de transporte y distribución por medios distintos a ductos, expendio mediante estación de servicio para autoconsumo y expendio al público de gas licuado de petróleo.

Vinculación: La distribución de Gas L.P. se realizará mediante la Planta de Distribución de Gas L.P. a través de auto-tanques, actividad que se deberá de realizar conforme al punto 2.2.3 de las disposiciones. Asimismo, la empresa deberá de cumplir con las obligaciones del punto 3 de las mencionadas disposiciones.

- DISPOSICIONES Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos.

Vinculación: la empresa de GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. deberá de contar con seguro vigente de Responsabilidad Civil (RC) y Responsabilidad Ambiental (RA) registrado ante la ASEA y el límite de RC y RA, al contratar se debe determinar mediante un estudio de Pérdida Máxima Probable realizado por un Tercero Autorizado por la ASEA.

- **DISPOSICIONES** administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para informar la ocurrencia de incidentes y accidentes a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del sector hidrocarburos.

Vinculación: En caso de que durante las actividades propias de la planta de distribución de GLP ocurran incidentes o accidentes la empresa deberá informar a la Agencia mediante el Sistema de Información de Incidentes y Accidentes (SIIA) sobre la ocurrencia, desarrollo y control de los mismos.

- **DISPOSICIONES:** administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

Vinculación: Los residuos de manejo especial se generarán únicamente durante la preparación del sitio y construcción. Por lo que su manejo y disposición será responsabilidad de la empresa contratada para la instalación de la obra.

- **DISPOSICIONES** Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.

Vinculación: Considerando los escenarios determinados en el análisis de riesgo, así como aquellos que se presenten por motivo de factores externos (fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológicos, sanitarios y socio-organizativos), los cuales posean el potencial de ocasionar un daño grave a las personas, las instalaciones y al medio ambiente; GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. deberá formular un Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE). El PRE se deberá presentar ante la Agencia junto con la solicitud para la Autorización del Sistema de Administración y anexando el formato FF-ASEA-036.

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.
TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 19-01-2018.

Fundamento y vinculación:

Esta Ley tiene como objeto garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

VIII. Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, de conformidad con las disposiciones de esta Ley.

El artículo 16 señala que la clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de

su peligrosidad y riesgo, por lo que se realiza su respectiva vinculación con las normas aplicables en materia de residuos peligrosos.

Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria (**artículo 18**).

Para el caso de los residuos peligrosos, el **artículo 40** señala que estos residuos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Quienes generen residuos peligrosos, deben manejarlos de forma segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. Además, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador (**artículos 41 y 42**).

El **artículo 43**, menciona que las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

La empresa promovente del proyecto deberá registrarse de acuerdo con la categoría que le corresponda señaladas en el **artículo 44**. Así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por el manejo de los residuos sólidos urbanos y en su caso de residuos de residuos peligrosos.

Finalmente, cuando se llegue al término de la vida útil del proyecto se deberá dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos (**Artículo 45**).

Vinculación: En las primeras etapas del proyecto se tendrá la generación de residuos peligrosos, sin embargo, será la empresa constructora encargada de la obra quien lleve a cabo el control, manejo y disposición final de los residuos peligrosos.

Durante las actividades de operación y mantenimiento, en caso de generarse este tipo de residuos, su manejo será responsabilidad de una empresa contratada que se encargará del mantenimiento de las instalaciones, asimismo, GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V. deberá vigilar que la empresa contratada, se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, en la LGPGIR y su Reglamento, así como al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. En caso de que la empresa GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V. almacene residuos considerados peligrosos, deberá de ajustarse a lo establecido a los artículos señalados.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000.
TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Fundamento y vinculación:

Este reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional; tiene por objeto reglamentar la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

La aplicación de este Reglamento compete a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades del sector hidrocarburos.

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaria en materia de impacto ambiental:

D) Actividades del sector hidrocarburos.

IV. Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas.

Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica

Artículo 12. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

- I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- II. Descripción del proyecto;
- III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
- IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
- VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
- VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

- I. La manifestación de impacto ambiental;
- II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y
- III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

Artículo 18. El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información:

- I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto;
- II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y
- III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

Vinculación: El proyecto propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE .C.V.** es propia del sector hidrocarburos, esta contará con una capacidad de almacenamiento temporal de GLP de 93,000 litros volumen agua al 100%, en un solo tanque de almacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal, especial para contener GLP, por lo tanto se considera que la actividad es altamente riesgosa debido a que la cantidad almacenada es equivalente a 55,039.26 kg los cuales rebasan la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

El promovente somete a evaluación la manifestación de impacto ambiental junto con estudio de riesgo modalidad análisis de riesgo con el objeto de obtener la autorización de impacto y riesgo ambiental expedida por Agencia.

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA
PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA**

TEXTO VIGENTE.

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el
25 de noviembre de 1988

Última reforma publicada en el DOF 31 de octubre de 2014

ARTÍCULO 3. Son asuntos de competencia Federal, en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, los que señalan el artículo 5o. de la Ley y el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

ARTÍCULO 6. Para los efectos de este Reglamento se estará a las definiciones que se contienen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las siguientes:

IV.- Fuente fija: Toda instalación establecida en un sólo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera;

Vinculación: Conforme a los mencionados artículos y conociendo la naturaleza de las actividades que serán realizadas en la planta de distribución, las emisiones derivadas del desacoplamiento de las mangueras durante las actividades de trasiego son consideradas como fuente fija, ya que son descargas directas a la atmósfera.

ARTÍCULO 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Vinculación: En cuanto a las emisiones fijas, éstas deberán ser controladas y en su caso, reducidas mediante la implementación de válvulas de extremo de manguera de baja emisión. En cuanto a las fuentes móviles provenientes de la distribución a través de auto-tanques se deberán controlar las emisiones de acuerdo al programa de verificación.

ARTÍCULO 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina.

Vinculación: Los niveles máximos de GLP emitidos a la atmósfera no se encuentran establecidos en ninguna norma técnica expedida por la Secretaría o la Agencia, sin embargo, la empresa estará comprometida a disminuir las emisiones de GLP con la finalidad de coadyuvar en la estrategia del gobierno de garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

ARTÍCULO 18. Sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades competentes, las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán licencia de funcionamiento expedida por la Secretaría, la que tendrá una vigencia indefinida.

Vinculación: GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. deberá de realizar el trámite de la Licencia Ambiental Única para su autorización por parte de la Agencia, en este documento se registrarán las emisiones generadas dentro de la planta conforme a lo señalado en el artículo 19 del Reglamento.

ARTÍCULO 21. Los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal que cuenten con licencia otorgada por las unidades administrativas competentes de la Secretaría deberán presentar ante ésta, una Cédula de Operación Anual dentro del periodo comprendido entre el 1o. de marzo y el 30 de junio de cada año, los interesados deberán utilizar la Cédula de Operación Anual a que se refiere el artículo 10 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Vinculación: Una vez, obtenida la autorización del Licencia Ambiental Única, la empresa deberá de presentar la Cédula de Operación Anual conforme lo descrito anteriormente.

ARTÍCULO 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Vinculación: La empresa contará con una flotilla de auto-tanques, los cuales se deben encontrar al corriente con el programa de verificación vehicular.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES

TEXTO VIGENTE.

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2004

Última reforma publicada en el DOF 31 de octubre de 2014

Artículo 10. Para actualizar la Base de datos del Registro, los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal, deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, conforme a lo señalado en el artículo 19 y 20 del presente reglamento, así como de aquellas sustancias que determine la Secretaría como sujetas a reporte en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

Vinculación: La información sobre las emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos se realizará través de la Cédula de Operación Anual, la cual deberá contener los X incisos del artículo 10.

Artículo 11. La Cédula deberá presentarse a la Secretaría dentro del periodo comprendido entre el 1 de marzo al 30 de junio de cada año, en el formato que dicha autoridad determine, debiendo reportarse el periodo de operaciones realizadas por el Establecimiento sujeto a reporte de competencia federal, del 1o. de enero al 31 de diciembre del año inmediato anterior.

Artículo 12. El Establecimiento sujeto a reporte de competencia federal presentará ante las unidades administrativas competentes de la Secretaría, la Cédula por cualquiera de los siguientes medios: I. En formato impreso, al cual se deberá anexar un disco magnético que contenga el archivo electrónico de dicha Cédula; II. En archivo electrónico, contenida en un disco magnético, anexando la impresión que contenga lo establecido en la fracción I del artículo 10; o III. A través del portal electrónico que se establezca para su recepción.

Artículo 15. La Cédula deberá contar en cada caso con la firma autógrafa o electrónica del representante legal del establecimiento sujeto a reporte, para lo cual el promovente deberá acreditar su personalidad al momento de iniciar el trámite de registro.

Artículo 20. Para efectos del presente Reglamento, las emisiones y transferencia de contaminantes y sustancias sujetas a reporte de competencia federal, que no estén reguladas por Normas Oficiales Mexicanas o cuya medición esté exenta, pueden estimarse a través de metodologías comúnmente utilizadas, tales como la aplicación de factores de emisión, estimación mediante datos históricos, balance de materiales, cálculos de ingeniería o modelos matemáticos.

Artículo 21. Los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán conservar durante un periodo de cinco años, a partir de la presentación de cada Cédula, las memorias de cálculo y las mediciones relacionadas con las metodologías señaladas en los artículos 19 y 20 del presente Reglamento; dicha información estará a disposición de la Secretaría en el momento que la requiera.

Vinculación: GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. deberá presentar ante la Agencia, la Cédula de Operacional Anual (COA) conforme a los tiempos descritos en el artículo 11, de manera electrónica y firmada por el representante legal.

Debido a que la planta genera emisiones fugitivas de GLP, que no están reguladas por ninguna Norma Oficial Mexicana, la estimación se realizará mediante balances de materia. Los archivos electrónicos de la COA serán conservados durante los cinco años que solicita el artículo 21.

REGLAMENTO DE LAS ACTIVIDADES A QUE SE REFIERE EL TÍTULO TERCERO DE LA LEY DE HIDROCARBUROS TEXTO VIGENTE.

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el
31 de octubre de 2014.

Fundamento y vinculación:

Tiene por objeto regular los permisos para realizar las actividades de Tratamiento y refinación de Petróleo; Procesamiento de Gas Natural; exportación e importación de Hidrocarburos y Petrolíferos; Transporte, Almacenamiento, Distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación, comercialización y Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, según corresponda, así como para la gestión de Sistemas Integrados, en términos del Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos (indicado en el *Artículo 2* de este Reglamento).

Que la *Distribución* comprende la actividad de adquirir, recibir, guardar y, en su caso, conducir Gas Natural y Petrolíferos, para su Expendio al Público o consumo final, podrá llevarse a cabo mediante Ducto, Auto-tanques, Vehículos de Reparto, Recipientes Portátiles, Recipientes Transportables sujetos a presión, así como los demás medios que establezca la Comisión en las disposiciones administrativas de carácter general que emita, para su entrega a los Usuarios o Usuarios Finales, en sus instalaciones o las Instalaciones de Aprovechamiento, según corresponda, de acuerdo con el **Artículo 35**.

El **Artículo 36** señala que los Permisarios a que se refiere esta Sección serán responsables por el producto que distribuyan, desde su recepción y hasta la entrega al Usuario o al Usuario Final. Asimismo, los distribuidores serán responsables de conservar la calidad y realizar la medición del producto recibido y entregado, de conformidad con las normas oficiales mexicanas. Lo anterior, sin perjuicio de que los Permisarios cuyos Sistemas se encuentren interconectados formalicen protocolos de medición conjunta para cumplir con las responsabilidades señaladas.

La empresa propiedad de GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. está sujeta a cumplir con los siguientes artículos:

Artículo 52. Los titulares de los permisos a que se refiere el presente *Reglamento* estarán obligados a contratar y mantener vigentes los seguros por daños, incluyendo aquéllos necesarios para cubrir los daños a terceros, y acreditar dicha contratación en los términos que establezcan las disposiciones administrativas de carácter general que al efecto emitan la Secretaría y la Comisión, en el ámbito de sus competencias, para hacer frente a las responsabilidades en que pudieran incurrir por las actividades permitidas.

Artículo 53. Los Permisarios deberán realizar la medición y proporcionar los documentos en que señalen el volumen y las especificaciones de los productos, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas aplicables.

Artículo 54. Los Permisarios deberán presentar a la Secretaría o la Comisión, según corresponda, la información relativa a sus actividades para fines de regulación.

Artículo 55. Los Permisarios estarán obligados a comprobar la procedencia lícita de los Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos.

Artículo 56. Los Permisarios estarán obligados a comprobar la propiedad o posesión legítima de los equipos que utilicen para realizar las actividades al amparo de sus permisos, debiendo identificarlos en términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

Vinculación: Gas Istmeño, S.A. de C.V. deberá obtener el título de permiso para una capacidad de 93,000 litros al 100% agua, en 1 tanque.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Nuevo Reglamento publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006.
TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Fundamento y vinculación:

Tiene por objeto reglamentar la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la *Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos*, cuando se trate de instalaciones o actividades de dicho sector.

Como se menciona, el *artículo 34 Bis*, y en términos del *artículo 95* de la *Ley de Hidrocarburos* son de competencia federal los residuos generados en las Actividades del Sector Hidrocarburos, y estarán sujetos a lo previsto en el presente *Reglamento*. Además, los residuos de manejo especial se sujetarán a las reglas y disposiciones de carácter general que para tal efecto expida la *Agencia*, al respecto se deberá considerar lo establecido en la **NOM-001-ASEA-2019**, Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial del sector hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los planes de manejo de residuos peligrosos y de manejo especial del sector hidrocarburos.

Durante el desarrollo del proyecto se pueden generar residuos peligrosos, por lo que su identificación se realizará con base a los siguientes criterios:

- I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;*
- II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley.*

Vinculación: Para el almacenamiento de los residuos peligrosos la empresa deberá considerar las condiciones indicadas en el *artículo 82, 83 y 84*, y de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular.

En el *apartado II.2.9 y II.2.10 del Capítulo II de la MIA-P*, se indica el control, manejo y la disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos y/o residuos de manejo especial que se llevará a cabo.

PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) DECRETADOS (GENERAL DEL TERRITORIO REGIONAL, MARINO O LOCAL).

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). D.O.F. 07/Sep./2012.

Este ordenamiento es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, tiene como objetivo llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

Sin embargo, por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas su vinculación se analiza más adelante.

El modelo de ordenamiento territorial nacional está sustentado en una regionalización ecológica (definida por características físico-bióticas) en la que se identificaron áreas de atención prioritaria y se asignaron propuestas de corresponsabilidad sectorial para el desarrollo productivo y de asentamientos humanos en el país. Cada región está acompañada de lineamientos, estrategias ecológicas y acciones para la preservación,

protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Regionalización Ecológica

Se tiene la diferenciación del territorio nacional en **145** unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**, así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. A cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales. Asimismo, se identificaron las aptitudes de los sectores presentes, así como aquellos que presentaban valores de aptitud más altos, las políticas ambientales y la sinergia o conflicto que cada sector presenta con respecto a los otros sectores con los que interactúan en la misma UAB.

Las **Políticas Ambientales** (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su combinación para este Programa dio como resultado 18 grupos.

A continuación, se presentan las características de la Región Ecológica donde se encuentra el proyecto:

Tabla I.6. Características de la Región Ecológica donde se ubica el proyecto.

	REGIÓN ECOLÓGICA: 18.23
	Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 84. Llanuras del Istmo
	Localización: Este de Oaxaca, occidente de Chiapas Superficie en km²: 5,028.16 km ²
	Población Total: 425,446 hab. Población Indígena: Chimalapas

Fuente: POEGT 2012.

Tabla I.7. Características de la Región Ecológica donde se ubica el proyecto.

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Crítico. Conflicto Sectorial Alto. Muy baja superficie de ANP's. Muy alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Media. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 2.6. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Muy bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera..			
Escenario al 2033:	Muy Crítico			
Política Ambiental:	Restauración y Aprovechamiento Sustentable.			
Prioridad de Atención:	Muy Alta			
Rectores del desarrollo	Coadyucantes del desarrollo	Asociados al desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
Ganadería - Industria	Desarrollo Social	Agricultura - Turismo	CFE-Minería - SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente: POEGT 2012.

La totalidad del proyecto se encuentra en la **Región Ecológica 18.23** la **Unidad Ambiental Biofísica (UAB)** que la compone es **84. Llanuras del Istmo**, localizada al Este de Oaxaca y occidente de Chiapas. Señala un escenario al 2033 como Muy Crítico. La **Política Ambiental** de esta **UAB** es **Restauración y Aprovechamiento Sustentable** (figura I.13), el eje rector de desarrollo es **Ganadería e Industria**, este rector tiene un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable de la UAB, reconociendo la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes.

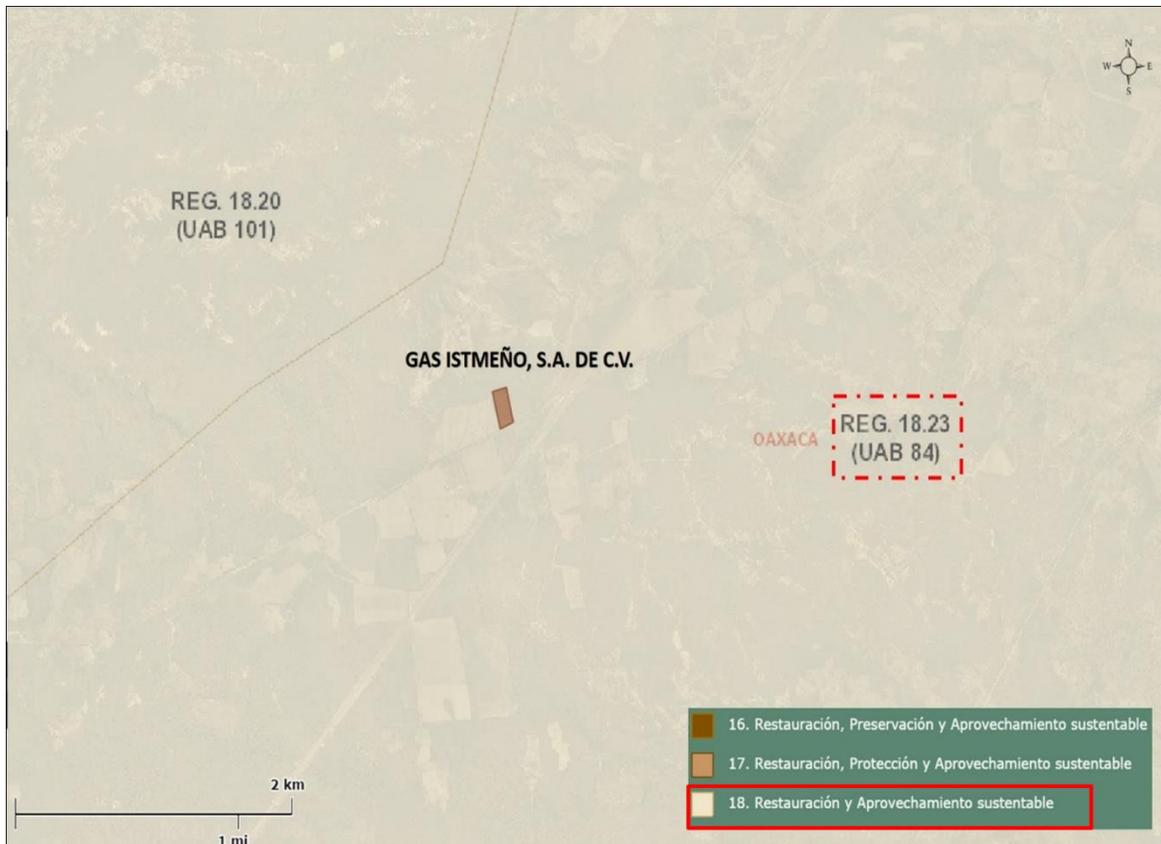


Figura I.13 Localización del predio de la empresa GAS ISTMEÑO, S.A. de C.V. en la UAB 84, Región Ecológica 18.23 del POEGT.

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO). Publicado en el P.O. 27 de febrero de 2016.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca es un instrumento de política ambiental que tiene como objetivo:

- a) Asegurar que el aprovechamiento de los elementos naturales se realice de manera integral;
- b) Ordenar la ubicación de las actividades productivas y de servicios de acuerdo con las características de cada ecosistema o región, la ubicación y condición socioeconómica de la población;
- c) Establecer las políticas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y
- d) Favorecer los usos del suelo con menor impacto adverso ambiental y beneficio a la población, sobre cualquier otro uso.

Es un instrumento regulatorio e inductivo para el uso del suelo y las actividades productivas en la Entidad, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en el Estado de Oaxaca, y de observancia general para dependencias y entidades federales y estatales, así como para municipios y para los habitantes del Estado.

Modelo de Ordenamiento Ecológico del Estado de Oaxaca

El Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE) ubica las actividades sectoriales en las zonas con mayor aptitud para su desarrollo y donde se generen menores impactos ambientales, está compuesto por 55 unidades de gestión ambiental.

De acuerdo con la georreferenciación del área del proyecto en el Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIOR) de la página de la SEMARNAT, nos arrojó que el sitio de interés está inmerso en la **UGA 002**, con una política ecológica de **Aprovechamiento sustentable**. A continuación, se describe e ilustra la ubicación de la **UGA 002** y por lo tanto la ubicación del proyecto, y sus características principales:

Tabla I.8. Descripción y ubicación de la UGA donde incide el proyecto.

UGA	Superficie	Política	Regiones	Biodiversidad	Riesgo	Presión
002	537,572.25	Aprovechamiento sustentable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Alta	Medio	Baja
Cobertura: Agricultura 14.92%; Asentamientos Humanos 0.00%, Bosque de Coníferas 0.55%; Bosque de Coníferas y Latifoliadas 9.87%; Bosque de Encino 2.03%. Bosque Mesófilo de Montaña 2.06%; Cuerpo de Agua 0.56%. Matorral Xerófilo 0.00%, Pastizal 12.32%, Selva Caducifolia y Subcaducifolia 28.01%; Selva Perennifolia y Subperennifolia 29.07%; Sin vegetación aparente 0.42%, Vegetación Acuática 0.21%.				Aptitud: - Uso Recomendado: S3, S1, S8 - Uso Condicionado S9, S2, S9 (E) - Uso No recomendado: S6, S11 - Sin Aptitud: S4, S7, S10		
Conflictos			S3- S8, S3 - S9, S3 - S2, S2 - S1, S1 - S8, S1 - S9, S8 - S9, S8 S2, S9 - S2			
Lineamiento			Aprovechar y conservar los recursos florísticos y el agua de las 388,987 ha de bosques y selvas para el desarrollo de las actividades apícola y acuícola con técnicas de bajo impacto, además de aprovechar las 143,101 ha productivas para actividades agropecuarias e industriales mejorando los procesos de producción, para conservar los recursos y biodiversidad del área			
Criterios de Regulación Ecológica			C-013, C-014, C-015, C-016, C-017, C-019, C-020, C-029, C-033, C-034, C-035, C-036, C-043, C-044, C-045, C-046, C-047.			
Comentarios: El sector agrícola que se encuentra condicionado, tiene riesgo de inundación en las regiones de la Costa, Istmo, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales (asociada a márgenes de ríos).						

Fuente: Modelo de Ordenamiento Ecológico del Estado de Oaxaca.

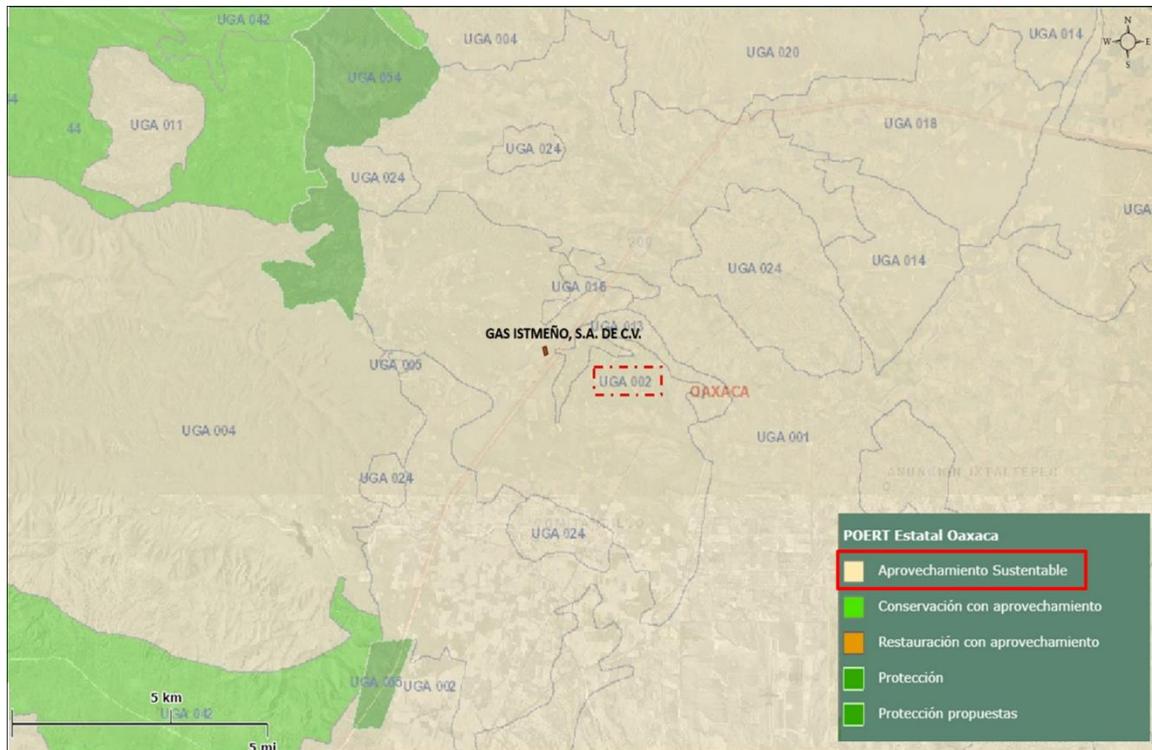


Figura I.14. Ubicación del proyecto en la UGA 002 del POERTEO.

Reconociendo las características del proyecto de una Planta de Distribución de GLP y tomando en consideración la **vinculación de ésta con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental presentados en la MIA-P** (Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular), se pueden resumir los criterios que marcaron la pauta para determinar factibilidad del proyecto de la Planta de Distribución de GLP propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.** de la siguiente manera:

Criterios Ambientales:

- ✓ El predio donde se instalará la Planta de distribución es un terreno sin actividad aparente.
- ✓ Se encuentra fuera de centros de población o localidades.
- ✓ No hay cuerpos de agua cercanos que pudieran provocar inundación o resultar afectados por la operación del Proyecto.
- ✓ No existen líneas de alta tensión que crucen el predio de forma aérea o por ductos bajo tierra.
- ✓ El sitio se considera estratégico por su ubicación geográfica sobre carretera Ixtepec–Tlacotepec.
- ✓ A pesar de que el gas l.p. forma parte de los combustibles fósiles, su impacto sobre el ambiente es catalogado menor, considerándolo como una fuente limpia de energía
- ✓ En las distintas etapas del Proyecto, la empresa no realizará ningún proceso de transformación y/o aprovechamiento de los recursos naturales, sólo se dedicará a actividades comerciales que involucran el almacenamiento temporal y trasvase de gas l. p.

- ✓ El Proyecto se ubica en la Región Ecológica número 18.23, UAB 84 con política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).
- ✓ Dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) el predio se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental UGA 02 con política ambiental de Aprovechamiento sustentable.

Criterios Socioeconómicos

- ✓ Generación de empleos temporales y permanentes en las distintas etapas del Proyecto.
- ✓ Será una opción de combustible, por lo que existirá la demanda de este por parte de las localidades aledañas. Este combustible tiene gran demanda de gas l.p. principalmente en el sector residencial en donde se utiliza para la cocción de alimentos y calefacción principalmente.
- ✓ Se necesitará de infraestructura y servicios los cuales se obtendrán principalmente de forma regional, contribuyendo así con la derrama económica de la zona.
- ✓ Se favorece el desarrollo del municipio de Cd. Ixtepec.

Criterios Técnicos

- ✓ El diseño de los planos y de la memoria técnico-descriptiva del Proyecto cumplen con las especificaciones que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014., "Plantas de distribución de Gas l.p.-Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación".
- ✓ De acuerdo con el plano planométrico, la ubicación de Planta cumplirá con las distancias mínimas externas de la tangente del recipiente de almacenamiento a 100 metros debido a que no se encuentra ningún almacén de combustible externo, almacén de explosivos, casa habitación, escuela, hospital, iglesia o lugar de reunión
- ✓ La superficie del predio de la empresa permite contar con espacio suficiente para realizar las actividades normales durante las distintas actividades del Proyecto.
- ✓ El sitio contará con accesos seguros para prever cualquier eventualidad.
- ✓ Todas las áreas libres dentro de la Planta se mantendrán limpias y despejadas de materiales incombustibles.
- ✓ La empresa contará con la suficiente capacidad técnica y con elementos humanos necesarios para el desarrollo del Proyecto en todas sus etapas.
- ✓ La empresa realizará las acciones y/o estrategias necesarias para garantizar la seguridad de las personas, de los bienes colindantes, y de la protección del ambiente.
- ✓ El sitio del Proyecto está en una zona distante a centros urbanos, en aproximadamente a 5 km se encuentra la zona urbana de Ixtepec, Oaxaca, por lo que no compromete la seguridad de la población durante las diferentes etapas del Proyecto.

I.1.1. PROYECTO CIVIL.

⇒ **DISEÑO**

El diseño se hizo apegándose a los lineamientos que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación", editada por la secretaria de Energía, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de agosto de 2014.

⇒ **SUPERFICIE DEL TERRENO**

El terreno que ocupará las instalaciones de la planta es de forma semi-rectangular, y tiene una superficie de 7,239 m².

⇒ **UBICACIÓN, COLINDANCIAS Y ACTIVIDADES.**

Ubicación.

La planta se encontrará ubicada en Alto Caoba km 6.5 Carretera Ixtepec +Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca.

Colindancias

Las colindancias del terreno que ocupará la Planta serán las siguientes:

- ✓ Al Norte en 100 metros, con terreno baldío sin actividad.
- ✓ Al Sur, en 100.43 metros, con el derecho de vía de la carretera Ixtepec – Tlacotepec.
- ✓ Al Este en 72,08 metros con terreno baldío sin actividad.
- ✓ Al Oeste en 72,08 metros con terreno baldío sin actividad.

⇒ **URBANIZACIÓN DE LA PLANTA.**

Todas las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos serán compactas con superficie consolidada, con las pendientes apropiadas para desalojar las aguas pluviales, el piso dentro de la zona de almacenamiento será concreto y contará con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas de lluvia. Todas las demás áreas libres de la planta de distribución permanecen limpias y despejadas de todo tipo de materiales combustibles, así como objetos ajenos a la operación de la Planta de Distribución.

Por el lado del sur del terreno se contará con dos accesos de 8.00 metros de ancho cada uno. Uno es usado para entrada y salida de vehículos que tienen acceso al interior de la planta, y el otro, usado de salida de emergencia.

⇒ **EDIFICIOS Y COBERTIZOS.**

Edificios

Por el lindero Este del terreno, se localizarán las construcciones destinadas a las oficinas del personal administrativo, así como también los servicios sanitarios para el personal obrero que labora dentro de la planta de Distribución. La distancia mínima de la zona de trasiego a las construcciones es de 36.32 metros.

Los materiales que serán utilizados en estas construcciones son en su totalidad incombustibles, ya que el techo es losa de concreto, paredes de tabique, con puertas, y ventanas metálicas.

Cobertizo

En esta planta se tendrán como cobertizo los construidos en el muelle de llenado para los recipientes transportables, tomas de recepción y suministro, para la protección contra la intemperie, accesorios y mangueras, siendo estos de lámina galvanizada y estructura metálica en su techo apoyado sobre columnas metálicas.

⇒ **ESTACIONAMIENTO Y TALLER PARA REPARACIÓN DE VEHICULOS.**

Estacionamientos

Por el lindero de Norte del terreno que ocupará la Planta de Distribución se localizará la zona destinada para el estacionamiento interior de los auto-tanques, esta área permanecerá sin techar por lo que su piso está debidamente compactado con terminación de empedrado y cuenta con la pendiente apropiada para el desalojo de las aguas de lluvia. El estacionamiento esta localizados de tal manera que la entrada o salida de cualquier vehículo a estacionarse no interrumpa la libre circulación de los demás.

⇒ **SERVICIOS SANITARIOS**

- a) En las construcciones que se localizarán en el lindero Este del terreno que ocupará la planta se tendrán los servicios sanitarios para el personal obrero. Los cuáles serán construidos con materiales incombustibles, siendo su techo de loza de concreto, con paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas, describiéndose en el plano Civil sus dimensiones, de acuerdo a la norma NOM-001-SESH-2014.
- b) El drenaje de aguas negras estará conectado por medio de tubos de concreto de 15 centímetros de diámetro, con una pendiente del 2% a una fosa séptica. La construcción de los servicios sanitarios y fosa séptica cumple con la reglamentación aplicable en la materia.

⇒ **ZONA DE ALMACENAMIENTO**

- a) Esta planta de distribución contará con un tanque de almacenamiento, del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especial para contener Gas L.P., el cual cumplirá con las distancias mínimas que especifican la Norma.
- b) Se tendrá montado sobre bases de concreto, de tal forma que se pueden desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
- c) Contará con una zona de protección consistente de 0.60 metros de altura y 0.20 metros de espesor.
- d) Este recipiente tendrá una altura de 2.00 metros medida de su parte inferior a nivel del piso terminado de la zona de almacenamiento.
- e) Aun costado del tanque se tendrá una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo, también se cuenta con una escalerilla al frente, misma que es usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura de instrumental de medición y control.

⇒ **MUELLE DE LLENADO**

El muelle de llenado se localizará por el lado sur del recipiente de almacenamiento de gas L.P. a una distancia de 7.41 metros. Será construido en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre una estructura metálica soportado por columnas de fierro; su piso es de relleno de tierra con terminación de concreto

contando este en su borde con protección de ángulo de fierro y de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por vehículos que tiene acceso al mismo. Sus dimensiones son las siguientes:

Largo total: 7.38 metros
Ancho: 4.00 metros
Altura del Piso: 1.20 metros
Altura del techo: 2.70 metros
Superficie: 29.52 metros²

⇒ **ÁREA DE CARGA Y DESCARGA DE RECIPIENTES TRANSPORTABLE**

El área de carga y descarga de recipientes transportables se localizarán en el lado sur del muelle de llenado, compartiendo esta área con el mismo muelle de llenado. Será construida en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre una estructura metálica soportado por columnas de fierro; su piso será de relleno de tierra con terminación de concreto contando este en su borde con protección de ángulo de fierro y de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por vehículos que tiene acceso al misma.

⇒ **ZONA DE REVISION DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.**

La zona de revisión de recipientes transportables se localizará en el lado sur del muelle de llenado, compartiendo esta área con el mismo muelle de llenado. Estará construida en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre una estructura metálica soportado por columnas de fierro; su piso es de relleno de tierra con terminación de concreto contando este en su borde con protección de ángulo de fierro y de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por vehículos que tiene acceso al misma.

Esta área solo se utilizará para revisión por lo que no se usara ningún tipo de herramienta para la limpieza ni pintura de recipientes, dado el caso que se requiera limpieza o pintura de recipientes, se enviarán a las áreas establecidas para esta actividad.

⇒ **ZONA DE ALMACENAMIENTO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.**

La zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados se localizará en la esquina que forman los linderos Norte de la Planta de Distribución, estará construido en su totalidad de materiales incombustibles; su piso es revestido de concreto.

Las dimensiones de la zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados serán las siguientes:

Largo total: 5.00 metros
Ancho: 3.00 metros
Altura del piso: 0.10 metros
Superficie: 15.00 metros²

⇒ **RELACIÓN DE DISTANCIAS MINIMAS.**

Las distancias mínimas en esta Planta serán las siguientes:

- a) De las tangentes del tanque de almacenamiento a:

Límite del predio de la planta de distribución:	24.78 m
Espuela del ferrocarril, riel más próximo:	N.A.
Llenadoras de recipientes transportables:	8.41 m
Plataforma de Muelle de llenado:	7.41 m
Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables:	10.41 m
Zona de venta al público:	N.A.
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia:	38.43 m
Otro recipiente de almacenamiento de Gas L.P., ubicado en el interior de la planta de distribución:	N.A.
Piso terminado:	2.00 m
Planta generadora de energía eléctrica:	N.A.
Talleres, incluyendo los de equipo de carburación a GLP:	N.A.
Zona de almacenamiento interno de diésel:	N.A.
Boca de toma de carga y descarga de diésel:	N.A.
Boca de toma de carburación de autoconsumo:	N.A.
Boca de toma de recepción de carro-tanque de ferrocarril:	N.A.
Boca de toma de recepción y Suministro:	5.36 m
Vegetación de ornato:	N.A.
Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento:	2.36 m
Fuente de calor del sistema de sellado que nos es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1:	N.A.
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución:	N.A.
Construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo:	N.A.
El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los reparto, auto-tanques o semirremolques.	N.A.

b) De llenadora de recipientes transportables a:

Zona de venta al público	N.A.
Límite del predio de la planta de distribución:	36.32 m
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia:	28.20 m
Boca de toma de recepción y Suministro:	7.79 m
Boca de toma de carburación de autoconsumo:	N.A.
Fuente de calor del sistema de sellado que nos es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1:	N.A.
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución:	N.A.
Construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo:	N.A.

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

Zona de venta al público	N.A.
Límite del predio de la planta de distribución:	43.30 m
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia:	25.10 m
Talleres, incluyendo los de equipo de carburación a GLP:	N.A.
Almacén interno de combustible diferente al Gas L.P.:	N.A.
Fuente de calor del sistema de sellado que nos es adecuada para áreas clasificadas Clase 1, División 1:	N.A.
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución:	N.A.

- Construcciones en cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo: N.A.
- d) De bomba y compresor más cercano a:
- Límite de sus zonas de protección: 2.25 m
- e) De soporte de tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo o de la boca de toma del área de carga y descarga de diésel a:
- Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular: 3.50 m
- f) Del paño exterior del dique del cubeto de retención al:
- Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular: N.A.
- a) Distancias mínimas entre elementos externos a la planta de distribución y la tangente de su recipiente de almacenamiento son las siguientes:
- | | |
|---|----------|
| Almacén de combustible externo: | N.A. |
| Almacén de explosivo: | N.A. |
| Casa habitación: | + 1000 m |
| Escuela: | + 1000 m |
| Hospital: | + 1000 m |
| Iglesia: | + 1000 m |
| Lugar de reunión: | + 1000 m |
| Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro propiedad de terceros | N.A. |
| Recipientes de almacenamiento de una estación de Gas L.P. para carburación | N.A. |

⇒ **PROTECCIÓN CONTRA IMPACTO VEHICULAR**

Para evitar que los siguientes elementos:

- a) Bases de sustentación y recipiente de almacenamiento
- b) Compresor y bombas.
- c) Soporte de toma de recepción.
- d) Soporte de toma de suministro.

Puedan ser alcanzados por un vehículo automotor, estos se encuentran dentro de la zona de almacenamiento y cuenta con espesor espaciados a una distancia menor de 1.00 metros entre sí, para la protección de los elementos señalados en el párrafo anterior, estarán ubicados en toso el contorno de la zona de almacenamiento.

Esta protección estará pintada con franjas diagonales alternadas de color amarillo y color negro.

Se adjuntan en los Apartados E y F, la Memoria Técnico Descriptiva y plano del Proyecto Civil, respectivamente.

I.1.2. PROYECTO MECÁNICO.⇒ **CARACTERÍSTICAS DEL RECIPIENTE**

a) El recipiente cuenta con las siguientes características:

Construido por:	TATSA
Capacidad en litros agua:	93,000
Año de fabricación:	1992
No. De serie:	TP-182
Tara:	15,975 kg
Diámetro exterior:	2.81 m
Longitud total:	17.30 m
Forma de los cabezales:	Semi - esféricas

b) El recipiente contará con los accesorios siguientes:

- ✓ Un medidor rotatorio de nivel líquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m³/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que serán instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- ✓ Una Conexión soldable al tanque para cable a "tierra".

⇒ **MAQUINARIA**

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego es la siguiente:

a) Bomba

Operación:	Llenado de Cilindros y/o carga de auto-tanques.
Motor eléctrico:	5 C.F
R.P.M	640
Capacidad nominal:	189 L.P.M (50 G.P.M).
Presión diferencial máxima de trabajo	5.00 kg/cm ²
Tubería de Succión	51 mm (2")
Tubería de descarga:	51 mm (2")

b) Compresor

Operación básica:	Descarga remolques -tanques.
Motor eléctrico:	15 C.F
R.P.M	640
Desplazamiento:	39.10 m ³ /hr
Relación de compresión	1.49
Tubería de gas – líquido:	76 mm (3")
Tubería de gas – vapor:	51 mm (2")

La bomba y el compresor se encuentran ubicados dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento cumpliendo con las distancias mínimas que especifica la norma.

La bomba y el compresor, junto con su motor, serán anclados por medio de tornillos a una base metálica y esta a su vez a una base de concreto.

Los motores eléctricos son los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobre carga, además se encuentran conectados a "tierra".

⇒ **TUBERÍAS, CONEXIONES Y MANGUERAS.****Tuberías y conexiones:**

Todas las tuberías a instalar para conducir Gas L.P. son de acero cédula 80, sin costura, para alta presión mínima de trabajo de 21 kg/cm² y donde existen accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo de 140 - 210 kg/cm² y con tuberías de acero cedula 80.

En el caso donde es necesario instalar accesorios roscados, la profundidad y longitud de las cuerdas, cumplirán con las especificaciones de la NOM-H-22 en vigor, efectuando el empaque con selladores que no sean afectados por el Gas L.P.

Los diámetros de las tuberías instalados son:

Trayectoria	Líquido	Retorno de líquido	Vapor
De tanque a toma de recepción	76 mm	--	51 mm
De tanque al múltiple de llenado.	51 mm	51 mm	---
De tanque a tomas de suministro	76 y 51 mm	51 mm	32 mm

En las tuberías conductoras de gas – líquido y en los tramos en que pueda existir líquido atrapado de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se instalarán válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas calibradas para una presión de apertura de 26 kg/cm² y capacidad de descarga de 22 m³/min., son de 13 mm (1/2") de diámetro.

Las trayectorias de las tuberías, dentro de la zona de almacenamiento son visibles, sobre el nivel de piso terminado. Para la sujeción y fijación de las tuberías se cuenta con soportes metálicos fabricados con canal de fierro, el contacto del tubo con el canal protegido contra la corrosión con cuenta plástica y felpa.

Prueba de hermeticidad; al sistema de tuberías se le aplicará CO₂ a una presión de 1.5 veces la presión máxima de trabajo o 36.91 kg/cm², lo que resulte mayor, durante un tiempo mínimo de 60 minutos, después de la cual se inspeccionará que no haya fugas en uniones de tuberías y conexiones soldadas y roscadas.

Radiografiado; las uniones en tuberías y accesorios se radiografiaron por muestro, por cada soldador, dichos resultados se evaluarán de acuerdo al código ASME sección IX. El reporte técnico del método empleado, procedimiento y resultado estarán basado en la norma ANSI-B-31.3. El radiografiado estará a cargo de especialistas en la materia.

Mangueras:

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. son especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistente al calor y a la acción del gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm². Se cuenta con mangueras en las tomas de recepción y suministro, así como en la toma de carburación, estando estas protegidas contra daños mecánicos.

⇒ **CONTROLES MANUALES Y AUTOMATICOS**

Controles manuales:

En diversos puntos de la instalación se tendrán válvulas de globo y bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/cm² las que permanecen “cerradas” o “abiertas”, según el sentido del flujo que se requiera.

Controles automáticos:

A la descarga de la bomba se contará con un control automático de 32 mm (1 ¼”) de diámetros para el retorno de gas líquido excedente al tanque de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y están calibradas para una apertura de 5 kg/cm² (71Lb/in²).

⇒ **MÚLTIPLE LLENADO, LLENADERAS, BÁSCULAS Y VACIADO DE RESIDUOS.**

Múltiple de llenado.

Se contará con un múltiple de llenado, el cual estará construido con tubería de acero cedula 80, para alta presión de 51 mm (2”) de diámetro, las conexiones en las salidas son roscadas para una presión mínima de trabajo de 140-210 kg/cm². Se tiene a una altura de 1.5 metros en su parte más alta y está apoyando por medio de soportes especiales anclados al muelle de llenado.

El múltiple de llenado contará a la entrada con una válvula de operación manual una válvula de seguridad para el alivio de presiones hidrostáticas de 13mm (1/2”) de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1/4”) de diámetro.

Llenadoras

El múltiple de llenado contará con tres llenadoras, cada llenadora estará integrada por los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de globo 13 mm de diámetro.
- ✓ una válvula solenoide de para automático de 13 mm de diámetro.
- ✓ Una manguera especial para gas L.P. de 13 mm de diámetro.
- ✓ Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro.

- ✓ Un conector especial para llenado (punta pol y maneral) de 13 mm de diámetro.

Básculas:

Sobre el muelle de llenado se instalarán tres básculas del tipo plataforma con capacidad de 260 kilogramos con una, con una resolución de 50 gramos, mismas que son usadas para el control del peso en el llenado de recipientes transportables, estas básculas están conectadas para su mejor protección a “tierra”.

Se contará con una báscula del tipo plataforma con capacidad de 260 kilogramos, con una resolución de 50 gramos, que es usada para el repeso de recipientes transportables, igualmente conectada a “tierra”.

Vaciado de gas de los recipientes transportables:

Esta planta contará con un sistema para el vaciado de gas de recipientes transportables, el cual constará de un tanque tipo estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado contando con aditamentos necesarios y un tubo de desfogue de 4.50 metros de altura, además de un múltiple de dos salidas conectadas al tanque antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido de los recipientes con fuga o sobrellenado, ubicado todo esto a un extremo del muelle de llenado. La tubería del sistema de vaciado de residuos, será de acero cedula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm² como mínimos, teniéndose la tubería que va del múltiple de vaciado de residuos al tanque estacionario de 32 mm (1 1/4”) de diámetro.

Las mangueras que se usarán son especiales para el gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm².

⇒ **TOMAS DE RECEPCION, SUMINISTRO Y CARBURACION DE AUTOBASTO.**

Tomas de recepción.

La toma para descargar remolques-tanques (recepción) estará localizado al lado oeste de la zona de almacenamiento, el soporte este fabricado de canal encajonado de 152 mm este soporte se encuentra fijo anclado al piso para mejor protección se tiene una extensión de la zona de almacenamiento y para su protección se tiene murete de concreto de 0.60 metros de altura y de 0.20 metros de ancho, estando está a 6.86 metros del recipiente de almacenamiento.

La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2”) de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3”), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 1/4”) de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2”) de diámetro.

Las tuberías que harán este recorrido, de la zona de almacenamiento a las tomas de recepción, son visibles, cabe señalar que la tubería estará pintada con pintura anticorrosiva.

Tomas de suministro:

Las tomas para cargar autos-tanques (suministro) estará localizada al lado este de la zona de almacenamiento, el soporte estará fabricado de canal encajonado de 152 mm este soporte se encuentra fijo anclado al piso para mejor protección se tiene una extensión de la zona de almacenamiento y para su protección se tiene murete de concreto de 0.60 metros

de altura y de 0.20 metros de ancho, estando está a 6.86 metros del recipiente de almacenamiento.

La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 51 mm (2"), para llegar al tanque de almacenamiento, además estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 32 mm (1 ¼") de diámetro para llegar al tanque de almacenamiento.

Las tomas contarán en sus bocas terminales con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de exceso de flujo (vapor).
- ✓ una válvula de no-retroceso (líquido).
- ✓ Una válvula de globo recta.
- ✓ Un tramo de manguera para gas L.P.
- ✓ Una válvula de seguridad de 13 mm (líquido)
- ✓ Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor)
- ✓ Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away)
- ✓ Tapón ACME.

Estos accesorios son de igual diámetro al de las tuberías que los contienen.

Estas tomas, para su mayor protección, estarán fijadas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes y/o auto-tanques al momento de efectuar el trasiego de gas L.P.

⇒ **AREA DE COLOCACION DE SELOS DE GARANTIA**

La colocación de sellos de garantía a los recipientes transportables se realizará en el área de carga de recipientes transportables después de comprobar el peso correcto en la báscula de repeso colocada en el mismo muelle de llenado. Los sellos de garantía serán cinturones plásticos y la colocación es mecánica, por lo que requieren la aplicación de calor.

Se adjunta en los Apartados E y F la Memoria Técnica Descriptiva y el plano del Proyecto Mecánico a escala, respectivamente.

I.1.3. PROYECTO SISTEMA CONTRA-INCENDIO

⇒ ROTULOS DE PREVENCIÓN, PINTURA DE PROTECCIÓN Y COLORES DE IDENTIFICACIÓN.

El tanque de almacenamiento estará pintado de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo, cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente, también tendrá inscrito con caracteres no menores de 25 centímetros, la capacidad total en litros de agua, así como la razón social de la empresa.

Todas las tuberías serán pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son; de blanco las que conducen gas en su fase líquida, blanco con franja de color verde las que retornan gas –líquido al tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas en su fase vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul las que conducen aire o gas inerte.

Los muretes de concreto de la zona de protección, así como topes y defensas que se encuentren en el interior de la estarán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

En el recinto de la planta se encontrarán instalados y distribuidos en lugares apropiados letreros con leyendas que establece la NOM-001-SESH-2014 en su apartado 4.4 sin perjuicio de los requisitos de señalización establecidos en la NOM-0026-STPS-2008 o la que en su casa la sustituya.

⇒ SISTEMA DE SEGURIDAD POR MEDIO DE EXTINTORES.

Como medida de seguridad y como prevención contra algún incendio, se instalarán extintores de polvo químico seco del tipo ABC, manuales y de 9 kg de capacidad cada uno de la siguiente manera:

- ✓ Uno en toma de recepción.
- ✓ Uno en la toma de suministro
- ✓ Dos en la zona de almacenamiento
- ✓ Dos en el muelle de llenado de recipientes transportables
- ✓ Uno en bomba y compresor para gas L.P.
- ✓ Dos en estacionamiento de auto-tanques.
- ✓ Dos en oficinas.
- ✓ Uno en servicios sanitarios.

Se contará con dos extintores de Bióxido de Carbono (CO₂), manuales y de 11 kg de capacidad cada uno de la siguiente manera:

- ✓ Uno en el tablero eléctrico
- ✓ Uno en cuarto de equipo del sistema contra incendio.

Se contará con extintor del tipo carretilla con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, clase ABC, en la zona de almacenamiento.

La determinación de la cantidad y capacidad de extintores necesarios en las diferentes áreas que integren las planta, se hizo siguiendo el procedimiento de cálculo de unidades de riesgo “UR” presentes en cada área que se determina en el inciso 4.2.4.3 de la NOM-

001-SESH-2014, clasificándolas de acuerdo con el riesgo, los factores determinados, así como las unidades de capacidad de extinción asignándolas a los diferentes tipos y capacidad de extintores, dan los siguientes resultados:

Lugares donde estarán colocados los extintores están señalados de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008, la ubicación de estos extintores es visible y de fácil acceso, a una altura de 1.50 m medida del piso a la parte más alta del extintor, de fácil sujeción y colocación para ser usados.

⇒ **EQUIPOS DE SEGURIDAD**

A la entrada de la planta se tendrá un anaquel con artefactos matachispas, los cuales son colocados a todos los vehículos que ingresan a la misma, así como también se contará con botiquín de primeros auxilios localizado en la construcción destinada a las oficinas.

Se contará con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, la cual es alimentada en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad de funcionamiento en caso de necesidad; esta será operada solamente en caso de emergencia, probándose su funcionamiento con periodicidad de tiempo.

Se contará con un gabinete colocado en el área del equipo contra incendio, con dos trajes especiales para el personal encargado de respuesta ante un siniestro o contingencia, cada uno constará de:

- ✓ Casco con protección facial
- ✓ Botas
- ✓ Guantes
- ✓ Pantalón
- ✓ Chaquetón para bombero
- ✓ Todo el equipo será a base kevlar o material equivalente.

⇒ **HERRAMIENTAS Y ROPA DE LOS OPERARIOS**

En las áreas clasificadas por la Norma como Clase I, División 1 y 2, se utilizarán herramientas anti-chispas y equipos adecuados para el uso de ellas, a menos que en dichas áreas de trabajo se detecte que el ambiente no contiene vapores de gas en cantidad mayor al 20% del límite inferior combustible.

Los operarios utilizaran ropa de algodón, no permitiéndose el uso de zapatos con protectores metálicos, ropa de nylon o similares, peines u otros objetos de plástico capaces de generar electricidad estática.

Los medios de iluminación y lámparas de mano utilizadas, serán de acuerdo al área, quedando prohibida cualquier tipo de iluminación a base de fuego.

Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifican los números a marcar para llamar a bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias IMMS cercana, etc. Contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas se darán las

instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la planta hasta nuevo aviso.

Manejo de agua a presión:

Para el manejo de agua a presión se contará con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

Cisterna de seguridad de 50.00 m³ de agua con las siguientes medidas: 4.00 x 3.00 y altura de 2.50 metros, su llenado se realizará a base de pipas.

Caseta de máquinas construida sobre la cisterna con dimensiones en planta de 4.00 x3.00 altura de 2.5 metros, contará con un acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas estará equipada con los siguientes elementos:

- ✓ Una bomba con motor de combustión de 18 H.P. y gasto de 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm².
- ✓ Una bomba con motor eléctrico de 20 H.P. y gasto 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm².

Red distribuidora, construida con tubo de PVC para 11.2 Kg/cm²; accesorios y conexiones de fierro fundido para 8.5 Kg/cm². La red que alimenta al sistema de enfriamiento iniciará su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 76 mm de diámetro. Este sistema alimentará a los siguientes componentes:

- ✓ Dos hidrantes y el sistema de riego por aspersion para el tanque de almacenamiento.
- ✓ La tubería es de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible.

Tubería y elementos de rociado para el tanque:

El tanque contará con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semi-anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro.

El rociado opera colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 38 en todo el anillo. Las boquillas de rociado son tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1/2" y un gasto individual de 29.52 L.P.M a una presión de 3 Kg/cm².

Entrenamiento personal:

Una vez en marcha el sistema contra incendios, se procederá a impartir un curso de entrenamiento personal, que abarcará los siguientes temas:

- ✓ Posibilidades y limitaciones del sistema.
- ✓ Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- ✓ Uso de manuales.
- ✓ Acciones a ejecutar en caso de siniestro.
- ✓ Interpretación de las alarmas
- ✓ Uso de accesorios de protección.
- ✓ Uso de los medios de comunicación.
- ✓ Cierre de válvulas energéticas de gas.
- ✓ Corte de electricidad.

- ✓ Uso de extintores.
- ✓ Uso de hidrantes como refrigerantes.
- ✓ Operación manual y automática del rociado a tanque.
- ✓ Ahorro de agua.
- ✓ Mantenimiento general y su periodicidad.
- ✓ Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
- ✓ Mantenimiento correctivo

Se adjunta en el Apartado E y F la Memoria Técnica Descriptiva y el plano del proyecto contra incendio a escala, respectivamente.

I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

El proyecto de una Planta de Distribución de GLP propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.** – con pretendida Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca- desarrollará un proceso operativo relativamente simple, debido a que éste no involucrará reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consiste en realizar el trasvase del gas licuado de petróleo (**GLP**) de un recipiente a otro, limitándose a realizar el manejo del **GLP** a través de operaciones de trasiego. Este sistema de trasiego se considera como el *conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P., construido para quedar instalado permanentemente en una planta de distribución. Dicho sistema inicia en las válvulas colocadas en los coples de los recipientes de almacenamiento y termina en la punta de las mangueras de las tomas de recepción o suministro*, tal como se establece en su numeral **3.59** de la NOM-001-SESH-2014.

Para la comprensión del proceso operativo que se llevará a cabo en la Planta de Distribución de GLP, se describen a continuación, de acuerdo a la norma, los elementos primordiales que conforman la planta.

Semirremolque: Estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un recipiente de almacenamiento para contener GLP, utilizado para el transporte de dicho combustible, y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga del mismo.

Recipiente de almacenamiento: Recipiente no transportable para almacenamiento de GLP, a presión, instalado permanentemente en una planta destinada a la distribución.

Auto-tanque: Vehículo que en su chasis tiene instalado en forma permanente uno o más recipientes no transportables para contener GLP, utilizado para el transporte o distribución de dicho combustible a través de un sistema de trasiego.

Básicamente el proceso operativo de la *instalación* iniciará con la recepción del **GLP** con la descarga de los **semirremolques**, posteriormente se lleva a cabo su almacenamiento temporal por medio del **recipiente de almacenamiento**, después realiza el suministro a tanques estacionarios mediante **auto-tanques** que previamente son cargados con el combustible mediante la toma de suministro, (gas carburante).

Como se ha mencionado, el proceso operativo no involucra reacciones químicas u operaciones unitarias debido a que el **GLP**, sólo pasa de un recipiente a otro – **trasiego** – por lo cual comporta una relativa sencillez.

La actividad implica un **peligro** en función de las propiedades de **inflamabilidad** – es la medida de la facilidad con la que el GLP, puede encenderse y de la rapidez con la que una vez encendido, se diseminan sus llamas – de éste y bajo ciertas condiciones de **explosividad** – es la capacidad del GLP que provoca una liberación instantánea de presión, gas y calor, ocasionado por un choque repentino, presión o alta temperatura.

A continuación, se anexa la descripción de cada uno de los procedimientos que se llevarán a cabo en las áreas operativas que integrarán la **instalación**:

Procedimiento de descarga de semirremolques.

- Al inicio de turno el personal de descarga revisa el espacio disponible de los tanques de almacenamiento y lo registra.
- Al llegar a la *instalación*, el **semirremolque** se dirige a la toma de recepción-suministro, donde es recibido por el personal operativo. El operador revisa el porcentaje del nivel a través del dispositivo instalado en el semirremolque para enterarse de la cantidad de **GLP** contenido en este; también se cerciora de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo.
- Se indica al chofer del **semirremolque** donde debe estacionarse y verificar que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.
- Se toma la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión a la que viene.
- Coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo; también coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.
- Acopla la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y en color blanco.
- Posteriormente debe abrir la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- Acopla la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, para abrir la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- Abrir las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente.
- En la línea del tanque hasta la toma de recepción-suministro se deben abrir las válvulas correspondientes. Debe cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- Acciona el interruptor que pone a funcionar el compresor.
- Durante la operación de descarga, el operador por ningún motivo se retira de la toma de recepción y periódicamente verifica el contenido restante en el **semirremolque** mediante el dispositivo de medición instalado en el semirremolque, hasta que alcance el valor de cero.
- En cuanto dicho dispositivo marque cero, el descargador apaga el compresor.
- Cierra las válvulas de líquido de las mangueras, así como del semirremolque y las retira de la unidad.
- Se cierra la válvula de vapor como en el apartado anterior y desacopla todas las líneas.
- Coloca los tapones respectivos en la toma de líquido y vapor del semirremolque, así como en las mangueras, las cuales se colocan en su lugar correspondiente y se retiran las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- Informar al chofer que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

Procedimiento de llenado de *auto-tanques* a través de la toma de suministro:

- El chofer estaciona el **auto-tanque** en la toma de recepción-suministro, donde el operador sigue la secuencia de las siguientes operaciones:
- Verifica que las llaves de encendido del motor del **auto-tanque** no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verifica que se encuentren colocadas correctamente las cuñas metálicas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje.
- Revisa, utilizando el dispositivo de medición de nivel, el por ciento de gas que tiene el **auto-tanque** (contenido sobrante con el que regresó de ruta).

- Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el **auto-tanque**, el operador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle al auto-tanque, para que éste alcance el 90% de su capacidad.
- Coloca la palanca indicadora del medidor de nivel que se desee y dejará la válvula de dicho medidor abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado ha llegado al nivel deseado.
- Selecciona el tanque del cual se va a suministrar gas, determinando el porcentaje de su llenado, por medio del medidor del mismo tanque.
- Establece la continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo **auto-tanque** por llenar.
- Verificar que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el **auto-tanque**, tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.
- Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el **auto-tanque**, tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.
- Oprime el botón energizado del motor de la bomba.
- Durante el llenado verificará que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación. Continuamente verificará el por ciento de llenado de **auto-tanque**.
- Retira las calzas de las llantas del **auto-tanque**. Revisa en todo su alrededor la unidad, haciendo hincapié que en las tomas no existan fugas.
- El operador da aviso al chofer para que retire la unidad y la estacione en el lugar asignado a dicho **auto-tanque**.

Procedimiento de llenado de recipientes transportables en el muelle de llenado:

- El vigilante permite el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico. El chofer del vehículo se estaciona en el andén, apaga el motor, radio, luces y otros accesorios, y descarga los recipientes vacíos.
- Posteriormente el personal de llenado selecciona los recipientes a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismos; aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión se separan y son enviados al fondo de reposición de recipientes transportables.
- Los recipientes transportables que se encuentran en buenas condiciones pasan al área de llenado, donde son colocados en su báscula respectiva, se enrosca la llenadera y abre la válvula. Cuando alcanza el peso deseado, la válvula se cierra automáticamente, pasan al área de carga, para estibarlos en el camión repartidor.
- Finalmente sale de la *instalación* para realizar el reparto domiciliario.

A continuación, se incluye el diagrama de bloques del proceso operativo que se desarrollará en la Planta de Distribución de GLP propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.**

Planta de Distribución de GLP "GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V." IXTEPEC, OAXACA.

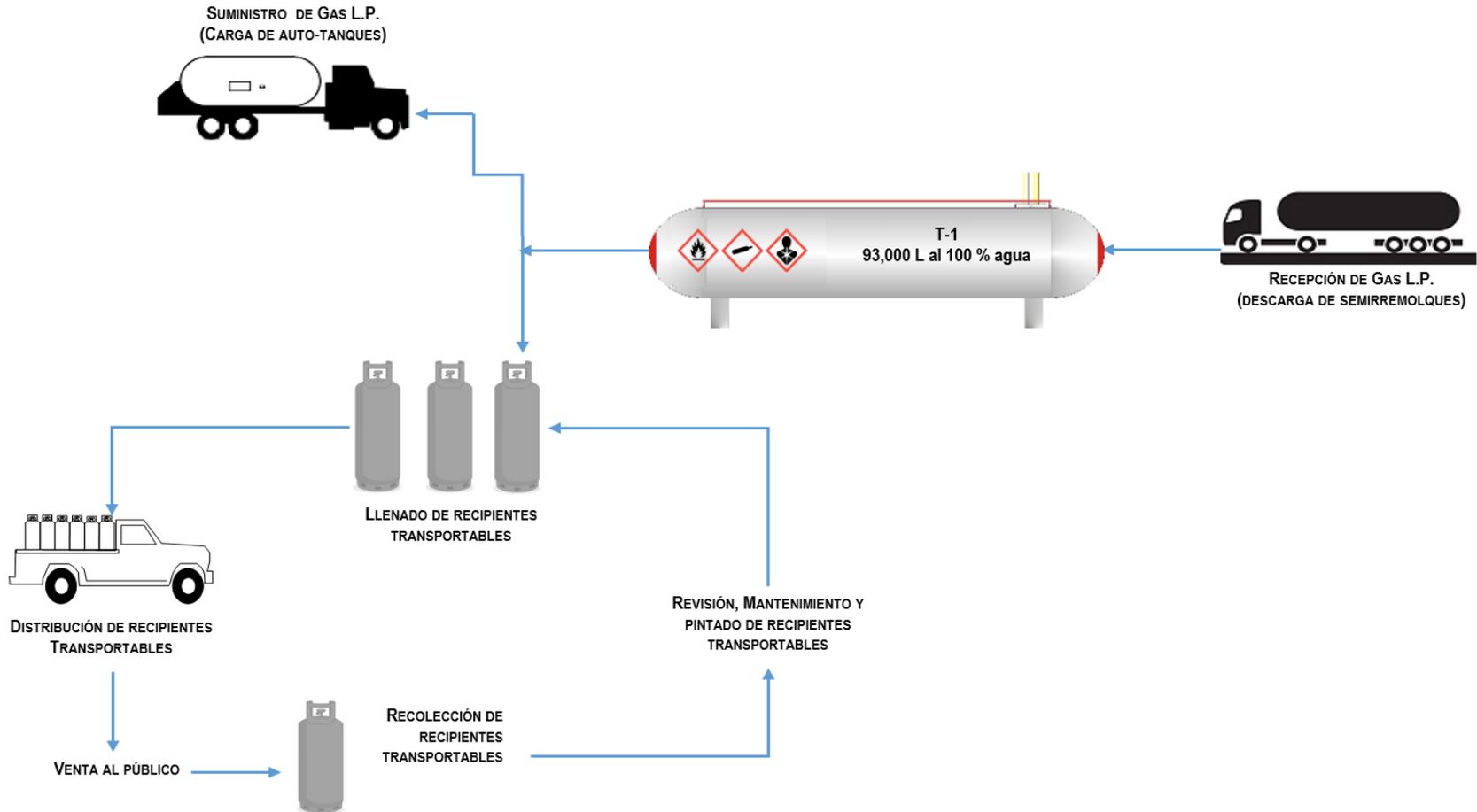


Figura. I.15. Diagrama de bloques del proceso de la planta de distribución de GLP

Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.

La materia prima para la operación de una planta de distribución de GLP es precisamente el Gas Licuado de Petróleo, definido como 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, por lo que la única sustancia que se manejará es el GLP con una capacidad total de almacenamiento de **93,000 litros volumen agua al 100% (55,039.26 kg), los cuales rebasan la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado consideradas como Altamente Riesgosas.**

La capacidad total de almacenamiento en la planta de distribución de GLP se distribuirá en **un tanque** de almacenamiento del tipo intemperie-cilíndrico horizontal, especial para contener GLP.

En una planta de gas las operaciones se limitan al trasiego de gas, es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados. El gas que se encuentra "contenido" en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 kg/cm². Cuando el número de moléculas que se liberan del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa está en equilibrio.

Los impactos que ejercen fuerzas sobre las paredes del recipiente y expresadas por unidad de área reciben el nombre de presión de vapor. Un aumento de temperatura sube la presión de vapor de un líquido, debido a que la velocidad de las moléculas aumenta con la temperatura, pasando con rapidez al estado gaseoso.

El GLP no tiene características reactivas, corrosivas o radioactivas. Es peligroso aspirar GLP; en grandes cantidades puede producir muerte por asfixia, al igual que muere una persona por falta de oxígeno. Un litro de gas l. p. en estado líquido, pesa menos que un litro de agua (aproximadamente la mitad). Un litro de gas l. p., en estado vapor pesa más que un litro de aire (entre 1.5 a 2 veces más).

Para poder quemar GLP, se necesita mezclarlo con cierta cantidad de aire; esta cantidad de aire que participará en la mezcla comprende un rango en el que se puede llevar a cabo la combustión y que fuera de él, ésta no podrá realizarse. El gas se quema totalmente sin dejar residuos ni cenizas; no produce humo ni hollín, su llama es muy caliente. La temperatura de ignición del propano es de 466 °C y del butano 405 °C.

A continuación, se presentan las características técnicas más importantes del GLP dentro de lo que será la Planta de Distribución de GLP propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.:**

Tabla I.9. Manejo del GLP dentro de la planta de distribución

GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.	
Sustancia peligrosa	Gas Licuado de Petróleo
Cantidad de reporte	50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas
Cantidad máxima de almacenamiento	93,000 litros de agua al 100% (55,039.26 kg)
Flujo en operación	El flujo de operación
Concentración de la sustancia peligrosa	De acuerdo con los datos indicados en la Hoja de Datos de Seguridad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), la composición del GLP es la siguiente: Etano 2.5 % volumen máx. Propano 60 % volumen mín. Butanos 40 % volumen máx. Pentano y más pesados 2.0 % volumen máx. Impurezas y aditivos estabilizadores: etil-mercaptano (odorizante) 0.0017-0.0028 ppm. Azufre total 140 ppm máx.
Capacidad máxima de producción	La principal actividad es la comercialización del GLP y no la producción del mismo.
Tipo de almacenamiento	La planta contará con un recipiente de almacenamiento temporal de GLP, de tipo intemperie, cilíndrico horizontal, especial para contener GLP.

I.2.1. Hojas de seguridad

A continuación, se anexa la respectiva hoja de datos de seguridad del **GLP**.

I.2.2. Almacenamiento.

El recipiente cuenta con las siguientes características:

Construido por:	TATSA
Capacidad en litros agua:	93,000
Año de fabricación:	1992
No. De serie:	TP-182
Tara:	15,975 kg
Diámetro exterior:	2.81 m
Longitud total:	17.30 m
Forma de los cabezales:	Semi - esféricas

El recipiente cuenta con los accesorios siguientes:

- ✓ Un medidor rotatorio de nivel líquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m³/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- ✓ Una conexión soldable al tanque para cable a "tierra".

I.2.3. EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.

En el proyecto de la Planta de Distribución de GLP como parte del proceso operativo, se llevará a cabo operaciones de **trasiago**, por lo que para efectos de transferir el GLP se cuenta con los siguientes equipos de proceso y equipos de los servicios auxiliares:

Tabla I.10. Equipos de proceso y auxiliares

GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. – Planta de Distribución de GLP

Equipo	Características	Dispositivos de seguridad	Tiempo estimado de uso	Localización
Bombas I (Llenado de auto-tanques)	Capacidad nominal: 189 L/min (50 GPM) Motor eléctrico de 5 C.F. RPM: 640 Presión diferencial de trabajo (máx): 5 kg/cm ²	La bomba se encontrará instalada con cople flexible en la línea de succión y contará con: <ul style="list-style-type: none"> - Guardas de protección, - Válvula de alivio interna. - Válvula automática de retorno en la tubería de descarga (By-pass) - Las bombas se encuentran precedidas de un filtro en la tubería de succión. - En el área de la bomba se cuenta con un extintor - Paro de emergencia. 	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	La bomba y compresor estarán ubicadas dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento que es de muretes de concreto de 0.60 metros de altura y además cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.
Compresor I (Descarga de remolques tanques)	Capacidad nominal: 473 L/min (125 GPM) Motor eléctrico de 15 C.F. RPM: 640 Desplazamiento: 39.10 m ³ /h	El motor eléctrico que estará acoplado a la bomba son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra"		La bomba y compresor, junto con su motor, se encontrarán cimentados a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.
Bomba acoplada a motor de combustión	18 H.P. Capacidad nominal: 1,800 L/min Presión diferencial de trabajo (máx): 5.0 kg/cm ²	<ul style="list-style-type: none"> - Guarda de seguridad - Certificado de desempeño - Manómetros a la succión y descarga - Válvula automática de liberación de agua - Conexión a la red de tierras - Guarda de seguridad - Certificado de desempeño - Manómetros a la succión y descarga - Válvula automática de liberación de agua - Conexión a la red de tierras 	El equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Este equipo se encontrará ubicado en la caseta de equipo contra incendio.

Tabla I.10. Equipos de proceso y auxiliares (Continuación)

GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V. – Planta de Distribución de GLP				
Equipo	Características	Dispositivos de seguridad	Tiempo estimado de uso	Localización
Bomba acoplada a motor de eléctrico	20 H.P. Capacidad nominal: 1,800 L/min Presión diferencial de trabajo (máx): 5.0 kg/cm ²	<ul style="list-style-type: none"> - Guarda de seguridad - Certificado de desempeño - Manómetros a la succión y descarga - Válvula automática de liberación de agua - Conexión a la red de tierras - Guarda de seguridad - Certificado de desempeño - Manómetros a la succión y descarga - Válvula automática de liberación de agua - Válvula de relevo de presión - Conexión a la red de tierras 	El equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Este equipo se encontrará ubicado en la caseta de equipo contra incendio.
Transformador eléctrico	Cuenta con 3 fases cuchillas fusibles de 14.4 KV Apartarrayos autovalvulares 12 KV Salida de B.T. con interruptor termo-magnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa medición	La alimentación eléctrica se tomará de la línea de alta tensión de CFE que pasa sobre la carretera de acceso, con una tensión de 13.2 KV y de la que se tomó una derivación mediante la intercalación de un poste equipado con un juego de 3 cuchillas fusibles 1F, 14.4 KV y con un juego de tres apartarrayos autovalvulares 1F, 12 KV, llevando la línea hasta el límite de la planta mediante plataforma el transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y apartarrayos autovalvulares 12 KV, protegiendo la salida de B.T. con interruptor termomagnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa medición.		Poste en el límite de la planta.

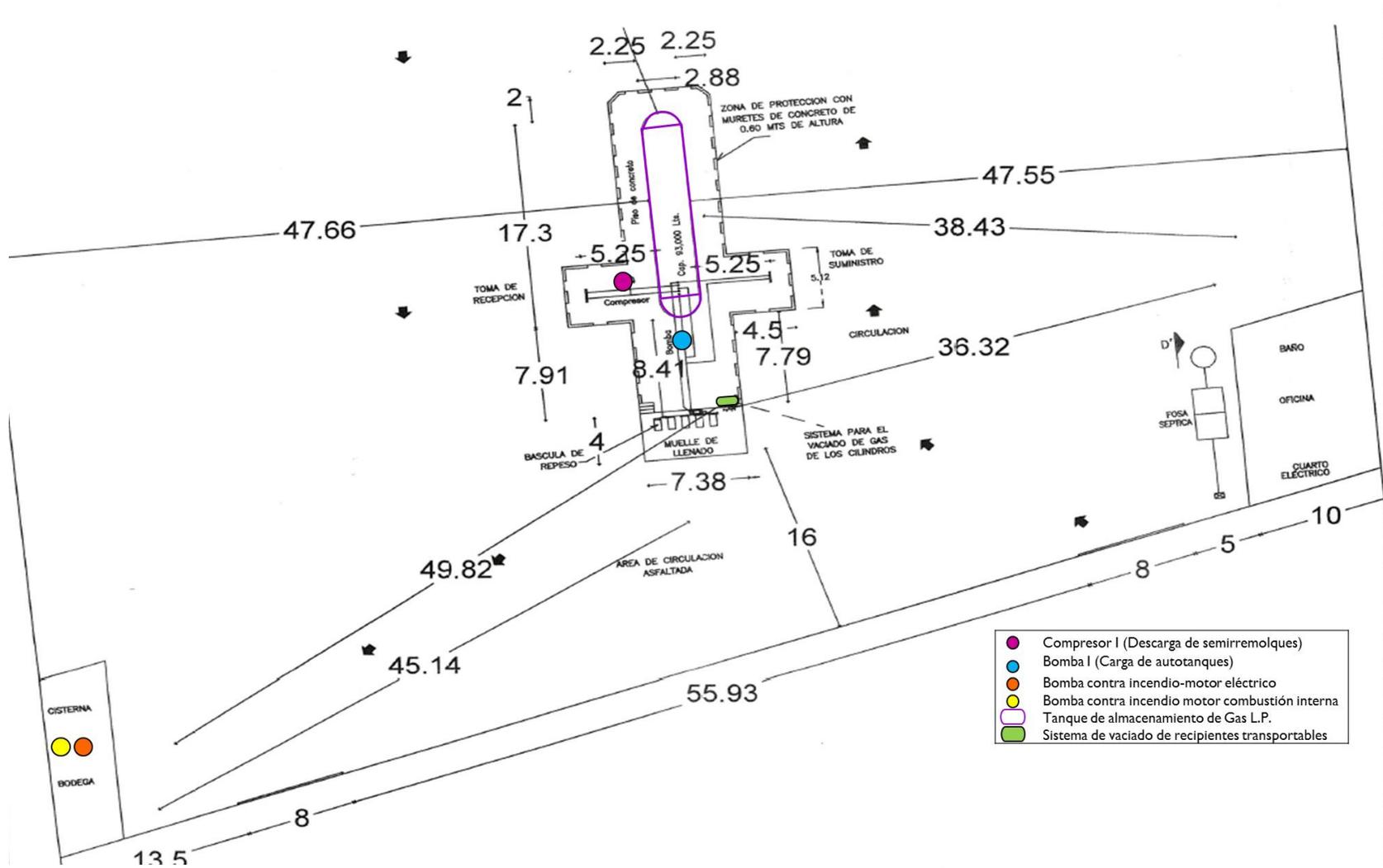


Fig. I.16. Equipos de proceso y equipos auxiliares de la planta de GLP.

I.2.4. Pruebas de verificación.

El proyecto de la planta de distribución de GLP perteneciente a GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. con pretendida ubicación en en Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca.

El proyecto se apega a los lineamientos que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 2014.

De conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*, publicada en el **DOF**, el **22 de octubre de 2014**, el proyecto cuenta con los siguientes dictámenes:

- Conforme al numeral **4.2.2.2.1**, se establece que, a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, el recipiente de almacenamiento deberá contar con un dictamen de evaluación ultrasónica de espesores que establezca que es apto según los criterios que establece la Norma **NOM-013-SEDG-2002**, o la que la sustituya, y que sea emitido por una unidad de verificación acreditada y aprobada en dicha norma.

Adicionalmente a lo descrito en el párrafo anterior, y sin perjuicio del recipiente de almacenamiento cuente con certificado de fabricación o placa de identificación, el dictamen para la evaluación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, debe obtenerse para cada recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y, posteriormente, cada cinco años.

- Conforme al numeral **4.2.2.2.5.1** Previo a su puesta en operación de los recipientes de almacenamiento, deben revisarse por inspección visual, si los recipientes de almacenamiento presentan los siguientes daños, exceptuando las protuberancias en las placas o cordones de soldadura, en cuyo caso debe efectuarse la reparación:
 - a) Abolladuras en las placas o en los cordones de soldadura con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma.
 - b) Cavidades en las placas o cordones de soldadura con una profundidad mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada.
- Conforme al numeral **4.2.2.2.5.1.1** La evaluación de los daños anotados en los incisos anteriores debe llevarse a cabo mediante las siguientes pruebas:
 - a) Las abolladuras con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma, deben evaluarse con las pruebas de medición ultrasónica de espesores e hidrostática. En caso de que la abolladura sea en los cordones de soldadura, además de las pruebas anteriores, debe efectuarse la prueba de radiografiado en dicha soldadura.

Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de: la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación

acreditada y aprobada en la Norma NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya; la prueba hidrostática debe ser presenciada por una unidad de verificación acreditada y aprobada en esta Norma Oficial Mexicana. La prueba radiográfica debe efectuarse en términos de la norma oficial mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener Gas L.P., en uso.

- b) Las cavidades en las placas o cordones deben evaluarse mediante medición ultrasónica de espesores o medición directa.

Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya.

Cuando en el resultado de la medición la profundidad sea mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada, ésta deberá ser reparada.

- Conforme al numeral **4.2.2.5.4** Prueba e inspección de soldaduras en tuberías. Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, en caso de existir tuberías soldadas:
 - a) Las soldaduras en las tuberías deben ser inspeccionadas mediante radiografiado o ultrasonido con haz angular, antes de la prueba de hermeticidad; la extensión y limitantes de la inspección dependen del tipo de instalación de las tuberías.
 - b) El personal que aplique la soldadura debe estar certificado conforme a un método específico, siendo necesario señalar dicho método. Es válido utilizar el método mencionado en el inciso i) del Apéndice.
 - c) Todas las soldaduras inaceptables deben ser reparadas y efectuarse su inspección nuevamente.
 - d) Por cada soldadura inaceptable se revisarán dos más para ese soldador(a).
 - e) Debe contarse con el informe por escrito del resultado.
 - f) Es válido que las soldaduras sean inspeccionadas de acuerdo con el inciso b) del Apéndice.
- Conforme al numeral **4.2.2.5.5.1** Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, se debe contar con:
 - a) Informe por escrito del resultado radiográfico o ultrasónico de las pruebas en las soldaduras de las tuberías.
 - b) Efectuar y aprobar una revisión de hermeticidad del sistema de tuberías para el trasiego de Gas L.P.
 - c) Cuando los actuadores del sistema del paro de emergencia son accionados neumáticamente, debe contarse con el informe por escrito del resultado de la revisión de la hermeticidad.
- Conforme al numeral **4.2.2.5.5.8**. La revisión de hermeticidad se debe llevar a cabo en presencia de una unidad de verificación en materia de GLP. Y se deberá contar con el informe por escrito del resultado de la revisión.

Se cuenta con los siguientes dictámenes técnicos.

- Conforme al numeral **4.2.3.1** y de conformidad con la **NOM-001-SEDE-2012** de la *memoria técnico descriptiva y plano eléctrico*, se cuenta con el dictamen de verificación emitido el 01 de junio de 2020 por la UVSEIE 474-A Ing. Humberto E. Gonzales Ortiz.

Se adjunta en Apartado D, los dictámenes de conformidad con la NOM-001-SESH-2014 y con la NOM-001-SEDE-2012.

I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

El proyecto propiedad de Gas Istmeño S.A. de C.V. con pretendida ubicación en Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca.

En el proceso operativo que se llevará a cabo en la Planta de Distribución de GLP se consideran únicamente operaciones de **trasiego** por lo que no se involucran reacciones químicas u operaciones unitarias, puesto que el gas licuado de petróleo (**GLP**), sólo se pasa de un recipiente a otro, sin la necesidad de alterar su composición o modificar las propiedades de éste.

El almacenamiento que se llevará a cabo del **GLP** es a presión superior a la atmosférica, debido a que éste será sometido a presión y temperatura ambiente (TPN) ya que en su estado natural es gas.

El proceso de producción del **GLP**, implica la licuefacción de un gas, que, al ser sometido a temperaturas bajas y presiones altas, se obtiene éste en fase líquida, lo que facilita su **manejo**; asimismo en el caso de una Planta de Distribución de GLP, dicha condición se mantendrá tanto en su transporte como su almacenamiento.

Por lo anterior, en las **instalaciones** se lleva a cabo el almacenamiento del **GLP** a temperatura ambiente y a una presión superior a la atmosférica que oscila en un rango de 6 a 10 kg/cm². Sin embargo, es importante considerar que, en el caso del **recipiente de almacenamiento**, al interior de este se encuentra en equilibrio tanto la fase líquida como la fase vapor del **GLP**, y según la curva de saturación presión - temperatura, a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor (**Figura I.10**).

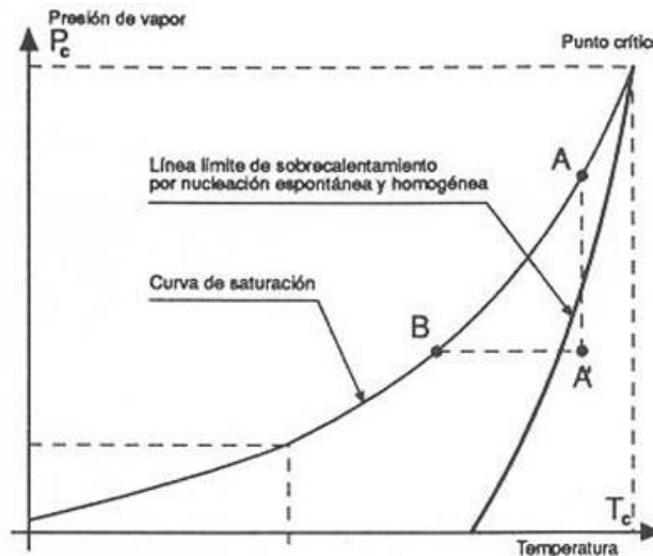


Figura. I.17. Curva de saturación presión-temperatura

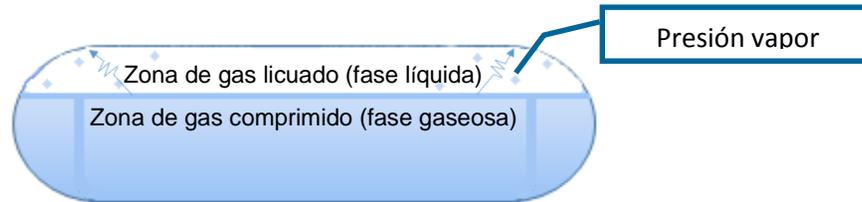
Por lo que a medida que aumente la temperatura, aumentará la presión de equilibrio, hasta alcanzarse el punto crítico, a partir del cual solo será posible la existencia de la fase gaseosa. Por ello se define la temperatura crítica como aquella temperatura máxima a la

que se puede licuar un gas. Y la correspondiente presión crítica es la presión de vapor máxima que puede tener un líquido.

Dado lo anterior, con la presurización del gas no se conseguirá su licuefacción total, si no que se obtendrá una zona de gas licuado (fase líquida) en la parte inferior de los recipientes, y una zona de gas comprimido (fase gaseosa) en su parte superior. Las presiones de ambas fases estarán equilibradas.

$P = 7.0 \text{ kg/cm}^2$

$T = \text{Atmosférica.}$



El GLP es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas ($6-9 \text{ kg/cm}^2$) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en estado líquido, pero cuando se libera a presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas.

Los impactos que ejercen fuerzas sobre las paredes del recipiente y expresadas por unidad de área reciben el nombre de presión de vapor. Un aumento de temperatura sube la presión de vapor de un líquido, debido a que la velocidad de las moléculas aumenta con la temperatura, pasando con rapidez al estado gaseoso.

De igual manera, en el caso del transporte que se hace del GLP, desde que se recibe mediante **semirremolques**, hasta su **trasmiego** a los **auto-tanques y recipientes transportables**, se realiza mediante el **sistema de trasmiego**. De forma que las tuberías se encuentran diseñadas para soportar una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2 , en tanto que la operación de trasmiego se efectuará en un rango de 7 a 10 kg/cm^2 .

Tabla I.11. Presión mínima de trabajo esperada en las tuberías en la Planta de Distribución de Gas L.P.

Sentido del flujo	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	Temperatura de almacenamiento
Del tanque a la toma de recepción	7 - 10	21.0	Ambiente
Del tanque a la toma de suministro	7 - 10	21.0	Ambiente
Del tanque al muelle de llenado de recipientes transportables	7 - 10	21.0	Ambiente

Por lo que básicamente la presión del GLP está en función de la temperatura, por lo que se esperarí un rango de presión de acuerdo a las temperaturas reportadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número 00020039 Ixtepec Grande periodo 1951-2010.

- Temperatura máxima normal (anual): 32.2°C
- Temperatura media normal (anual): 27.6°C
- Temperatura mínima normal (anual): 23.0°C

Con base en los datos anteriores, se puede calcular la presión en función de la temperatura:

- Presión de vapor en función de la $T_{\text{máx}}$: 6.6938 bar
- Presión de vapor en función de la T_{med} : 5.9300 bar
- Presión de vapor en función de la $T_{\text{mín}}$: 5.2314 bar

Las principales áreas donde se **manejará** el **GLP** son:

- Toma de recepción (descarga de **semirremolques**).
- Toma de suministro (suministro a **auto-tanques**).
- Zona de almacenamiento (un recipiente de almacenamiento con capacidad de 93,000 litros agua al 100 %).
- Muelle de llenado (llenado de **recipientes transportables** de **GLP**).

Estado físico de la sustancia que se maneja en la planta de distribución de Gas L.P.

El **trasiego** del **GLP** involucra únicamente la fase líquida y vapor, por variación de presión en función de la temperatura en el proceso (temperatura ambiente).

En la **instalación** se contará con tres corrientes:

- La línea de llenado (el GLP viaja en estado líquido a través de esta tubería) que se identifica por estar pintada de color blanco.
- Línea de retorno de vapores (el GLP se regresa en forma de vapor) y está identificada por el color amarillo ocre.
- La línea de retorno de líquido (el GLP se puede encontrar en dos fases en esta tubería en estado líquido y vapor al mismo tiempo) se identifica por el color blanco con franjas verdes a lo largo de la tubería.

Balance de materia.

Un balance de materia se basa en los principios de conservación de la materia y la energía, asimismo sirve para determinar los flujos de las diversas corrientes con sus respectivas composiciones y temperaturas, brinda información detallada sobre el funcionamiento de los equipos dentro del proceso, incluso las propiedades de las corrientes involucradas.

En el caso del proyecto de Planta de Distribución de Gas L.P. – propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.** – como parte del proceso operativo de la misma, se llevará a cabo únicamente operaciones de **trasiego**, sin la necesidad de involucrar reacciones químicas u operaciones unitarias, asimismo no se válida la necesidad de conocer las sustancias involucradas – composición de las corrientes, puesto que se sabe que sólo se maneja el **GLP**, siendo este de una composición de 60 – 40 molar de la mezcla de gas propano y gas butano (de acuerdo a lo reportado en la hoja de datos de seguridad de PEMEX) y que dicha composición no se alterará durante las operaciones de **trasiego**.

A su vez se considera que en la recepción de GLP, los flujos de entrada (gas líquido) y de salida (gas vapor) son constantes de acuerdo a la capacidad nominal del compresor. De igual forma para el suministro de GLP para auto-tanques se considera que los flujos nominales de la bomba son constantes, por lo que los flujos de salida de gas líquido lo son, no obstante, no se tiene estimado el flujo de gas vapor en el caso del suministro a auto-

tanques que es trasegado a los tanques de almacenamiento temporal al igual que el flujo de gas líquido de retroceso producto del by-paseo de la bomba durante el suministro.

En otras palabras, la actividad que se realizarán en la planta de Distribución de Gas L.P. será un proceso que opera de manera semi-continua en un régimen transitorio debido a que el sistema cambia a través del tiempo, dependiendo de la cantidad de auto-tanques y recipientes transportables suministrados.

A continuación, se incluyen los diagramas de flujo de proceso, en donde además de indicar los **equipos** principales de proceso, se incluye el detalle del balance de materia:

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GLP “GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.” IXTEPEC, OAXACA.

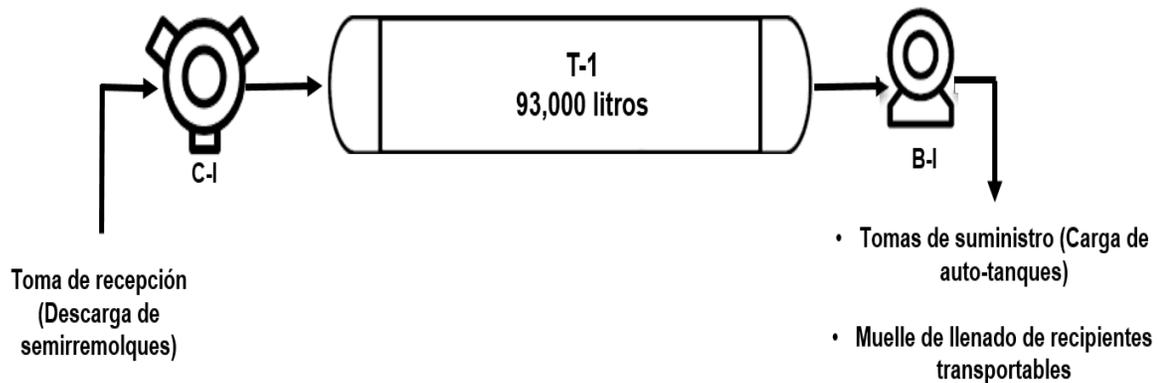


Figura. I.18. Diagrama de flujo de proceso

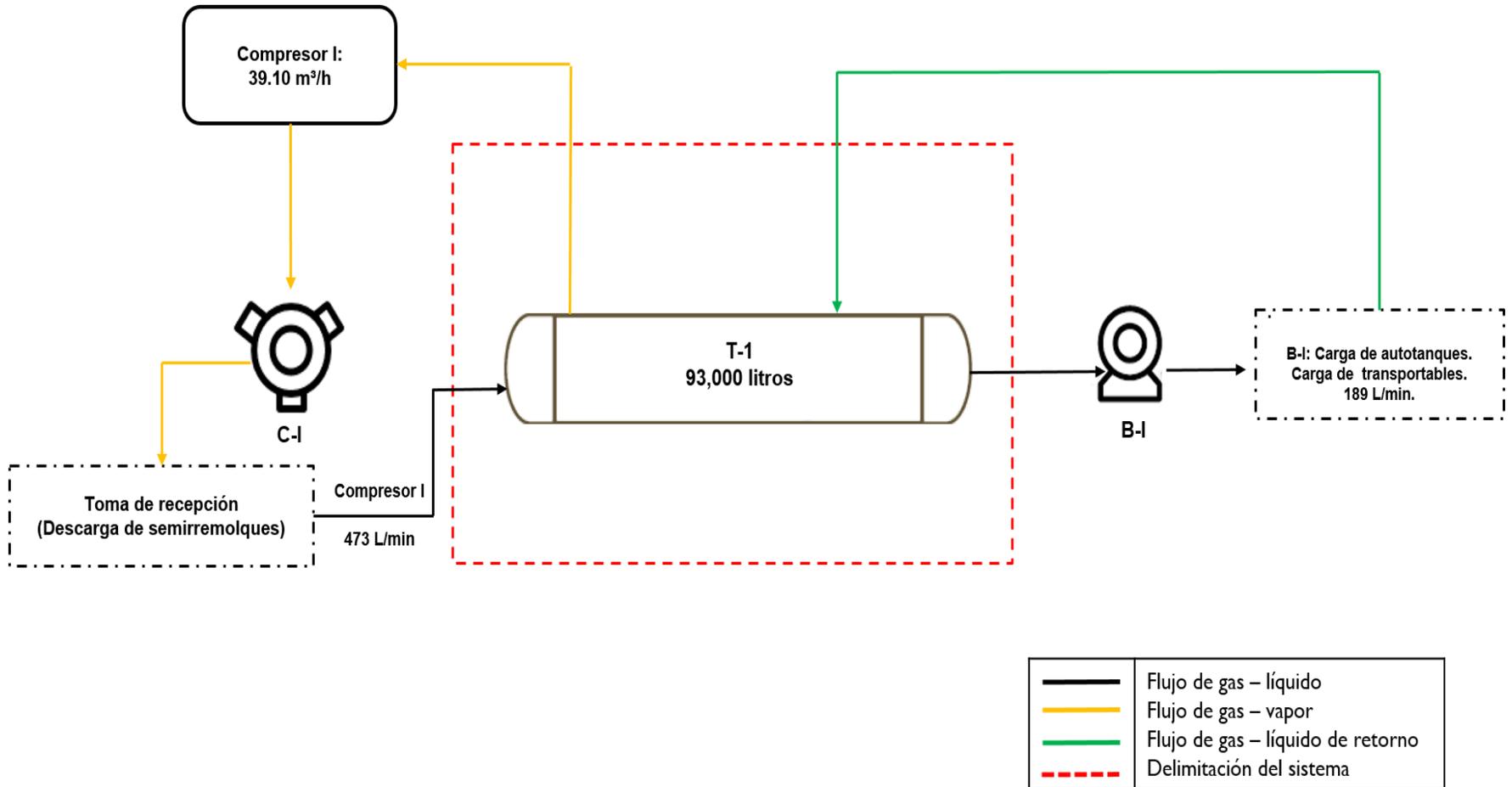


Figura. I.19. Esquematización de las entradas y salidas de la planta de distribución de GLP

I.3.1. Especificación del cuarto de control.

La planta divide su carga en renglones principales:

A	Fuerza para servicio del sistema contra incendios con una carga de 17,553 watts y un factor de demanda del 100% lo que significa:	17,553 w
B	Fuerza para la operación de la planta con una carga de 13,164 watts y un factor de demanda del 100% lo que significa:	13,164 w
C	Alumbrado, con una carga de 8,220 watts y un factor de demanda del 60% lo que significa:	4,960 w

Watts Totales: 35,637 w
Factor de Potencia: 0.90
KVA máximos: 39.60

Tomando en cuenta la demanda máxima en KVA, se seleccionó el transformador de capacidad inmediata superior, o sea, 45 KVA.

La alimentación eléctrica se obtuvo de la línea de alta tensión de CFE que pasa que pase sobre la carretera de acceso, con una tensión de 13.2 KV y con un juego de tres aparta-rayos auto-valvulares 1F, 12 KV, llevando la línea hasta el límite de la planta mediante postes de concreto C-11-450 equipados con estructuras "T", rematando en un poste C-11-700 en el cual se instaló mediante plataforma el transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y aparta-rayos auto-valvulares, 12 KV protegiendo la salida de B.T. con interruptor termo-magnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa medición, ambos instalados en la parte inferior del poste, llevando la acometida a la planta por trayectoria subterránea.

Tablero principal:

Se colocó un tablero principal próximo a la acometida por el lindero Este tablero está formando por interruptores, arrancadores y tablero de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, y ostentan los siguientes componentes:

- Un tablero de alumbrado de 20 circuitos con interruptor principal de 3 x 70 amps.
- Una combinación de interruptor termo-magnéticos de 3 x 30 Amps con arrancador magnético a tensión plena para motor de 5.0 HP, (Bomba).
- Una combinación de interruptor termo-magnéticos de 3 x 100 Amps con arrancador magnético a tensión plena para motor de 5.0 HP, (Compresor).

Alimentación del sistema contra incendio

Dentro de la caseta de máquinas del sistema contra incendio se ubica el interruptor sub – general SG-1 que alimenta al arrancador a tensión reducida del motor de la bomba contra incendio y a los servicios de alumbrado y se recarga de baterías.

Derivaciones hacia motores

Las derivaciones de alimentación hacia motores parten directamente desde los arrancadores colocados en el tablero principal. Cada circuito realiza su trayecto por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

Tipos de motores

Tipos de motores instalados en el área considerada como peligrosa, son a prueba de explosión clase I, Grupo "D" los restantes son del tipo TCCV.

Control de motores:

Todos los motores instalados en el área peligrosa se controlan por estaciones de botones a prueba de explosión ubicadas según indica en plano. Los conductores de estas botoneras, son llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizado canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior y alumbrado de andenes.

Alumbrado exterior:

El alumbrado general está instalado en postes con unidades NEMA1, vapor de sodio 4001w con altura de 9.00 metros, 220 V., los postes para alumbrado están protegidos con guardas de concreto de 1.00 metros de altura contra daños mecánicos. El alumbrado del muelle de llenado está instalado en la techumbre correspondiente con unidades a prueba de explosión, incandescentes, 200 W y 127 V.

Control de Llenado de cilindros:

El control de llenado de cilindros se realiza por medio de interruptores de capsula de mercurio, colocados en las basculas, para accionamiento de las válvulas solenoides correspondientes. Ambos elementos en receptáculos a prueba de explosión 127V, 40W.

De acuerdo con las disposiciones correspondientes se consideran áreas clasificadas a las superficies contenidas junto al tanque de almacenamiento, zona de trasiego de Gas L.P. hasta una distancia horizontal y/o vertical de 4.60 metros a partir de los mismos, por lo anterior, en estos espacios se usan solamente aparatos y cajas de conexiones a prueba de explosión, aislando estas últimas con los sellos correspondientes,

Se adjunta en los Apartados E y F la Memoria Técnica Descriptiva y el plano del Proyecto Eléctrico a escala, respectivamente.

I.3.2. Sistemas de aislamiento.

Los sistemas de aislamiento son de gran relevancia, y fundamentales para disminuir pérdidas económicas tanto en los equipos y tuberías de la instalación – Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.** – así como para proteger a los trabajadores de posibles riesgos inherentes a la *operación normal de la planta*.

En el diseño de la Planta de Distribución de GLP, se han considerado los siguientes aspectos como parte de los sistemas de aislamiento:

Sistema General de Conexiones a Tierra

El sistema de tierras tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la Planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además, el sistema de tierras, cumple con el propósito de disponer de caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

En el plano Eléctrico (**Ver Apartado F**) se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de copperweld.

Los equipos conectados a “tierra” serán: tanque de almacenamiento, bomba, compresor, toma de suministro, toma de recepción, múltiple de llenado, tuberías, transformador, tablero eléctrico, estructuras metálicas y todos los equipos que se encuentren presentes, y que se menciona en el Artículo 250 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

En su diseño y construcción se establecerá un sistema de tierras para el área de trasiego y tanque de almacenamiento que garantizarán el buen funcionamiento del sistema y por lo tanto evitará la acumulación de cargas estáticas que debido al tipo de producto que se maneja sería sumamente peligroso. Además de cumplir con los requisitos de las normas, NOM-001-SEDE-2012.

Pintura como medio de protección contra la corrosión.

Todos los equipos y accesorios utilizados para el trasiego de Gas L.P., serán resistentes a la acción de este hidrocarburo y adecuados para la presión y temperatura que se indica en esta norma. Se encontrarán protegidos contra la corrosión del medio ambiente todos los equipos, recipientes de almacenamiento, tuberías y conexiones utilizados en el trasiego del Gas L.P., utilizando para dicho fin, primario y recubrimiento anticorrosivo compatible a la superficie donde se aplica.

Sin embargo, es menester mencionar que en la Planta de Distribución de GLP realizará operaciones de **trasiego**, es decir el trasvase de **GLP** desde un recipiente a otro, por tal motivo en caso de que se llegase a presentar una fuga o derrame de **GLP**, éste al perder la presión se vaporiza de inmediato, mezclándose con el aire del ambiente dando lugar a la formación súbita de nubes inflamables (en el peor de los casos, ya que depende en gran medida de la cantidad que se fugue y la disponibilidad del oxígeno en el aire atmosférico) y en condiciones extremas explosivas, las que al exponerse a una fuente de ignición podrían producir un incendio o explosión. Por tal motivo un derrame de GLP, como tal no se espera

puesto que éste se vaporiza de inmediato debido a la pérdida de presión del sistema de trasiego en el cual se encuentra contenido.

Pese a lo señalado, como parte de las prácticas de seguridad con el fin de prevenir situaciones que propicien una fuga de GLP, **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.** ha considerado la elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo de la *instalación*, en el cual se consideren las áreas de mayor riesgo, así como la planta en general.

1.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

1.4.1 Metodologías de identificación y jerarquización

El presente Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo se desarrolla para el proyecto de una Planta de Distribución de GLP propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.** – con pretendida *ubicación* – Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca.

Para efectos de la identificación y jerarquización de los **riesgos** asociados al proceso operativo de la instalación, se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

A) ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS. En esta etapa se identificarán de manera preliminar los peligros y amenazas, reconociendo sustancias peligrosas, condiciones y posibles peligros considerando las salvaguardas, medidas de seguridad y protecciones. El análisis preliminar de peligros consiste en:

1. Selección de una metodología de análisis preliminar de peligros. Para una adecuada selección de una metodología se consideran los siguientes puntos: objetivos, información disponible, complejidad y tamaño de la instalación, tipo de proceso y naturaleza de los peligros y experiencia del equipo de trabajo.

2.Reconocimiento del ámbito de estudio. En esta etapa se describen las actividades como parte del proceso operativo de la *instalación*, asimismo las sustancias químicas peligrosas – que en éste caso sólo es el gas licuado de petróleo – y las áreas operativas que integran la Planta de Distribución de Gas L.P.

3. Lista de verificación. Como parte del análisis de preliminar de peligros, la lista de verificación identificará los aspectos que se encuentran fuera de las especificaciones exigidas por la NOM-001-SESH-2014 y aspectos técnicos aplicables a una planta de distribución de GLP.

4. Identificación de factores de peligro y peligros potenciales. Con base en las características y/o condiciones en la operación de la *instalación*, así como las propiedades físicas y químicas del gas licuado de petróleo (GLP), se hallan aquellos factores de mayor relevancia por el **peligro** que estos implican.

5. Análisis histórico de accidentes e incidentes. De acuerdo a bases de datos reconocidas que recopilan la información de accidentes se determina cuáles son los accidentes, orígenes y causas más frecuentes y que se relacionen las actividades de una planta de distribución de GLP:

6. Antecedentes de accidentes e incidentes de proyectos similares. Se identifican los accidentes más relevantes de la industria del GLP con la finalidad de identificar las causas, efectos y medidas aprendidas.

7. Identificación de peligros potenciales. Se describen las características de los posibles escenarios de riesgo potenciales a las instalaciones de distribución de GLP.

B) EVALUACIÓN DE PELIGROS. Con base en los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio de las *instalaciones*, así como a los procedimientos de las operaciones de trasiego que se realizan en la planta se lleva a cabo la evaluación de los peligros en cada una de las áreas operativas y se utilizará el Método What If...? (**método cualitativo**), la evaluación de cada los peligros identificados se realizará con base en la experiencia y en los antecedentes de riesgo en instalaciones similares.

C) DETERMINACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO. Cada uno de los peligros evaluados para la identificación de riesgos dentro de la metodología What if...? se clasifican por medio de una matriz de riesgos donde se identificarán, por medio de la jerarquización, los posibles escenarios o incidentes en las áreas del proceso.

D) DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO. Los escenarios de riesgo son una descripción de las causas iniciales y consecuencias de eventos indeseados, en otras palabras, la descripción de eventos de liberación de GLP (material con peligro inherente) y que den lugar a **radiación térmica y ondas de sobrepresión**.

E) Siendo identificados escenarios de riesgo de la *instalación* por medio de un método cualitativo, se emplea el método cuantitativo conocido como **Análisis de Árbol de Fallas** para la caracterización de los eventos máximo probable, pero de menor daño, y el evento de mayor daño (catastrófico) pero de menor probabilidad de ocurrencia, de acuerdo con la cuantificación y verosimilitud de los eventos en términos de probabilidad.

F) DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS DE CONSECUENCIAS. Explicación de los modelos de evaluación de consecuencias presentes en el análisis de riesgo por radiación térmica (incendios, bola de fuego) y sobrepresión (explosiones de nubes no confinadas, explosión BLEVE) del GLP.

G) ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS. En este punto se realiza la evaluación de las consecuencias, en donde se calcula la cantidad de GLP liberado a la atmósfera, responsable del evento de riesgo, y con esto calcular la energía liberada en forma de **radiación térmica y/o sobrepresión**. Para cuantificar los efectos de cada uno de los escenarios de riesgo se utilizará la paquetería disponible en el software **SCRI – Fuego 2.0**.

H) Determinación de las zonas de salvaguardas conforme a los resultados obtenidos en las simulaciones.

I.4.2 ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.

Se tomaron a consideración varios factores que afectan la selección de una técnica adecuada de evaluación de peligros, que responda a los objetivos propuestos por la empresa GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. y que por consecuencia dé lugar a un análisis exitoso.

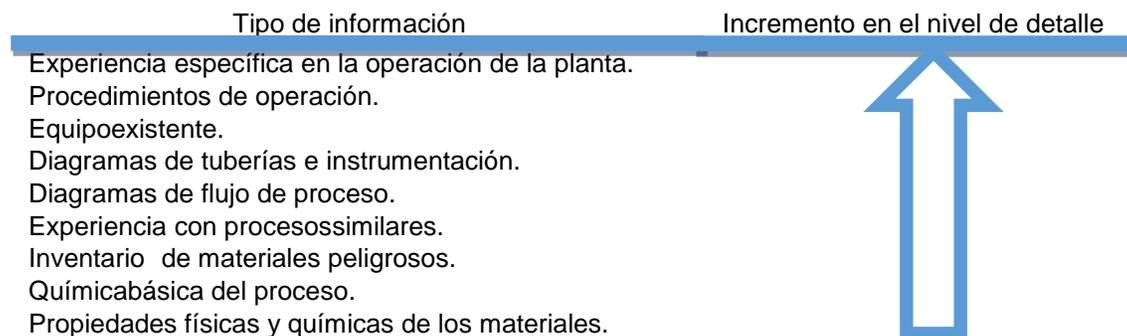
Es importante considerar que la empresa GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V pretende operar una planta de distribución de GLP la cual será suministrada por medio de semirremolques, almacena temporalmente GLP a través de un recipiente de 93,000 litros 100 % agua, para finalmente suministrarlo a través de auto-tanques y recipientes transportables. Es por lo cual que en cumplimiento de los artículos 28, 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y conforme a lo indicado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 4 de mayo de 1992 en el Diario Oficial de la Federación, la empresa pretende obtener la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental otorgada por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Además de ser parte complementaria a la política de prevención de riesgos en la seguridad y salud en el trabajo que asume la empresa GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V para las actividades de distribución y expendio de GLP.

Otro aspecto a considerar en el resultado del presente estudio determinará si las medidas de protección instaladas son adecuadas para la adecuada administración de riesgos a un nivel tolerable o a un nivel ALARP, para que posteriormente, se integre al Sistema de Administración de Riesgos para dar cumplimiento a lo establecido en las Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos para la Conformación, Implementación y Autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de distribución de Gas Licuado de Petróleo.

Entre otros aspectos a considerar para la selección de una técnica adecuada, fue la calidad y la cantidad de información actualizada disponible, considerando que es un proyecto.

En la siguiente figura se esquematiza la relación entre el tipo de información disponible y el nivel de detalle técnico alcanzado en la técnica de evaluación de peligros:



Entre la información disponible de la planta de distribución propiedad de GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V cuenta con lo siguiente:

- Memorias técnico justificativas de la planta.
- Planos: civil, mecánico, eléctrico y del sistema contra incendio de la planta.
- Inscripción al registro federal de contribuyentes “GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V” GIS190812JU8
- Identificación oficial de José Alberto Núñez Desales.
- Contrato de arrendamiento. Que celebran José Alberto Núñez Desales “el arrendador” y GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V “el arrendatario”. Fechado el 20 de agosto de 2020, en la Ciudad de Ixtepec, Estado de Oaxaca.
- Acta constitutiva de GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V”, volumen DCXXV (Septingentésimo Vigésimo Quinto). Numero 52,465 cincuenta y dos mil cuatrocientos sesenta y cinco.
- Acuse de presentación de Evaluación de Impacto Social. Emitido por la Dirección General Adjunta de Evaluación De Impacto Social y Consulta Previa, fechado el 25 de septiembre de 2019.
- Constancia de Uso de Suelo. Emitido por el H. Ayuntamiento Municipal Constitucional de Ciudad Ixtepec, Oaxaca. Fechado el 19 de noviembre de 2019.
- Dictamen técnico No. 12684/20 BA. De conformidad con la NOM-001-SESH-2014. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, No. De Registro UVSELP 124-A. Fechado el 01 de junio de 2020.
- Dictamen de verificación de instalaciones eléctricas. De conformidad con la NOM-001-SEDE-2012, Ing. Humberto E. González Ortiz, No. De Registro UVSEIE 474-A Fechado el 01 de junio de 2020.

Entre otros factores que intervinieron en la toma de decisión respecto a la técnica de identificación de peligros adecuada se encuentra las características particulares de la operación de la planta.

Complejidad y tamaño de la instalación.

El proyecto de la Planta de Distribución de GLP contará con las siguientes áreas operativas, en las cuales se llevan a cabo operaciones de trasiego y guarda temporal de GLP siendo éstas las siguientes:

- **Toma de recepción semirremolques:** en ésta se llevará a cabo la descarga de semirremolques que transportan el GLP. La descarga se lleva a cabo por la inyección de vapor a través del compresor C-I.
- **Área de almacenamiento:** se contará con un recipiente para la guarda temporal de GLP de 93,000 litros al 100 % agua.
- **Área de suministro a auto-tanques:** se realizará el trasiego de GLP del tanque de almacenamiento a auto tanques. Se dispone de dos tomas de suministro de líquido para efectos de realizar el llenado mediante bombas de auto-tanques es decir con la Bomba I.
- **Muelle de llenado:** finalmente se cuenta con una zona en la cual se realiza la revisión y llenado de los recipientes transportables con la finalidad de llevar a cabo la venta del GLP. El llenado se realiza por medio de la bomba B-I

Asimismo, para el funcionamiento de la planta de distribución de GLP se requiere de servicios auxiliares donde se incluye:

- Sistema contra incendio. Estará compuesto por elementos para el almacenamiento de agua, así como dos bombas (una eléctrica y una de combustión interna) y tuberías, formando redes que sirven para conducir el suministro de agua para hidrantes y el sistema de aspersión del recipiente de almacenamiento de GLP.
Transformador eléctrico. El cual estará protegido con apartarrayos autovalvulares.
- Cuarto eléctrico. Se contará con un área donde se encuentra un cuarto con materiales incombustibles, con la finalidad de resguardar los tableros eléctricos de la planta. Los tableros son los equipos de distribución de energía eléctrica a los equipos de proceso, auxiliar y anexos.
- Sistema neumático. Está conformado por un compresor de aire que suministran aire a la apertura o cierre de las válvulas con actuadores neumáticos.

De igual manera se contará con espacios delimitados para el estacionamiento de vehículos, zonas de circulación en el interior de la Planta, así como oficinas administrativas, servicio de sanitarios y los respectivos accesos para la entrada y salida de la misma.

Tipo de proceso y naturaleza del peligro.

En resumen, las actividades que se llevarán a cabo en la Planta de Distribución de Gas L.P. se limita al ***trasiego y almacenamiento temporal de Gas L.P.***, contemplando que el Gas L.P. llegará a la Planta a través de semirremolques, el Gas L.P. será la única sustancia peligrosa involucrada.

Experiencia en el proceso.

La industria del GLP inició a principios del siglo XX en Estados Unidos donde en los años 30 la NFPA (National Fire Protection Association) emitió la primera norma sobre Gas Licuado de Petróleo. Para finales de los años 30 el GLP se empezó a transportar mediante vagones de ferrocarril en Estados Unidos.

En México la industria del GLP mostró su auge en los años 50 influenciada debido a la importación estadounidense por lo que el sector privado se encarga de la distribución y el transporte del mismo, hasta el que la industria del sector gubernamental (PEMEX) echó a andar plantas de producción de GLP en el país y a finales de los años 50 la actividad de comercialización se vio regulada a consecuencia de que el combustible estaba siendo utilizado para usos comerciales, industriales y domésticos. La primera regulación en las actividades de distribución la dio el Reglamento del artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo para Distribución de Gas Licuado donde la legislación se enfoca en los aspectos de seguridad. Diez años más tarde en 1960 se publicó el Reglamento de Distribución de Gas y en 1970 se publicó el Instructivo para el Diseño de Plantas y Estaciones de Servicio.

El equipo de trabajo de CASIPA (Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental) cuenta con amplia experiencia en la elaboración de estudios de riesgo ambiental y estudios de riesgo de proceso, especializándose en las plantas de distribución de GLP, estaciones de carburación de GLP y plantas de suministro de GLP:

Los criterios de selección de una técnica de identificación de peligros adecuada al proyecto de una planta de distribución se resumen de la siguiente manera (CCPS, 2008):

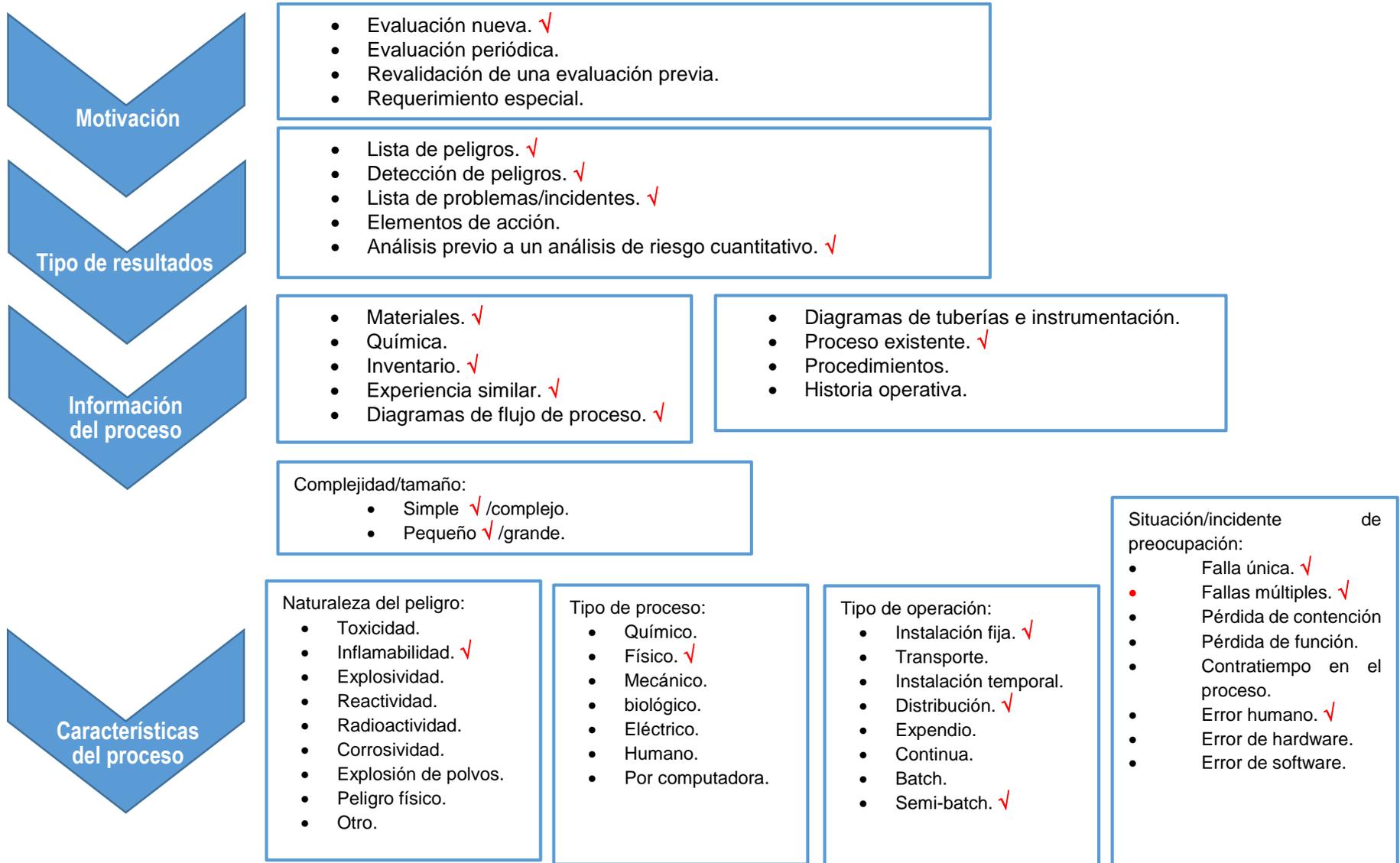


Figura I.20. Diagrama de criterios de selección de una técnica de identificación

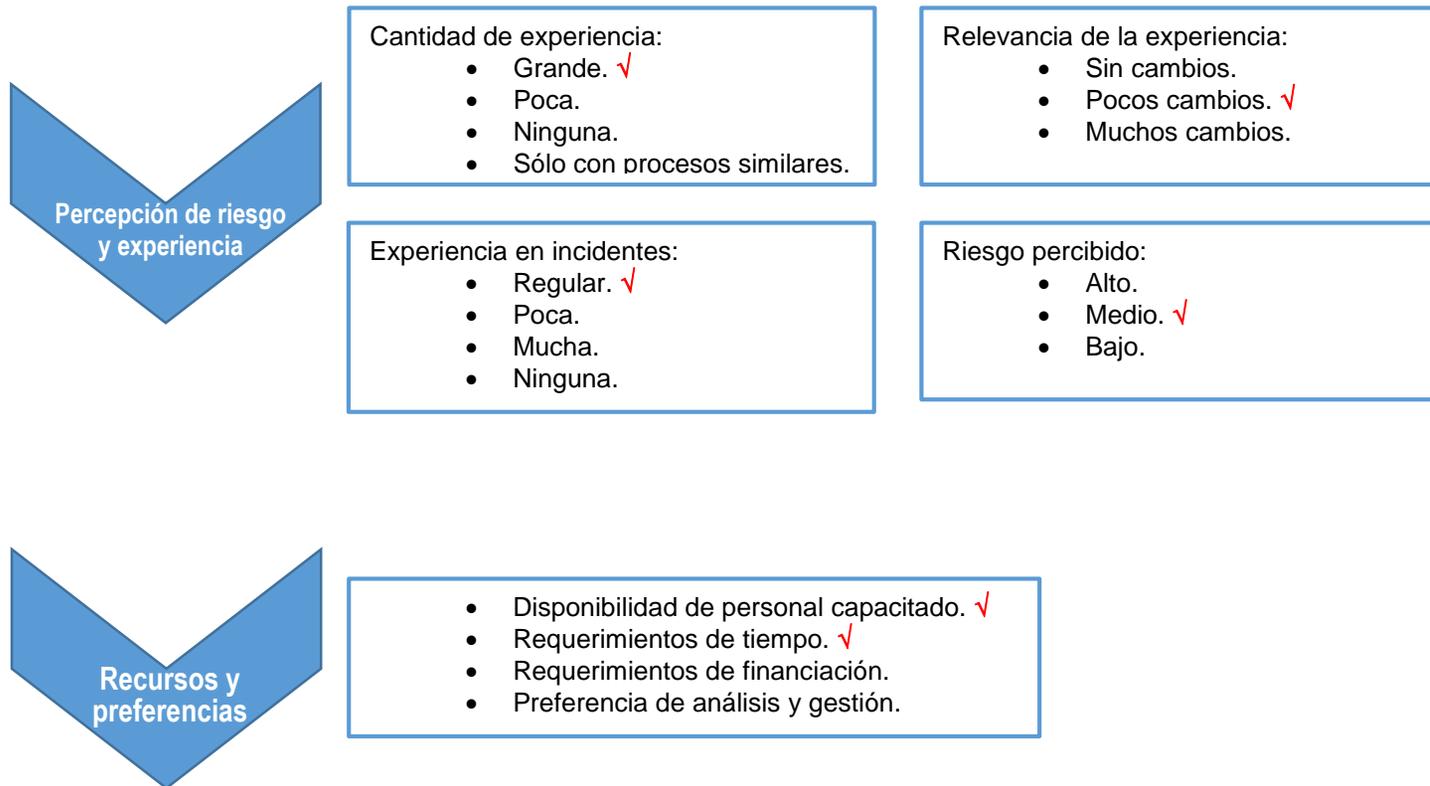


Figura I.20. Diagrama de criterios de selección de una técnica de identificación (*continuación*)

En resumen, debido a la necesidad de cumplimiento con los artículos 28, 30 y 147 de la LGEEPA, a los requisitos de la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos respecto a que la metodología a utilizar deberá:

- Identificar las sustancias peligrosas.
- Condiciones y posibles peligros.
- Salvaguardas, medidas de seguridad y protecciones.
- Evaluar amenazas y/o formas en que los peligros puedan salirse control (posibles escenarios o accidentes).

Considerando además los aspectos que tengan una interacción con el proyecto como:

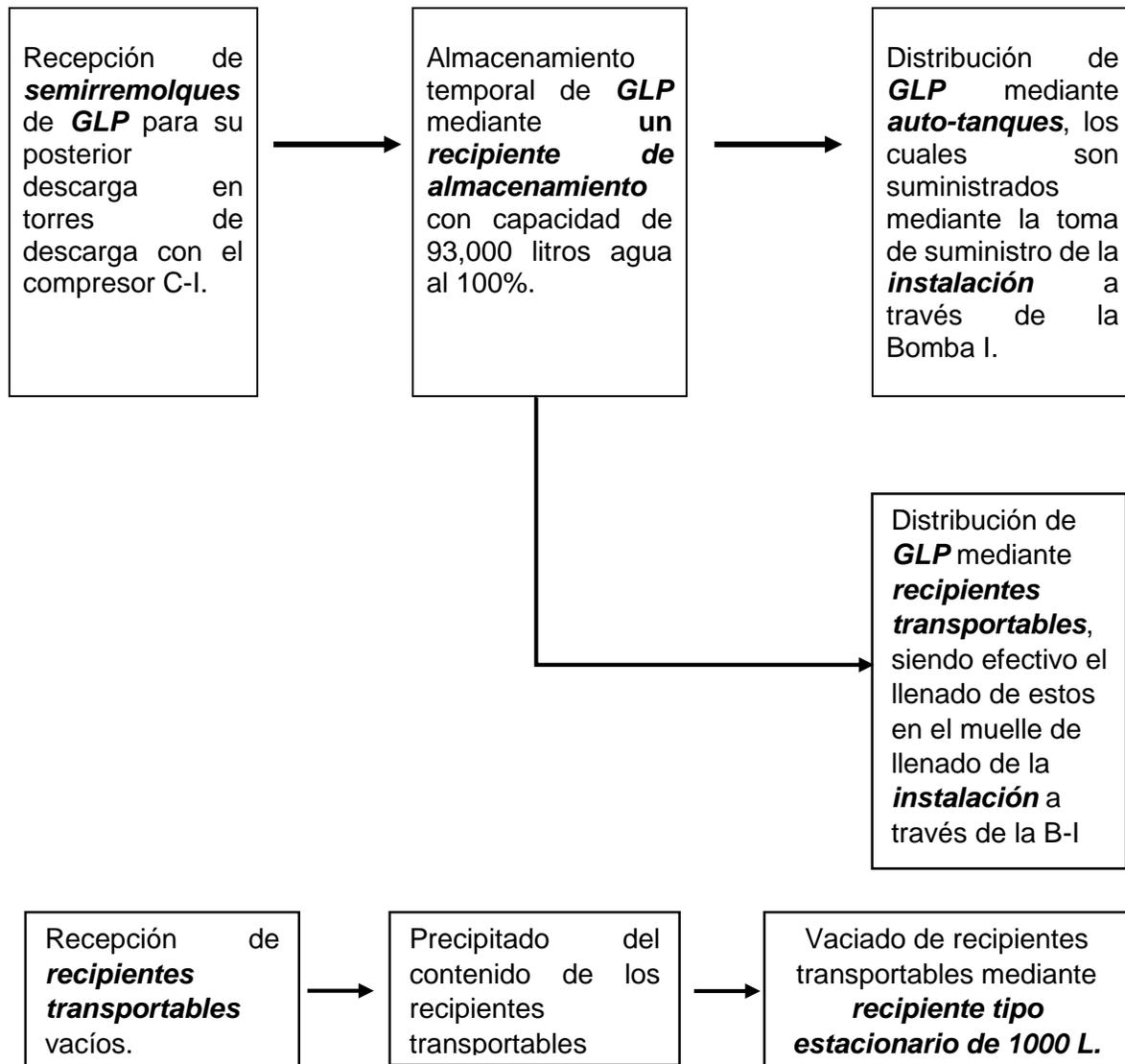
- Aspectos operacionales (actividades rutinarias y no rutinarias).
- Errores humanos.
- Fallas de sistemas.
- Desviaciones a las condiciones normales/máximas/mínimas de diseño.
- Actividades de arranque, paro normal y paro de emergencia.
- Falla o interrupción de servicios.
- Tipos de materiales de construcción.
- Fenómenos de corrosión.
- Fenómenos de tipo geológico.
- Fenómenos de tipo hidrometeorológico.
- Fenómenos sanitarios.
- Fenómenos socio-organizativos.
- Siniestros externos de incidencia directa o indirecta.

Todo lo anterior con la finalidad de determinar si las medidas de protección instaladas son adecuadas para la apropiada administración de riesgos a un nivel tolerable o a un nivel ALARP.

La única sustancia que se manejará en la planta de distribución es el Gas Licuado de Petróleo, el cual llegará a la planta por medio semirremolques para posteriormente ser almacenado temporalmente en un recipiente del tipo cilíndrico horizontal con capacidad de 93,000 L al 100 % agua.

Este tipo de instalaciones se encuentran normadas bajo la NOM-001-SESH-2014 *Plantas de distribución de Gas L.P. diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*; en el punto 5 de la mencionada se encuentran las especificaciones de las condiciones de seguridad en la operación, siendo estos puntos los mínimos requeridos para el funcionamiento seguro de la planta.

Conforme a todo lo anterior, se concluyó en realizar una **Lista de Verificación** tomando como referencia los puntos 4 y 5 de la NOM-001-SESH-2014 y otros elementos considerados a partir de la experiencia del grupo de trabajo, con la finalidad de identificar los elementos vulnerables en el diseño y/o seguridad y que serán los elementos a priorizar al llevar a cabo la metodología **Análisis Preliminar de Peligros** y que tengan posibilidad de devenir en escenarios de peligro de interés y su interacción con otras condiciones ajenas al proceso.

1.4.2.1 RECONOCIMIENTO DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.**I.4.2.2. LISTA DE VERIFICACIÓN**

Las listas de verificación son un método fácil y rápido de aplicar para la identificación de riesgos ya que determinan el grado de cumplimiento dentro de estándares aplicables al proceso.

Se utiliza un listado de elementos para identificar peligros conocidos, deficiencias de diseño y situaciones potenciales a generar un accidente.

A continuación, se presenta la aplicación de la lista de verificación del cumplimiento de los elementos de diseño y seguridad para la planta de distribución de GLP.

Tabla I.12. Requisitos del predio, delimitación, accesos y estacionamientos de la planta.					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.1.1.1	El predio donde se encuentra la planta de distribución cuenta con un acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos.	X			Por el lado del sur del terreno se cuenta con dos accesos de 8.00 metros de ancho cada uno. Uno es usado para entrada y salida de vehículos que tienen acceso al interior de la planta, y el otro, usado de salida de emergencia.
	No existen líneas eléctricas con tensión mayor a 4000 V ajenas a la planta de distribución que crucen el predio de la misma.	X			No existen líneas eléctricas que crucen el predio.
4.2.1.2	a El terreno de la planta de distribución cuenta con las pendientes y los sistemas para desalojo del agua pluvial que evite su inundación.	X			El piso dentro de la zona de almacenamiento será concreto y contará con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas de lluvia.
	La zona de circulación y los estacionamientos de los autotanques y vehículos de reparto cuentan como mínimo una terminación superficial consolidada.	X			Todas las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos serán compactas con superficie consolidada, con las pendientes apropiadas para desalojar las aguas pluviales.
	b Las zonas de circulación tienen una amplitud mínima de 3.5 m para que el movimiento de vehículos sea seguro.	X			Por el lindero de Norte del terreno que ocupará la Planta de Distribución se localizará la zona destinada para el estacionamiento interior de los auto-tanques, esta área permanece sin techar por lo que su piso está debidamente compactado con terminación de empedrado y cuenta con la pendiente apropiada para el desalojo de las aguas de lluvia. El estacionamiento está localizados de tal manera que la entrada o salida de cualquier vehículo a estacionarse no interrumpa la libre circulación de los demás.
4.2.1.3.1	En zonas urbanas, el perímetro de la planta de distribución está delimitado, en su totalidad por bardas ciegas de tabique, block, concreto o mampostería, con una altura mínima de 3 m sobre el NPT, excepto en los accesos descritos en el numeral 4.2.1.4			X	
4.2.1.3.2	En zonas no urbanas, cuando la distancia entre la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal sea menor o igual a 100 m, el cotado que va a la carretera, está delimitado por una barda ciega de tabique, block, concreto o mampostería, con una altura mínima de 3 m, y los demás costados deben estar delimitados, cuando menos, con malla ciclónica u otro material incombustible con una altura mínima de 1.8 m	X			Por el lindero Sur se encuentra el Carretera Ixtapec - Tlacotepec
4.2.1.3.3.	En zonas no urbanas, cuando la distancia entre la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal sea mayor a 100 m, el perímetro estará delimitado, como mínimo con malla ciclónica con una altura mínima de 1.8 m.	X			
5.3.2.1	Los accesos a la planta de distribución, la salida de emergencia y en su caso, el acceso de carro-tanques, están libres de obstrucciones que dificulten el paso de vehículos y personas.	X			Por el lado del sur del terreno se contará con dos accesos de 8.00 metros de ancho cada uno. Uno es usado para entrada y salida de vehículos que tienen acceso al interior de la planta, y el otro, usado de salida de emergencia.
5.3.2.2	Las puertas de los accesos no presentan daños que impidan su funcionamiento.	X			

Tabla I.12. Requisitos del predio, delimitación, accesos y estacionamientos de la planta. (Continuación)

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.1.4.1.2	El claro mínimo de las puertas para vehículos es de 6 m.	X			
4.2.1.4.1.3	Las puertas de la planta de distribución ubicada en zonas urbanas y no urbanas con distancia menos de 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de carretera federal o estatal son metálicas.	X			
4.2.1.4.1.4	La planta de distribución ubicada en zonas no urbanas con distancia mayor de 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal cuenta con puertas metálicas con altura mínima de 1.8 m pudiendo ser de malla tipo ciclón o similar que impida el paso a personas y vehículos no autorizados.	X			
4.2.1.4.1.5	La planta de distribución cuenta por lo menos con una salida de emergencia que conduzca a un lugar que facilite el desalojo de vehículos, personas o ambos.	X			Por el lado del sur del terreno se contará con dos accesos de 8.00 metros de ancho cada uno. Uno es usado para entrada y salida de vehículos que tienen acceso al interior de la planta, y el otro, usado de salida de emergencia.
4.2.1.4.2	El acceso para carro-tanques es independiente del acceso para vehículos y personas así como de la salida de emergencia.			X	
4.2.1.5	Las edificaciones en el interior de la planta de distribución serán de materiales no combustibles en los acabados y estructuras interiores.	X			Los materiales que serán utilizados en estas construcciones son en su totalidad incombustibles, ya que el techo es losa de concreto, paredes de tabique, con puertas, y ventanas metálicas.
4.2.1.21.2	La planta cuenta con taller para reparación de vehículos, es para uso exclusivo de vehículos utilizados de la empresa, está exento de la existencia de fosas y de ser necesarios, utilizan rampas para la revisión de los vehículos.		X		
4.2.1.20.5	Los cajones de estacionamiento ubicados en las zonas de recepción y suministro son utilizados como estacionamiento de auto-tanques o semirremolques y estos cajones no están techados.		X		La zona destinada para el estacionamiento interior de los auto-tanques, permanecerá sin techar

Tabla I.13. Zona de almacenamiento de la planta.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.1.9.1	Cuenta con escalera o pasarela para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local en los recipientes de almacenamiento, y existe al menos una escalera fija, individual o colectiva, terminada en pasarela para uno o varios recipientes.	X			A un costado del tanque de almacenamiento se tendrán una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo, también contará con una escalerilla al frente, misma que es usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura instrumental de medición y control.
4.2.1.9.2	Para el acceso a la parte superior de los recipientes de almacenamiento, cuenta con al menos una escalera fija y permanente, terminada en pasarela. Si se tienen dos o más recipientes de almacenamiento colocados en batería, la pasarela puede extenderse de forma que permita el tránsito entre ellos. Las escaleras y pasarelas deben estar construidas de material incombustible.	X			
4.2.1.9.3	Las escaleras verticales, cuentan con protecciones para evitar la caída de las personas que la utilicen.	X			
4.2.1.10	Si las zonas de líquido de dos o más recipientes de almacenamiento se encontrarán interconectadas, estos deberán estar nivelados en sus domos o en sus puntos de máximo llenado con una tolerancia máxima de $\pm 2\%$ del diámetro del recipiente menor.	X			
4.2.1.6	El piso tiene terminación de concreto, adoquín o material similar y cuenta con un desnivel que permite el desalojo del agua pluvial en esta zona. No se permite el piso de asfalto.	X			El piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto y con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.
5.3.3.1	Las bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento están completas.	X			El tanque será montado sobre bases de concreto armado de tal forma que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
4.2.1.7.6	Los recipientes de almacenamiento que están colocados sobre bases de sustentación tipo cuna quedan colocados en la parte de la placa de apoyo.	X			
4.2.1.8.1	Entre la placa de apoyo y la base de sustentación tiene material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad	X	-	-	
4.2.1.7.2	Las bases de sustentación permiten los movimientos de dilatación y contracción del recipiente de almacenamiento.	X			El tanque será montado sobre bases de concreto armado de tal forma que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
4.2.1.7.3	El recipiente de almacenamiento cuenta con silletas metálicas, éstas están sujetas a la base mediante unión atornillada y los agujeros son ovalados o circulares holgados, o cuenta con la sujeción necesaria que amortigüen los movimientos sísmicos y permita la dilatación y contracción del recipiente de almacenamiento.			X	
5.3.3.3	Todos los recipientes de almacenamiento están asentados en las placas de apoyo	X			
4.2.2.2.2	Las salidas de líquido de los recipientes de almacenamiento tipo intemperie están ubicadas en su parte inferior.	X			
4.2.2.2.3.1	El indicador de nivel de líquido es del tipo flotador con indicador magnético, rotatorio o de otro tipo de tecnología.	X			Contará con un medidor rotatorio de nivel de líquido con caratula de 64 mm de diámetro.

Tabla I.13. Zona de almacenamiento de la planta. (Continuación)					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.2.3.2.1	Los manómetros están precedidos de una válvula de aguja.	X			Un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm ² de 6.4 mm de diámetro.
5.4.7	Los manómetros se encuentran sin las siguientes anomalías o defectos, caratula rota, aguja desprendida, caratula ilegible, fuga o no funcionamiento.	X			
5.4.1.7.2	Las válvulas de relevo de presión cuentan con placa metálica de identificación que exprese marca, modelo, presión de apertura y capacidad de desfogue.	X			
4.2.2.2.3.4.2.3	Las válvulas de alivio cuentan con tubos metálicos de descarga con una longitud mínima de 2 m, colocados verticalmente.	X			Las válvulas de seguridad que serán instaladas en la parte superior del tanque cuentan con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
4.2.2.2.3.4.2.4	Los tubos son de acero al carbono, de cedula menor a 40, con o sin costura y están colocados directamente a la válvula o mediante un adaptador.	X			
4.2.2.2.3.4.2.5	Si la rosca en la válvula de alivio de presión o en el adaptador está colocada en el diámetro interior, el diámetro exterior del tubo de descarga es igual al interior de la descarga de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.	X			
4.2.2.2.3.4.2.6	Si la rosca en la válvula de o en el adaptador está colocada en el diámetro exterior, el diámetro interior de la descarga es igual al exterior de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.			X	
4.2.2.2.3.4.2.7	Los tubos de desfogue cuentan con capuchones protectores	X			Los tubos de desfogue contarán con capuchón protector.
4.2.2.2.3.4.2.8	Si en la válvula de alivio de presión, en donde se coloca el tubo de descarga, no cuenta de fábrica con un punto de fractura, éste se hizo sobre el propio tubo en una distancia no mayor a 10 cm del borde de la válvula, donde su desprendimiento no obstruye el funcionamiento de la misma.			X	
4.2.2.2.3.4.5	Cuenta con válvulas de máximo llenado de acuerdo con las características establecidas en la NOM.	X			El tanque contará con válvulas de máximo llenado 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del tanque.
5.4.1.8.1	Las válvulas de máximo llenado, no tienen el orificio de salida obstruido y se pueden abrir y cerrar manualmente.	X			
5.4.1.8.2	Si el recipiente de almacenamiento no cuenta con válvulas de máximo llenado, éste no se llena a más del 80% de su volumen nominal en litros agua.			X	
5.4.2.1	Los recipientes de almacenamiento cuentan con una placa de datos metálica soldada en todo su perímetro al recipiente o cumplen con los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002 o la que, en su caso la sustituya.			X	El tanque de almacenamiento fue construido por TATSA en 1992. No. de serie TP-182.
4.2.2.2.5.1	Los recipientes de almacenamiento están sin abolladuras o cavidades en las placas o en los cordones de soldadura.	X			
4.2.3.9	Los recipientes de almacenamiento están conectados a tierra.	X			Se contará con una conexión soldada al tanque para cable "tierra"
4.2.2.2.4	Los recipientes de almacenamiento están pintados de color aluminio o blanco y está rotulado con caracteres no menores a 15 cm, indicando, como mínimo el producto contenido, capacidad de agua y número económico. Es opcional el marcado de los recipientes con la razón social o nombre comercial.	X			El tanque de almacenamiento estará pintado de color blanco. Tendrá inscrito con caracteres no menores de 15 cm, el contenido, la capacidad total en litros de agua y el número económico.
5.4.2.2	El recubrimiento exterior de los recipientes de almacenamiento no presenta deterioros como abolsamientos, agrietamientos, desprendimientos o discontinuidades.	X			

Tabla I.14. Bombas y compresores de la planta.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.3.1.2	Las bombas tienen instalado cople flexible en la línea de succión.	X			
5.4.5.2.3	Los compresores están instalados entre coples flexibles		X		
5.4.4.1	El dispositivo de acoplamiento entre el motor-bomba o compresor cuenta con una cubierta de protección.	X			
5.4.4.2	La base metálica sobre la que están instalados el conjunto bomba-motor o motor-compresor está fija a una base de concreto.	X			La bomba y compresor, junto con su motor, estarán montados sobre una base metálica, la que a su vez se encuentra fija, por medio de tornillos anclados, a otra base de concreto armado.
4.2.3.9	Las bombas están conectadas a tierra.	X			
4.2.2.3.2.1	Las bombas cuentan con un filtro en la tubería de succión.	X			
4.2.2.3.2.2	Las bombas cuentan con una válvula automática de retorno en la descarga y el producto retorna al recipiente de almacenamiento.	X			
5.4.5.1	La válvula automática de retorno en la tubería de descarga funciona correctamente.	-	-	-	
4.2.2.3.3.1	El compresor cuenta con válvula de alivio de presión.	X			
4.2.2.3.3.2	La válvula de alivio de presión cuenta con tubería de desfogue y la descarga no está dirigida a ningún elemento de la planta de distribución.	X			
5.4.5.2.2	La descarga de la válvula de purga de líquidos del compresor está a una altura mínima de 2.5 m sobre el NPT de manera que no afecte al compresor.	X			La descarga de la válvula de purga de líquidos, deberá ser a una altura mínima de 2.50 metros sobre el nivel de piso.
	Si cuenta con cobertizo, la descarga debe ser al exterior y el desfogue de la purga no está dirigido a ningún recipiente de almacenamiento.		X		
5.4.10.1	Los acopladores de las mangueras que están en servicio están protegidos.	X			
5.4.10.2	Las mangueras no presentan grietas o daños que dejan al descubierto su malla interna.	X			
5.10.3	Las mangueras para GLP tienen antigüedad menor a siete años contados a partir de su fecha de fabricación.	X			
5.4.6.4	Si los conectores flexibles son a base de manguera para GLP presentan una antigüedad menor a siete años a partir de su fecha de fabricación.			X	
4.2.3.9	Los compresores están conectados a tierra.	X			Se encuentran conectados a tierra.

Tabla I.15. Tomas de recepción y suministro.					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.9.1.1	Los soportes de las tomas de recepción, suministro y carburación están fijos y anclados al piso.	X			Para su mayor protección, estarán fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes y/o auto-tanques al momento de efectuar el trasiego de gas L.P.
4.2.2.9.1.3	Las tomas de recepción, suministro y carburación, cuentan con separador mecánico o punto de fractura.	X			Las tomas de recepción y suministro cuentan con punto de fractura.
4.2.2.9.1.3.1.4	Si cuentan con puntos de fractura la descarga de GLP está dirigida hacia arriba.	X			El punto de fractura se encontrará soldado al soporte y obliga a que la descarga de gas sea hacia arriba.
4.2.2.9.1.6	Las tomas de recepción, suministro y carburación cuentan con una válvula de cierre manual que preceda a la boca en donde se conecta la manguera.	X			
4.2.2.9.1.7	La conexión en las tomas de recepción, suministro y carburación está proyectada para que la manguera esté libre de dobleces bruscos.	X			
4.2.3.6	Las tomas de recepción, suministro y carburación cuentan con conexión a tierra mediante cables flexibles y pinzas tipo caimán para conectar vehículos que se carguen o descarguen.	X			
4.2.2.9.1.8.3	La manguera que permanentemente esté conectada a cualquier toma cuenta en su extremo libre con una válvula de operación manual; si es cierre rápido, cuenta con seguro.	X			
4.2.2.9.2.1.1.1	En la toma de recepción en la tubería de líquido, ésta cuenta con válvula de no retroceso, válvula de cierre manual e indicador de flujo colocado, a no más de 3 m de la boca toma	X			Las toma contará en sus bocas terminales con los siguientes accesorios: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Una válvula de exceso de flujo (vapor). ✓ una válvula de no-retroceso (líquido). ✓ Una válvula de globo recta. ✓ Un tramo de manguera para gas L.P. ✓ Una válvula de seguridad de 13 mm (líquido) ✓ Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor) ✓ Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away) ✓ Tapón ACME.
5.4.3.1	El indicador de flujo tipo mirilla y se utiliza como no retroceso cuenta con la compuerta de cierre, los cristales limpios y no tiene grietas.	X			
4.2.2.9.3.1	Las tomas de suministro en la boca toman de líquido como en la de vapor, cuentan con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o como mínimo con válvula interna equipada con actuador de tipo neumático, eléctrico o mecánico.	X			Las toma contará en sus bocas terminales con los siguientes accesorios: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Una válvula de exceso de flujo (vapor). ✓ una válvula de no-retroceso (líquido). ✓ Una válvula de globo recta. ✓ Un tramo de manguera para gas L.P. ✓ Una válvula de seguridad de 13 mm (líquido) ✓ Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor) ✓ Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away) ✓ Tapón ACME.
4.2.2.9.3.2	La toma de suministro cuenta con medidor volumétrico y válvula diferencial de eliminación de vapores en la de líquido.			X	
4.2.2.9.2.1.1.2	En la toma de recepción en la tubería de vapor, esta cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre de manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o como mínimo con válvula interna con actuador de tipo hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico.	X			

Tabla I.16. Tuberías, sistema eléctrico, válvulas y medios de protección.					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.5.6.1	Las tuberías están pintadas con los colores indicados en la NOM.	X			Todas las tuberías serán pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son; de blanco las que conducen gas en su fase líquida, blanco con franja de color verde las que retornan gas –líquido al tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas en su fase vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul las que conducen aire o gas inerte.
4.2.2.5.7.7.1	En los tramos de tubería o 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 cuenta con una válvula de relevo hidrostático.	X			En las tuberías conductoras de gas – líquido y en los tramos en que pueda existir líquido atrapado de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se instalarán válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas calibradas para una presión de apertura de 26 kg/cm ² y capacidad de descarga de 22 m ³ /min., son de 13 mm (1/2") de diámetro.
4.2.1.14.1	Las cubiertas de las trincheras son removibles.	X			
4.2.1.14.2	La trinchera cuenta con medios para el desalojo de las aguas pluviales.	X			
4.2.1.14.3	Si cuenta con trincheras que cruzan zonas de circulación en la entrada y salida de la planta de distribución, así como en las zonas de circulación de auto-tanques, semirremolques y vehículos de reparto, las cubiertas de las trincheras están diseñadas para soportar una carga estática de cuando menos 25 kgf/cm ² .	X			
4.2.2.5.3.2.1	Las tuberías en trincheras, tienen un claro mínimo de 5 cm entre el paño superior de la tubería y la parte baja de la cubierta de la trinchera.	X			
4.2.2.5.3.1.2	La tubería en trinchera que conduce Gas L.P., tiene un claro mínimo entre el paño inferior de la tubería y el NPT o fondo de la trinchera de 10 cm, asimismo y, tiene un claro mínimo de 5 cm, entre paños de tuberías, con excepción de las eléctricas.	X			
4.2.2.5.3.1.3	Las tuberías que conducen Gas L.P., están separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos o tuberías conduit donde la tensión nominal sea menor o igual a 127 V, y separadas 20 cm, como mínimo, cuando la tensión nominal sea mayor a 127 V.			X	
4.2.1.14.2	Las trincheras cuentan con medios para el desalojo de las aguas pluviales.	X			
4.2.2.5.3.1.1	Las tuberías se encuentran sobre soportes para evitar su flexión y están sujetas a dichos soportes, de manera que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral.	X			
4.2.2.5.3.3.1, 4.2.2.5.3.3.2	Si la planta cuenta con tuberías subterráneas cumplen con las características establecidas en la NOM.			X	

Tabla I.16. Tuberías, sistema eléctrico, válvulas y medios de protección de la planta.(Continuación)					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.3.1	Cuenta con dictamen vigente de unidad de verificación en instalaciones eléctricas que avale que el sistema eléctrico cumple con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 o la que, en su caso, la sustituya.	X			El proyecto de la planta cuenta con el dictamen de la sección del proyecto eléctrico (Planos y memoria técnico- descriptiva) de conformidad con la NOM-001-SEDE-2012, emitido por la Unidad de Verificación en Instalaciones Eléctricas VERIELEC, S.A. de C.V. Ing. Humberto E. Gonzales Ortiz, No. De Registro UVSEIE 474-A. Fechado el 01 de junio de 2020.
5.4.1.3	Las válvulas de exceso de flujo, no retroceso y alivio de presión tienen una antigüedad menor de 11 años, contados a partir de su fecha de fabricación.	X			
5.4.1.6	Si los recipientes de almacenamiento cuentan con válvulas internas se revisa que el accionamiento remoto y el actuador de las válvulas funcionen.			X	
4.2.1.11 (a al f) 4.2.1.11.1.1	Las bases de sustentación, recipientes de almacenamientos, compresores, bombas, soportes de toma de recepción, soportes de toma de suministro y soportes de toma de carburación de autoconsumo, en su caso al dique del cubeto de retención, se encuentran protegidos con cualquiera de los medios detallados en la NOM y la ubicación de estos medios están de acuerdo a las especificaciones de la NOM.	X			
4.2.1.13	Los topes y protecciones están pintados con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.	X			Los muretes de concreto de la zona de protección, así como topes y defensas que se encuentren en el interior de la estarán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

Tabla I.17. Sistema de contra incendio y extintores de la planta.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.4.1.1	La planta de distribución cuenta con extintores, un sistema de enfriamiento por aspersión de agua sobre todos los recipientes de almacenamiento y un sistema de hidrantes y/o monitores.	X			
4.2.4.2.1.2	La capacidad mínima de la cisterna o tanque de agua está de acuerdo al cálculo hidráulico para la operación del sistema de enfriamiento durante 30 min y calculado de acuerdo con la NOM.	X			Cisterna con capacidad de almacenamiento de 50 m ³
4.2.4.2.1.3	El agua de almacenamiento presenta cuando menos el 95 % de la capacidad mínima calculada de la cisterna o tanque.	X			
5.5	La cisterna o tanque de almacenamiento de agua contiene, cuando menos, el 70 % de su capacidad.	X			
4.2.4.2.2.1	El equipo de bombeo contra incendio está compuesto por una bomba principal y como mínimo por una de respaldo.	X			Esta caseta de máquinas estará equipada con los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> Una bomba con motor de combustión de 18 H.P. y gasto de 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm². Una bomba con motor eléctrico de 20 H.P. y gasto 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm².
4.2.4.2.2.2	Cuenta con alguna de las combinaciones descritas en la NOM.	X			
5.5.1	El sistema contra incendio alcanza las condiciones de máximo funcionamiento de acuerdo a su diseño a no más de 90 s.				
4.2.4.2.3, 4.2.4.2.4.1.1	El gasto mínimo abastecido por el equipo de bombeo y la presión de bombeo cumple con lo señalado en la NOM.	X			
4.2.4.2.4.2.1	El sistema de enfriamiento por aspersión de agua para los recipientes de almacenamiento está diseñado de acuerdo a las especificaciones de la NOM.	X			
4.2.4.2.6.1.1	El agua descargada por los aspersores rocía directamente cuando menos el 90 % de la superficie por encima del ecuador del recipiente de almacenamiento que corresponda.	X			
4.2.4.2.6.1.4	Los aspersores instalados en el sistema de enfriamiento por aspersión del tipo cono lleno.	X			
5.5.3.1	Los aspersores están completos y libres de obstrucciones.	X			
4.2.4.2.6.2.3	Si la operación de las válvulas se hace en forma manual, las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua están colocadas fuera de la zona de almacenamiento, de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo y en su caso, del andén de llenado de recipientes transportables.	X			
4.2.4.2.6.2.4	A excepción de lo indicado en el numeral 4.2.4.2.6.2.5 debe contar con una válvula de bloqueo en cada línea de abastecimiento de agua de enfriamiento por aspersión de agua para cada uno de los recipientes de almacenamiento.	X			
4.2.4.2.6.2.5	Cuenta con sistema de enfriamiento por aspersión, calculado para proteger dos o más recipientes de almacenamiento simultáneamente.			X	
	Cuenta con una válvula de bloqueo para cada grupo de recipientes.			X	

Tabla I.17. Sistema de contra incendio y extintores de la planta. (Continuación)

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.4.2.6.2.5	Cuenta con sistema de enfriamiento por aspersión, calculado para proteger dos o más recipientes de almacenamiento simultáneamente.			X	
	Cuenta con una válvula de bloqueo para cada grupo de recipientes.			X	
4.2.4.2.5.1	Los hidrantes cuentan con una manguera de longitud máxima de 30 m diámetro nominal mínimo de 38 mm (1.5") y están equipadas con boquilla reguladora que permita surtir neblina.	X			
4.2.4.2.5.2	Si cuenta con monitores estacionarios éstos son del tipo corazón o similar de una o dos cremalleras.			X	
4.2.2.2.5.3	Los hidrantes cubren el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto-tanques y vehículos de reparto.	X			
4.2.4.2.7.1	Cuenta con toma siamesa en el exterior de la planta de distribución, en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, para inyectar directamente a la red contra incendio o a la cisterna o tanque de agua, el agua que proporcionen los bomberos.	X			
4.2.4.2.8, 4.2.4.2.8.1, 4.2.4.2.8.2, 4.2.4.2.8.3	Comparte el sistema contra incendio con otra planta de distribución y está diseñada de acuerdo con las especificaciones indicadas en la NOM.			X	
4.2.4.3.1.2	La planta cuenta con extintores del tipo carretilla con capacidad cuando menos de 50 kg y con extintores portátiles de cuando menos 9 kg de polvo químico seco, los cuales están colocados de acuerdo a la tabla indicada en la NOM.	X			<ul style="list-style-type: none"> • Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalarán extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno. • Se contará con un extintor de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, en la zona de almacenamiento. • Se contará con dos extintores de Bióxido de Carbono (CO2), manuales y de 11 kg de capacidad cada uno de la siguiente manera:
4.2.4.3.2.1 5.5.4.1.1	Los extintores están colocados a una altura máxima de 1.5 m y mínima de 1.2 m medida del piso a la parte más alta del extintor.	X			
4.2.4.3.2.2 5.5.4.1.2	Los extintores están sujetos de tal forma que se pueden descolgarse fácilmente para su uso, en caso de que se encuentren a la intemperie se encuentran protegidos del sol y de la lluvia.	X			
4.2.4.3.2.3 5.5.4.1.3	Los extintores tienen señalamientos donde se encuentran colocados.	X			
5.5.4.1.4	Los extintores se encuentran vigentes en su recarga, la manguera no está agrietada, si tiene carátula de indicación de presión, la aguja indica que se encuentra en condiciones de operación.	X			
4.2.4.4.1	La planta cuenta con al menos dos equipos de protección personal para combate de incendio, los cuales se encuentran en un gabinete e identificado con su rótulo.	X			
4.2.4.4.2	El equipo de protección personal para el combate de incendio tiene casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero confeccionados a base de Normex, Kevlar o materiales equivalentes.	X			

Tabla I.18. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014				
Oficinas	Distribución de extintores:				
	Ubicación	Cantidad	Cumple	No cumple	No aplica
	Toma de recepción	1	X		
	Tomas de carburación de autoconsumo	-----			X
	Toma de suministro	1	X		
	Muelle de llenado para recipientes transportables	2	X		
	Fuente de calor del sistema de sellado	-----			X
	Zona de almacenamiento	2	X		
	Bombas y compresores para Gas L.P.	1 para cada bomba o compresor	X		
	Bombas para agua contra incendio	1	X		
	Generador de energía eléctrica	-----			X
	Talleres	-----			X
	Almacenes	-----			X
	Estacionamiento de auto-tanques	2	X		
	Sistema de vaciado de Gas L.P.	---			X
	Patín de recepción	-----			X
	Caseta del patín de recepción	-----			X
	Caseta de vigilancia	-----			X
	Oficinas	2	X		
	4.2.4.3.1.1	Los extintores destinados a la protección de los tableros eléctricos que controlan los motores eléctricos de los equipos de bombeo de Gas L.P., y de agua contra incendio son de CO ₂ , de cuando menos 4.5 kg de capacidad y se cuenta con un extintor por cada tablero eléctrico.		X	
4.2.4.5.1.1	La planta cuenta con sistema alarma sonora, activado manualmente para alertar al personal en caso de emergencia.		X		
4.2.4.5.2	La planta cuenta con un sistema de paro de emergencia y está diseñado de acuerdo con las especificaciones indicadas en la NOM.		X		

Tabla I.19. Rótulos de seguridad de la planta.

Sin perjuicio de los requisitos de señalización establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008 o la que en su caso la sustituya, en el recinto de la planta de distribución de cuenta con letreros o pictogramas visibles, como se indica en la tabla indicada en la NOM.

	Leyenda del rótulo o pictograma	Lugar	Cumple	No cumple	No aplica
4.4.1 4.4.2	Alarma contra incendio	Interruptor de alarma	X		
	Prohibido estacionarse	Cuando aplique en puertas de acceso de vehículos y salida de emergencia, por ambos lados y en la toma siamesa.	X		
	Prohibido fumar	Zona de almacenamiento y trasiego y en su caso en el patín de trasiego.	X		
	Uso obligatorio de calzado de seguridad	Muelle de llenado	X		
	Uso obligatorio de guantes	Muelle de llenado para recipientes transportables y zonas de trasiego.	X		
	Hidrantes	Junto al hidrante	X		
	Extintores	Junto al extintor	X		
	Peligro Gas inflamable	Muelle de llenado, tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, uno por cada lado de la zona de almacenamiento y trasiego y en su caso el patín de recepción.	X		
	Se prohíbe el paso a vehículos o personas no autorizados	Acceso a la planta, zonas de almacenamiento y trasiego y en su caso patín de trasiego.	X		
	Se prohíbe encender fuego	Zona de almacenamiento, trasiego y estacionamientos para vehículos de la empresa y en su caso en el patín de trasiego.	X		
	Letreros que indiquen los diferentes pasos de maniobras	Muelle de llenado, tomas de recepción, suministro y carburación.	X		
	Código de colores de las tuberías	Como mínimo a la entrada de la planta de distribución y zonas de almacenamiento.	X		
	Salida de emergencia	En el interior y exterior de las puertas.	X		
	Prohibido efectuar reparaciones a vehículos en esta zona	Zonas de trasiego, almacenamiento, y de circulación.	X		
	Ruta de evacuación	Varios (verde con flechas y letras blancas)	X		
	Velocidad máxima 10 KP/H	A la entrada de la planta de distribución y zonas de circulación	X		
	Punto de arranque del sistema de contra incendio	De acuerdo al proyecto contra incendio	X		
	Válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua	Junto a la válvula	X		
	Gabinete de equipo de bombero	Junto al gabinete	X		
	Botón de paro de emergencia pulse para operar	Junto a la válvula de paro de emergencia	X		

Tabla I.20. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
5.1.2	Cuenta con copia simple de:				
	Título de permiso.		X		
	Aviso de inicio de operaciones.		X		
	Cesión de derechos.			X	
	Cambio de razón social.			X	
	Historial documental de cuando menos los últimos cinco años.	---	---	---	
	Los planos y memorias técnico descriptivas actualizados.	X			- Las memorias técnico descriptivas fueron avaladas por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, No. de Registro UVSELP 124-A. Fechados en mayo 2020. - Los planos de la planta fueron avalados por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, No. de Registro UVSELP 124-A. Fechados en mayo 2020.
	Autorización de la DGGLP para realizar modificaciones al diseño básico de la planta.			X	
	Certificado de fabricación de los recipientes de almacenamiento o dictamen de evaluación conforme a la NOM-013-SEDG-2002.			X	
	Dictamen vigente de conformidad con la NOM-001-SESH-2014.	X			Dictamen técnico No. 12684/20 BA, de conformidad con la NOM-001-SESH-2014. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, No. de Registro UVSELP 124-A. Fechados en 01 junio 2020
Originales de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego, con una fecha máxima de emisión de dos años anteriores.			X		
Original del manual de operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio.			X		
5.1.2	Original de bitácora de los trabajos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, trasiego y sistema contra incendio e iluminación, actualizada y avalada por lo menos cada 6 meses por una UV y firmada por el responsable cada 8 días naturales.			X	
	Originales de los programas: mantenimiento del sistema de trasiego, contra incendio, mantenimiento general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas de seguridad.			X	
5.2	El personal operativo utiliza su propio equipo de seguridad personal dentro de las áreas de almacenamiento y trasiego de la planta.	X			

Tabla I.20. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014(Continuación)

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
5.3.1.1	Las zonas de circulación de vehículos, zona de almacenamiento y zonas de trasiego se mantienen libres de desperdicios y materiales combustibles.	X			
5.3.2.1	Los accesos a la planta, la salida de emergencia están libres de obstrucciones que dificulten el paso de vehículos y personas.	X			
NA	Para el diseño se consideraron los asentamientos humanos cercanos con cualquier instalación o edificación que pudiera ocasionar una contingencia y daños a la población.	X			Dentro de un radio de 100 m medidos a partir de las tangentes del tanque no se cuenta con asentamientos humanos.
NA	Dentro del diseño de la instalación se considera que los tanques horizontales deben instalarse de tal forma que sus ejes longitudinales no estén orientados hacia otras instalaciones tales como recipientes a presión, equipo de proceso, cuartos de control, instalaciones de carga o descarga, instalaciones de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.	X			A los alrededores de lo que será la planta de distribución no se llevan a cabo actividades de ese índole.
NA	Dentro del diseño se considera un sistema de alarma redundante para alto nivel que debe configurarse para dar al operador tiempo suficiente de detener el flujo antes que se exceda la altura máxima de llenado.		X		
NA	Se consideran medidores de líquidos para medir el volumen de GLP que se está transfiriendo de un contenedor a otro o que se esté transfiriendo hacia o desde una línea de tuberías.	X			El tanque contará con un medidor rotatorio de nivel líquido con caratula de 64 mm de diámetro.
NA	Se considera protección ignífuga en las bases de los recipientes de almacenamiento.		X		No se cuenta con esta información, pues se ha contemplado la información y datos que dan cumplimiento a la NOM-001-SESH-2014
NA	Se consideran proveer de iluminación de emergencia, con luces fijas accionadas por medio de baterías la caseta donde se resguarden los equipos contra incendio.		X		
NA	Se considera la instalación de sistemas de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos.		X		
NA	Se considera la instalación de sistemas de detección de atmósferas explosivas para activar automáticamente los sistemas de aislamiento o protección contra incendios.		X		
NA	Se considera la colocación de un material de protección contra incendios a los recipientes de almacenamiento.		X		
NA	Se ha contemplado un punto de reunión fuera de la planta donde en caso de evacuación el personal sea enviado a un lugar donde se mantengan seguros.		X		
NA	Se tendrán restringidas las actividades de soldadura dentro de la planta de distribución.	X			
NA	Se tiene contemplado el sellado del piso de concreto para evitar infiltraciones de derrames al suelo natural.		X		
NA	Se considera la instalación de un sistema que mantenga la presión del sistema contra incendio.		X		

1.4.2.3 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE PELIGRO Y PELIGROS POTENCIALES.

Factores de peligro.

Los peligros en una instalación dependen de varios factores, los cuales no pueden aplicarse de forma general, aún para establecimientos pertenecientes a la misma rama o sector productivo.

Las características propias de la instalación, así como por las operaciones que se desarrollarán en ésta Planta de Distribución de GLP– propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.** permiten identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a las actividades.

Para identificar los peligros de éstas se considerarán los siguientes factores:

Características físico – químicas del GLP.

a) Propiedades químicas.

El **GLP** es un gas inflamable y se clasifica con un grado de riesgo por inflamabilidad muy alto (4) – por lo que cuenta con el potencial para formar mezclas explosivas, con el aire o el oxígeno, además de sustancias oxidantes como el cloro, flúor y óxido nitroso.

El GLP al mezclarse con el aire y oxígeno resultan explosivas al ubicarse dentro del rango de explosividad:

Límite Superior de Inflamabilidad o de Explosividad (LSE)	9.3 %
Límite Inferior de Inflamabilidad o de Explosividad (LIE)	1.8 %

En condiciones ideales de homogeneidad (zonas **A** y **B**), las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico debe desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.



Punto 1 = 20 % del LIE: Valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas.

Punto 2 = 60 % del LIE: Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

Asimismo, dicha mezcla se puede encender con una energía de ignición relativamente baja.

b) Propiedades físicas

En fase gas – a presión atmosférica – el GLP es significativamente más pesado que el aire, lo cual implica que éste fluye hacia abajo desplazando el aire por encima de éste, acumulándose éste en espacios cerrados o que pudiesen generar un confinamiento del mismo. Y en el caso de que no existiese una ventilación adecuada, la acumulación del GLP persistiría por varias horas.

El GLP es incoloro y casi inodoro, por lo cual se le adiciona un odorizante, que en este caso es el etil-mercaptano (0.0017 – 0.0028% en peso); perteneciendo a la familia química de los hidrocarburos derivados del petróleo; básicamente su nombre químico corresponde a la mezcla propano (60%) – butano (40%).

Su peso por litro, del mercaptano; es de 0.813 kg y su olor como se ha mencionado es tan fuerte; que solo es necesario adicionar 500 g de este en un volumen de 37,850 litros de GLP para así brindarle ese aroma tan característico – como actualmente se le reconoce – del gas, y sobre todo con el fin de que la presencia de este no pase inadvertida.

Siendo el porcentaje de la concentración del mercaptano en la mezcla de GLP tan pequeño, que este no es lo suficiente como para modificar las propiedades de la mezcla original, salvo se debe tener especial cuidado en que nunca exceda a la quinta parte del nivel inferior de combustibilidad, a su vez el mercaptano no produce alteraciones en el poder combustible del GLP.

De acuerdo a la Hoja de Datos de Seguridad de **PEMEX**, la densidad del GLP es:

Densidad de los vapores (aire = 1) a 15.5 °C es 2.01 veces más pesado que el aire.

Densidad del líquido (agua = 1) a 15.5 °C es de 0.540 g/mL.

Su densidad como líquido se aproxima a la mitad del agua, esto significa que, si se vierte el gas sobre el agua, éste flotara sobre la superficie antes de evaporarse. El líquido respecto a su volumen tiene una proporción de 1 a 250 partes sobre el volumen del gas, y es, por lo tanto, $\frac{1}{2}$ veces tan denso como el aire y no se dispersa tan fácilmente.

Además, es importante señalar que, al igual que con otras sustancias, la densidad del GLP tiene una fuerte dependencia de la temperatura, más allá de los cambios que pudieran provocar el cambio en la presión a la cual se encuentra sometido.

Dependiendo de la composición del GLP, se prevé que un litro de éste en fase líquida produzca aproximadamente 260 a 350 litros en fase gas.

El GLP, no es tóxico, pero en altas concentraciones puede causar asfixia, debido a que desplaza el aire. En concentraciones muy elevadas, y cuando se ha mezclado con el aire, el vapor de GLP resulta anestésico y posteriormente asfixiante. Al diluirse o reducirse el

oxígeno disponible; éste (el GLP) puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación, ocasionando, por ende, la disminución de la temperatura.

c) Cantidad de GLP almacenada.

Se ha definido que el GLP es la única sustancia que será empleada dentro del proceso operativo en la **Planta de Distribución de GLP**. Dicho combustible es almacenado en un recipiente especial, del tipo cilíndrico horizontal de 93,000 L al 100 % agua.

Sin embargo, por buenas practicas, así como por seguridad, solo se almacena el Gas L.P. al 80% de la capacidad total de almacenamiento del recipiente; por lo tanto, en la Planta se considera un volumen máximo de 74,400 litros.

Asimismo, se hace la consideración de un volumen que, si se fugara, y se incendiara éste ocasionaría una explosión (en el peor de los casos) originando daños considerables a las instalaciones, las personas y el ambiente.

Condiciones de operación

Las características del proceso que se desarrolla, son también un factor importante a considerar. Cuando en una instalación se lleva a cabo operaciones donde el control de las variables puede ser determinante para impedir o minimizar el peligro, es necesario considerar cuidadosamente éstas. Un proceso se puede considerar peligroso si existen dentro de sus operaciones las siguientes características:

- Altas temperaturas.
- Bajas o altas presiones.
- Fugas (presencia de sustancias inflamables y/o tóxicas en el ambiente).
- Deficiencias en el diseño, construcción, operación y/o mantenimiento de las instalaciones.

Las condiciones de operación en que se manejará el **GLP** en la **instalación** son:

Tabla I.21. Condiciones de operación

Trayecto	Presión kg/cm ²		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	
De las tomas de recepción de semirremolques al tanque de almacenamiento.	14 - 7	21	Ambiente
Del tanque a las tomas de suministro de auto-tanques	7-10	21	Ambiente
Del tanque al muelle de llenado.	7-10	21	Ambiente

Por lo anteriormente expuesto se puede observar que es una operación a temperatura normal, sin embargo, la presión es mucho mayor al ambiente, esto debido a que el GLP para su manejo y transporte debe de estar a una presión mayor a la atmosférica, de lo contrario éste se encontraría en fase gas, lo que implicaría un riesgo mucho mayor.

Características de equipos e instalaciones, así como su mantenimiento.

El tipo de características, así como los criterios de diseño para la selección del equipo a emplearse en el trasiego de GLP en la *planta de distribución de Gas L.P.*, puede representar peligros por su mal funcionamiento o posible falla del mismo. Entre los equipos considerados riesgosos se encuentran:

Trasiego de GLP

- Tanque de almacenamiento (uno).
- Compresor (uno).
- Bomba (una).

Un sistema aparte lo representan las líneas de distribución de GLP, pues la tubería requiere ciertas condiciones para mantener su hermeticidad, además de tener instalados accesorios de seguridad para la protección contra sobrepresiones que se pudiesen presentar en estas.

Asimismo, debido a las agresiones (desgastes, corrosiones, decadencias, etc.) a las que estarán expuestas diferentes partes de la instalación por su uso y por la acción de los factores internos (mantenimiento preventivo, correctivo, etc.) y externos (factores ambientales), se pueden producir averías que originarían condiciones inseguras. Por eso es evidente que el mantenimiento eficaz contribuye a la seguridad de la *instalación*, actividades importantes, por lo que la organización llevará a cabo un Programa de Mantenimiento Preventivo, donde se efectúan inspecciones periódicas de todos los elementos de la misma (con frecuencias mínimas o ajustadas a los análisis estadísticos de averías), con el fin de que la reparación o sustitución de aquellos elementos que ya no se encuentran en condiciones para seguir operando, se genere antes de que la avería se declare o genere mayor inconveniente.

Otras condiciones.

Existe una diversidad de factores que pueden hacer que los riesgos de una instalación sean mayores o menores, o de lo contrario potencializar sus posibles efectos. Entre estos factores se encuentran los sistemas y equipos de seguridad empleados, las características del entorno (medio físico, natural y social) y la capacidad de respuesta del personal que labora en la planta, la cual no sólo está en función de la capacidad de reacción de estos, sino de igual manera se condiciona por la capacitación que estos reciben a través del entrenamiento y/o los simulacros.

Reconocimiento y valoración de los daños probables por fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológico, químico tecnológico, sanitario-ecológico y socio-organizativos.

Con base en información extraída de las siguientes fuentes: base nacional de datos en línea denominada “Atlas Nacional de Riesgos”, editado por el Subsistema de información sobre riesgos, peligros y vulnerabilidad del CENAPRED; Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, publicado por el CENAPRED en conjunto con el Sistema Nacional de Protección Civil y la Secretaría de Gobernación; se ha elaborado una tabla donde se presenta el tipo de riesgos a los que se encuentra sometida el área geográfica donde se pretende ubicar la Planta de Distribución de Gas L.P.

Tabla I.21. Riesgos

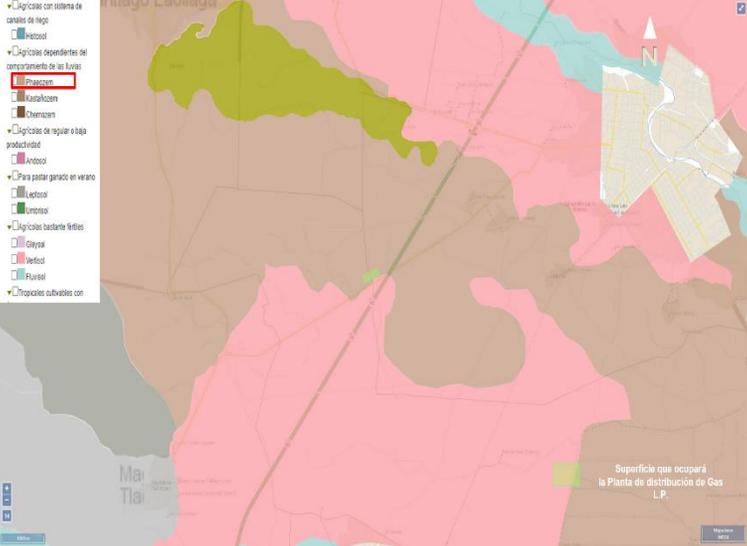
Tipo de riesgo	No	Si	Observación
Riesgos de origen geológico			
Terremotos / sismos		X	El proyecto se localiza dentro de la zona D (Muy Alto) de la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015), en la cual se han originado los grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
Fallas, fracturas	X		
Riesgo por actividad volcánica	X		
Licuefacción	X		
Hundimiento	X		<p>El municipio de Ixtepec se compone por suelos de tipo Vertisol (48.50%), Leptosol (32.02%), Phaeozem (12.86%), Fluvisol (2.44%) y Luvisol (0.33%). El terreno que ocupará la planta se compone de phaeozem, el cual se caracteriza por ser un suelo relativamente húmedo, de clima moderadamente continental y están intensamente lixiviados; tienen un horizonte superficial oscuro y rico en humus.</p> 

Tabla I.21. Riesgos (Continuación...)

Tipo de riesgo	No	Si	Observación
Riesgos de origen geológico			
Deslizamiento por laderas	x		<p>La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción de masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: caídos, deslizamientos y flujos. El grado de estabilidad de una ladera depende de diversas variables (factores condicionantes) tales como la geología, la geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos (factores externos).</p> <p>La zona donde se pretende instalar la planta de distribución de GLP, está catalogada con una vulnerabilidad “Muy baja” por inestabilidad de laderas.</p> 
Riesgos de origen hidrometeorológico			
Inundación		x	De acuerdo a lo reportado en el Atlas Nacional de Riesgos se presenta un índice de vulnerabilidad por inundación “Medio” y un índice de peligro por inundación “Alto y Medio”.

Tabla I.21. Riesgos (Continuación...)

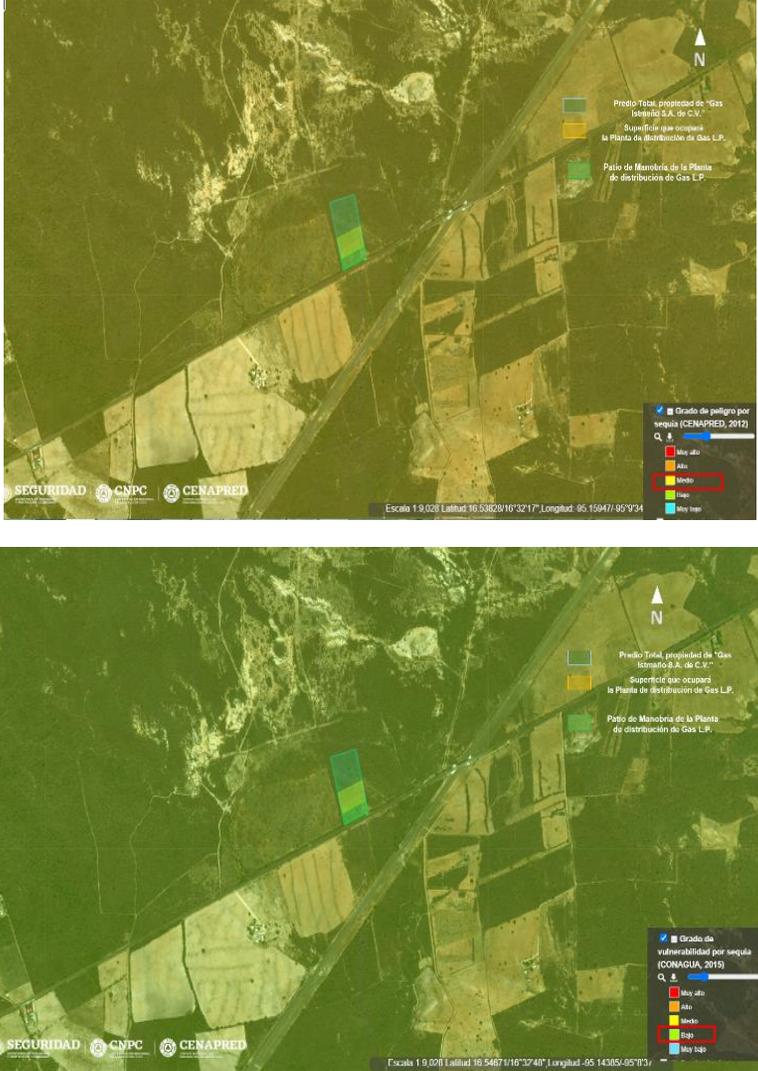
Tipo de riesgo	No	Si	Observación
Riesgos de origen hidrometeorológico			
Huracanes	X		
Riesgo de sequía		X	<p>El terreno que ocupará la planta se encuentra catalogada en una zona de grado de peligro por sequía “Medio” y un grado de vulnerabilidad “Bajo”. Siendo la sequía es un fenómeno natural de gran alcance tanto temporal como espacial.</p> 
Riesgo por altas temperaturas	X		

Tabla I.21. Riesgos (Continuación...)

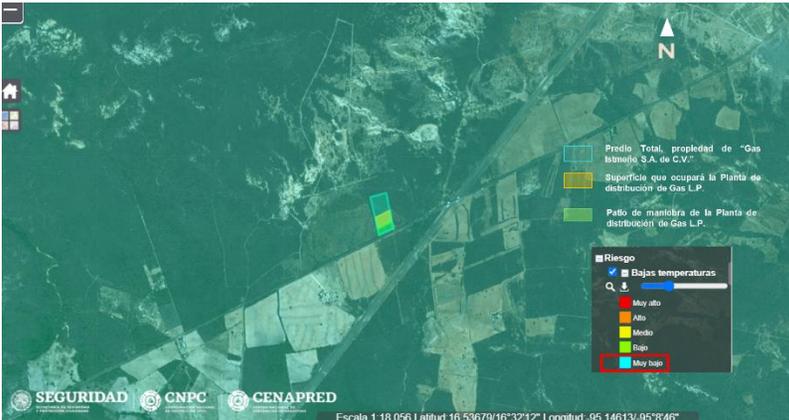
Tipo de riesgo	No	Si	Observación
Riesgos de origen hidrometeorológico			
Riesgo por ciclones tropicales	X		<p>En el Atlas Nacional de Riesgos se caracteriza la zona en donde se ubicará la Planta con un riesgo “Muy Bajo” por ciclones tropicales.</p> 
Riesgo por bajas temperaturas	X		<p>En el Atlas Nacional de Riesgos se caracteriza la zona en donde se ubicará la Planta con un riesgo “Muy Bajo” por bajas temperaturas.</p> 
Tormentas eléctricas		X	<p>La planta se encuentra en una zona catalogada con un peligro “Alto” por tormentas eléctricas.</p> 

Tabla I.21. Riesgos (Continuación...)

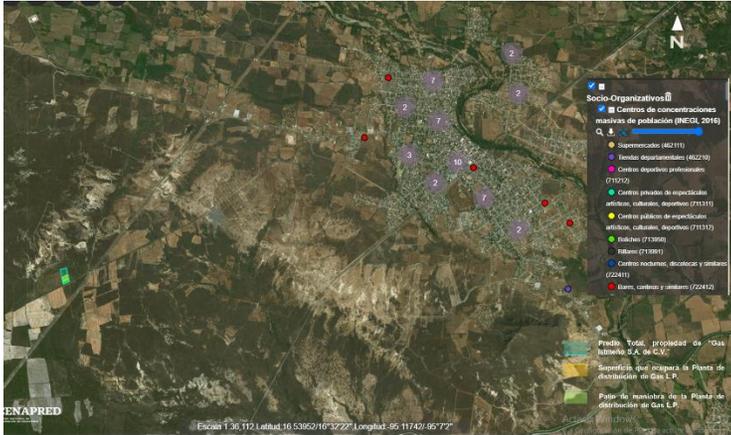
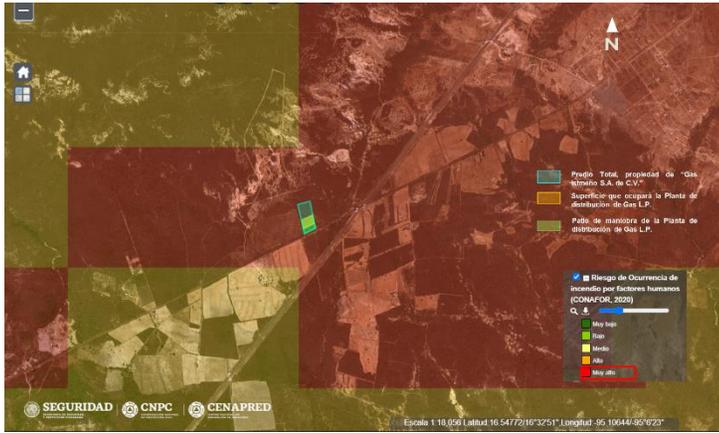
Tipo de riesgo	No	Si	Observación
Riesgos de origen socio-organizativo.			
Concentraciones masivas de población	X		<p>La Instalación se encuentra alejada de la cabecera municipal de Ixtepec.</p> 
Sabotaje y terrorismo	X		--
Riesgo de origen químico – tecnológico.			
Incendio por factores humanos		X	<p>En la zona donde se ubicará la planta, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, se cataloga la zona con un riesgo de ocurrencia de incendios por factores humanos "Muy Alto".</p> 
Peligro por sustancias inflamables	X		De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias inflamables, no han ocurrido eventos.
Peligro por sustancias tóxicas	X		De acuerdo la categorización por riesgos de origen químico-tecnológico del Atlas Nacional de Riesgos por sustancias tóxicas, no se han reportado incidentes.

Tabla I.21. Riesgos (Continuación...)

Tipo de riesgo	No	Si	Observación
Riesgo de origen Sanitario – Ecológico.			
Contaminación del agua	X		<p>En la zona donde se encontrará la planta, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, no se presenta contaminación de agua por coliformes fecales (2019).</p> 
Contaminación del suelo	X		<p>En la zona donde se encontrará la planta, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, se no presenta contaminación de suelo.</p>
Influenza		X	<p>De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos en la zona donde se ubicará la planta, se han confirmado 101-300 casos de influenza (CENAPRED, 2019).</p> 

Tabla I.21. Riesgos (Continuación...)

Tipo de riesgo	No	Si	Observación
Riesgos de origen sanitario-ecológico			
Dengue	X		<p>De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos en la región donde se ubicará la planta, se cataloga con un índice "Bajo" por casos totales de dengue (CENAPRED, 2020).</p> 
Covid-19		X	<p>De acuerdo a la secretaria de Salud, en la región donde se ubicará la planta, se cataloga en el Semáforo Epidemiológico de color amarillo lo que significa que Todas las actividades laborales están permitidas, cuidando a las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19. El espacio público abierto se abre de forma regular, y los espacios públicos cerrados se pueden abrir con aforo reducido. Como en otros colores del semáforo, estas actividades deben realizarse con medidas básicas de prevención y máximo cuidado a las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19.</p>  <p>A la fecha el municipio de Ciudad Ixtepec presenta 62 casos positivos y 16 defunciones</p>

1.4.2.4 ANÁLISIS HISTÓRICO DE ACCIDENTES E INCIDENTES.

De acuerdo a la MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) de julio de 1992 se reportaron 6128 casos de incidentes de los cuales 5325 resultaron accidentes donde 940 involucraron gas licuado presurizado es decir que el 17.65 % de los accidentes involucraron gas licuado.

A continuación, se presentan los datos más relevantes de acuerdo al “*Historical analysis of accidents in chemical plants and in transportation of hazardous materials*”.

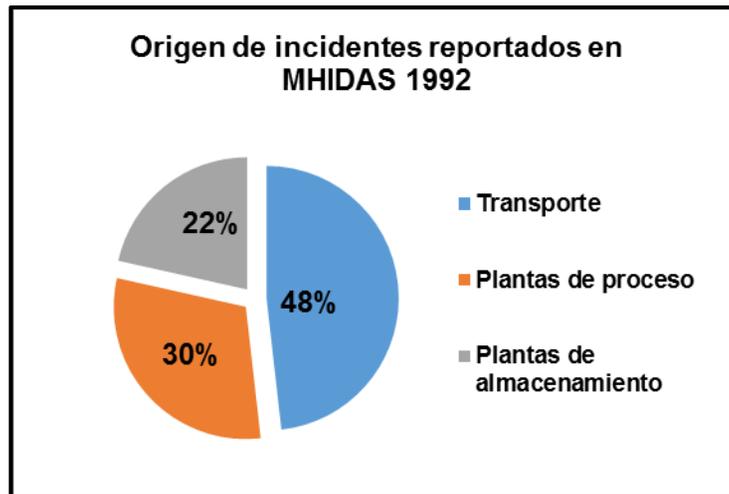


A su vez los incendios y explosiones se pueden dividir en:

Tipo de incidente	
Explosión	Explosión física
	Explosión no confinada
	Explosión confinada
	Explosión de polvo
	Explosión de mezcla L-G
	Explosión de fase densa
	BLEVE
Fuga o liberación de material	Fuga instantánea
	Fuga continua
	Charco
Incendio	Incendio de charco
	Incendio de nube de vapor
	Bola de fuego
	Dardo de fuego
	Incendio de tanque
	Tormenta de fuego
Nube de gas	Tipo de incidente
	Nube de gas pesado
	Nube de gas densidad neutra
	Nube de gas flotante

De los incendios reportados no se pudo determinar qué tipo de incendio ocurrió en el 85 % de los casos, mientras que el 36 % de los casos de explosión no se pudo determinar el tipo.

Aproximadamente en el 98 % de los casos reportados se conoce el origen de los cuales se pueden distribuir de la siguiente manera:



Actualmente la MHIDAS también considera la carga/descarga, almacenes de residuos, doméstico/comercial y almacenes de productos.

El porcentaje en el transporte de sustancias es debido a la influencia de elementos externos es decir que es un espacio donde hay mayor interacción entre variables.

Los accidentes en transporte se debieron principalmente al transporte vía ferrocarril. Para el caso de las plantas de proceso ocurrieron principalmente en tanques de proceso, tuberías y reactores, mientras que en las plantas de almacenamiento los incidentes ocurrieron en un 48 % en tanques atmosféricos y en tanques presurizados en un 13.2 %.

Las causas más comunes que derivan en accidentes son las siguientes:

- II. Falla mecánica (21 %).
- III. Impacto (27 %).
- IV. Error humano (11 %).
- V. Falla de instrumentación.
- VI. Falla de servicios.
- VII. Reacción violenta.
- VIII. Eventos externos (12 %).
- IX. Condiciones anormales.

Causas específicas por impacto:

- X. Vías de ferrocarril 35.2 %.
- XI. Carreteras 25.1 %.
- XII. Otro vehículo 12.7 %.
- XIII. Objeto pesado.
- XIV. Proyectoil.
- XV. Grúa.

- XVI. Equipo de excavación.
- XVII. Colisión entre barcos.
- XVIII. Colisión entre barco y tierra.

Causas específicas por falla mecánica:

- XIX. Fuga de válvula 16.7 %.
- XX. Sobrepresión 11.8 %.
- XXI. Falla metalúrgica 8.4 %.
- XXII. Sobrecalentamiento.
- XXIII. Sobrecarga.
- XXIV. Corrosión.
- XXV. Fallo de soldadura.
- XXVI. Fatiga.
- XXVII. Uso de materiales incompatibles.
- XXVIII. Fallo en acoplamiento o brida.
- XXIX. Fallo en manguera.

Causas específicas por factores humanos:

- XXX. Operación en general 32.7 %.
- XXXI. Procedimientos 18.4 %.
- XXXII. Administración 5.8 %.
- XXXIII. Sobrellenado.
- XXXIV. Accidente de drenaje.
- XXXV. Venteo accidental.
- XXXVI. Mantenimiento general.
- XXXVII. Fallo por aislamiento/drenaje antes de desacoplamiento.
- XXXVIII. Comunicaciones.
- XXXIX. Error de diseño.
- XL. Error en la instalación.
- XLI. Error en la construcción.

Causas específicas por fallo de instrumentación:

- Falla controlador.
- Falla indicador.
- Falla de alarma.
- Falla del sistema de bloqueo.
- Falla del sistema de control por computadora.

Causas específicas por falla de servicios:

- Fallo en el servicio de electricidad.
- Fallo en el servicio de agua.
- Fallo en el servicio de gas.
- Fallo en el servicio de aire comprimido o nitrógeno.
- Fallo en el servicio de aire para instrumentos.
- Fallo en el servicio de vapor.

Causas específicas por reacción violenta:

- Combustión interna.
- Explosión confinada.

- Reacción fuera de control.

Causas específicas por factor externo:

- Incendio exterior.
- Explosión exterior.
- Terremoto.
- Falla del terreno o erosión.
- Inundación.
- Rayos.
- Viento huracanado.
- Temperaturas extremas.
- Sabotaje.

Como se puede observar, es más frecuente que los accidentes ocurran durante el transporte de materiales peligrosos, siendo una de las principales causas los accidentes, los impactos de ferrocarriles, otra causa que tiene un porcentaje de contribución grande es la falla mecánica de las válvulas generando una fuga a través de éstas.

Como se ha mencionado anteriormente la Plata de Distribución de Gas L.P. se encontrará constituida por:

- Mangueras.
- Válvulas.
- Bomba.
- Compresor.
- Tubería.
- Tanque presurizado.

Elementos que son susceptibles a impactos, fallas mecánicas, errores humanos de operación y mantenimiento.

1.4.2.5 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES.

GAS ITSMEÑO S.A. DE C.V., es una organización que se dedicará a la distribución de Gas L.P. en México. La operación de su planta de Distribución de Gas L.P. en el Municipio de Ciudad Ixtepec, Estado de Oaxaca contará con una capacidad máxima de almacenamiento de 93,000 de litros al 100 % agua, distribuido en 1 tanque cilíndrico horizontal.

La historia registra accidentes con GLP tal es el caso del accidente ocurrido en las instalaciones de la Terminal de PEMEX en San Juan Ixhuatepec en la zona conurbana de la Ciudad de México en 1984 entre otros a nivel mundial.

Tabla I.22. Accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente)	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
05/02/02	Ruptura de una válvula de bola instalada en la tubería de descarga del tanque.	Gas LP. Cantidad liberada: 15,000 a 16,000 L, correspondientes a un total de 120 m ³ .	Almacenamiento de Gas LP En 4 tanques aislados con una capacidad de 150 m ³ , cada uno.	La válvula era vieja; el desgaste en la cuerda de la rosca de la válvula causó la liberación del Gas LP en fase líquida. La válvula nunca había sido revisada.	Se formó una nube de gas. No hubo ningún efecto inmediato porque la nube no se incendió.	Se activó el plan de emergencia de la planta incluyendo a la refinería cercana, con el monitoreo de la nube de gas, se activó el plan de emergencia externo que incluye al cuerpo de bomberos municipal, las autoridades municipales y la policía. Se evacuó al personal no necesario para las operaciones de respuesta de emergencia.	Las válvulas similares fueron substituidas también en los otros tanques, las nuevas válvulas instaladas tienen un diseño mejorado de seguridad (una mejor tecnología).
22/01/97	Explosión en una planta de distribución de gas licuado.	Propano.	Las tuberías, incluyendo la tubería de expansión, que era parcialmente subterránea, se rompieron como consecuencia de la corrosión externa. Esto causó varias fugas de gas licuado en el suelo.	Corrosión de tuberías.	La explosión lesionó a un trabajador. El daño material ascendió al 175.000 EUROS.	No proporcionado.	La estación entera de carro-tanques fue renovada, incluyendo sus tuberías. Además, se instaló un sistema de alarma por gas, conectado con un sistema de paro automático de emergencia.

Tabla I.22. Accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares (Continuación)

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
17/09/01	Liberación de Gas LP en fase gas de la conexión de una de dos válvulas de seguridad.	Gas L.P.	El accidente involucró al tanque de almacenamiento No. 1, ubicado en la granja de tanques de Gas LP, la cual consiste de 4 tanques horizontales con una capacidad de 300 m ³ cada uno y de 3 tanques horizontales de 200 m ³ cada uno; para una capacidad total de almacenamiento de 1800 m ³ . La liberación de Gas LP ocurrió durante las operaciones de desmantelamiento de una de las dos válvulas de relevo para realizar la prueba periódica de eficiencia. La presión en el tanque fue de 18 bars. Cerca de las 11am., después de inhabilitar la válvula, un trabajador de mantenimiento comenzó a desatornillar la válvula. En un momento durante el aflojamiento de la conexión de la válvula y la tubería de descarga a la que estaba conectado, estas fueron proyectadas y comenzó la liberación violenta de Gas LP en fase gas del tanque. La liberación continuó sin algún otro suceso asociado hasta que la brigada de bomberos municipal interrumpió la liberación sellando la base de la válvula. De acuerdo con el gerente de seguridad de la compañía, aproximadamente 12.5 toneladas de Gas LP fueron liberadas.	La instalación fue cerrada por la autoridad judicial local competente y posteriormente se llevó a cabo una investigación técnica.	El accidente causó daño a los dispositivos de seguridad del tanque y la pérdida de 12.5 toneladas de Gas LP.	Cuando el accidente ocurrió el operador estaba desmantelando la válvula de relevo. Cuando notó la liberación de Gas LP inmediatamente alertó al gerente de almacenes quien activó el procedimiento de alarma del plan de emergencia interno.	Considerando el resultado de la investigación técnica realizada la compañía decidió sustituir la válvula ensamblada; y todas las válvulas semejantes instaladas en los demás tanques.

Tabla I.22. Accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares (Continuación)

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
15/03/96	Liberación de propano durante la descarga de un semirremolque (35 m ³) a la instalación fija a través de una manguera. Ignición y explosión de la nube de vapor formada.	Propano	El accidente ocurrió cuando un trabajador de la compañía descargaba propano de un semirremolque (~35 m ³) a la planta fija vía un tubo flexible. Por razones todavía no claras, ocurrió una liberación considerable del gas. La nube de vapor invadió la planta. No pudiendo parar la fuga, el trabajador dio la alarma a los bomberos, al ferrocarril (cuyas vías se encontraban cerca) etc. Después de la llegada de los bomberos, ocurrió una primera explosión, seguida por un incendio. El fuego envolvió a las dos motobombas de los bomberos, al conductor del semirremolque y al empleado que había dado la alarma. El tanque del semirremolque se agrietó en la parte superior (un agujero de cerca de 500 milímetros) con la liberación de una cantidad grande de propano y la formación de una pequeña bola de fuego. La radiación del incendio causó la explosión de un semirremolque próximo que contenía pocos litros de Gas LP. Un fragmento de este recipiente (1500 milímetros de largo) fue encontrado a una distancia de 500 m, después de que provocó el desplome del techo de una casa unifamiliar cercana. El fuego, además de destruir los dos moto bombas de los bomberos, afectó a 2 otros semirremolques que contenían 12 y 35 m ³ de propano y a un semirremolque vacío (12 m ³), así como a 2 carro-tanques del ferrocarril que esperaban para descargar (capacidad 70 m ³).	Liberación accidental de propano, ignición y explosión de la nube de vapor debido a causas todavía no establecidas.	Efectos sobre la gente: El empleado de la compañía (vigilante) junto con dos bomberos murieron algunos días después en el hospital de lesiones serias y de quemaduras. 2 empleados de la compañía tuvieron quemaduras en la cara y las manos y se recuperaron en el hospital. 10 bomberos recibieron quemaduras más o menos serias y fueron hospitalizados. Daño material: El derrumbamiento parcial del edificio de oficinas del establecimiento, rotura de tuberías aéreas que conectaban con las instalaciones fijas, daños a la planta de envasado y equipo de descarga. Daños al exterior debido al lanzamiento de fragmentos del recipiente parcialmente vacío que estallo. Otros daños externos (rotura de cristales, etc.) que se determinarán.	Internas: Alarma dada por el operador asignado a la descarga del semirremolque. Externas: acciones del personal del establecimiento para parar el tráfico en el camino al establecimiento. Llamada telefónica al ferrocarril próximo para parar los trenes en circulación (esto era una acción superflua puesto que ningún tren circulaba en aquel momento debido a una huelga nacional). Petición de evacuación de casas próximas por las autoridades externas en un radio de los 400 m alrededor del establecimiento. Las personas evacuadas (hasta la mañana siguiente) eran cerca de 250.	Después de la construcción del establecimiento en 1963, muchas residencias se han construido alrededor, sin la consideración de los riesgos. Las consecuencias habrían sido más serias en caso de BLEVE o de UVCE, implicando también el lado externo del establecimiento (según lo previsto en el informe de seguridad). Tales circunstancias deben ser evitadas en el futuro aplicando los directorios del "supuesto; SEVESO II" en el planeamiento de utilización del suelo en caso de una planta con riesgo de accidentes importantes.

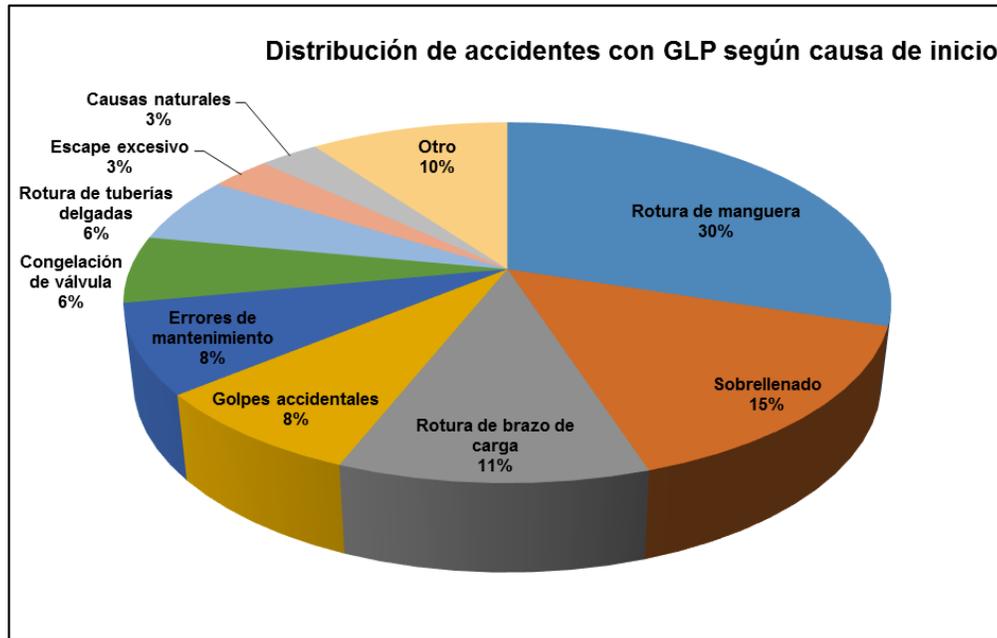
Tabla I.22. Accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares (Continuación)

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente)	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
19/07/96	Liberación de butano licuado (Gas LP) de una tubería de 6" instalada debajo de un tanque esférico vacío de 6000 m ³	Butano comercial. No está claro qué cantidad estuvo implicada. Los primeros datos de la compañía indican 70 toneladas de las cuales 30 toneladas fueron liberadas antes del incendio (ignición de la nube).	La planta en la cual el accidente ocurrió tiene como actividad principal la carga, descarga, almacenamiento, transferencia y llenado de cilindros de Gas LP, además de su mantenimiento. La capacidad global de la planta es 31,000 m ³ . La liberación originada en la línea de entrada de 6" de uno de los tanques esféricos de 6000 m ³ , se debió a la abertura de una válvula, con la consiguiente formación de un charco que se evaporó formando una nube inflamable que deflagró cuando alcanzó una fuente de ignición a 200 m., produciendo una onda de presión y una onda de radiación térmica (UVCE), causando diversos efectos, entre otros también una fatalidad. Después de la deflagración de la nube, el charco y el producto fugado de la tubería se incendiaron y solo pudieron ser apagados después de una hora.	Actualmente, la hipótesis es que la válvula que conectaba la tubería (abierta a la atmósfera) con el rack de tuberías se abrió espontáneamente, o que la causa del accidente fue una falla del mecanismo de control de la válvula.	Los efectos fueron sobre todo debidos a la radiación y la sobrepresión, causada por la deflagración, aparte de las estructuras afectadas dentro de la nube en el momento de la explosión, 18 personas fueron afectadas, de las cuales, 3 fueron particularmente afectadas por la radiación y 4 por la sobrepresión. Los más seriamente afectados fueron dos trabajadores quemados, que estaban a aproximadamente 50 - 70 metros de distancia del fuego, uno de los cuales murieron como consecuencia de las quemaduras. Los daños a los edificios próximos, el edificio de la estación de llenado con los serios daños estructurales, oficinas con grietas en las paredes, ruptura de ventanas a 120 metros de distancia de la compañía.	Por una parte, el plan de emergencia interno de la compañía fue activado, el cual preveía la evacuación y la activación de diversas salvaguardias, como los sistemas de enfriamiento de los tanques, algunos de los cuales fallaron. Por otra parte, el plan de emergencia externo fue activado, lo que significó que los oficiales públicos bloquearan el acceso en un área de 350 m alrededor de la compañía y la evacuación de las compañías en esta área.	Una investigación está en curso para definir las causas, se aseguraron de que las válvulas estén fijas cuando están desactivadas. Se requiere una mejor estrategia de comunicación de emergencias.

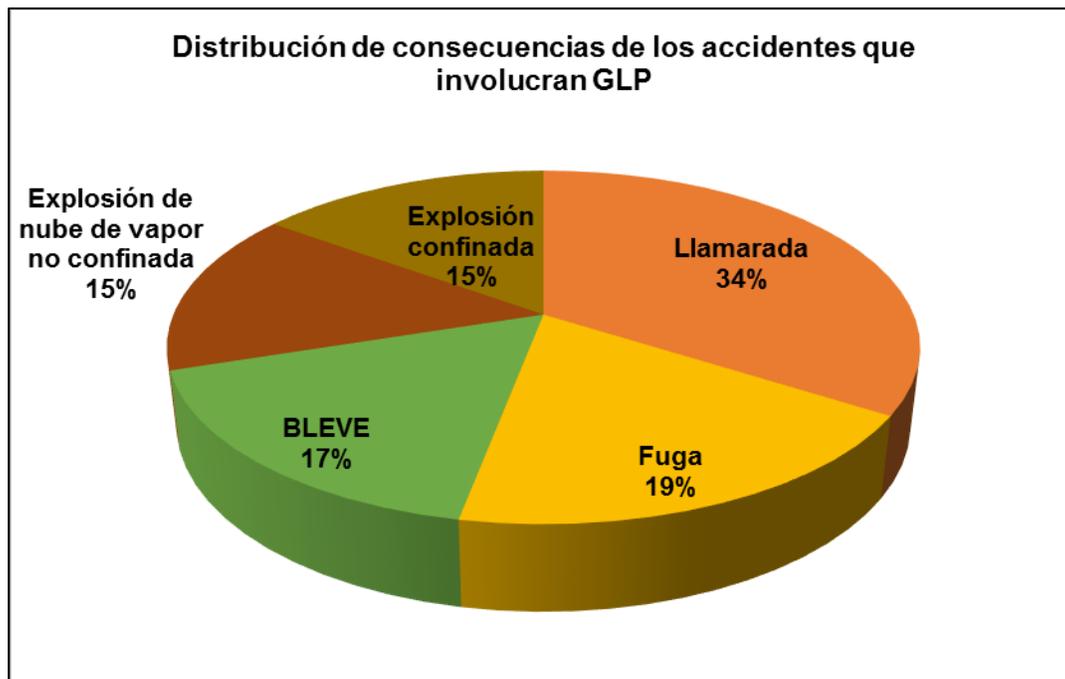
Tabla I.22. Accidentes e incidentes de proyectos e instalaciones similares (Continuación)

Fecha	Tipo de accidente	Sustancia involucrada	Fuente (s) del accidente)	Causa (s) Probables (s)	Efectos inmediatos	Medidas de emergencia	Lecciones aprendidas
26/01/98	Liberación de butano en una instalación de gas licuado.	Butano. Cantidad implicada: aproximadamente 150 L.	En 26/01/1998, en una planta de suministro de gas licuado la falla de una válvula de sobre flujo causó la liberación de cerca de 150 l de butano líquido. A la hora del acontecimiento, la planta estaba fuera de operación. Las bombas de alimentación de gas licuado estaban fuera de operación también, de modo que en las condiciones de temperatura externas (aproximadamente -5 °C) la presión sobre la válvula de sobre flujo era solo la presión estática de la tubería de gas licuado. Por lo tanto, la función de apertura de la válvula no estaba activada. Las características del daño (una grieta con una longitud de 12 milímetros) junto con una evaluación de la situación; además de la situación en el establecimiento indican que la causa más probable es una fabricación defectuosa o un defecto en el material.	Junta de una válvula.	Un bombero sufrió la congelación menor de una mano.	Después del inicio de la falla (accidente), las válvulas de cierre fueron cerradas y el gas remanente fue enviado al quemador. La válvula de sobre flujo defectuosa fue retirada y la tubería fue bloqueada con una brida ciega. Fuera de la instalación, los caminos fueron bloqueados y se llevaron a cabo mediciones de gas.	Debido a la falla de un fuelle usado para sellar una válvula no se puede excluir, se debe instalar una protección secundaria. Tal protección tan secundaria contra la liberación de sustancias puede ser una junta suplementaria en el huso de la válvula (eje de la válvula) o por una cubierta del resorte a prueba de gas. La seguridad y la confiabilidad requeridas de las válvulas de sobre flujo/control se podían garantizar por una prueba de componentes, similar a una prueba de las válvulas de seguridad.

De acuerdo al documento *Integración de una Base Nacional de Datos de Accidentes durante el Transporte de Gas LP 1998-2009: Sustento para un estudio de evaluación de riesgo*, datos que se obtuvieron de la información disponibles al público; la distribución de accidentes con GLP según la causa de inicio es la siguiente:



De dichas causas iniciales que devienen en accidentes en el uso de GLP las principales consecuencias son las siguientes:



1.4.2.6 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS POTENCIALES.

Con base en la actividad que se realizará en la instalación y en las propiedades fisicoquímicas del GLP, se tiene que los posibles riesgos son aquellos que están relacionados con los siguientes escenarios:

- ☞ Los vapores de los gases licuados, son inicialmente más pesados que el aire y pueden formar mezclas inflamables. La nube inflamable puede arder y originar explosiones no confinadas (UVCE).
- ☞ Un recipiente que contenga gases licuados y que sea expuesto al fuego directo por más de 10 minutos puede explotar, por la expansión de los vapores del líquido en ebullición (BLEVE), y proyectar los fragmentos a grandes distancias.

En ambos casos, la radiación térmica y la onda de sobrepresión resultante, tienen efectos muy destructivos. Por lo que el Análisis de Consecuencias estará enfocado en los daños causados por los efectos del FUEGO (Inflamabilidad) y de una EXPLOSIÓN (sobrepresión).

- **Explosión.**

Explosión.

Una explosión de GLP se puede presentar por lo siguiente:

- Por fuga y/o escape súbito e ignición inmediata.
- Por la formación de una nube explosiva.
- Por la generación de una BLEVE (*boiling liquid expanding vapour explosion*). Es decir, una explosión del tanque de almacenamiento por sobrecalentamiento y/o un accidente de proporciones mayores.

Una nube explosiva o nube de vapor no confinada se forma por la acumulación de GLP proveniente de una instalación en la cual existe una fuga en una determinada área, que al entrar en contacto con el aire, se mezcla formando la *UVCE (unconfined vapour cloud explosion)*, la cual bajo condiciones adecuadas (dentro de los límites inferior y superior de inflamabilidad) y si encuentra una fuente de ignición la nube detona, liberando una gran cantidad de energía en forma de calor y como ondas de sobrepresión.

Las causas para la formación de una nube explosiva, en el **sistema de trasiego** de la planta son las siguientes:

- Acoplamiento deficiente entre el medio de transporte de GLP (semirremolque) y las líneas de recepción que van hacia los tanques de almacenamiento.
- Por fuga y/o escape súbito de las líneas de distribución del *sistema de trasiego*, ya sea por falta de mantenimiento o falla de o los equipos, accesorios, instrumentos o válvulas instaladas.
- Fuga en los aditamentos de los tanques de almacenamiento (coples para la instalación de instrumentos de medición del nivel, por ejemplo).
- Fuga en la o las válvulas por mal funcionamiento o deterioro de estas.

Ruptura de la tubería del *sistema de trasiego* por colisión.

Por otro lado, el fenómeno de BLEVE se genera cuando un recipiente que contiene un gas o líquido – en este caso GLP – a alta presión, si se sobrecalienta éste y origina que la sustancia se evapore o se expanda causando una sobrepresión interna, la cual puede ocasionar la ruptura violenta del mismo, liberando una gran cantidad de energía en forma de calor y sobrepresión. Este tipo de eventualidad es un caso especial de estallido de un recipiente sujeto a presión, en el que ocurre un escape tan repentino a la atmósfera del gas sobrecalentado.

La característica principal de la BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen hasta 200 veces más; la causa de este accidente normalmente es debida a un incendio externo que envuelve al recipiente, debilitando sus paredes y produciendo a su vez una fisura o la ruptura del mismo. Aunque es muy difícil que se presente este fenómeno son las siguientes:

- Sobrecalentamiento del tanque de almacenamiento.
- Incendio de origen externo que afecte a las instalaciones y en particular al tanque de almacenamiento.
- No tomar las precauciones adecuadas al efectuar algún mantenimiento.

Es importante considerar que debido al cambio masivo de fase (de líquido a vapor), provoca la explosión del depósito puesto que se supera la resistencia mecánica del mismo; cuyas consecuencias son devastadoras puesto que se genera una onda de sobrepresión, la cual se acompaña de la proyección de las partes que integran el tanque, asimismo si el líquido contenido es inflamable, se produce la ignición dando origen a la bola de fuego que se expandiría a medida que arde la masa de vapor.

Incendio.

Los incendios son otro tipo de accidentes que se puede llegar a suscitar, y que están asociados al manejo de una sustancia con propiedades inflamables como lo es el GLP; pudiendo desatarse los siguientes eventos, derivado la fuga o derrame de éste.

Incendio tipo *dardo de fuego.*

Este tipo de accidente, está relacionado tanto en las tuberías del sistema de trasiego como en los depósitos para el almacenamiento temporal de GLP (tanque de almacenamiento), en donde se genera la aparición de una pequeña fisura en las paredes, cuya consecuencia es la descarga del contenido formando un chorro a presión.

Si la fuga entrase en contacto con una fuente de ignición, el resultado será la formación de un incendio en forma de *chorro*, o conocido también como dardo de fuego o *Jet Fire*. Los efectos más nocivos y esperados, serían los derivados por la radiación térmica en el entorno del dardo.

Bola de fuego.

Este tipo de accidente, es el resultado de la mezcla de vapor con aire (particularmente con el oxígeno disponible en éste), y al entrar esta mezcla en contacto con una fuente de ignición. La bola de fuego se caracteriza por la formación de dos zonas, la primera de ellas es interna y está constituida en su totalidad por combustible, mientras que la segunda zona es el producto de la mezcla del vapor con aire; que es donde ocurre la ignición.

Básicamente es la inflamación inmediata no diferida de una nube de gas (vapor) que se ha situado rápidamente en un espacio abierto, y como la capacidad de flotación se incrementa por el calor contenido en el gas, la nube incendiada tiende a elevarse, extenderse y tomar la forma esférica tan característica, que le otorga dicho nombre.

Llamarada o incendio de una nube inflamable.

Proveniente de la presencia de un material inflamable en la atmósfera, se produce cuando dentro de los límites de inflamabilidad del material se encuentra un punto de ignición provocando el encendido (combustión) de dicho material. El incendio provocado tiene una duración muy corta. Se conoce que, dentro de las distancias determinadas por los límites de inflamabilidad, supone un 100 % de letalidad debido al contacto directo con las llamas. Al estar en función de las condiciones del entorno puede llegar a inflamarse en zonas donde se encuentren los valores de interés, de manera que la distancia desde el punto de escape hasta otro que llegue al 50% del LII será considerada como criterio para la máxima distancia de letalidad.

Charco de fuego (pool fire).

Proveniente de material combustible o inflamable el cual se encuentra derramado sobre el piso, es decir que se encuentra a una temperatura menor a su punto de ebullición. La geometría del charco depende del entorno. En caso de que el líquido hubiera estado almacenado a una presión superior a la del punto de ebullición, una parte de éste se evaporará formando una nube de vapor del material, el líquido sobrante es el que podrá quemarse.

Para que se lleve a cabo el incendio deberá existir una fuente de ignición, el encendido puede llevarse a cabo a través de los vapores, para el caso de líquidos con alta volatilidad, en caso de ser un líquido derramado bajo su punto de ebullición y sin ser muy volátil el encendido se llevará a cabo una vez que se formen vapores, alcanzando de esta forma el combustible líquido.

Una vez encendido el charco, los efectos térmicos por medio de la radiación son los de mayor relevancia.

El incendio depende fuertemente de las condiciones ambientales como son la velocidad del viento, otro factor es la cantidad de combustible derramado.

1.4.2.7 RESULTADOS DEL ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.

Los resultados del análisis preliminar de peligros se resumen en una descripción cualitativa de los peligros relacionados al diseño de un proceso además de la clasificación de situaciones peligrosas con las posibles medidas para evitar que las situaciones peligrosas en las etapas posteriores del proceso o proyecto catalogando el peligro de acuerdo a la importancia de las causas y efectos del incidente en las siguientes categorías:

- Categoría I – Despreciable.
- Categoría II – Marginal-.
- Categoría III – Crítico.
- Categoría IV – Catastrófico.

Tabla I.23. Análisis preliminar de peligros.

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – YazmínToxtle Salazar –López - Miriam Rosas Ledo. Fecha de reunión: Septiembre, 2020. Área: Descarga semirremolques				
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Descarga de semirremolques (trasiego de GLP por medio del compresor)	Impacto entre semirremolques	Falla de integridad de semirremolques. Fuga y explosión.	IV	Implementación de procedimientos seguros de estacionamiento de semirremolques. Capacitación al personal. Registro de pruebas de espesores de los recipientes que se reciben. Monitor de agua contra incendio.
	Deficiencia en procedimiento de descarga de semirremolques. Falla en acoplamiento de mangueras.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Implementación de procedimientos seguros de descarga de semirremolques. Capacitación al personal. Válvulas de no retroceso
	Deficiencia en el procedimiento de frenado de semirremolques.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Separador mecánico (válvula pull away). Válvulas de no retroceso.
	Falla de manguera.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.
	Falla en el acoplamiento de bridas en las tuberías de descarga.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Pruebas periódicas de hermeticidad en el sistema de trasiego.
	Falla de las válvulas de cierre manual.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	III	Válvulas de actuación remota con actuador eléctrico en las tomas de líquido.
	Corrosión de válvulas de globo rectas.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	II	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.

Tabla I.23. Análisis preliminar de peligros. (Continuación)

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez– José Morales Ku – YazmínToxtle Salazar – Miriam Rosas Ledo. Fecha de reunión: Septiembre, 2020. Área: Almacenamiento GLP				
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Almacenamiento de 93,000 L de GLP en el recipiente presurizado (7 kg/cm²)	Impacto por BLEVE de un recipiente para transporte.	Falla de integridad de tanques de almacenamiento. Fuga y explosión. BLEVE.	IV	Capacitación al personal en procedimientos de emergencia. Registro de pruebas de espesores de los recipientes de almacenamiento de GLP.
	Sobrepresión/sobrellenado Falla del medidor de nivel. Alta temperatura.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Medidor de nivel tipo radar con alarma. Capacitación al personal en procedimientos de emergencia.
	Corrosión.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Registro de pruebas de espesores de los recipientes de almacenamiento de GLP. Mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo.
	Falla soldadura de los tanques.	Falla de integridad mecánica de tanques de almacenamiento. Fuga, dardo de fuego o explosión.	IV	Pruebas periódicas a soldaduras y de hermeticidad.
	Falla de las válvulas internas	Fuga, explosión y/o llamarada.	II	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el almacenamiento de GLP.

Tabla I.23. Análisis preliminar de peligros. (Continuación)

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – YazmínToxtle Salazar – Miriam Rosas Ledo. Fecha de reunión: Septiembre, 2020. Área: Suministro de auto-tanques				
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Suministro a auto-tanques (trasiego de GLP por medio de la bomba)	Deficiencia en el procedimiento de carga de auto-tanques Falla en acoplamiento de mangueras.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Implementación de procedimientos seguros de carga de auto-tanques. Capacitación al personal.
	Deficiencia en el procedimiento de frenado de auto-tanques.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Separador mecánico (válvula pull away).
	Falla de manguera.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.
	Falla en el acoplamiento de bridas en las tuberías de descarga.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Pruebas periódicas de hermeticidad al sistema de trasiego.
	Falla de las válvulas de cierre manual.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	III	Válvulas de actuación remota con actuador neumático en las tomas de líquido.
	Corrosión de válvulas de globo rectas.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	II	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.

Tabla I.23. Análisis preliminar de peligros. (Continuación)

Grupo de trabajo: Elizabeth Elke Galindo Monterrosas – Ismael Esteban Romero Jiménez– José Morales Ku – Yazmín Toxtle Salazar- Miriam Rosas Ledo. Fecha de reunión: Septiembre, 2020. Área: Suministro a recipientes transportables				
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Suministro a recipientes transportables (trasiego de GLP por medio de bomba) Recipientes presurizados de 30 kg de capacidad	Falla en acoplamiento de mangueras.	Fuga, explosión y/o llamarada.	II	Implementación de procedimientos seguros de carga de GLP. Capacitación al personal.
	Deficiencia en el procedimiento de desplazamiento de recipientes.	Fuga, explosión y/o llamarada.	I	Capacitación al personal.
	Falla de manguera.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.
	Corrosión en la superficie de los recipientes transportables.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Mantenimiento a recipientes con recubrimiento anticorrosión, recipientes nuevos conforme a la NOM-213-SCFI-2018.
	Falla de las válvulas de cierre manual.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	III	Detectores de mezclas explosivas.
	Corrosión de válvulas de globo rectas.	Fuga, dardo de fuego, explosión y/o llamarada.	II	Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego.

1.4.3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS

Introducción.

El análisis ¿Qué pasa sí? (*What If...?*) es una técnica que no requiere de métodos cuantitativos, y tal como señala el CENAPRED, no se necesita una planeación extensiva ya que hace uso de información específica de un proceso para así generar una serie de preguntas que son pertinentes para la evaluación durante el tiempo de vida de una instalación, asimismo para cuando se efectúan cambios al proceso o a los procedimientos de operación.

Ésta técnica es un método inductivo, la cual utiliza información específica de un proceso, en este caso del proceso operativo de una Planta de Distribución de GLP, en el cual se limitará al trasiego de GLP – para poder formular la serie de interrogantes que se han definido con base a las características propias del proceso en cuanto a la operación y funcionamiento en general de las instalaciones, desarrollando las respuestas y evaluando éstas, incluyendo una amplia gama de posibles consecuencias, puesto que se parte de la premisa ¿Qué pasa si...?.

Tal como señala el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el *Análisis What If...?*, es un procedimiento de análisis de un proceso para identificar y evaluar qué podría salir o estar mal, básicamente mediante la resolución a preguntas clave (generadas por un grupo de expertos, así como por listas de verificación – *check list*– apropiadas), lo cual permite hacer una identificación de protecciones contra estos eventos y estimar el riesgo contenido, además de sugerir las mejoras que sean pertinentes.

En la aplicación del método se utiliza la información técnica disponible de la del proyecto de la Planta de Distribución de GLP propiedad de **GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V.**, que en este caso corresponde tanto a los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio (servicios auxiliares estos últimos dos), además de la memoria técnico descriptiva y visitas en campo con la finalidad de verificar las condiciones en las que se encuentra la instalación, además de generar las preguntas clave de la lista de verificación y que las mismas sean acordes al proceso que se está analizando.

Como se ha mencionado, la técnica es ampliamente utilizada durante el tiempo de vida de la instalación o cuando se lleva a cabo modificaciones en el proceso, de igual manera es una herramienta que puede ser aplicada durante el proceso de diseño de una instalación nueva o previamente a la modificación de un proceso ya establecido, por lo que no se limita a casos en particular.

Justificación de la metodología What If...?

Para la operación de la Planta de Distribución de GLP se llevará a cabo únicamente operaciones de *trasiego* (transferencia de GLP de un recipiente a otro), por lo que el proceso es relativamente simple, limitándose a manejar el GLP mediante el sistema de trasiego, sin necesidad de efectuar reacciones químicas u operaciones unitarias.

Asimismo, y de acuerdo a la naturaleza de las eventualidades que se podrían suscitar en la instalación y que están asociadas al manejo de GLP, además de la cantidad y calidad de la información disponible son las razones por las cuales se elige la Metodología o Técnica *What If...?*, la cual tiene como objetivo la evaluación de las condiciones peligrosas posibles.

Finalmente es menester mencionar que dentro de las ventajas que ofrece esta técnica o metodología, se encuentra la factibilidad para ser aplicada a cualquier proyecto, ya sea de nueva creación o en operación, así como a posibles modificaciones de ésta; de igual manera se verifica que de acuerdo con la información de la que se dispone, la aplicación de la técnica se ajusta totalmente a ésta.

Descripción del What If...?

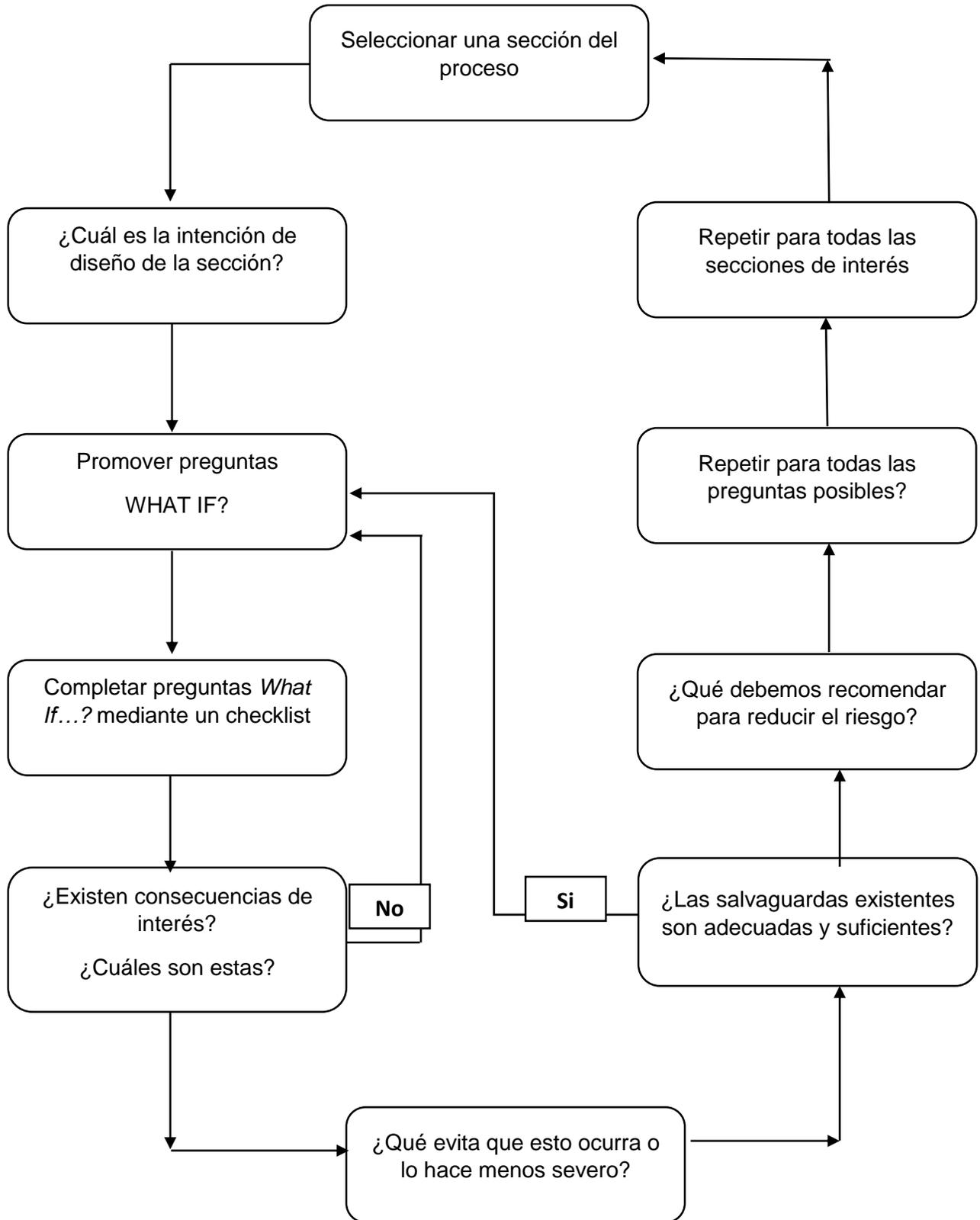
Como su nombre sugiere, el método consiste en cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades que en ella se llevan a cabo, la cual debe incluir los procesos, procedimientos operativos y en algunas ocasiones se hará uso de entrevistas directas con el personal de la misma.

Durante la aplicación de ésta técnica, se plantean posibles desviaciones que van desde el diseño, construcción, modificaciones al proceso o de las condiciones de operación de ésta, desviaciones en los procedimientos de operación y mantenimiento.

Es evidente que se requiere del conocimiento básico del sistema, por lo que, en el caso de la *instalación*, se debe de caracterizar plenamente el *sistema de trasiego* y cualquier elemento perteneciente a la Planta de Distribución de GLP; para poder verificar las posibles desviaciones y las condiciones normales de ésta.

El resultado de la aplicación del análisis mediante la técnica *What If...?*, es una lista de los posibles escenarios de accidentes potenciales, las consecuencias de éstos, las medidas de prevención y/o mitigación con las que cuenta la planta así como las recomendaciones para reducir o minimizar las consecuencias de los mismos.

Básicamente los pasos a seguir para la identificación de riesgos a través de la técnica *What If...?* son los siguientes:



Fuente: IMP

Ámbito de aplicación.

Para el caso del proyecto de la Planta de Distribución de GLP propiedad de **GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V.**, se aplicará a cada una de las áreas operativas de la misma, así como a sus sistemas auxiliares (sistema contra incendio, neumático y eléctrico), siendo los de mayor relevancia:

Para la Planta de Distribución de GLP:

- **Zona de almacenamiento de GLP** – un recipiente con capacidad de almacenamiento de 93,000 litros al 100% agua.
- Toma de recepción (descarga de **semirremolques**).
- **Muelle de llenado de recipientes transportables** (distribución de GLP, venta a usuarios finales).
- Toma de suministro (carga de **auto-tanques**).
- Servicios auxiliares, como son: sistema contra incendio, instalaciones eléctricas y aire de instrumentos.

Las preguntas que se formularán están en función de la siguiente terminología:

Tabla I.24. Terminología usada en un análisis WHAT IF?

Intención del diseño	Propósito y función de la sección analizada
Preguntas	Retos a la intención de diseño, formulados con la frase: ¿Qué pasa si...?
Consecuencia	Descripción de los efectos potenciales, asumiendo que las salvaguardas fallan
Salvaguardas	Medios o mecanismos existentes por los cuales las consecuencias o las causas pudieran evitarse.
Recomendaciones	Sugerencias para añadir o mejorar salvaguardas

Fuente: IMP

También se hace énfasis en la revisión de aquellos factores que no son posibles detectar mediante verificaciones visuales, esto con el fin de identificar los riesgos potenciales con base en los conocimientos y experiencia en instalaciones similares, así como para establecer las medidas de control que sean más adecuadas para la *instalación*.

Propósito del What If...?

La técnica del *What If...?*, incluye tres aspectos como parte de sus propósitos al aplicar el método como técnica del análisis de riesgo:

- Identificar condiciones y situaciones peligrosas que puedan resultar de barreras y controles inadecuados.
- Identificar aquellos eventos que pudieran desencadenar accidentes mayores.
- Generar las recomendaciones pertinentes a fin de minimizar el riesgo de la *instalación*, así como para mejorar las condiciones de operación.
- La aplicación del análisis *What If...?*, se enfocó en evaluar los peligros en la Planta de Distribución de GLP.

Preguntas típicas.

Para llevar a cabo la aplicación de la técnica *What If...?*, se realizan las siguientes preguntas típicas, mismas que son adaptadas a cada caso o área que se desea investigar en el interior de la *instalación*, siendo estas:

Tabla I.25. Preguntas típicas del Análisis WHAT IF?

¿Qué pasa si...	Un componente específico falla en una condición específica?
¿Qué pasa si...	Un parámetro de proceso específico (presión, flujo, nivel) es anormal?
¿Qué pasa si...	Una acción específica de operación o mantenimiento se efectúa incorrectamente?
¿Qué pasa si...	Un evento o condición externa ocurre?

Fuente: IMP

Tomando en cuenta las principales causas y consecuencias en procesos similares:

Tabla I.26. Causas y consecuencias en procesos similares

Evento	Fallas principales
Fuga en tanque de almacenamiento	Falla en las válvulas. Falla en los accesorios. Sobrepresión en el tanque.
Fuga en equipos	Falla de compresores. Falla en bombas.
Fugas en tuberías	Falla en las válvulas. Falla en los coples. Falla en la soldadura. Ruptura de tubos.
Fugas en mangueras	Falla en los coples. Falla en el dosificador. Ruptura de manguera. (fuertes, golpes, resquebrajamiento, maltrato)

Documentación de los resultados del What-If? y Jerarquización de peligros: Los resultados fueron organizados en una tabla, donde además de las preguntas, los peligros, las consecuencias, las medidas de seguridad y las recomendaciones; se anexó la clasificación cualitativa del riesgo, por medio de la utilización de una matriz de riesgos.

La matriz fue tomada de la NOM-013-SECRE-2012 "Estudio de Riesgo", esta matriz relaciona la frecuencia y la consecuencia dentro de ciertos límites y requisitos de riesgo permitido.

La evaluación cualitativa de las consecuencias y probabilidades del riesgo asociado al estudio, se determinó mediante la metodología propuesta en la NOM-013-SECRE-2012 conforme a las siguientes categorías:

Tabla I.27. Clases de consecuencias para la evaluación de riesgos

Clases de consecuencias para la evaluación de riesgos						
		Gravedad de las Consecuencias				
Consecuencias	Criterio	1	2	3	4	5
Fatalidades	Personas fallecidas	>10	1 a 10	0	0	0
No. Accidentes con Lesiones	Personas Lesionadas	>100	10 a 100	1 a 10	1	0
Liberación de Hidrocarburos	Toneladas	>100	10 a 100	1 a 10	0.1 1	<0.1
Daño a Bienes	USD	>10 000 000	1 000 000 a 10 000 000	100 000 a 1 000 000	10 000 a 100 000	<10 000

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DOF.

Tabla I.28. Clasificación de probabilidades de ocurrencia del evento anual

Clasificación de probabilidades de ocurrencia del evento-anual		
Clase de Probabilidad	Frecuencia de Ocurrencia Anual	Frecuencia de Ocurrencia
1	10^{-1}	Más de una vez en 10 años
2	10^{-1} a 10^{-2}	De una vez en 10 años a una vez en 100 años
3	10^{-2} a 10^{-3}	De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años
4	10^{-3} a 10^{-4}	De una vez en 1 000 años a una vez en 10 000 años
5	10^{-4} a 10^{-5}	De una vez en 10 000 años a una vez en 100 000 años
6	10^{-5} a 10^{-6}	De una vez en 100 000 años a una vez en 1 000 000 años
7	$< 10^{-6}$	Menos de una vez en 1 000 000 años

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL.

MATRIZ DE RESULTADOS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS

Jerarquización de eventos.

Como se mencionó con anterioridad, la asignación de probabilidades de falla de los subsistemas o sistemas analizados resulta una acción primordial, ya que dicha potabilización permite la jerarquización de eventos para la determinación de radios de afectación a través de modelos matemáticos de simulación, facilitando el trabajo del analista.

En muchos casos resulta efectivo la asignación de probabilidades a cada uno de los eventos, Una vez que se han identificado los eventos posibles, dentro de la metodología utilizada, se procede a la construcción de una matriz de riesgos en la cual se procederá a la ubicación de los escenarios de acuerdo a su categoría y a su jerarquía debiendo quedar la matriz de la siguiente forma:

Matriz de determinación del nivel de riesgo dentro de los límites de la instalación						
Frecuencia de ocurrencia acumulada anual		Clasificación de consecuencias				
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B	M	M	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B	B	M	M	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B	B	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B

Clasificación

B: Bajo-Gestión mediante La mejora continua.

M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción Del riesgo y mitigación de consecuencias

A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable

FUENTE: NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SECRE-2012. Lunes 30 de septiembre de 2013 DIARIO OFICIAL

Criterios de aceptabilidad y tolerabilidad.**Tipo A** – Riesgo Intolerable (Riesgo No Aceptable)**Tipo M**– Riesgo medio (incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencia).**Tipo B** – Riesgo bajo (gestión mediante mejora continua).

A	Riesgo No Intolerable (Tipo A): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporal y permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "B". La conclusión de las acciones correctivas y preventivas " Temporales " no deben ser mayores a 30 días naturales y la de las acciones correctivas y preventivas " Permanentes " no deben ser mayores a 90 días naturales después de entregar sus Programas de Acciones. El plazo de 90días puede incrementarse siempre y cuando la atención del programa de Acciones Correctivas y Preventivas " Permanentes " lo justifique.
M	Riesgo Medio (Tipo M): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "M" representa una situación de riesgo Indeseable y deben establecerse Controles Permanentes Inmediatos. Se debe realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a Tipo "B". La conclusión de las Acciones Correctivas y Preventivas permanentes no debe ser mayor a 180 días naturales después de entregar el Programa de Acciones Correctivas Permanente. Si la solución requiere de un plazo mayor, se deben establecer Controles Temporales Inmediatos, las cuales deben atenderse en un plano no mayor a 30 días naturales después de entregar el Programa de Acciones Correctivas y Preventivas permanentes. La atención de estos riesgos no se determina en función de un Análisis Costo Beneficio.
B	Riesgo Bajo (Tipo B): El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un riesgo Tipo "B" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos, deben darse en un plano no mayor a 180 días. La administración de un riesgo Tipo "B" debe enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección. La posibilidad de reducción de este nivel de riesgo debe estar en función de un Análisis Costo Beneficio de las acciones correctivas y preventivas establecidas para dar atención a las recomendaciones emitidas para Administrar los Riesgos Identificados.

Cabe destacar, que dentro de cada una de las casillas se irán vaciando la cantidad de eventos que correspondan, toda vez que ya se hayan ubicado los eventos analizados en la zona correspondiente, interceptando los rubros de severidad y probabilidad de ocurrencia. Lo anterior es con la intención de observar la cantidad de eventos que se ubican dentro de las diferentes zonas de riesgo, con la finalidad de identificar y detallar las posibles fallas que recaen en la zona de alto riesgo para su posterior análisis. Una vez identificados los eventos y/o fallas dentro de la zona de alto riesgo se procede a detallar de una forma breve dichos eventos y sus posibles consecuencias con el objetivo de tener una visión más amplia de los posibles escenarios que pudieran presentarse (consecuencias) y las posibles acciones correctivas a considerar para la prevención y/o mitigación del riesgo asociado.

Dentro del análisis y evaluación de riesgos del proyecto de una planta de distribución de GLP se consideran diversos eventos, cabe destacar que la probabilidad de ocurrencia de dichos eventos que resultan ser poco probables debido a los sistemas de seguridad previstos, y a los procedimientos de seguridad que se implementarán en las instalaciones. De igual forma, se revisó el equipamiento, los procedimientos y todas las acciones precautorias de seguridad de acuerdo a la experiencia que se posee de otros proyectos semejantes.

A continuación, se anexa a detalle la aplicación de la técnica de evaluación de peligros **What-If?** para las siguientes áreas de la planta de distribución de GLP propiedad de **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.**

INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE RESULTADOS

Tabla I.29. Matriz de riesgo de fatalidades

Fatalidades						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M	M	A 1.1.4, 1.1.5a,	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.5b,1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 3.3.2	M 1.1.8,1.1.9, 1.1.11,1.3.3b, 1.3.5a,3.4.2,	A 1.1.1,1.1.2, 1.3.1,1.3.2, 1.3.3a,1.3.4, 1.3.5b,1.3.6, 1.3.9,1.4.1, 1.4.3,1.4.4,	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 1.2.1, 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1	B 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.3.1., 5.3.1	M 3.4.1,3.5.1, 3.5.2,4.2.1,	M 3.1.3	A 1.1.3,1.2. 4,
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.2, 4.1.3, 4.2.2, 5.2.1	B	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B
Clasificación B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua. M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable						

Tabla I.30. Matriz de riesgo por lesionados

Lesionados						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M	M 1.1.4, 1.1.5a,	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 1.1.1, 1.1.2, 1.1.5b, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.11, 1.3.1, 1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6, 1.3.9, 3.3.2, 3.4.2,	M 1.3.2, 1.3.3b, 1.3.5a, 1.4.1, 1.4.3,1.4.4,	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 1.2.1, 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 3.3.1, 4.3.1	B 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1	M 3.1.3	M 1.1.3, 1.2.4	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.2, 4.1.3, 5.2.1	B	B 4.2.2	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B
<p>Clasificación</p> <p>B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua. M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable</p>						

Tabla I.31. Matriz de riesgo por liberación de hidrocarburo

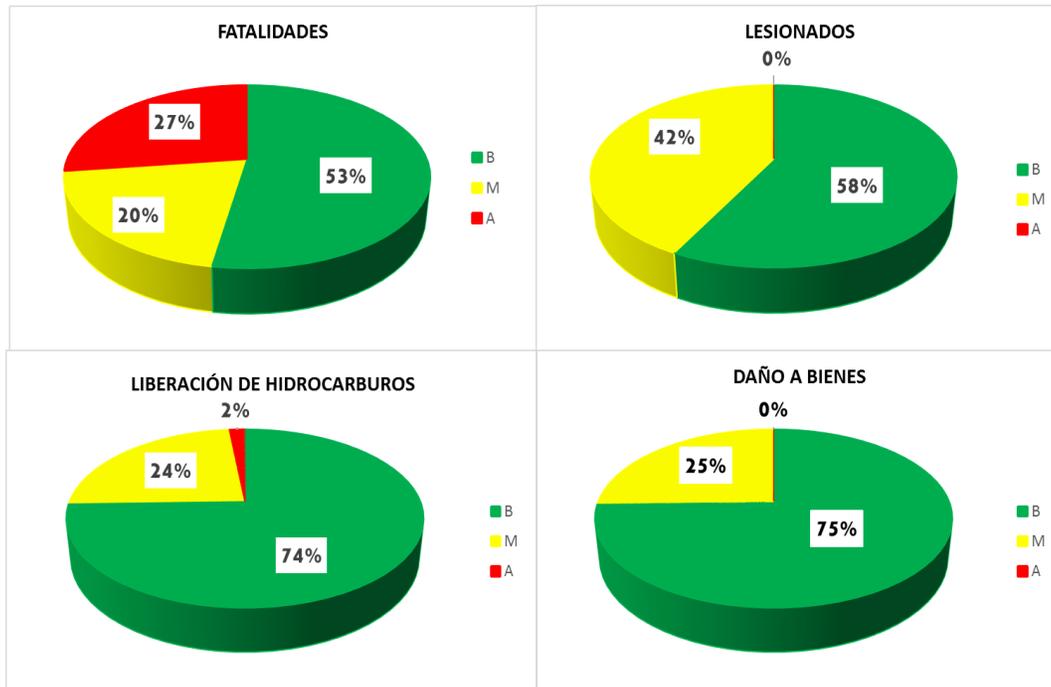
Liberación de hidrocarburos						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M 1.1.4, 1.1.5a,	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.5b, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.12, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.3b, 1.3.5a, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 1.1.2, 1.2.1, 1.3.2, 1.4.1	M 1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6, 1.3.9, 3.3.2,	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 3.1.1, 3.1.3, 3.2.1, 3.2.2 3.4.1, 4.3.1	B 1.2.1, 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1,	M 3.3.1,	M 1.1.3	A 1.2.4,
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.2, 4.1.3, 5.2.1,	B 4.2.2	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B
Clasificación						
<p>B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua.</p> <p>M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias</p> <p>A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable</p>						

Tabla I.32. Matriz de riesgo de daño a bienes

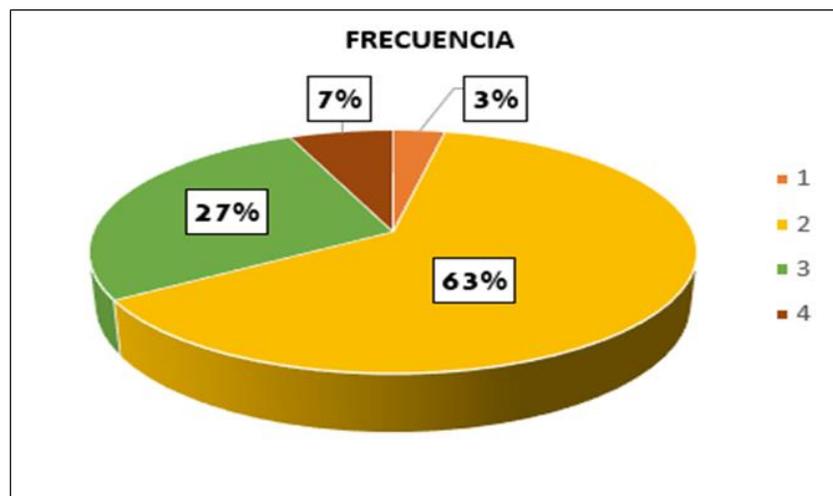
Daño a bienes						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M 1.1.4, 1.1.5a,	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.5b, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.12, 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.3b, 1.3.5a, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 1.1.2, 1.3.2, 1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6, 1.3.9, 1.5.1, 3.4.2,	M 3.3.2,	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 4.3.1,	B 1.2.1, 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 3.4.1, 3.5.1, 3.5.2, 4.2.1, 5.3.1,	M 1.1.3, 3.1.3, 3.3.1	M 1.2.4,	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.2, 4.1.3, 4.2.2, 5.2.1	B	B	M	M
5	10^{-4} a 10^{-5}	B	B	B	B	M
6	10^{-5} a 10^{-6}	B	B	B	B	B
7	$< 10^{-6}$	B	B	B	B	B
Clasificación						
<p>B: Bajo-Gestión mediante la mejora continua.</p> <p>M: Medio-Incorporar salvaguardas y medidas de reducción del riesgo y mitigación de consecuencias</p> <p>A: Alto-Intolerable, riesgo no aceptable</p>						

De acuerdo con los resultados, el porcentaje de casos que se encuentran en el nivel de riesgo no tolerable no rebasa el 20%, siendo este el valor más alto para fatalidades, es decir, el 20% de los casos presentarían fatalidades siendo que el porcentaje de riesgo medio para liberación de hidrocarburo se encuentra por el 24%, siendo esta la causa más común para generar un accidente.

Para el porcentaje de riesgo medio, el número de casos que recaen en esta zona no rebasa el 42% de los casos donde se presentan lesiones, es decir, que mientras no se apliquen medidas de reducción de las causas de accidentes y medidas de mitigación de consecuencias el 42% de los casos presentarían lesionados.



Además, es importante señalar que la mayoría de los casos encontrados mediante la metodología What If?, tienen una frecuencia 2 la cual indica que la ocurrencia de los casos aparece de una vez en 10 años a una vez en 100 años.



Los casos que se encuentran en dicha frecuencia son los siguientes:

Tabla I.33. Eventos con frecuencia 2

Frecuencia 2	
Casos	Riesgo
1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.7, 1.3.8, 1.3.10, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1.	B
1.1.5b, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.11, 1.2.1, 1.3.3b, 1.3.5a, 3.4.2	M B
1.1.1, 1.3.1, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	A M B
1.1.2, 1.3.2, 1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6, 1.3.9	M A
3.3.2	M

Tabla I.34. Clasificación de los casos conforme a la causa.

Casos	Causa
1.1.1	Error humano durante trasiego
1.1.5	
1.1.7	
1.1.8	
1.1.9	
1.1.10	
1.1.11	
1.1.12	
1.3.1	
1.3.2	
1.3.3	
1.3.4	
1.3.5a	
1.3.5b	
1.4.1	
1.4.3	
3.4.2	
1.1.6	Falta de mantenimiento o error humano
1.2.1a	
1.2.2	
1.2.3	
1.3.6	
1.3.7	
1.3.8	
1.4.2	
4.1.1	
4.1.2	
1.1.2	Falta de mantenimiento o fuera de especificación
1.2.3	
1.3.9	
1.3.10	
1.4.4	
3.3.2	
5.1.1	
5.1.2	
5.4.1	

Como se puede observar, aunque la mayoría de los casos que presentan frecuencia 2 obtuvieron un nivel de riesgo B éstos tienen como causa principal errores humanos durante el trasiego, actividades que por la diversidad de variables implicadas podrían sin el mantenimiento de las medidas proyectadas podrían implicar el aumento de la frecuencia y con esto, el riesgo.

Para los casos 1.1.2, 1.3.2, 1.3.3a, 1.3.4, 1.3.5b, 1.3.6 y 1.3.9 que presentan un nivel de riesgo medio a intolerable deben de implementarse medidas lo más pronto posible con la intención de reducción de la frecuencia y por ende del riesgo.

1.4.4 DETERMINACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

Tabla I.35. Identificación de los escenarios de riesgo

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS			
1.1.1	001	2 x 2 = A	Descarga de semirremolques	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 0 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <10 000 dólares			
		2 x 4 = M						
		2 x 5 = B						
		2 x 5 = B						
1.1.2		2 x 2 = A	Descarga de semirremolques	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)		Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 4 <0.1 toneladas Daño a bienes - 4 <10 000 dólares		
							2 x 4 = M	
							2 x 4 = M	
							2 x 4 = M	
1.1.3		003	3 x 1 = A	Descarga de semirremolques			3 (De una vez en 100 años a una vez en 1000 años)	Fatalidades - 1 >10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 2 10 100 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 2 10 a 100 toneladas Daño a bienes - 3 100 000 a 1 000 000 dólares
			3 x 2 = M					
			3 x 2 = M					
			3 x 3 = M					
1.1.4	1 x 3 = A		Descarga de semirremolques	1 (Más de una vez en 10 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <100 000 dólares			
							1 x 4 = M	
							1 x 5 = M	
							1 X 5 = M	

Tabla I.35. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.1.5 a	004	1 x 3 = A	Descarga de semirremolques	1 (Más de una vez en 10 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <100 000 dólares
		1 x 4 = M			
		1 x 5 = M			
		1 X 5 = M			
1.1.5 b		2 x 5 = B	Descarga de semirremolques	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 5 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.1.8		2 x 3 = M	Descarga de semirremolques	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.1.9		2 x 3 = M	Descarga de semirremolques	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			

Tabla I.35. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.1.11	004	2 x 3 = M	Descarga de semirremolques	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.2.1 a)	005	2 x 5 = B	Almacenamiento	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 5 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 5 0 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 4 0.1 a 1 toneladas Daño a bienes - 5 <100 000 dólares
		2 x 5 = B			
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
1.2.4	005	3 x 1 = A	Almacenamiento	3 (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	Fatalidades - 1 >10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 2 10 -100 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 1 >100 a 1 toneladas Daño a bienes - 2 1 000 000 a 10 000 000 dólares
		3 x 2 = M			
		3 x 1 = A			
		3 x 2 = M			
1.3.1	006	2 x 2 = A	Suministro a auto-tanques.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones -4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <10 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			

Tabla I.35. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.3.2	006	2 x 2 = A	Suministro a auto-tanques.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 3 1 a 10 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 4 0.1 a 1 tonelada Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
		2 x 4 = M			
1.3.3 a)	007	2 x 2 = A	Suministro a auto-tanques.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionadas Liberación de hidrocarburos - 3 1 a 10 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
1.3.3 b)	007	2 x 3 = M	Suministro a auto-tanques	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 3 1 a 10 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <100 000 dólares
		2 x 3 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.3.4	007	2 x 2 = A	Suministro a autotanques	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionadas Liberación de hidrocarburos - 3 1 a 10 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			

Tabla I.35. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.3.5 a)	007	2 x a = M	Suministro a auto-tanques.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 3 1 a 10 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 5 <10 000 dólares
		2 x 3 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.3.5 b)		2 x 2 = A	Suministro a auto-tanques.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionadas Liberación de hidrocarburos - 3 1 a 10 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
1.3.6		2 x 2 = A	Suministro a auto-tanques.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionadas Liberación de hidrocarburos - 3 1 a 10 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
1.3.9		2 x 2 = A	Suministro de auto-tanques	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionadas Liberación de hidrocarburos - 3 1 a 10 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 Xx4 = M			

Tabla I.35. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
1.4.1	008	2 x 2 = A	Llenado de recipientes transportables	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades – 2 1 a 10 personas fallecidas No. accidentes con lesiones – 3 1 a 10 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos – 4 0.1 a 1 toneladas Daño a bienes – 5 <10 000 dólares
		2 x 3 = M			
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
1.4.3	009	2 x 2 = A	Llenado de recipientes transportables	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades – 2 1 a 10 personas fallecidas No. accidentes con lesiones – 3 1 a 10 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos – 5 <0.1 toneladas Daño a bienes – 5 <10 000 dólares
		2 x 3 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
1.4.4	010	2 x 2 = A	Llenado de recipientes transportables	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades – 2 1 a 10 personas fallecidas No. accidentes con lesiones – 3 1 a 10 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos – 5 <0.1 toneladas Daño a bienes – 5 <10 000 dólares
		2 x 3 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 5 = B			
3.1.3	005	3 x 2 = M	Bomba eléctrica y de combustión interna	3 (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	Fatalidades - 2 1 a 10 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 3 1 a 10 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 3 100 000 a 1 000 000 dólares
		3 x 3 = M			
		3 x 5 = B			
		3 x 3 = M			

Tabla I.35. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
3.3.1	005	3 x 4 = B	Sistema de aspersión	3 (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	Fatalidades - 4 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 5 0 personas lesionadas Liberación de hidrocarburos - 3 1 a10 toneladas Daño a bienes - 3 100 000 a 1 000 000 dólares
		3 x 5 = B			
		3 x 3 = M			
		3 x 3 = M			
3.3.2		2 x 4 = M	Sistema de aspersión	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	
		2 x 4 = M			
		2 x 3 = M			
		2 x 3 = M			
3.4.1	001 002 003 004 006 007 009 010	3 x 3 = M	Hidrantes	3 (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	
		3 x 4 = B			
		3 x 5 = B			
		3 x 4 = B			
3.4.2		2 x 3 = M	Hidrantes	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	
		2 x 4 = M			
		2 x 5 = B			
		2 x 4 = M			

Tabla I.35. Identificación de los escenarios de riesgo (Continuación)

NÚMERO DE CASO PROPUESTO POR LA METODOLOGÍA WHAT IF	NÚMERO DE ESCENARIO A EVALUAR	FACTOR ANÁLISIS DE RIESGO (Frecuencia x Consecuencia)	ETAPA DE OPERACIÓN	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS
3.5.1	001 002 003 004 005	3 x 3 = M	Extintores	3 (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 4 0.1 a 1 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		3 x 4 = M			
		3 x 4 = B			
		3 x 4 = B			
		3 x 4 = B			
3.5.2	006 007 008 009 010	3 x 3 = M	Extintores	3 (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 4 0.1 a 1 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		3 x 4 = B			
		3 x 4 = B			
		3 x 4 = B			
		3 x 4 = B			
4.2.1		3 x 3 = M	Actuador neumático de válvulas internas y de cierre de emergencia.	3 (De una vez en 100 años a una vez en 1 000 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 4 0.1 a 1 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares
		3 x 4 = B			
		3 x 4 = B			
		3 x 4 = B			

1.4.5 EVENTOS QUE PUDIERAN SUSCITARSE.

SUBSISTEMA 1.1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

ESCENARIO 001: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA ANTE UN MOVIMIENTO INESPERADO DEL SEMIRREMOLQUE.

Considerando que existiera una sobretensión en la manguera que va de la descarga del semirremolque – a través de la válvula de cierre rápido al acoplador de llenado para gas líquido – hacia la toma de recepción de la instalación.

Cabe mencionar que la válvula de cierre de emergencia proporciona un cierre rápido de flujo de vapores o de líquido en caso de separación accidental o de una ruptura en la manguera.

Lo anterior podría ser provocado por un error humano como podría ser: Una mala conexión de la manguera, o errores humanos (desapego de los procedimientos operativos), o bien, no colocar las calzas a los semirremolques al momento de la descarga, lo que ocasionaría el movimiento del mismo, pudiéndose zafar la manguera.

Ante esta situación se considera que:

- La válvula de exceso de flujo del semirremolque durante la descarga es activada automáticamente, es decir, que el flujo alcanza el valor de cierre.
- Simultáneamente se activa el paro de emergencia del compresor, dejando de inyectar vapor hacia el semirremolque.
- Cierre automático de la fuga por medio del indicador de flujo tipo mirilla con función de no retroceso, ubicado en la tubería que dirige gas hacia el almacenamiento.

Por lo que la masa fugada será la equivalente a la contenida en la manguera y en el tramo de tubería de 51 mm de diámetro y que va hasta el indicador de flujo de gas con un no retroceso incorporado. Se considera que la manguera tiene un diámetro de 51 mm y una longitud de 7.0 metros.

La masa fugada de GLP en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual, dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, tendría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

ESCENARIO 002: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO A QUE LA VÁLVULA DE EXCESO DE FLUJO DEL SEMIRREMOLQUE NO ALCANZA INMEDIATAMENTE EL VALOR DE CIERRE ANTE LA SÚBITA RUPTURA DE MANGUERA.

Suponiendo que ocurriera el evento anterior (desprendimiento de la manguera de gas líquido durante la descarga de un semirremolque), no obstante, en este caso se tienen las siguientes consideraciones:

- La manguera de vapor se mantiene en su posición y el compresor sigue funcionando inyectando vapor al semirremolque.

- El flujo de descarga no alcanza inmediatamente el valor de cierre de la válvula de exceso de flujo del semirremolque.
- Debido a la continuidad en el funcionamiento del compresor, la fase vapor es desplazada desde el tanque de almacenamiento al semirremolque, propiciando el desplazamiento de la fase líquida del semirremolque fugándose a través de la válvula de descarga del semirremolque en tanto no se active la válvula de exceso de flujo.
- Tiempo estimado de respuesta 30 seg.
- El tipo de liberación a través de la válvula de descarga del semirremolque es continua, formando una pluma que alcanzará su máxima extensión y se mantendrá durante todo el tiempo que dure la descarga.
- Cierre automático de la fuga por medio de la válvula de control remoto tipo con actuador tipo neumático, ubicado en la tubería que dirige gas hacia el almacenamiento.

El compresor utilizado para el trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento tiene una capacidad nominal de líquido de 473 LPM con desplazamiento de vapor de 39.10 m³/hr.

La masa fugada de GLP en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual, dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, tendría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas. Por su parte la emisión de GLP a través de la válvula de descarga del semirremolque se da mediante un chorro presurizado que se desplaza horizontalmente conforme a la capacidad del compresor, la cual ante la presencia de una fuente de ignición formaría un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio.

ESCENARIO 003: BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE DEBIDO A QUE LA SOBREPRESIÓN EN EL RECIPIENTE SUPERA EL LÍMITE A CAUSA DE LA ACCIÓN CONTINUA DEL FUEGO.

BLEVE del semirremolque a causa de la radiación térmica derivada del dardo de fuego originado por la ignición de la emisión de GLP a través de la válvula de descarga del semirremolque (evento 002), la cual incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el funcionamiento de esta el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del tanque sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica.

Consideraciones:

- Debido a la posición de la válvula en el semirremolque (debajo de este), el dardo de fuego se desplazará horizontalmente, no obstante, el calor generado e irradiado desde el dardo se esparciría de forma radial en el entorno, lo que impediría llegar hasta la válvula y retardar el tiempo de respuesta.
- La intensidad de radiación crítica para el acero (material del que está hecho el tanque del semirremolque) es de 100 kW/m² para un tiempo de exposición mayor a 30 minutos, según lo referenciado en *Methods for the determination of possible damage* CPR 16E A.J. Roos

- Debido a la cercanía de la fuente del dardo de fuego el flujo calorífico rebasa el orden de los 100 kW/m² (intensidad de radiación crítica para el acero), por lo que bajo estas condiciones la radiación térmica generada por el dardo sería suficiente para reducir la resistencia mecánica del recipiente.
- Si bien es cierto que los efectos sobre los elementos próximos causados por la incidencia directa de la llama (dardo de fuego) son superiores a los debidos a la radiación térmica, no necesariamente para que se produzca la BLEVE del recipiente la llama tendría que partir de una fuente que incidiera directamente sobre la pared del semirremolque en la zona de líquido, ya que en el caso propuesto el mecanismo de transferencia de calor será por radiación térmica, la cual por una parte aumentará la presión interna dentro del recipiente y por otra disminuirá su resistencia mecánica.

Se considera que al producirse la BLEVE se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en 80% de su capacidad aproximadamente, esto es, contiene 38,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 47,500 litros.

- a) Cálculo de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del semirremolque debida a la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.
- b) Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE.

ESCENARIO 004: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE VÁLVULAS O ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO DEBIDO A PRESURIZACIÓN DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO.

Fuga de GLP en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.

Por las características de la fuente, la masa fugada de gas l.p. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Se considera un diámetro de fuga de 0.4” equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2”), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

SUBSISTEMA 1.2: ALMACENAMIENTO DE GLP.

ESCENARIO 005: BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE.

BLEVE del recipiente de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 93,000 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la

superficie del tanque de almacenamiento, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de gas l.p. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.

Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al **80%** de su capacidad, **esto es 74,400 litros.**

- a) Cálculo de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente de almacenamiento a causa de la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.
- b) Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.

SUBSISTEMA 1.3: SUMINISTRO DE GLP A AUTOTANQUES.

ESCENARIO 006: FUGA DE GAS L.P. CAUSADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA DE LA VÁLVULA DE LLENADO DEL AUTO-TANQUE, DEBIDO A LA RAPIDEZ Y/O FALTA DE OBSERVACIÓN DEL OPERADOR, MIENTRAS LA BOMBA SIGUE FUNCIONANDO.

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y por error se arrancará, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de globo recta (cierre rápido), provocando una fuga de GLP en fase líquida, equivalente al que se encuentra atrapado en la tubería, la cual tiene una longitud de 6 m (51 mm Ø), así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando 189 LPM, a una presión de 5.0 kg/cm².

En el diseño de la planta la conexión de las mangueras que van a los vehículos de suministro, están conectadas a un punto de fractura, y estos a su vez, a una válvula de globo, previendo la posibilidad de que se arrancara y el punto de fractura de la línea se rompiera (lo cual debe suceder en estos casos), se tendría una fuga que sería la capacidad nominal de la tubería, considerando además, medio minuto debido a que, cuando se opera el punto de fractura automáticamente se para el equipo, por lo que se considera este tiempo razonable para realizar la modelación.

Por las características del incidente, la masa fugada de GLP es emitida a la atmósfera mediante dos mecanismos: emisión de chorro horizontal y emisión instantánea.

La primera de ellas se refiere a la emisión de GLP en fase líquida producto del funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto y que trabaja a razón de 189 L/min. La segunda se refiere a la emisión por la liberación de GLP en fase líquida del contenido de la manguera y de la tubería a la descarga de la bomba cuando ésta entra en paro.

Se considera que, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual, dependiendo de las condiciones ambientales, la

presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

ESCENARIO 007: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN DE LA BOMBA DE TRASIEGO.

Fuga de gas LP a través del sello mecánico de la bomba. El diámetro equivalente de fuga es de $\frac{1}{4}$ ".

- El daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco, vibración excesiva, cavitación, etc.
- Se propone un tiempo de fuga equivalente a 30 minutos
- El tipo de liberación es continua.

Por las características de la fuente, la masa fugada de GLP será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

SUBSISTEMA 1.4: LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

ESCENARIO 008: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE VÁLVULAS O ACCESORIOS A CAUSA DE LA PRESURIZACIÓN DE LAS LÍNEAS DEBIDO A QUE POR OMISIÓN DE PROCEDIMIENTOS LA VÁLVULA DE BOLA RECTA UBICADA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE SE ENCUENTRA CERRADA.

Si durante el trasiego de GLP del tanque de almacenamiento al múltiple de llenado la válvula de bola recta ubicada a la entrada del múltiple se encuentra cerrada se tendría una sobrepresión en la línea, lo que podría ocasionar fuga de GLP en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido.

Por las características de la fuente, la masa fugada de gas l.p. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Se considera un diámetro de fuga de 0.6" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (3"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

ESCENARIO 009: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA PUNTA POL DEL ACOPLADOR DE LLENADO DEL RECIPIENTE TRANSPORTABLE A CAUSA DE UN ERROR DEL OPERADOR DEBIDO A LA RAPIDEZ Y/O FALTA DE OBSERVACIÓN.

Si debido a un deficiente acoplamiento de la punta pol del acoplador de llenado del recipiente transportable este se desprendiera, se originaría una fuga de GLP en fase líquida. En estos casos, el obturado de la fuga se hace con el cierre de la válvula de globo recta, por lo tanto, la cantidad fugada es la equivalente a la atrapada en la manguera de 13 mm

ESCENARIO 010: FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESFONDE DE RECIPIENTE TRANSPORTABLE A CAUSA DE UNA FALLA EN LA SOLDADURA DEL FONDO (UNIONES) DURANTE EL LLENADO.

Si al estar llenando un *recipiente transportable* con 30 kg de capacidad, debido al desgaste del material de éste en la soldadura del fondo, además de la presión que se ejerciera en el momento del llenado, se provocaría el desprendimiento del tanque, provocando con esto una fuga instantánea del contenido total de éste (30 kg de **GLP**).

Se considera un tiempo de respuesta de un minuto, pero hay que tomar en cuenta que éste es sobrestimado, ya que, al desfondarse el recipiente transportable, el gas fugado se evapora y se dispersa instantáneamente (caso más desfavorable en el **muelle de llenado de recipientes de almacenamiento**).

La masa fugada de GLP en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual, dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

1.4.6 IDENTIFICACIÓN DEL EVENTO MÁXIMO PROBABLE Y CATASTRÓFICO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA ÁRBOL DE FALLAS.

ÁRBOL DE FALLAS. (FTA. *Fault Tree Analysis*)

El análisis detallado de frecuencias tiene como objetivo la estimación de la probabilidad o la frecuencia de las situaciones (consecuencias) no deseadas identificadas durante la evaluación cualitativa de riesgos.

El Árbol de Fallas, es una técnica deductiva que asume que un evento indeseado (evento tope y/o máximo) ha ocurrido y busca los elementos contribuyentes (eventos básicos), ya sean éstos fallas de equipo, errores humanos o eventos externos. En la aplicación de ésta técnica se construye un diagrama lógico (árbol de fallas) que utiliza símbolos de álgebra Booleana, donde las ramas del árbol de fallas representan combinaciones de eventos capaces de ocasionar un evento tope y/o máximo.

Este método de evaluación analiza diversos aspectos de riesgo y es capaz de evaluar su magnitud y su probabilidad, por lo que se considera un método de evaluación cualitativo y cuantitativo.

Como método cuantitativo el árbol de fallas nos permite evaluar la probabilidad de pérdida y compararla con la magnitud de la pérdida, acciones que por tradición se han venido haciendo intuitivamente en la industria, sin la cuantificación de las probabilidades, de tal manera que difícilmente se toma una decisión con el pleno conocimiento de falla.

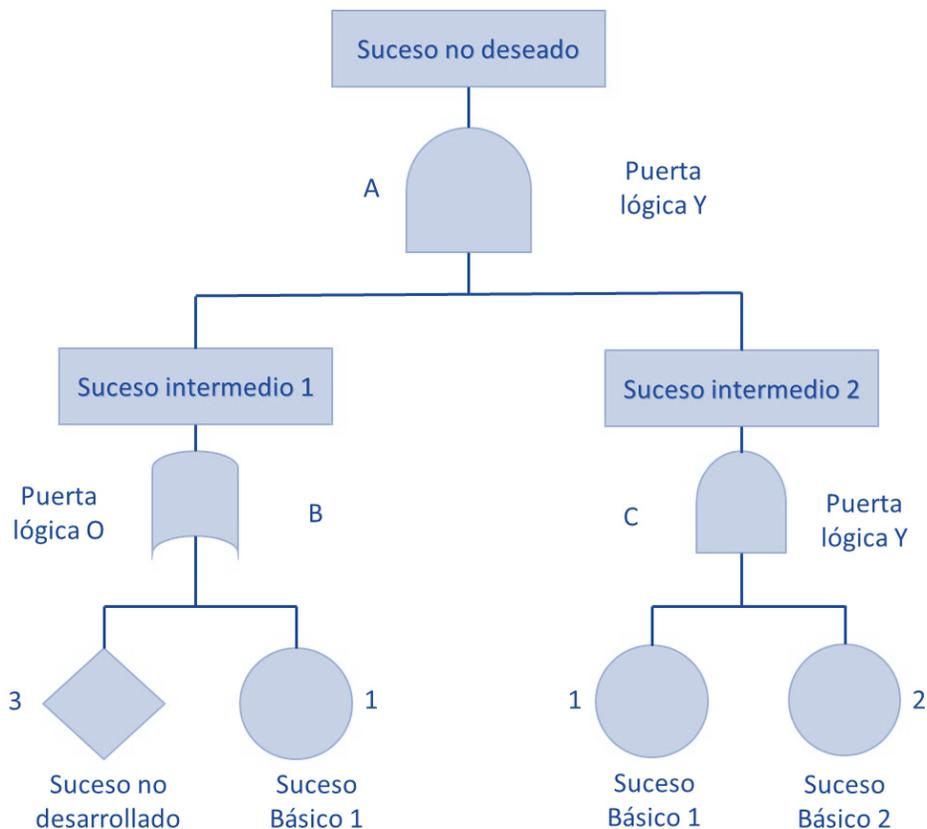


Fig. I.21. Representación de un árbol de fallas.

Construcción del árbol de fallas

El árbol de fallas es un diagrama lógico en el cual cada evento o condición se muestra como una consecuencia lógica de la combinación de otros eventos o condiciones.

Pueden existir tres tipos de falla las cuales son:

- Fallas primarias: Aquellas en las que el componente es incapaz de desempeñar su función de diseño y bajo condiciones normales de operación
- Fallas secundarias: Aquellas causadas por fuerzas o efectos ajenos al sistema
- Fallas de mando: Aquellas que ocurren cuando el componente falla por condiciones de proceso excesivas

Para obtener un árbol de fallas adecuado es necesario contar con un diagrama de flujo que muestre todos los equipos involucrados, líneas de flujo, conexiones de arranque y auxiliares, elementos primarios de instrumentación, etc.

Para elaborar un árbol de fallas se sigue un procedimiento inductivo: desde los sucesos capitales (SC) hasta los sucesos básicos, iniciadores o causales (SB).

Algunos de los símbolos usados en el desarrollo del árbol de fallas se muestran a continuación:

- **Evento Tope.** El símbolo usado para indicar eventos indeseados es un rectángulo.
- **Compuerta “O” y Compuerta “Y”.** Un símbolo para una compuerta “O” es usado para indicar que cualquiera de los subeventos que sucedan, ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra. Un símbolo para una compuerta “Y” es usado para indicar que cuando todos los sub eventos ocurren simultáneamente, estos ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra.
- **Evento no desarrollado.** Las causas secundarias son puntos de paro escogidos porque no hay necesidad de información adicional y su símbolo es un diamante.
- **Evento externo.** El símbolo usado para indicar algo que “siempre” está ocurriendo o que “nunca ocurre” es una casa.
- **Evento condicionante.** Un ovalo es utilizado para indicar condiciones adicionales o situaciones que deben estar presentes en las compuertas a las cuales esta adherido, para permitir que el evento arriba de la compuerta ocurra.
- **Evento básico.** El símbolo usado para indicar una causa primaria o fundamental de un evento indeseado es un círculo.

La secuencia para la construcción del árbol de fallas es:

- Definir el evento máximo (falla del sistema de interés)
- Definir los límites y condiciones iniciales
- Definir la estructura del árbol
- Seguir el flujo de las fallas
- Hacer el árbol de fallas adecuado al propósito del estudio

Los pasos que anteceden al análisis cuantitativo en la aplicación de los árboles de falla son:

- Definir el sistema a ser analizado
- Construir el modelo lógico (árbol de fallas)
- Análisis cualitativo

Simbología de los Eventos Usados en la Construcción de Árboles de Fallas

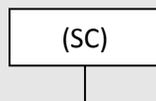
Se emplean símbolos lógicos para expresar relaciones e interacciones. A continuación, se definen las más usuales:

Relación causa- efecto: líneas _____

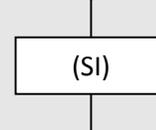
Sucesos:

- SC:** Suceso capital, de cabecera o complejo.
- SI:** Suceso intermedio.
- SB:** Suceso básico iniciador, causal o sencillo.
- SND:** Suceso no desarrollado porque no hay información o porque no se considera necesario. Se procesa como un SB.
- SN:** Suceso normal (condiciones operativas normales de diseño) o externo. Se procesa como un SB.

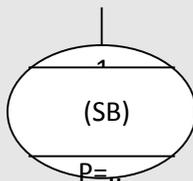
Suceso capital:



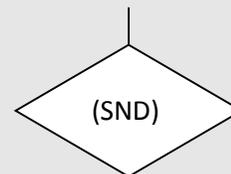
Suceso intermedio:



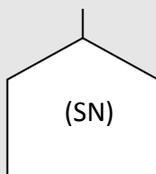
Suceso básico iniciador o causal:



Suceso no desarrollado:



Suceso normal o externo:

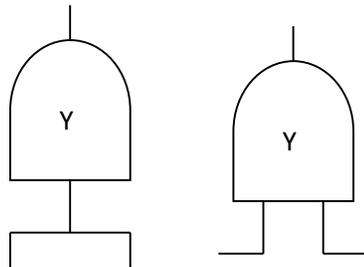


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

La puerta "Y":

Para que ocurra el suceso inmediatamente superior deben ocurrir **todos** los sucesos conectados por la parte inferior del símbolo.

La probabilidad compuesta transmitida por la salida superior del símbolo es igual al *producto* de las probabilidades individuales que acceden o conectan por la parte inferior del mismo. La probabilidad se parte a través de una puerta “y”: el producto de dos factores menores que 1 es aún menor.

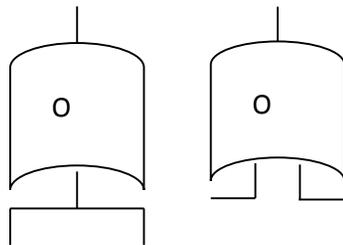


PUERTAS “Y”

La puerta “O”:

Para que ocurra el suceso inmediatamente superior basta que ocurra cualquiera de los sucesos conectados por la parte inferior del símbolo.

La probabilidad compuesta transmitida por la salida superior del símbolo es igual a la *suma* de las probabilidades individuales que acceden o conectan por la parte inferior del mismo. La probabilidad se transmite entera a través de una puerta “o”.



PUERTAS “O”

Símbolos de transferencia:

Se utilizan para enviar, de unas hojas a otras, partes de los árboles de fallas. Suelen añadirse a un suceso intermedio.

Principal (remite a:)



Con base en las memorias técnicas descriptivas del proyecto de la planta de Distribución de Gas L.P. y los planos de la ingeniería de detalle, se identificaron las siguientes áreas de riesgo:

- Toma de recepción de semirremolques.
- Almacenamiento de Gas L.P.
- Toma de suministro de Gas L.P. para llenado de auto-tanques.
- Muelle de llenado.

De manera general se puede definir que los “*eventos tope*” que pudieran suceder durante la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. son:

- ⇒ Evento 001 y 002: Explosión en la descarga de gas l.p. de los semirremolques.
- ⇒ Evento 003: BLEVE del semirremolque.
- ⇒ Evento 004 y 008: Explosión a través de válvulas o instrumentos.
- ⇒ Evento 005: BLEVE del tanque de almacenamiento.
- ⇒ Evento 006: Explosión en el suministro de auto-tanques
- ⇒ Evento 007: Explosión en la bomba de suministro
- ⇒ Evento 009: Explosión en las llenaderas de los recipientes transportables
- ⇒ Evento 010: Explosión de un recipiente transportable

La asignación de probabilidades se realizó con base en la siguiente tabla de valores:

Tabla I.36. Frecuencia de fallo

Orden de magnitud	Calificación	Frecuencia probable
10 ⁻¹	Muy probable	Puede ocurrir en cualquier momento.
10 ⁻²	Probable	Ha ocurrido o puede ocurrir varias veces al año
10 ⁻³	Medianamente probable	Ha ocurrido en un año
10 ⁻⁴	Improbable	No se ha presentado en 5 años
10 ⁻⁵	Remotamente probable	No se ha presentado en 10 años
10 ⁻⁶	Muy improbable	No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo.

FUENTE: MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS, J.M STORCH DE GACIA, PÁG 322.

NOTA₁: Los datos de fiabilidad para asignar la probabilidad de ocurrencia y las que se manejan en el árbol de fallas fueron obtenidos de diferente bibliografía, al final del estudio se presenta la bibliografía correspondiente.

Se anexa a continuación su aplicación.

Con base en la **identificación y evaluación** de los posibles riesgos (latentes y/o potenciales) en lo que serán las *instalaciones* propiedad de **GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V.**, a través del “método generalizado” del tipo semi – cuantitativo **What If...?** y de su posterior **jerarquización** con el **Árbol de Fallas** se obtienen los eventos máximos identificados:

Tabla I.37. Frecuencias de ocurrencia de los eventos de riesgo evaluados

Evento No.	Escenario	Probabilidad de ocurrencia
001 002	Explosión en la descarga de gas l.p. de los semirremolques.	2.14×10^{-4}
003	BLEVE del semirremolque	1.04×10^{-08}
004 008	Explosión a través de válvulas o instrumentos	3.52×10^{-2}
005	BLEVE del tanque de almacenamiento (capacidad de 89,000 litros al 100% agua)	2.30×10^{-08}
006	Explosión en el suministro de gas l.p. a auto-tanques	2.14×10^{-4}
007	Explosión en la bomba de suministro	5.65×10^{-4}
009	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de llenaderas de los recipientes transportables	1.89×10^{-4}
010	Explosión de una nube de vapor no confinada en el muelle de llenado , por la fuga de la masa contenida en un recipiente transportable de 30 kg de capacidad	6.32×10^{-4}

NOTA: La frecuencia de ocurrencia de los eventos **003** y **005** se consideró como **Muy Improbable (No se ve posibilidad que ocurra el riesgo)**, ya que el orden de magnitud rebasa los valores establecidos en la tabla de “Probabilidades de Fallo”.

Eventos más probables:

De acuerdo a las **frecuencias de ocurrencia** que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que contará la Planta de Distribución de Gas L.P. es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan **mayor frecuencia de ocurrencia (respecto a los demás)**, como son los eventos **001, 004, 006 007 009 y 010**. Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Evento alterno

De acuerdo al desarrollo del evento **002** (caso alterno), bajo las suposiciones planteadas, conllevaría al desarrollo del escenario 3.

Evento catastrófico:

Si bien, la probabilidad el evento **003** es prácticamente improbable, este puede desencadenar el evento **005** (BLEVE de tanque de almacenamiento), el cual es considerado el evento catastrófico por ser éste el evento que tiene en consideración la capacidad máxima de almacenamiento.

Es importante mencionar que la instalación de la Planta contará con todas las medidas de seguridad para evitar que ocurran dichos eventos, por lo que se presentan como eventos sobrestimados, para poder predecir los posibles daños críticos.

Además, es necesario aclarar que, aunque se realizan los cálculos del evento catastrófico, estos resultan ser sobrestimados, ya que como se mencionó anteriormente su probabilidad es muy baja, y si consideramos que:

$$RIESGO = PROBABILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO$$

Aunque el daño puede resultar un tanto significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo. Si evaluáramos estrictamente el riesgo de manera matemática, referente al evento catastrófico, tenemos:

$$Probabilidad = \frac{CERO - BLEVE - en - empresas - privadas}{En - 100 - años}$$

$$Daño = \frac{CERO - Victimas}{Por - BLEVE - en - empresas - privadas}$$

NOTA: Registro observado de un “Análisis Histórico de Incidentes BLEVE” reportado en el “Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras; Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño, Vol. I, pág. 348 Ed. Mc Graw Hill”

Matemáticamente el valor del RIESGO es “**CERO víctimas al año debido a BLEVE en empresas privadas**”, sin embargo, sabemos que el riesgo siempre existe, además hallar un valor de riesgo siempre es una PREDICCIÓN, por lo que es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación.

1.4.7 DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS DE EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS.

La combustión es la rápida oxidación exotérmica de un combustible que está en contacto con una fuente de ignición. La reacción que tiene lugar durante la combustión de hidrocarburos es:



Los modelos de fuego son correlaciones empíricas que nos permiten estimar los niveles de radiación térmica para una distancia dada y determinar zonas de afectación.

Se tienen diferentes modelos de fuego:

- Alberca de fuego (Pool Fire).
- Chorro de fuego (Jet Fire).
- Llamarada (Flashfire).
- Bola de fuego (FireBall).
- BLEVE.

Las explosiones de gas son caracterizadas por rápida combustión, en la cual la alta temperatura de los productos de combustión se expande y afectan a sus alrededores. De este modo el calor de combustión de una mezcla aire-combustible (energía química) es parcialmente convertido en una expansión (energía mecánica). La energía mecánica es transferida a los alrededores en la forma de una onda de choque. En la atmósfera, una onda de choque es experimentada como un cambio transigente de los parámetros de presión, densidad y velocidad de las partículas de un gas. Generalmente estos parámetros se incrementan y disminuyen rápidamente.

Los modelos de explosión se usan para determinar radios y/o zonas de afectación para ciertos niveles de sobrepresión.

Se tienen diferentes Modelos de explosión:

- Modelo TNT.
- Modelo TNO.
- Explosión física.
- BLEVE.
- Explosión confinada.
- Explosión UVCE

Las características fisicoquímicas, la cantidad almacenada y las condiciones de operación a las que se tiene el GLP aunado a condiciones o actos inseguros en su manejo son factores fundamentales que pueden constituir el riesgo de un siniestro.

Las características químicas de explosividad e inflamabilidad (L.I.I es de 1.8% y el L.S.I. es de 9.3%) serán los indicadores de las posibles afectaciones a las instalaciones, personas y medio ambiente. Por lo que para la estimación de consecuencias a realizar se consideran los modelos de fuego: BLEVE y Bola de Fuego y los modelos de explosión: Modelo TNT, BLEVE, Explosión NVNC.

BLEVE

Una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición".

La BLEVE es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados.

Para que se produzca una explosión BLEVE no es necesaria la existencia de reacciones químicas ni fenómenos de combustión. Podría producirse incluso en calentadores de agua y calderas de vapor. En principio podría originarse en cualquier líquido almacenado en un recipiente hermético, aunque hay explosiones que pueden confundirse con una BLEVE sin serlo. Las BLEVES son exclusivas de los líquidos o gases licuados en determinadas condiciones.

Normalmente las BLEVE se originan por un incendio externo que incide sobre la superficie de un recipiente a presión, especialmente por encima del nivel líquido, debilitando su resistencia y acabando en una rotura repentina del mismo, dando lugar a un escape súbito del contenido, que cambia masivamente al estado de vapor, el cual si es inflamable da lugar a la conocida bola de fuego (fireball). Esta última se forma por deflagración (combustión rápida) de la masa de vapor liberada. Debido a que esta circunstancia es el escenario normal, al hablar de explosiones BLEVE's y sus consecuencias, se incluye en sentido amplio a la bola de fuego, aunque debe quedar claro que ésta última sólo ocurre cuando el producto es inflamable.

La característica fundamental de una BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen más de 200 veces. La gran energía desarrollada en esa explosión repentina proyecta fragmentos rotos de distintos tamaños del recipiente a considerables distancias. Precisamente ésta es una prueba de confirmación de una BLEVE. Los fragmentos proyectados pueden arrastrar tras de sí a cierta masa de líquido en forma de partículas de finísima lluvia, con posibilidad de inflamación a considerables distancias.

Tras producirse el estallido del recipiente, la gran masa evaporada asciende en el exterior, arrastrando finísimas partículas de líquido y entrando en combustión -en caso de incendio- en forma de hongo, con la gran bola de fuego superior tras un instante y al haberse producido la difusión en el aire por debajo del límite superior de inflamabilidad. Dicha bola de fuego se irá expandiendo a medida que va ardiendo la totalidad de masa de vapor liberada.

Condiciones para que se produzca una explosión BLEVE

Para que se origine una explosión BLEVE tienen que concurrir las condiciones siguientes que son interdependientes entre sí:

- Producto en estado líquido sobrecalentado
- Baja súbita de la presión (isoentrópica) en el interior del recipiente.

Termodinámica de la BLEVE

Cualquier líquido o gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio, según la curva de saturación presión - temperatura de la Fig. I.14, o sea que a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor.

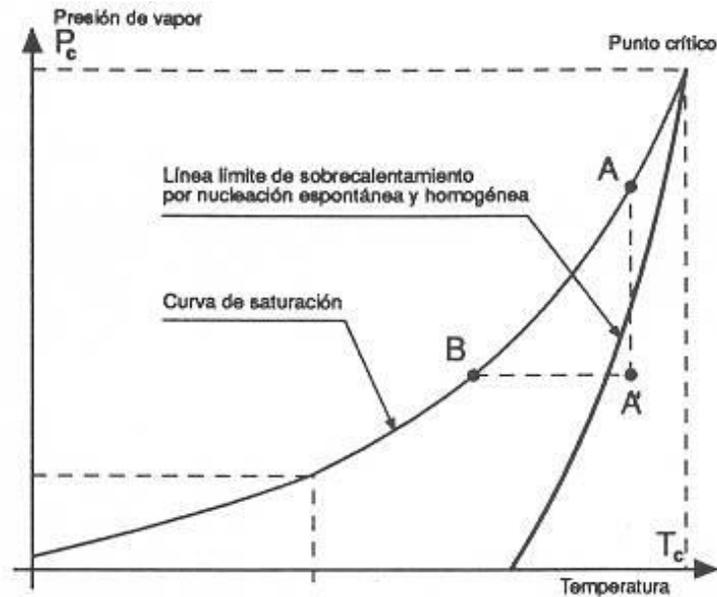


Figura. I.22. Curva de saturación presión-temperatura

A medida que aumenta la temperatura, aumenta obviamente la presión de equilibrio, hasta alcanzarse el punto crítico, a partir del cual solo es posible la existencia de la fase gaseosa. Por ello se define la temperatura crítica como aquella temperatura máxima a la que se puede licuar un gas. Y la correspondiente presión crítica es la presión de vapor máxima que puede tener un líquido.

El sobrecalentamiento de una sustancia puede lograrse mediante calentamiento, superando su punto de ebullición sin que llegue a transformarse en vapor, o bien disminuyendo la presión, permaneciendo la temperatura constante.

Así, por ejemplo, en la Fig. I.14 podemos observar que el punto A' de sobrecalentamiento se puede alcanzar por un aumento de temperatura a presión constante desde el punto B o una disminución brusca de presión (por expansión isoentrópica) desde el punto A.

Evidentemente la posición A' es una situación inestable que tenderá a buscar su posición natural de equilibrio sobre la curva de saturación.

En esta zona de inestabilidad definida en los márgenes que a continuación se expondrán, se favorece la nucleación espontánea como paso previo de la vaporización masiva y por tanto de la BLEVE.

Precisamente, y tal como hemos dicho, la BLEVE es provocada originariamente por un descenso brusco de la presión a temperatura constante por las causas ya expuestas.

Consecuencias de la BLEVE

Los peligros inmediatos de una BLEVE son la onda de sobrepresión y la proyección balística de fragmentos pertenecientes al mismo recipiente. Si el material contenido en el recipiente es inflamable se producirá una bola de fuego.

Para el caso del GLP los efectos serán tanto mecánicos como térmicos. En orden decreciente de importancia por daño a las personas esta:

- 1. Radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)**
- 2. Fragmentos producidos por la falla del tanque (efecto puntual y direccional)**
- 3. Onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque (efecto radial)**

Para efectos de la evaluación del presente estudio, se consideran los daños causados por Radiación Térmica producida por la bola de fuego y la Onda de Sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en el tanque.

Consecuencias de una BLEVE

Aunque en sentido estricto la BLEVE es la explosión mecánica del recipiente, dado que normalmente va asociada originariamente a incendios sobre recipientes que contienen gases o líquidos almacenados a una presión superior al ambiente, nos limitaremos en este último apartado a los tres tipos de consecuencias que suceden en el caso particular del almacenamiento del GLP:

- Radiación térmica.
- Sobrepresiones por la onda expansiva.
- Proyección de fragmentos metálicos.

Para la cuantificación de estos tres tipos de consecuencias se han desarrollado diferentes modelos empíricos de análisis que han recogido las experiencias de accidentes sucedidos.

Dada la diversidad de modelos matemáticos existentes, en esta Nota Técnica se recoge solamente un sistema simplificado de cálculo, validado por instituciones especializadas en este campo.

BOLA DE FUEGO (MÉTODO DE RADIACIÓN TÉRMICA)

La bola de fuego es el resultado de una liberación instantánea de un gas licuado inflamable con ignición rápida en un área abierta, tiene una forma cercana a una esfera de vapor. La concentración de combustible en su interior se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad, y la combustión se desarrolla desde su superficie hacia su centro. Los vapores en llamas de la superficie crean flotabilidad, dando altura a la esfera e incrementando su volumen con el paso del tiempo. La turbulencia aumenta haciendo que el aire ingrese al interior de la bola de fuego logrando mayor combustión de vapor. La bola de fuego se extingue dejando pequeñas agrupaciones de combustible, algunas de las cuales continuarán quemando. Este tipo de fuego es dañino a largas distancias y es fuente

de ignición del combustible que encuentren en su camino. Su impacto se caracteriza por una radiación intensa liberada en un tiempo relativamente corto.

El efecto más nocivo de una BLEVE es el derivado de la radiación térmica. La altísima radiación térmica de la bola de fuego formada, provocará la muerte de todo ser vivo que quede encerrado en la misma y la posibilidad de propagación de incendios y BLEVE's a instalaciones y recipientes próximos generando un efecto dominó. Evidentemente la gravedad de los daños a personas y bienes estará en función de la distancia a la susodicha bola de fuego.

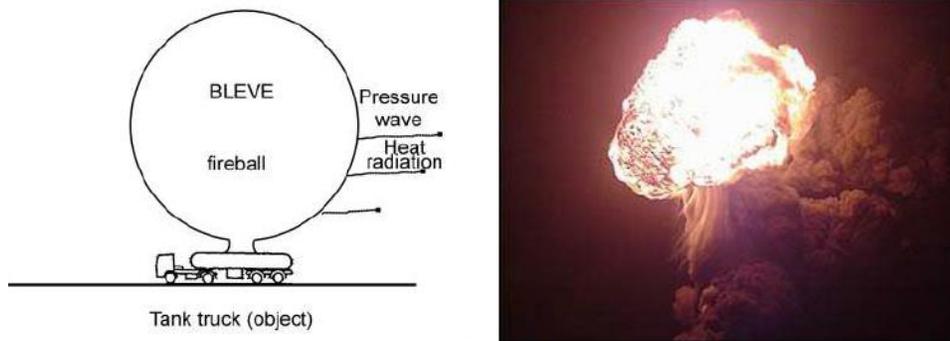


Figura. I.23.Representación de una bola de fuego (fireball).

Es preciso conocer las características sobre la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada, tales como:

- El diámetro de la bola de fuego
- La altura de dicha bola
- La duración máxima de la deflagración

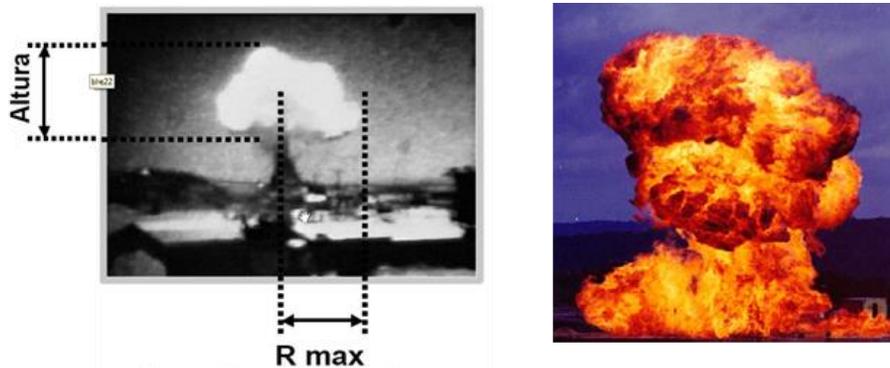


Figura. I.24.Características de la bola de fuego.

Las dimensiones de cada uno de los eventos de incendio se verán directamente relacionadas con la cantidad de material fugado y su tiempo de desarrollo.

La radiación térmica va directamente relacionada con la cantidad de calor emitida de un incendio. Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad de calor (kW/m^2), así como de la dosis recibida y el tiempo de exposición.

Según sea la profundidad de las quemaduras, estas se clasifican en quemaduras de primero, segundo y tercer grado.

La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante solo 0.4 s antes de que se sienta dolor.

En función de la radiación térmica, se establecen los siguientes niveles de daño para diferentes flujos térmicos.

Tabla I.38. Límites de intensidad de radiación térmica (Banco Mundial 1988)

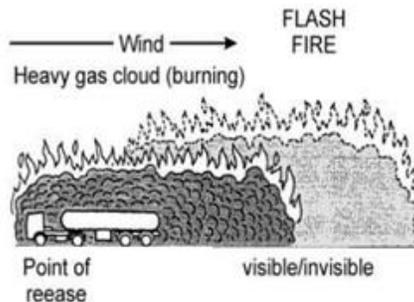
INTENSIDAD (kW/m ²)	EFFECTOS SOBRE MATERIALES	EFFECTOS SOBRE HUMANOS
37.5	Daño a equipo de proceso.	100% de letalidad en 1 minuto. 1% de letalidad en 10 segundos.
25	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con exposición prolongada.	100% de letalidad en 1 minuto. Lesiones graves en 10 segundos.
12.5	Energía mínima necesaria para incendiar y fundir tubos de plástico.	1% de letalidad en 1 minuto. Quemaduras de primer grado en 10 segundos.
4	-	No existe letalidad. Probables quemaduras de segundo grado. Dolor después de una exposición de 20 segundos.
1.6	-	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

Cabe mencionar que, para definir y justificar las zonas de seguridad por el entorno de la instalación, de acuerdo a la guía del ERA se deberá considerar para daños por Inflamabilidad (radiación Térmica): Zona de Alto Riesgo 5 kW/m² o 1500 BTU/pie²·h y para la Zona de Amortiguamiento: 1.4 kW/m² o 440 BTU/pie²·h

Su aplicación se observa en el cálculo de los eventos propuestos.

INCENDIO DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (LLAMARADAS O FLASH FIRE)

Un incendio de llamarada o “flashfire” es la combustión no explosiva de una nube de gas inflamable, que tuvo lugar debido a la fuga de un gas o por la evaporación de un líquido inflamable formando una nube inflamable que encuentra una fuente de ignición. Suele estar asociada a la dispersión de vapores a ras de suelo. Cuando estos encuentran un punto de ignición, el frente de la llama generado se propaga hasta el punto de emisión, barriendo y quemando toda la zona ocupada por los vapores en condiciones de inflamabilidad.



La ignición da lugar a un fuego que consume de forma rápida la materia inflamable de la nube.

Los efectos de este tipo de incendio son:

1. Quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas.
2. Emisión de gases de combustión.
3. Poca intensidad térmica en el exterior de su entorno.

Si bien los efectos de éste tipo de incendio son la radiación térmica y el contacto directo de la flama, la literatura disponible proporciona poca información respecto a éstos efectos debido a que el fenómeno de **la llamarada tiene una duración corta, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube. No obstante, se conoce que **las personas que permanezcan dentro del área de flama tendrán heridas fatales**.

Sin embargo, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que se forme una nube de vapor inflamable de tamaño considerable; el crecimiento y evolución de la nube aumenta la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, **una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión)**.

En el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión y **se estima mediante el modelo de dispersión SLAB (SCRI FUEGO)**.

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Los dardos de fuego resultan generalmente de la combustión de un material que está siendo emitido de una unidad de proceso presurizada. La preocupación principal, como en el caso de los fuegos en derrames son los efectos de la radiación local.

Los tanques de almacenamiento, transportes o tuberías que contienen gases bajo presión o sustancias normalmente gaseosas que se han comprimido al punto de transformarse en líquido, debido a la presión a la que la sustancia corre si alguna tubería sufriera alguna fractura, la sustancia escaparía a una alta velocidad.

La descarga o ventilación del gas a través del agujero forma un chorro de gas que es liberado a la atmósfera y se va mezclando con el aire. Si el gas es inflamable y se encuentra una fuente de ignición, puede formarse una flama de chorro de longitud considerable (pudiendo ser de cientos de metros de largo) a partir de un reducido agujero en la tubería.

El peligro de este comportamiento consiste en el riesgo de que la radiación térmica, del dardo impacte contra el exterior de un tanque cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o auto-reactivo o GLP en caso de las plantas de distribución de GLP.

Lo que pudiese ocurrir por el aumento de temperatura en el tanque de almacenamiento es que la presión del gas dentro del mismo aumente su presión, mientras va debilitando las paredes externas, si el sobrecalentamiento continuara se desembocaría un desgarre violento o explosión en un evento conocido como BLEVE, descrito previamente.

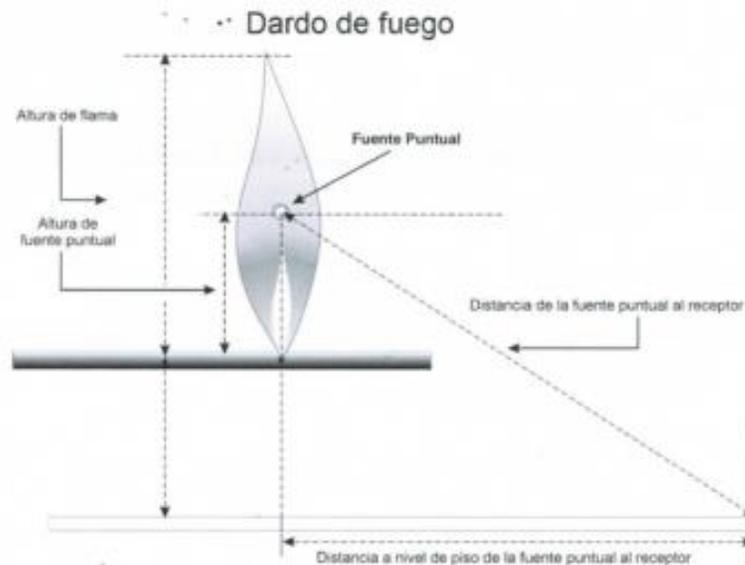


Figura. I.25. Características de un dardo de fuego (jetfire).

CHARCOS DE FUEGO (“POOL FIRE”)

Como consecuencia de un derrame, fuga o escape de líquidos inflamables, se forma un charco de líquido cuya extensión dependerá de la geometría y naturaleza del suelo.

Por evaporación se generan gases inflamables que en contacto con una fuente de calor generan incendio en la superficie del charco de producto. Al incendiarse se producen llamas cuya magnitud depende principalmente del diámetro del charco y del calor de combustión del producto. Este tipo de incendio también puede tener lugar en el interior de un tanque de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.

Para los eventos de Pool Fire, las principales medidas para el control y extinción son el confinamiento del derrame y la aplicación de espuma, ya sea con cámaras de espuma en el caso de tanques de almacenamiento, hidrantes monitores de espuma en áreas de proceso o sistemas de rociadores de espuma con inundación total para casetas de bombas de proceso.

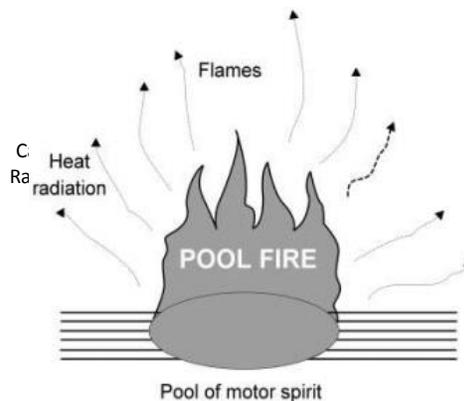


Figura. I.26. Características de un charco de fuego (pool fire) proveniente de un líquido inflamable que entra en contacto con una fuente de ignición.

Los efectos negativos de éste tipo de evento fundamentalmente son:

- ⇒ La radiación térmica generada por el incendio.
- ⇒ Los efectos de los gases tóxicos generados en la combustión.

MODELOS DE DISPERSIÓN

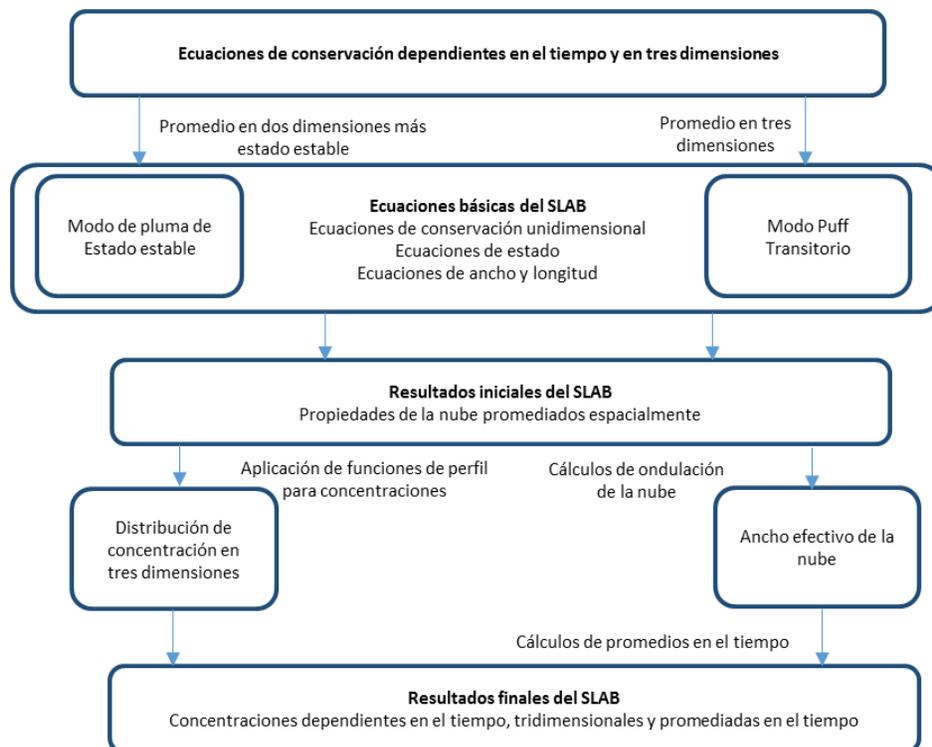
Los modelos de dispersión describen el transporte de los materiales en el aire y proporcionan una estimación del área afectada y las concentraciones de interés a ciertas distancias donde puedan existir conjunto de personas y que se pueda provocar un daño a las mismas.

El comportamiento de una nube de vapores depende de varios factores entre los que se encuentra la velocidad de liberación a la atmósfera o la cantidad total de material liberado, las condiciones atmosféricas (velocidad de viento, hora del día, la cobertura de las nubes), rugosidad del terreno, temperatura, presión, entre otros.

Dependiendo del comportamiento de la nube de vapor y los tiempos de emisión se podrá escoger un modelo adecuado. Por su comportamiento la nube de vapor puede ser neutramente flotante, positivamente flotante y densamente flotante. Por tiempo de duración la emisión puede ser instantánea, continua o una combinación de ambas.

Comúnmente son utilizados los modelos gaussianos (modelo empírico), modelos que describen con buena precisión el comportamiento de gases con flotabilidad neutra, sin embargo, debido a que los gases más densos conforme el paso del tiempo se diluyen en el aire es posible que vayan adquiriendo un comportamiento semejante, tomando en cuenta que esto ocurre cuando se pueden desprestigiar los efectos de la densidad.

Modelo de dispersión de emisiones más densas que el aire. (SLAB).- El SLAB es un modelo de computadora que simula la dispersión atmosférica de emisiones más densas que el aire. La dispersión atmosférica de la emisión se calcula al resolver las ecuaciones de conservación de masa, momentum, energía y especies.



ONDA DE SOPRESIÓN

La onda de sobrepresión hace referencia a un cambio transitorio en las propiedades dinámicas del gas como son: la presión, la densidad y la velocidad de la partícula.

Cambios que generan fuerza de viento de desplazamiento y sobrepresión con el potencial de derribar objetos y estructuras. La onda explosiva se inicia en el tanque y viaja en el aire circundante disipando energía. Durante la explosión los valores de las propiedades dinámicas aumentan rápidamente luego descienden a valores por debajo de los atmosféricos y finalmente evolucionan y se estabilizan en condiciones atmosféricas.

En la onda producida por una BLEVE existen dos picos de sobrepresión; el primero es causado por la expansión del vapor y el segundo por la vaporización del líquido, normalmente son considerados como uno solo por el corto tiempo entre ellos. Cuando la sustancia es inflamable existe un tercer pico creado por la ignición del combustible

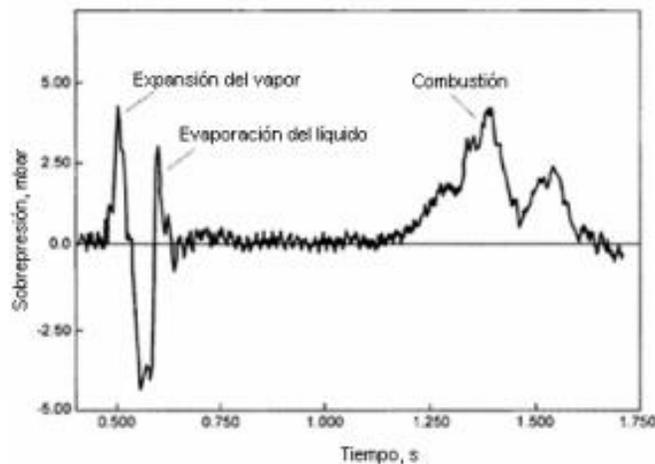


Figura. I.27. Relación que existe entre la onda de sobrepresión y el tiempo de viaje de la onda.

Onda de presión de una BLEVE (D.M. Johnson, J.M. Pritchard and M.J. Wickens)

Se han definido las ondas de presión como un fenómeno de transmisión de energía sin que haya transporte de materia, es evidente que la energía que se propaga la contiene el foco emisor.

El efecto más característico de una explosión es el brusco aumento de la presión que se produce en el aire circundante y que se propaga en forma de onda en todas las direcciones libres del espacio. La forma, características y magnitud de la onda dependen del tipo de explosión, del entorno y de la distancia al origen del accidente.

SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS

La explosión es un equilibrio de un breve período de tiempo de una masa de gases en expansión contra la atmósfera que la envuelve. Estas pueden ser de dos tipos:

- Química. Si la energía necesaria para la explosión procede de una sustancia.
- Física. Si la energía procede de la liberación repentina de un gas comprimido o de expansión rápida de vapores (denominada estallido).

Considerando el tipo de explosión y la serie de condiciones en las que se presente el incidente, existen varios tipos de explosiones, pero de acuerdo a la operación del proyecto, las más representativas son las siguientes:

Explosión de Vapor no confinada (UVCE)

Las explosiones de nubes de vapor no confinadas, traducción de la expresión inglesa Unconfined Vapour Cloud Explosion, y de ahí su acrónimo UVCE, son un tipo de explosión química, la cual involucra una cantidad importante de gas o vapor en condiciones de inflamabilidad, que se dispersa por el ambiente exterior. Para que esto ocurra la cantidad de gas tiene que superar el valor de toneladas (*Explosión detonante*). Cuando no es así, normalmente la ignición de la masa de vapor deriva en una llamarada sin efectos mecánicos importantes (*Explosión deflagrante*).

El tipo de fenómeno peligroso en este tipo de accidentes son las ondas de sobrepresión. Ésta es una situación que con un determinado impulso puede causar daño en su trayectoria.

Se puede definir como deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio (aunque con ciertas limitaciones), cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Este tipo de explosiones se originan debido a un escape rápido de gran cantidad de gas o vapor inflamable que se dispersa en el aire. Cuando un gas inflamable se encuentra una fuente de ignición (normalmente superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), una parte de esta masa de gas (la que se encuentra entre los de la sustancia de que se trate), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión. Normalmente son y en raras ocasiones se transforman en detonaciones.

Explosiones en espacios cerrados

El peligro de explosión está relacionado con los materiales y sustancias procesadas en los equipos. Algunas de estas sustancias pueden sufrir procesos de combustión en el aire. Estos procesos, a menudo, van acompañados de un desprendimiento de grandes cantidades de energía, calor y pueden estar asociadas a un incremento de presión y a un desprendimiento de sustancias peligrosas.

Se identifican dos tipos de explosiones en espacios cerrados:

Explosiones de vapores confinados (CVE, confined vapor explosión) y polvos explosivos, esta último no es de nuestro interés para la evaluación del presente proyecto.

El caso que nos ocupa es el de las explosiones de vapores confinados, las cuales ocurren cuando habiéndose producido un escape de un gas o de un vapor inflamable en un área confinada, el gas está dentro de los límites de inflamabilidad y encuentra un punto de ignición que origine la combustión de las mismas.

Los siguientes valores se emplearán como criterios técnicos para la simulación de los eventos probables y la interpretación de los resultados arrojados por efecto de ondas de presión.

MÉTODO DEL TNT EQUIVALENTE

El TNT (trinitrotolueno) es un explosivo convencional. Militarmente ha sido uno de los explosivos más utilizados y esto ha permitido que sus efectos hayan sido ampliamente estudiados y tabulados. El modelo del TNT equivalente se basa en la hipótesis de la equivalencia en efectos explosivos entre una masa determinada de materia inflamable y otra de TNT. Este método permite calcular los efectos de cualquier sustancia explosiva por comparación de la energía generada con la que liberaría una cantidad equivalente de TNT (WTNT, kg) que produjera los mismos efectos (Lees, 1996).

La relación entre la masa de hidrocarburos y el equivalente TNT viene dada por la expresión siguiente:

$$W_{TNT} = \alpha \cdot W_c \frac{\Delta H_c}{\Delta H_{TNT}}$$

Donde α representa el rendimiento de la explosión, es decir la fracción de la energía liberada que se invierte en generar la onda de presión. Lannoy [BERG93], en un estudio realizado sobre 23 accidentes, observó que para nubes de vapor de hidrocarburos, α se podía encontrar en la gama de valores comprendida entre 0.02% y 15.9% con una media del 3%. En un 97% de las veces $\alpha \leq 10\%$ y en el 60% de los casos la media es del 4%. Los valores propuestos por otros autores son los del 3 o 4% (es decir, $\alpha = 0.03 - 0.04$). Observándose que el rendimiento mecánico de las explosiones de las nubes de hidrocarburos es muy bajo. En realidad, solo una pequeña fracción de la energía desprendida se convierte en energía mecánica, la mayor parte se convierte en energía luminosa (llamarada). Teniendo en cuenta que en las explosiones de este tipo pueden verse implicadas cantidades del orden de unas cuantas toneladas de vapor y que la energía liberada para la combustión de 1 kg de hidrocarburo es aproximadamente igual a la liberada para 10 kg de TNT, este bajo rendimiento lo que hace que las explosiones de nubes no confinadas, a pesar del poder destructivo que tienen, no sean tan devastadoras como en teoría podrían llegar a ser.

Tabla I.39. Efectos de una explosión a diferentes sobrepresiones

Sobrepresión (psi)	Efectos
0.02	Sonido molesto (137 dB) si es de baja frecuencia (10 a 15 Hz)
0.03	Fractura de vidrios previamente bajo esfuerzo.
0.04	Ruido fuerte y fractura de vidrio.
0.1	Fractura de ventanas y pequeños vidrios bajo esfuerzo.
0.15	Presión típica de fractura de vidrios.
0.3	Distancia segura (probabilidad de 0.95 de no recibir daño grave) Daño de techos de tejas. Límite de alcance de proyectiles producto de la explosión. Torre de enfriamiento: falla de las mamparas.
0.4	Daño estructural menor y limitado.
0.15 – 1.0	Ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas. Daño a los marcos de las ventanas.
0.7	Daño menor a la estructura de casas.
1.0	Destrucción parcial de casas, quedan inhabitables.
1 – 2	Asbesto corrugado completamente estrellado, paneles de aluminio o acero, corrugado deformados. Paneles de madera elevados.
1.3	Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados.
2	Colapso parcial de paredes y techos de las casas. Calentador: fracturas de ladrillos. Reactor químico: rotura de ventanas y medidores. Filtros: falla de paredes de concreto.
2 – 3	Fractura de paredes de ladrillo.
2.3	Daño estructural serio.
2.5	Destrucción del 50% de paredes de ladrillo.
3	Pocos daños en maquinaria pesada en edificios industriales. Tanque de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (50% llenado.)
3 – 4	Demolición de edificios de estructura de acero.
4	Ruptura de tanques de almacenamiento de combustible. Reactor químico: partes internas dañadas.
5	Postes de madera segados. Ligero daño en maquinaria industrial pesada. Calentador: unidad destruida. Regenerador: marcos colapsados. Ventilador: carcasa y cajas dañadas.
5 – 7	Destrucción casi completa de casa
6	Cubículo de instrumentos: unidad destruida Recipiente horizontal a presión: marcos deformados, el equipo se mueve y las tuberías se rompen
6.5	Regulador de gas: el equipo se mueve y la tubería se rompe Tanques de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (90% llenado)
7	Columna de extracción: el equipo se mueve y la tubería se rompe Volcamiento de vagones de tren cargados. Reactor catalítico: partes internas dañadas.
7.5	Columna fraccionadora: unidad destruida Regenerador: unidad destruida Transformador eléctrico: líneas de fuerza dañadas Turbina de vapor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
7 – 8	Cambiador de calor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
8	Paredes de ladrillo completamente destruidas

Tabla I.39. Efectos de una explosión a diferentes sobrepresiones

Sobrepresión (psi)	Efectos
9	Tanque de almacenamiento (esférico): el equipo se mueve y la tubería se rompe Destrucción total de vagones de ferrocarril cargados Reactor químico: unidad destruida Motor eléctrico: líneas de fuerza dañadas
9.5	Recipiente horizontal a presión: unidad destruida
10	Cambiador de calor: unidad destruida Filtro: la unidad se mueve de sus cimientos Destrucción total de edificios Daños severos a maquinaria pesada Cuarto de control (techo de concreto): unidad destruida Transformador eléctrico: unidad destruida Ventilador: unidad destruida.
12	Regulador de gas: controles dañados, carcasa y caja dañadas Columna de extracción: la unidad se mueve de sus cimientos Filtro: unidad destruida Reactor catalítico: unidad destruida Columna de extracción: unidad destruida Turbina de vapor: controles dañados
14	Recipiente vertical a presión: el equipo se mueve y la tubería se rompe Bomba: líneas de fuerza dañadas Turbina de vapor: tubería rota
16	Tanque de almacenamiento (esféricos): falla de abrazaderas y soportes Recipiente vertical a presión: unidad destruida
20	Tanque de almacenamiento (esférico): unidad destruida
>20	Bomba: unidad se mueve de sus cimientos Tanque de almacenamiento (techo flotante): colapso del techo
300	Motor eléctrico: la unidad se mueve de sus cimientos Turbina de vapor: la unidad se mueve de sus cimientos Límite del cráter

1.4.8 ANÁLISIS (EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS).

La simulación que se llevará a cabo para cada uno de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación* – Planta de Distribución de Gas L.P.– como parte del **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** será por medio del simulador **SCRI – Fuego**.

SCRI – Fuego

Éste es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en la instalación se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los posibles escenarios, así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

El sistema contiene una base de datos con más de 1000 productos y más de 7000 sinónimos de productos en inglés y español, con cálculos de propiedades que dependen de la temperatura. El *software* calcula propiedades de mezclas con la metodología de *Guidance on the Application of Refined Dispersion Models to Hazardous/Toxic Air Pollutant Releases EPA-454/R-93-002*.

En el uso del programa de simulación SCRI – Fuego, se logrará determinar los radios de afectación de los eventos máximos probables de riesgo, previamente propuestos conforme a la metodología para el análisis de **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo**.

El desarrollo de la modelación y simulación de cada uno de los eventos que considerados en el presente estudio se presentan en el Capítulo II de la presente guía.

1.4.9 ZONAS DE SALVAGUARDAS.

El presente **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** es elaborado para la Planta de Distribución de GLP propiedad **GAS ISTEMEÑO S.A. DE C.V.**, en éste se incluye la modelación de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación*, asimismo se valida que para el establecimiento de las zonas de salvaguardas se emplean los siguientes criterios:

Inflamabilidad

Es la medida de la facilidad que presenta un gas líquido o incluso un sólido, en este caso el GLP, el cual es empleado en la *instalación*, puede encenderse, así como de la rapidez con que, al ser encendido, sus llamas son diseminadas.

Cuanto más rápida sea la ignición más inflamable será el material, por lo que los líquidos no lo son por sí mismos, siendo que lo son por sus vapores los cuales tiene propiedades combustibles.

Para efectos de inflamabilidad (radiación térmica) se tienen los siguientes parámetros:

- 5 kW/m² – Zona de Alto Riesgo
- 1.4 kW/m² – Zona de Amortiguamiento
- 12.5 kW/m² – Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 37.5 kW/m² - Zona de alto riesgo por daño a equipos.

Explosividad

Esta es la capacidad de las sustancias químicas para provocar una liberación instantánea de presión, gas y calor, provocado por el choque repentino, presión o alta temperatura.

En este aspecto se considera como parámetros de explosividad (sobrepresión):

- 1.0 lb/plg² – Zona de Alto Riesgo.
- 0.5 lb/plg² – Zona de Amortiguamiento.
- 3 lb/plg²- Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 10 lb/plg²- Zona de alto riesgo por daño a equipos.

**ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO**

CAPÍTULO II

**Descripción de las zonas de protección en
torno a las instalaciones.**

GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.

*Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del
municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca*

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

El análisis de consecuencias se define como el estudio y predicción de los efectos que pueden causar los efectos del desarrollo de los eventos o accidentes que involucran fugas y derrames de sustancias tóxicas, inflamables y/o explosivas, esto con el fin de cuantificar la magnitud del impacto que puedan tener las desviaciones sobre las personas, el medio ambiente y las instalaciones.

La severidad de los daños asociados a una desviación no deseable dependerá de las características de peligrosidad de los materiales involucrados en el evento. Los tipos de accidentes graves a considerar en las instalaciones que manejan sustancias peligrosas, puede producir diferentes fenómenos peligrosos como:

- Fenómenos de tipo mecánico: ondas de presión y proyectiles.
- Fenómenos de tipo térmico: radiación térmica.
- Fenómenos de tipo químico: fuga o derrames incontrolados de sustancias químicas peligrosas.

El objetivo en esta etapa es simular los escenarios de riesgo para estimar cualitativamente los impactos y efectos indeseables de los eventos o escenarios de riesgo definidos (fuego, explosiones, nubes inflamables, etc.) derivados de la carencia o pérdida de controles de ingeniería o administrativos, además de determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, de los eventos máximos probables, casos alternos y del peor caso (catastrófico).

Por escenario de riesgo se entiende como la determinación de un evento hipotético, en el cual se considera la ocurrencia de un accidente bajo condiciones específicas, definiendo mediante la aplicación de modelos matemáticos y criterios acordes a las características de los procesos y/o materiales, las zonas que potencialmente pueden resultar afectadas.

Por otra parte, los eventos son causa o contribuyente de un incidente o accidente y se han clasificado de la siguiente forma.

- ♣ **Peor caso (Catastrófico):** Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, la cual resulta en la mayor distancia hasta alcanzar los límites por toxicidad, sobrepresión o radiación térmica.
- ♣ **Caso más probable:** con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.
- ♣ **Caso alternativo:** Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable;

A continuación, se presenta la descripción de los eventos que pudieran presentarse en el proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de “Gas Istmeño, S.A. de C.V.”:

Tabla II.1 Descripción de los eventos susceptibles de presentarse durante la operación de las instalaciones.

Nombre	Descripción
Flamazo (flash fire)	Proviene cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, formando una nube de gas. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo, cuya consecuencia primaria es la radiación térmica generada durante el proceso de combustión, sin embargo, dicho proceso tiene una corta duración, por lo tanto, los daños son de baja intensidad. Generalmente se asume que la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables.
Dardo de fuego (jet fire)	Llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles.
Bola de fuego (fire ball)	Resulta de la ignición de una mezcla líquido-vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)
Explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)	Se produce por la explosión del vapor a alta presión generado por la brusca ebullición de un líquido liberado súbitamente de un recipiente y que, en condiciones ambientales de presión, de temperatura o de presión y temperatura, sería un gas. Las sustancias que producen una BLEVE son los líquidos sobrecalentados, los gases licuados a presión y los gases criogénicos. La causa de la explosión es la rotura del recipiente, que puede ser debida a una sobrepresión, a un impacto externo o a un fallo mecánico.
Explosión por una nube de vapor	Se puede definir como una explosión que ocurre en el aire y causa daños por efecto de ondas de sobrepresión. Comienza con una descarga de una gran cantidad de líquido que se evapora o gas inflamable procedente de un tanque o tubería y se dispersa en la atmósfera. De toda la masa de gas que se dispersa solo una parte de este se encuentra dentro de los límites superior e inferior de explosividad. Esa masa es la que después de encontrar una fuente de ignición genera sobrepresión por la explosión.

Por otra parte, es importante señalar que la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de la metodología descrita en el capítulo anterior se realizó con el software **SCRI – Fuego Ver. 2.0**, el cual realiza la simulación de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en las instalaciones harán uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los escenarios identificados, así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

CRITERIOS UTILIZADOS PARA LAS MODELACIONES DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

- **Propiedades de la sustancia y condiciones de operación del escenario a modelar.**

Las propiedades fisicoquímicas del gas l.p. fueron calculadas considerando este como una mezcla propano/butano, en proporciones 60-40%. En tanto que las condiciones de operación de manera general fueron especificadas en el apartado I.3 de la presente guía y de forma puntual en el desarrollo de cálculo de cada uno de los escenarios a modelar en función de dichas propiedades y de la información técnica proporcionada por el Promovente, tal como memoria técnico descriptiva y planos de las instalaciones.

Tabla II.2 Propiedades fisicoquímicas de la mezcla Propano (60%) / Butano (40%)

	Fracción molar	zc
Propano	0.6	0.276
Butano	0.4	0.274

PROPIEDADES	MEZCLA	SUSTANCIA 1	SUSTANCIA 2
Nombre	GLP	Propano	Butano
CAS	68476-85-7	74-98-6	106-97-8
%	100	60	40
Peso molecular (kg/k-mol)	49.7100	44.097	58.123
Punto de ebullición (°K)	247.7300	231.02	272.66
Temperatura crítica (°K)	391.9460	369.83	425.12
Presión crítica (Pa)	4067000	4248000	3796000
Volumen crítico (m ³ /kmol)	0.22	0.2	0.255
Calor de vaporización (J/kg)	406524.42	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m ³)	591.82	582.51	602.41
Densidad del gas a temperatura de ebullición (kg/m ³)	2.01	2.417	2.7093
Capacidad calorífica del gas a temperatura de referencia (J/kg K)	1678.19	0	0
Capacidad calorífica del líquido a temperatura de ebullición (J/kg. °K)	2271.06	1872.46	-1
Constante de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	-25.16	0
Relación de calores específicos (gamma)	1.11	1.13	1.09
Concentración estequiometria (%)	--	4	3.1
Calor de combustión (kJ/kg)	46045.82	46333	45719
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

- **Clase de emisión.**

Las emisiones accidentales de gas l.p. propuestas en el presente estudio se consideraron como escapes instantáneos formando una bocanada (“Puff”) y/o escapes continuos sin depender del tiempo, formando un penacho (“Plume”), o bien, escapes continuos dependiendo del tiempo, lo anterior en función de las condiciones en las que se lleve a cabo la fuga.

De acuerdo con U.S.EPA, 1997, se tiene que:

- a) Fuente instantánea: el contaminante se libera a la atmósfera en su totalidad en un lapso de tiempo muy corto o en forma inmediata (desde algunos pocos segundos a un minuto).
- b) Fuente continúa: el contaminante se libera a una velocidad que permite asumir un modelo estacionario por un largo período de tiempo, y produce plumas de gas o vapor cuya forma depende de las condiciones de estabilidad atmosférica que imperen en el momento de la liberación del material.

Es conveniente mencionar que existe una gran diferencia en el comportamiento de la concentración de un gas con respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un tanque de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo tanque.

Asimismo, dependiendo de la procedencia de la fuga se tiene la:

1. Dispersión de chorro turbulento, a partir de una fuga de gas a presión.
2. Dispersión de nube neutra, para gases sometidos únicamente a las turbulencias atmosféricas.

Por lo que en función del tipo de emisión ante la presencia de una fuente de ignición ya sea rápida o tardía se pueden desarrollar fenómenos distintos, tal y como se muestra a continuación:

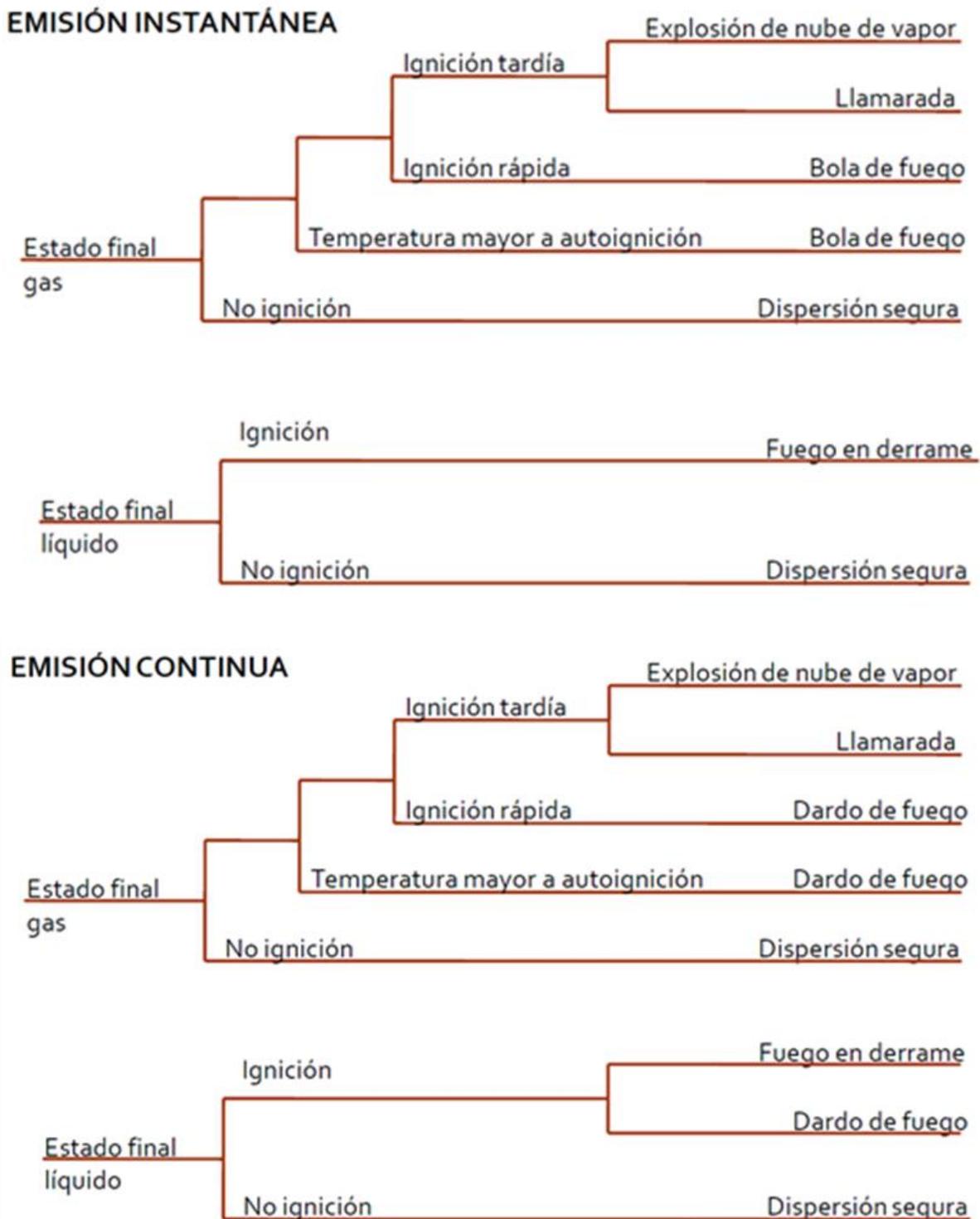


Figura. II.1. Árbol de evento en caso de fuga de GLP (líquido o vapor).

Dependiendo de las condiciones de liberación se utilizaron modelos de emisión para determinar el flujo de descarga del material liberado, la cantidad total emitida y el estado físico del mismo.

- **Tamaño del orificio y tiempo de fuga.**

El material tiene la posibilidad de fugarse por orificios o grietas en los tanques o líneas, bridas, bombas, válvulas e incluso por la apertura de una válvula de seguridad que descargue a la atmósfera, como se muestra en la siguiente figura:

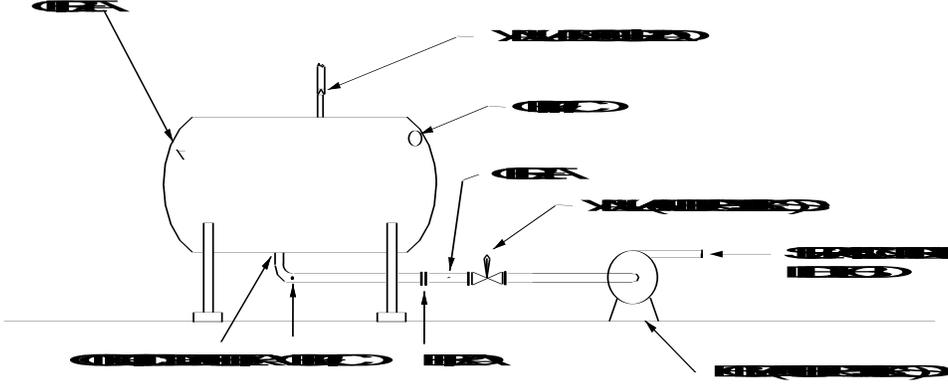


Fig. II.2. Esquematación de las diferentes fuentes de emisión.

En un proceso continuo, al presentarse una fuga, el material continuará liberándose hasta que ésta sea interrumpida; el tiempo que conlleva dependerá del tiempo para detectar la fuga, y el tiempo para tomar las acciones correctivas una vez que hayan sido decididas.

Por lo anterior se tomaron en consideración los valores sugeridos en el *Purple Book* de TNO, donde se menciona que los tiempos de duración de una fuga dependerán del tipo de sistemas para bloquear o controlar la misma. En tanto, se tiene un tiempo de 120 segundos para sistemas automáticos de detección y cierre, 600 segundos para sistemas controlados remotamente y de 1800 segundos para sistemas de bloqueo operados manualmente.

Para la selección de diámetro Equivalente de Fuga (DEF) para el caso más probable se consideraron los criterios establecidos en la Tabla II.3, para el caso de líneas de proceso, ductos, bridas, sellos mecánicos en equipo rotatorio, sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso.

Tabla II.3. Diámetro equivalente de fuga para el caso más probable.

	Diámetro equivalente de fuga
Línea de proceso $\frac{3}{4}'' \leq DN \leq 2''$	DEF= 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
Línea de proceso $2'' \leq DN \leq 4''$	DEF= 0.6" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en la soldadura)
Línea de proceso $6'' \leq DN$	DEF= 0.75" para DN de 6" a 14" DEF= 1.25" para DN de 6" a 24" DEF= 2.0" para DN mayores de 30" (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.

Fuente: Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos, clave DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1.

- **Condiciones meteorológicas.**

Las variaciones globales y regionales del clima y las condiciones topográficas locales tienen influencia directa sobre los modelos de dispersión durante el transporte de los gases o vapores. Dependiendo de la velocidad del viento, este puede afectar en gran medida la concentración o dispersión de gases o vapores en un área determinada.

Tabla II.4. Condiciones meteorológicas del sitio.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Temperatura media promedio.	T	27.6	°C
Velocidad y dirección del viento. (Norte)	u	1.5	m/s
Humedad relativa del sitio.	H _w	80	%
Presión atmosférica.	P _A	0.9958	bar

Fuentes:

Por medio del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número 00020039 IXTEPEC, ubicada a una altura de 69.0 msnm en las coordenadas latitud: 16°33'07" N-Longitud: 095°05'04" W, se obtuvo la siguiente información climática para un periodo comprendido entre 1951-2010, la temperatura media anual registrada es de 27.6°C, una temperatura máxima normal de 32.2°C y mínima normal de 23.0°C.

Presión atmosférica: En función de la altura del lugar, 69.0 metros sobre el nivel del mar.

- **Criterios para definir y justificar las zonas de afectación.**

Para definir y justificar las zonas de protección en torno a la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación:

Tabla II.5. Zonas de afectación por radiación térmica.

ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado
<small>Fuentes: Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor y conductividad de calor en experimentos con calor radiante", Fis. Ap. Vol. 3. P. 703, 1951. Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973.</small>			

Tabla II.6 Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
10.0 psi	3.0 psi	RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	Falla en conexiones. Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables	Daños menores a equipos de proceso. Daño estructural menor y limitado
<small>Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier Lees, F.P., Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.</small>			

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede afirmar que, dadas las medidas de seguridad con la cual contará la planta de distribución de gas I. p. es poco probable que se materialice un escenario de riesgo. Asimismo, es importante señalar que, dentro de los escenarios identificados, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia, es decir, casos más probables, como son los escenarios No. 1, 4, 6, 7, 8, 9 y 10. Y que, en el caso de materializarse, estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Cabe señalar que el desarrollo del escenario 2 (caso alternativo), bajo las suposiciones planteadas, conllevaría al desarrollo del escenario 3, que, a su vez, es considerado como el evento iniciador que desencadena el evento 5, estos eventos (3 y 5) son considerados como catastróficos o peores casos (de menor probabilidad, pero de mayor daño). No obstante, es importante aclarar que, para efectos de determinar las zonas máximas de afectación, se consideró aquel que involucra la liberación masiva del recipiente con mayor capacidad de almacenamiento.

Para todas las modelaciones se consideraron las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos diez años. Asimismo, en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para las simulaciones por explosividad, se consideró el 10% de la energía total liberada.

A continuación, se presentan los cálculos correspondientes.

ESCENARIO 001
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA ANTE UN MOVIMIENTO INESPERADO DEL SEMIRREMOLQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ líquido.	591.82	kg/m ³
Longitud de la manguera.	L	7	m
Longitud de la tubería de gas líquido.	L	3.0	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la tubería de gas líquido.	d	0.051	m

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la tubería y la manguera: $(\pi d^2/4) m^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051 m)^2}{4} = 0.00204 m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA$$

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3.0 m)(0.00204 m^2) = 0.00613 m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$

$$v_{Liq-manguera} = LA = (7 m)(0.00204 m^2) = 0.0143 m^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen total = 0.00613 m^3 + 0.0143 m^3 = 0.02043 m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 kg}{m^3} \right| 0.02043 m^3 = 12.08982 kg$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE)

Se supone que el escape accidental de **12.08982 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una

llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.01 hasta 4.20 m	4.46 m	4.93 m
L.I.I. 1.8%	0.00 hasta 2.18 m	3.36 m	3.53 m
L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad (L.I.I.) desde el origen de la fuga hasta los 2.18 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará hasta los 4.20 m en dirección del viento.

En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 4.93 m y fatalidades en un radio de 3.53 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA (NVNC)

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **12.08982 kg** evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	10.0 psi Distancia de la explosión	3.0 psi Distancia de la explosión	1.0 psi Distancia de la explosión	0.5 psi Distancia de la explosión
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>	8.85 m	18.06 m	41.22 m	70.06 m

ESCENARIO 002
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO A QUE LA VÁLVULA DE EXCESO DE FLUJO DEL SEMIRREMOLQUE NO ALCANZA INMEDIATAMENTE EL VALOR DE CIERRE ANTE EL SÚBITO DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO, MIENTRAS EL COMPRESOR SIGUE FUNCIONANDO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ líquido.	591.820	kg/m ³
Longitud de la manguera.	L	7.0	m
Longitud de la tubería de gas líquido.	L	3.0	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la tubería de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la válvula de descarga.	\emptyset	2	in
Capacidad nominal de líquido del compresor.	L	473	L/min
Desplazamiento del compresor.	Q_v	39.1	m ³ /hr
Tiempo de respuesta.	t	30	s

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la tubería y la manguera: $(\pi d^2/4) m^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051m)^2}{4} = 0.00204 m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA$$

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3.0 m)(0.00204 m^2) = 0.00613 m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$

$$v_{Liq-manguera} = LA = (7 m)(0.00204 m^2) = 0.01430 m^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen total = 0.00613 m^3 + 0.01430 m^3 = 0.02043 m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 kg}{m^3} \right| 0.02043 m^3 = 12.08982 kg$$

Se considera que esta masa entra a la atmósfera a través de una emisión instantánea. Pero debido a la continuidad en el funcionamiento del compresor en un tiempo de medio minuto la fase vapor es desplazada desde el tanque de almacenamiento hasta el semirremolque. El compresor tiene una capacidad nominal de líquido de 473 LPM con desplazamiento de vapor de 39.1 m³/hr.

Masa de Gas L.P. que se fuga por la acción del compresor:

$$(\rho_{liq})(V)(t) = \text{masa Gas L.P. fugada compresor}$$

Capacidad nominal del líquido del compresor 473 L/ min = 0.473 m³/min

$$\left(591.82 \frac{kg}{m^3}\right) (0.473 m^3/min)(0.5 min) = 139.96543 kg$$

Masa total liberada:

$$\text{masa Gas L.P. fugada compresor} + \text{masa Gas L.P. manguera+tubería}$$

$$\text{masa}_{total-liberada} = 152.055251 kg$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.L.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Tasa de emisión (QS):

Caudal de la masa de la fuente. 4.6655 Kg/s

Área de la fuente (AS)

0.1796 m²

$$AS = \frac{RHOSL * A_r}{\rho_m}$$

Altura de la fuente (HS)

(Para un chorro horizontal es la altura a la que se encuentra la emisión)

0.6 m

Temperatura del material de la fuente (TS)

$$TS = \left(\frac{1}{\gamma}\right) * \left[1 + (\gamma - 1) * \left(\frac{P_a}{P_{st}}\right)\right] * T_{st}$$

275.27 K

Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)

0.7038 Adimensional

$$CMEDO = 1.0 - CPSL * \left[\frac{(T_{ST} - TBP)}{DHE}\right]$$

Duración de emisión continua:

0.5 min

Temperatura de ebullición (TBP)=	247.7300	K
Calor específico del material en la fase líquida a TBP (CPSL) =	2271.06	J/Kg K
Calor de vaporización a temperatura de ebullición TBP (DHE) =	406524.42	J/kg
Temperatura en almacenamiento (T_{st})=	300.35	K
Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)=	0.7038	
gamma (Cp/CV) radio de calores específicos (γ)=	1.11	
Presión atmosférica ambiental (Pa)=	101084	Pa
Presión de almacenamiento (P_{st})=	686465.5	Pa
Temperatura de almacenamiento (T_{st})=	300.35	K
Temperatura del material en la fuente (TS)=	275.27	K
Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)=	0.7060	
Densidad del líquido del material en la fuente (RHOSL)=	591.82	kg/m ³
Densidad del vapor del material a temperatura de ebullición TBP (RHOS)=	2.01	kg/m ³
Densidad de la mezcla vapor-líquido (pm)=	6.7316	kg/m ³

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.87 hasta 19.06 m	11.97 m	19.06 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.84 hasta 12.91 m	8.81 m	12.91 m
Para L.S.I. 9.3%	1.90 hasta 5.45 m	1.69 m	5.45 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento del compresor con capacidad real de 473 L.P.M. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.84 hasta los 12.91 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 19.06 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 19.06 m y fatalidades en un radio de 12.91 m en dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE).

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de la válvula de descarga del semirremolque equivalente a 4.6655 kg/s se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga, aunque se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	Alto riesgo 5 kW/m ²	Amortiguamiento 1.4 kW/m ²
11.96 m	20.25 m	31.41 m	57.76 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **152.0552** kg evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
20.58 m	41.99 m	95.86 m	162.94 m

ESCENARIO 003
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE DEBIDO AL CALENTAMIENTO DE ESTE A CAUSA DE LA RADIACIÓN TÉRMICA QUE GENERA EL DARDO DE FUEGO ORIGINADO POR EL CHORRO PRESURIZADO QUE SE DESPLAZA HORIZONTALMENTE A TRAVÉS DE LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS			
Descripción.	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen de todos los recipientes al 100%	V	47,500	L
Porcentaje de operación.	%	0.8	%
Volumen en operación.	Vr	38000	L
	Vr	38.0	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas.	VI	9500	L
	VI	9.5	m ³
Masa del volumen en operación.	mt	22,489.16	kg
Masa de la fase gas del volumen en operación.	mf	19.095	kg
% de energía a utilizar.	%E	0.1	x 100
Temperatura de ebullición a P atm.	T _b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el semirremolque en el momento de la BLEVE.	T ₀	348.246	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	Hv	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	Cp	2.27106	kJ/kg·K
% de energía convertida en onda de sobrepresión.	E _{sb}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m _{TNT}	103.682	kg

- a) **EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.**

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada a:</i>			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
18.21 m	37.16 m	84.83 m	144.19 m

- b) **RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)**

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al **80% de su capacidad** al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	ALTO RIESGO 5 kW/m²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m²
168.79 m	327.31 m	525.40 m	981.11 m

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máxima diámetro de la bola de fuego	163.71 m
Altura al centro de la bola de fuego	122.79 m
Duración de la bola de fuego	12.70 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (T=12.70 S)				
Efecto	Radiación kW/m²	Dosis (W/m²)^{4/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m²)^{4/3} s	4.16	85.00	584.98	571.95
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m²)^{4/3} s	9.34	250.00	397.20	377.75
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m²)^{4/3} s	15.72	500.00	309.73	284.36
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m²)^{4/3} s	44.45	2000.00	188.34	142.81

ESCENARIO 004
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 1: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. EN CONEXIONES, ACCESORIOS O INSTRUMENTOS DE LA LÍNEA DE GAS LÍQUIDO DE LA TOMA DE RECEPCIÓN, DEBIDO A SOBREPRESIÓN DE LA LÍNEA DURANTE LA DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS.		
Peso molecular	M	49.71 (kg/kmol)
Constante de los gases	R	8314 J/kmol·K
Calor de vaporización a T_b	λ	406524.42 (J/kg)
Temperatura normal de ebullición	T_b	247.73 °K
Temperatura de almacenamiento	T_s	300.76 °K
Presión de vapor del líquido a T_s	p_s	571379.3842 Pa

Se considera un diámetro de fuga de 0.4" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

Para el cálculo de la tasa de emisión se tiene que:

$$E = KA_0 [2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

Cálculo del flujo de descarga:

La presión en el orificio está dada por:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

$p_a =$	101084	Presión ambiental (Pa)
$\rho_s =$	591.82	Densidad en almacenamiento (kg/m ³)
$g =$	9.806	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
$H_l =$	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (m)
$p_s =$	565262.4116	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)
$p_h =$	565262.4116	Presión en el agujero (Pa)

En tanto que la presión de vapor del líquido a T_s (Pa):

$$p_s = 101325 Pa \exp \left[\frac{\lambda M}{R} \left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s} \right) \right]$$

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} \quad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1} \quad \begin{array}{l} A_0 = 8.10732E-05 \\ A_1 = 1 \\ \beta^4 = 8.10732E-05 \end{array}$$

$$C = 0.65 \quad \text{Coeficiente de descarga (adimensional)}$$

$$\beta^4 = 6.57286E-09$$

$$K = 0.65000$$

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0 [2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

$$A_0 = 8.10732E-05 \quad \text{Área del agujero (m}^2\text{)}$$

$$\rho_s = 591.82 \quad \text{Densidad en almacenamiento (kg/m}^3\text{)}$$

$$p_h = 571379.3842 \quad \text{Presión en el agujero (Pa)}$$

$$p_a = 99582.21 \quad \text{Presión ambiental (Pa)}$$

$$K = 0.65000 \quad \text{Adimensional}$$

$$E = 1.245311 \quad \text{Tasa de emisión (kg/s)}$$

Considerando un **tiempo de respuesta de 10 minutos** se tendrá una **masa emitida de 747.18714 kg**

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE)

El flujo de descarga de Gas LP a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción es equivalente a 1.245311 kg/s. Dicha emisión se considera de chorro horizontal que se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidad superior a la del aire, por lo que tiene la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 del nivel de piso. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.87 hasta 11.80 m	2.58 m	11.80 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.81 hasta 6.89 m	1.35 m	6.89 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.4" alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.81 hasta los 6.89 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 11.80 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 11.80 m y fatalidades en un radio de 6.89 m en dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción equivalente a **1.2453 kg/s** se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga, aunque se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	Alto riesgo 5 kW/m²	Amortiguamiento 1.4 kW/m²
6.34 m	10.75 m	16.69 m	30.70 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **747.1871 kg** evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.	Zonas de Seguridad		
	Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento	
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
34.98 m	71.39 m	162.97 m	277.01 m

ESCENARIO 005
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 2: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE. AL MOMENTO DE SUCEDER LA BLEVE EL RECIPIENTE SE ENCUENTRA AL 80% DE SU CAPACIDAD.

PARÁMETROS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen del recipiente al 100%	V	93,000	L
% de operación	%	0.8	x 100
Volumen en operación	V_r	74,400	L
	V_r	74.4	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	18,600	L
	V_l	18.6	m ³
Masa del volumen en operación	m_l	44,031.408	kg
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	37.386	kg
Temperatura de ebullición a P atm	T_b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el tanque en el momento de la BLEVE.	T_0	300.75	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	H_v	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	C_p	2.27106	kJ/kg K
% de energía convertida en sobrepresión.	E_{sp}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m_{TNT}	77.156	kg

- a) **EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.**

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
16.50 m	33.68 m	76.87 m	130.67 m

- b) **RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)**

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el recipiente de almacenamiento ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al **80% de su capacidad** al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
166.28 m	345.63 m	562.67 m	1057.10 m

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máxima diámetro de la bola de fuego	204.81 m
Altura al centro de la bola de fuego	153.61 m
Duración de la bola de fuego	15.50 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (t=115.45s)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m ²) ^{1/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ^{1/3} s	3.61	85.00	677.59	659.94
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{1/3} s	8.11	250.00	460.08	433.68
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{1/3} s	13.64	500.00	358.76	324.22
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{1/3} s	38.59	2000.00	218.15	154.90

Nota importante: Se consideró una BLEVE por la rotura del recipiente debida a un impacto. En estas condiciones lo más habitual es que se evapore alrededor de un tercio de la fase líquida. (Dato obtenido del Manual del Bombero, Editorial MAPFRE).

ESCENARIO 006
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 3: SUMINISTRO A AUTOTANQUES.

FUGA DE GAS L.P. CAUSADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA DE LA VÁLVULA DE LLENADO DEL AUTOTANQUE, DEBIDO A LA RAPIDEZ Y/O FALTA DE OBSERVACIÓN DEL OPERADOR, MIENTRAS LA BOMBA SIGUE FUNCIONANDO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Capacidad de bombeo.	Cap	189	L/min
Densidad de la fase líquida.	ρ_{liq}	591.82	kg/m ³
Longitud de la tubería. (51 mm Ø)	L_t	6	m
Diámetro de la tubería.	ϕ_t	0.051	m
Longitud de la tubería. (76 mm Ø)	L_t	0	m
Diámetro de la tubería.	ϕ_t	0.076	m
Longitud de la manguera	L_m	7.00	m
Diámetro de la manguera.	ϕ_m	0.051	m
Tiempo de respuesta.	t	0.5	min
Calor de combustión del Gas L.P.	HCf	46045.82	kJ/kg

Calculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera y tubería de 51 mm: $(\pi d^2 / 4) m^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.051 m)^2}{4} = 0.00204 m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA; v_{Liq-manguera} = LA = (7.0 m)(0.00204 m^2) = 0.0143 m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería (51 mm Ø):

$$v_{Liq-tubería} = LA = (6 m)(0.00204 m^2) = 0.01225 m^3$$

Volumen total: 0.02655 m³

$$\text{Peso de este volumen: } \left| 591.82 \frac{kg}{m^3} \right| 0.02655 m^3 = 15.7167 kg$$

Masa de Gas L.P. que se fuga por la bomba:

$$(\rho_{liq})(V)(t) = \text{masa Gas L.P. fugada bomba}$$

$$\text{Capacidad de la bomba } 189 L / \text{min} = 0.189 m^3 / \text{min} = 1.8642 kg/s$$

$$\left(591.82 \frac{kg}{m^3}\right) (0.49 m^3/min)(0.5 min) = 55.9269 kg$$

Masa total liberada: $masa \text{ Gas L.P. } fugada \text{ bomba} + masa \text{ Gas L.P. } tubería$

$$masa_{total-liberada} = 71.6437 kg$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE)

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	0.01 hasta 4.74 m	5.07 m	5.59 m
Para L.I.I. 1.8 %	0.00 hasta 2.50 m	3.83 m	4.03 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión instantánea producto de la fuga del contenido atrapado en la manguera y la tubería de líquido alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.00 hasta 2.50 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 0.01 hasta 4.74 m.

En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 4.74 m y fatalidades en un radio de 2.50 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.96 hasta 12.21 m	6.91 m	12.21 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.94 hasta 8.26 m	5.02 m	8.26 m
Para L.S.I. 9.3%	2.00 hasta 3.26 m	0.80 m	3.26 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de 189 LPM alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.94 hasta

8.26 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.96 hasta 12.21 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 12.21 m y fatalidades en un radio de 8.26 m en dirección del viento.

c) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Considerando que durante las operaciones de suministro de GLP a los autotankers, se desprende la manguera del autotaque, emitido **1.864233 kg/s**, en función de la capacidad de la bomba (189 L/min), dicha emisión continua se supone tiene contacto con una fuente de ignición, generándose un dardo de fuego (jetfire)

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por radiación térmica de un dardo de fuego se consideró el flujo de GLP líquido a través de tubería, debido que la bomba continúa operando.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	Alto riesgo 5.0 kW/m ²	Amortiguamiento 1.4 kW/m ²
7.69 m	13.04 m	20.24 m	37.23 m

d) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.	Zonas de Seguridad		
	Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento	
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
16.01 m	32.68 m	74.59 m	126.79 m

ESCENARIO 007
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 3: SUMINISTRO A AUTOTANQUES/BOMBAS

FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN DE LA BOMBA DE TRASIEGO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ liq	591.82	kg/m ³
Tiempo de fuga equivalente*.	t	30	min
Diámetro del orificio.	\emptyset	0.25	in

*Tiempo de fuga propuesto en función al tipo de sistema de detección y al tipo de sistema de aislamiento al que se refiere el diseño de la planta.

Cálculo del flujo de descarga:

La presión de vapor del líquido a T_s (Pa):

$$p_s = 101325 Pa \exp \left[\frac{\lambda M}{R} \left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s} \right) \right]$$

PM	49.71	Peso molecular (kg/kmol)
R	8314	Constante de los gases (J/kmol·K)
λ	406524.42	Calor de vaporización a T_b (J/kg)
T_b	247.73	Temperatura normal de ebullición (K)
T_s	300.75	Temperatura de almacenamiento (K)
p_s	571379.3842	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)

La presión en el orificio está dada por:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

p_a	99582.21	Presión ambiental (Pa)
ρ_s	591.82	Densidad en almacenamiento (kg/m ³)
g	9.806	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
H_l	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (m)
p_s	571379.3842	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)
p_h	571379.3842	Presión en el agujero (Pa)

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} \quad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

$A_0 = 3.1669E-05$
 $A_1 = 1$
 $\beta^4 = 3.1669E-05$

C = 0.65 **Coficiente de descarga (adimensional)**
 $\beta^4 = 1.00294E-09$
K = 0.65000

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0 [2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

$A_0 = 3.16692E-05$ **Área del agujero (m^2)**
 $\rho_s = 591.82$ Densidad en almacenamiento (kg/m^3)
 $p_h = 571379.3842$ Presión en el agujero (Pa)
 $p_a = 99582.21$ Presión ambiental (Pa)
K = 0.65000 Adimensional
E = 0.486449 **Tasa de emisión (kg/s)**

Considerando un tiempo de respuesta de 30 minutos se tendrá una masa emitida de **875.60993 kg.**

A) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE)

El flujo de descarga de Gas LP a través de una abertura de ¼" en el sello de la bomba *Blackmer* es de **0.48644 kg/s**. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidades superiores a la del aire, por lo que tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.10 hasta 6.48 m	1.86 m	6.48 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.17 hasta 3.78 m	0.99 m	3.78 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de 189 LPM alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.17 hasta 3.78 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.10 hasta 6.48 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles

de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 6.48 m y fatalidades en un radio de 3.78 m en dirección del viento.

B) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Considerando que durante las operaciones de suministro de GLP a los autotankes, se desprende la manguera del autotank, emitido **0.4864 kg/s**, en función de la capacidad de la bomba (189 L/min), dicha emisión continua se supone tiene contacto con una fuente de ignición, generándose un dardo de fuego (jetfire)

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por radiación térmica de un dardo de fuego se consideró el flujo de GLP líquido a través de tubería, debido que la bomba continúa operando.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	Alto riesgo 5.0 kW/m²	Amortiguamiento 1.4 kW/m²
4.06 m	6.87 m	10.65 m	19.58 m

C) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **875.60993 kg** evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
36.88 m	75.27 m	171.81 m	292.05 m

ESCENARIO 008
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 4. LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

SI DURANTE EL TRASIEGO DE GAS L.P. DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO AL MÚLTIPLE DE LLENADO, LA VÁLVULA DE BOLA RECTA UBICADA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE SE ENCUENTRA CERRADA, SE TENDRÍA UNA SOBREPRESIÓN EN LA LÍNEA, LO QUE PODRÍA OCASIONAR FUGA DE GAS L.P. EN CONEXIONES, ACCESORIOS O INSTRUMENTOS DE LA LÍNEA DE GAS LÍQUIDO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.		
Peso molecular	M	49.71 (kg/kmol)
Constante de los gases	R	8314 J/kmol·K
Calor de vaporización a T_b	λ	406524.42 (J/kg)
Temperatura normal de ebullición	T_b	247.73 °K
Temperatura de almacenamiento	T_s	300.75 °K
Presión de vapor del líquido a T_s	p_s	571379.38 Pa

Se considera un diámetro de fuga de 0.6" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (3"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

Para el cálculo de la tasa de emisión se tiene que:

$$E = KA_0 [2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

Cálculo del flujo de descarga:

La presión en el orificio está dada por:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

$p_a =$	99582.21	Presión ambiental (Pa)
$\rho_s =$	591.82	Densidad en almacenamiento (kg/m ³)
$g =$	9.806	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
$H_l =$	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (m)
$p_s =$	571379.38	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)
$p_h =$	571379.38	Presión en el agujero (Pa)

En tanto que la presión de vapor del líquido a T_s (Pa):

$$p_s = 101325 Pa \exp \left[\frac{\lambda M}{R} \left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s} \right) \right]$$

$M =$	49.71	Peso molecular ($kg/kmol$)
$R =$	8314	Constante de los gases ($J/kmol \cdot K$)
$\lambda =$	406524.42	Calor de vaporización a T_b (J/kg)
$T_b =$	247.73	Temperatura normal de ebullición (K)
$T_s =$	300.75	Temperatura de almacenamiento (K)
$p_s =$	571379.38	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} \quad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

$A_0 =$	0.00018241
$A_1 =$	1
$B^2 =$	0.00018241

$C =$	0.65	Coefficiente de descarga (adimensional)
$\beta^4 =$	3.32751E-08	
$K =$	0.65000001	

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0 [2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

$A_0 =$	0.000182415	Área del agujero (m^2)
$\rho_s =$	591.82	Densidad en almacenamiento (kg/m^3)
$p_h =$	571379.3842	Presión en el agujero (Pa)
$p_a =$	99582.21	Presión ambiental (Pa)
$K =$	0.65000001	Adimensional
$E =$	2.801951822	Tasa de emisión (kg/s)

Considerando un **tiempo de respuesta de 10 minutos** se tendrá una **masa emitida de 1681.171 kg**

a) **Dispersión de una nube inflamable y llamarada (flash fire)**

El flujo de descarga de Gas LP a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido que va al múltiple de llenado es equivalente a 2.8019 kg/s. Dicha emisión se considera de chorro horizontal que se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidad superior a la del aire, por lo que tiene la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 del nivel de piso. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Emisión de chorro horizontal:

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.62 hasta 18.11 m	4.57 m	18.11 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.71 hasta 11.44 m	2.37 m	11.44 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.6" alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.71 hasta los 11.44 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 18.11 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 18.11 m y fatalidades en un radio de 11.44 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido que va al múltiple de llenado equivalente a 2.8019 kg/s se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire).

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	Alto riesgo 5 kW/m²	Amortiguamiento 1.5 kW/m²
8.14 m	13.77 m	21.35 m	39.26 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
45.84 m	93.55 m	213.54 m	362.99 m

ESCENARIO 009
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 4. LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA PUNTA POL DEL ACOPLADOR DE LLENADO DEL RECIPIENTE TRANSPORTABLE A CAUSA DE UN ERROR DEL OPERADOR DEBIDO A LA RAPIDEZ Y/O FALTA DE OBSERVACIÓN.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Densidad de la fase líquida.	ρ líquido	591.82	kg/m ³
Longitud de la manguera.	L	2.00	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.013	m

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera: $(\pi d^2/4) \text{ m}^2$; $a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.013\text{m})^2}{4} = 0.000133 \text{ m}^2$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$v_{\text{Liq-mang}} = LA$; $v_{\text{Liq-manguera}} = LA = (2.00 \text{ m})(0.000133 \text{ m}^2) = 0.000265 \text{ m}^3$

Masa de este volumen: $\left| \frac{591.82 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right| 0.000265 \text{ m}^3 = 0.157 \text{ kg}$

Se supone que el escape accidental de **0.157 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada o *flash fire* y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

Sin embargo, dicha cantidad de masa de GLP emitida a la atmósfera formaría un volumen de 0.078 m³ de una nube de vapor inflamable la cual alcanzaría las concentraciones de interés LII en el punto de origen de la fuga. Por lo que se puede decir que la llamarada sólo tendría consecuencias en ese punto.

a) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
2.08 m	4.24 m	9.69m	16.47 m

ESCENARIO 010
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 4. LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

FUGA DEL CONTENIDO TOTAL DE UN RECIPIENTE TRANSPORTABLE DE 30 KG.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Masa del gas liberado	m	30.00	kg

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE). EMISIÓN INSTANTÁNEA.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.01 hasta 6.42 m	6.82 m	7.54 m
L.I.I. 1.8%	0.01 hasta 3.50 m	5.24 m	5.53 m
L.S.I. 9.3%	0.01 hasta 0.27 m	1.64 m	1.65 m

La nube de gas formada por la fuga de Gas L.P. debida a la fuga de contenido total de un recipiente transportable, alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.01 m hasta 3.50 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.01 m hasta 6.42 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 7.54 m y fatalidades en un radio de 5.53 m en dirección del viento.

b) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a 30 kg evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos. Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
11.98 m	24.45 m	55.80 m.	94.86 m.

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Para la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de
“GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V.”
Ciudad Ixtepec, Oaxaca.

Tabla II.7 Daños ocasionados por la explosión de una Nube de Vapor No Confinada de gas l.p. (ondas de sobrepresión)

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
1	Recepción de semirremolques.	8.85 m	18.06 m	41.22 m	70.06 m
2	Recepción de semirremolques.	20.58 m	41.99 m	95.86 m	162.94 m
4	Recepción de semirremolques.	34.98 m	71.31 m	162.97 m	277.01 m
6	Suministro a auto-tanques	16.01 m	32.68 m	74.59 m	126.79 m
7	Suministro a auto-tanques/bomba	36.88 m	75.21 m	171.81 m	292.05 m
8	Llenado de recipientes transportables	45.84 m	93.55 m	213.54 m	362.99 m
9	Llenado de recipientes transportables	2.08 m	4.24 m	9.69 m	16.17 m
10	Llenado de recipientes transportables	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m

Tabla II.8 Daños ocasionados por un dardo de fuego.

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
2	Recepción de semirremolques.	11.96 m	20.25 m	31.41 m	57.76 m
4	Recepción de semirremolques.	6.34 m	10.75 m	16.69 m	30.70 m
6	Suministro a auto-tanques	7.69 m	13.04 m	20.24 m	37.23 m
7	Suministro a auto-tanques/bomba	4.06 m	6.87 m	10.65 m	19.58 m
8	Llenado de recipientes transportables	8.14 m	13.77 m	21.35 m	39.26 m

DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DE UN RECIPIENTE. (SEMIRREMOLQUE Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO)

Tabla II.9. Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en un recipiente.

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
3	Recepción de semirremolques.	18.21 m	37.16 m	84.83 m	144.19 m
5	Almacenamiento	16.50 m	33.68 m	76.87 m	130.67 m

Tabla II.10. Daños causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
3	Recepción de semirremolques.	168.79 m	327.31 m	525.40 m	981.11 m
5	Almacenamiento	166.28 m	345.63 m	562.67 m	1057.10 m

Tabla II.11. Características de la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	EVENTO 3 RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES	EVENTO 5 ALMACENAMIENTO
Diámetro [$D_{max} = 5.8M^{1/3}$]	163.71 m	204.81 m
Altura [$H = 0.75D_{max}$]	122.79 m	153.61 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	15.5 s

En el Apartado A se integra el Anexo No. 2 “Datos de Especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados”

DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO DE UN NUBE DE VAPOR (LLAMARADA O FLASH FIRE)**Tabla II.12** Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
1	Recepción de semirremolques (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 2.18 m	Distancia X=	Desde 0.01 hasta 4.20 m
		Y de exclusión=	3.36 m	Y de exclusión=	4.46 m
		Dist. Máx=	3.53m	Dist. Máx=	4.93 m
2	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.84 hasta 12.91 m	Distancia X=	Desde 1.87 hasta 19.06 m
		Y de exclusión=	8.81 m	Y de exclusión=	11.97 m
		Dist. Máx=	12.91 m	Dist. Máx=	19.06 m
4	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.81 hasta 6.89 m	Distancia X=	Desde 1.87 hasta 11.80 m
		Y de exclusión=	1.35 m	Y de exclusión=	2.58 m
		Dist. Máx=	6.89 m	Dist. Máx=	11.80 m
6	Suministro a auto-tanques (Emisión Instantánea)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 2.50 m	Distancia X=	Desde 0.01 hasta 4.74 m
		Y de exclusión=	3.83 m	Y de exclusión=	5.07 m
		Dist. Máx=	4.03 m	Dist. Máx=	5.59 m
	Suministro a auto-tanques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.94 hasta 8.26 m	Distancia X=	Desde 1.96 hasta 12.21 m
		Y de exclusión=	5.02 m	Y de exclusión=	6.91 m
		Dist. Máx=	8.26 m	Dist. Máx=	12.21 m
7	Suministro a auto-tanques/ Bombas (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.17 hasta 3.78 m	Distancia X=	Desde 1.10 hasta 6.48 m
		Y de exclusión=	0.99 m	Y de exclusión=	1.86 m
		Dist. Máx=	3.78 m	Dist. Máx=	6.48 m
8	Llenado de recipientes transportables (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.71 hasta 11.44 m	Distancia X=	Desde 1.62 hasta 18.11 m
		Y de exclusión=	2.37 m	Y de exclusión=	4.57 m
		Dist. Máx=	11.44 m	Dist. Máx=	18.11 m
10	Llenado de recipientes transportables (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.01 hasta 3.50 m	Distancia X=	Desde 0.01 hasta 6.42 m
		Y de exclusión=	5.24 m	Y de exclusión=	6.82 m
		Dist. Máx=	5.53 m	Dist. Máx=	7.54 m

En el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión.

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea. **En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.**

La definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación se sustenta en los criterios establecidos en la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, en su tabla 15.

Tabla II.13. Zonas de afectación por radiación térmica.

ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado
<p>Fuentes: Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor y conductividad de calor en experimentos con calor radiante", <i>Fis. Ap.</i> Vol. 3. P. 703, 1951. Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973.</p>			

Tabla II.14 Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
10.0 psi	3.0 psi	RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	Falla en conexiones. Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables	Daños menores a equipos de proceso. Daño estructural menor y limitado
<p>Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; <i>Domino Effects in the process industries.</i> Ed. Elsevier Lees, F.P.; <i>Prevención de pérdidas en industrias de procesos.</i> Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.</p>			

En el Apartado A se integra el Anexo No. 3 "Representación en planos de los Radios potenciales de afectación", en donde se representan cada uno de los eventos *identificados, máximos probables* que presentan mayor probabilidad de ocurrencia (*con respecto a los demás*) y que en caso de presentarse estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores. Asimismo, se representa el evento máximo catastrófico.

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO.

EFECTO DOMINÓ.

El efecto dominó se puede definir como *"un conjunto correlativo de sucesos en los que las consecuencias de un accidente previo se ven incrementadas por éstos, tanto espacial como temporalmente, generando un accidente grave"*.

La definición que se presenta en el Real Decreto 1254/99, es la siguiente:

"La concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, explosión, estallido en los mismos, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos"

A partir de esta definición, se puede deducir lo siguiente:

Un efecto dominó implica la existencia de un accidente "primario" o "iniciador" que afecta a una instalación primaria (este accidente puede no ser un accidente grave), pero que induce uno o varios accidentes "secundarios" que afectan a una o varias instalaciones secundarias. Este accidente o accidentes secundarios deben ser accidentes más graves y deben extender los daños del accidente "primario".

La extensión de los daños es tanto espacial (áreas no afectadas en el accidente primario, ahora resultan afectadas), como temporal (el accidente secundario afecta a la misma zona, pero retardado en el tiempo; en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma), o ambas.

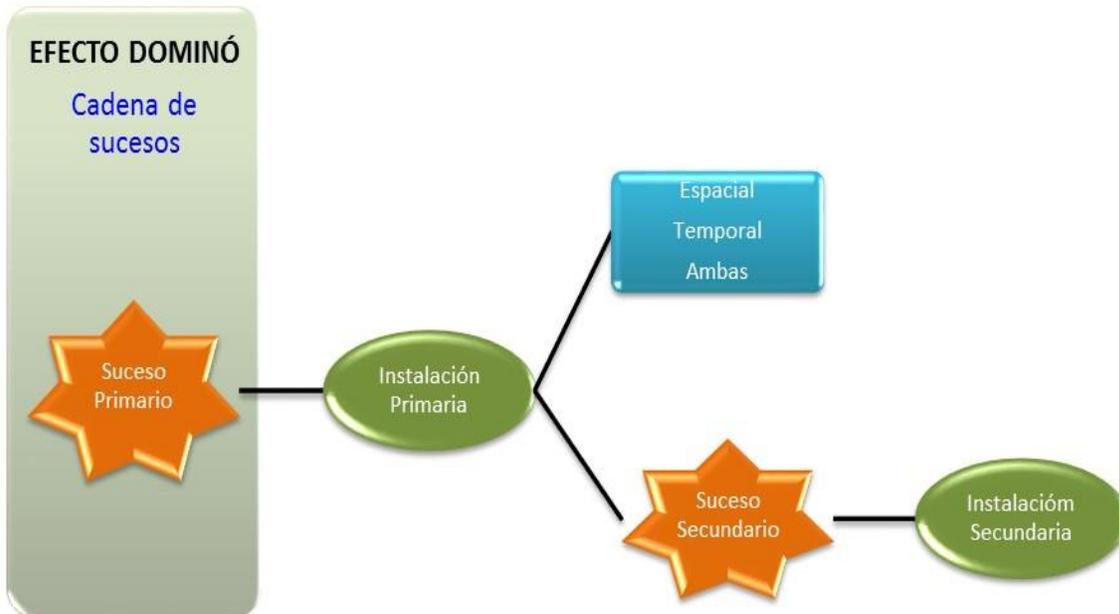


Figura. II.3. Esquemización del desarrollo del Efecto Dominó.

En (Reiners and Cozzani. 2013) se identifican algunos elementos necesarios para que tenga lugar el efecto domino, se describen en la siguiente tabla:

Tabla II.15 Identificación de los elementos necesarios para que tenga lugar el Efecto Domino.

ELEMENTO	DEFINICIÓN
Escenario primario	Escenario donde el accidente primario inicia un efecto domino, propagándose e intensificándose al afectar otras unidades de proceso o almacenamiento desencadenando uno o varios escenarios de accidentes secundarios.
Escenario secundario.	Escenario donde el accidente es causado por el impacto de al menos uno de los vectores de escalación generados por el accidente primario.
Propagación.	En un efecto domino interno la propagación tiene lugar dentro de la misma unidad o grupo de equipos. En un efecto domino externo, la propagación indica la implicación de otras unidades o grupos de equipos que se localizan fuera de las fronteras de la instalación donde se provocó el accidente primario.
Intensificación.	La intensificación de las consecuencias de un evento no deseado.
Vector de escalación o intensificación.	Efectos físicos (radiación térmica, sobrepresión y/o proyección de fragmentos) generados por el evento primario.

Es importante mencionar que de acuerdo a varios autores (Genserik y Cozzani, 2013), el efecto dominó que se han presentado en la industria han sido en su mayoría en instalaciones fijas siendo así un 80 % del total de los accidentes que involucran efecto dominó, mientras que el transporte involucraría sólo al 20 %. Siendo las actividades que aportan dentro de las instalaciones fijas el mayor porcentaje las de almacenamiento con un 25 % el almacenamiento y las unidades de proceso con un 28 %, mientras que las actividades de carga y descarga aportan un 13.3 % del total.

También dichos autores señalan la distribución a través de los sistemas de transporte teniendo lo siguiente: 40 % carretera, 39 % vía de ferrocarril, 13 % barco y 8 % tubería. Genserik y Cozzani resumen las causas que han iniciado eventos dominó de la siguiente manera:

Tabla. II.16 Principales causas de iniciación de un Efecto Dominó.

Causa	No. de eventos	%
Eventos externos.	69	30.7
Falla mecánica.	65	28.9
Factor humano.	47	20.9
Fallo por impacto.	40	17.8
Reacción violenta.	21	9.3
Falla de instrumentos.	8	3.6
Proceso fuera de condiciones.	5	2.2
Falla en los servicios.	3	1.3

La secuencia de eventos dominó más frecuentes es la siguiente:

Explosión → fuego (27.6 %)

Fuego → explosión (27.5 %)

Fuego → fuego (17.8)

Además, cabe señalar que de los equipos donde la mayoría de los eventos dominó se derivan son los recipientes presurizados, siendo el 30 % de los causantes de los eventos primarios. Los estudios realizados por Cozzani et al., 2006 y Abdolhamidzadeh et al., 2010 revelaron que el no considerar el Efecto Dominó en el análisis de consecuencias conlleva a que el riesgo no sea evaluado en su magnitud real. Todo lo cual justifica que, en la actualidad, ninguna valoración de riesgo puede ser considerada completa sin incluir el análisis del Efecto Dominó (Reniers and Cozzani, 2013)

De acuerdo al análisis de consecuencias de los eventos de riesgo identificados a través de la metodología "What if?" y jerarquizados mediante la matriz de riesgos presentada, los **EVENTOS PRIMARIOS** derivan de **fugas**, las cuales dan lugar, dependiendo de las condiciones y de la cercanía de las fuentes de ignición, a **dardos de fuego, explosiones de nubes de vapor y/o llamaradas**.

De acuerdo a la literatura ya mencionada, se describen los efectos físicos que derivan de los eventos primarios y que fueron responsables de 100 accidentes dominó:

Tabla. II.17 Efectos físicos provocados por eventos primarios
(vectores de escalación de eventos)

Evento primario	Eventos	Vectores de escalación		
		Radiación térmica	Sobrepresión	Fragmentos
Explosión de nube de vapor	17	0	16	1
Dardo de fuego	8	8	0	0
Llamarada	0	0	0	0

Para las explosiones de nubes de vapor se considerarán los efectos por sobrepresión, para el dardo de fuego la radiación térmica y el impacto de fuego; mientras que para las llamaradas no se considera la posibilidad de escalación debido a su corta duración, generalmente se asume que la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido se presenta la relación de cada uno de los escenarios simulados y sus respectivos eventos (suceso primario) con los puntos críticos que se encuentran dentro de las zonas de alto riesgo por daño a equipos y la descripción de los posibles daños que estos pudieran sufrir, en el entendido de que la magnitud de los efectos, que se producirían en ellos, dependerá también de la intensidad y características del fenómeno producido y de la resistencia mecánica y estructural, de las características constructivas, del estado de conservación o deterioro de la instalación, de la vulnerabilidad intrínseca, etc.

Tabla. II.18. Infraestructura, edificaciones y equipos de proceso que se encuentran dentro de la zona de alto riesgo por daño a equipos.

Escenario	Evento	Zona de alto riesgo (Daño a equipos)	Puntos críticos	Descripción de daños
001	Explosión NVNC	10.0 psi: 8.85 m	Toma de recepción, almacenamiento y muelle de llenado.	Unidad destruida. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 18.06 m	Toma de suministro y áreas de circulación.	Daño estructural serio. Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados. Pocos daños en maquinaria pesada.
002	Dardo de Fuego	37.5 kW/m ² : 11.96 m	Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación.	Colapso de estructuras, daño a equipos de proceso y al tanque de almacenamiento de gas l.p. y al semirremolque, probable ignición de su superficie.
		12.5 kW/m ² : 20.25 m	Áreas de circulación.	Desarrollo de incendio secundarios.
	Explosión NVNC	10.0 psi: 20.58 m	Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación.	Recipiente horizontal a presión, unidad destruida. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 41.99 m	Áreas de circulación, estacionamiento y patio de manobra.	Daño estructural serio. Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados. Pocos daños en maquinaria pesada.
003	Explosión TNT	10.0 psi: 18.21 m	Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación.	Recipiente horizontal a presión unidad destruida. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 37.16 m	Áreas de circulación, estacionamiento y patio de manobra.	Ninguna.
	Bola de Fuego	37.5 kW/m ² : 168.79 m	Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado, E.C.I., áreas de circulación, estacionamiento, oficinas, tablero eléctrico, Carretera Ixtepec – Tlacotepec, predio total de la empresa (sin actividad), patio de manobra y terrenos sin actividad.	Colapso de estructuras y edificios, daño a equipos de proceso, recipientes presurizados que contengan gas l.p., probable ignición de su superficie.
		12.5 kW/m ² : 327.31 m	Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa, corriente de agua intermitente, terrenos sin actividad y de agricultura.	Daño estructural serio. Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados. Pocos daños en maquinaria pesada.
004	Explosión NVNC	10.0 psi: 34.98 m	Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado, áreas de circulación y estacionamiento.	Recipiente horizontal a presión, unidad destruida. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 71.39 m	Oficinas, tablero eléctrico, áreas de circulación, E.C.I, predio de la empresa (terrenos sin actividad), patio de maniobra y terrenos sin actividad.	Daño estructural serio. Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados. Pocos daños en maquinaria pesada.
	Dardo de Fuego	37.5 kW/m ² : 6.34 m	Toma de recepción y áreas de circulación.	Semirremolque con severos daños y destrucción total de estructuras
		12.5 kW/m ² : 10.75 m	Áreas de circulación, almacenamiento y muelle de llenado.	Desarrollo de incendio secundarios y Recipiente horizontal a presión, daño severo.

Tabla. II.18. Infraestructura, edificaciones y equipos de proceso que se encuentran dentro de la zona de alto riesgo por daño a equipos. (continuación...)

Escenario	Evento	Zona de alto riesgo	Puntos críticos	Descripción de daños
		(Daño a equipos)		
005	Bola de Fuego	37.5 kW/m ² : 166.28 m	Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado, E.C.I., áreas de circulación, estacionamiento, oficinas, tablero eléctrico, predio total de la empresa (sin actividad), patio de maniobra, Carretera Ixtepec – Tlacotepec y terrenos sin actividad y agricultura.	Colapso de estructuras y edificios, daño a equipos de proceso, recipientes presurizados que contengan gas l.p., probable ignición de sus superficies.
		12.5 kW/m ² : 345.63 m	Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa, corriente de agua intermitente y terrenos sin actividad.	Colapso de estructuras, daños a personas e incendios secundarios. .
	Explosión NVNC	10.0 psi: 16.50 m	Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, almacenamiento y áreas de circulación.	Recipiente horizontal a presión, unidad destruida. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 33.68 m	Áreas de circulación.	Incendios secundarios.
006	Dardo de Fuego	37.5 kW/m ² : 7.69 m	Toma de suministro, almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación.	Colapso de estructuras y edificios, daño a equipos de proceso.
		12.5 kW/m ² : 13.04 m	Toma de recepción y áreas de circulación.	Desarrollo de incendio secundarios. Puede haber ignición de tubos y recubrimientos plásticos de cables eléctricos.
	Explosión NVNC	10.0 psi: 16.01 m	Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación.	Recipiente horizontal a presión, unidad destruida. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 32.68 m	Áreas de circulación y patio de manobría.	Daño estructural serio. Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados. Pocos daños en maquinaria pesada.
007	Dardo de Fuego	37.5 kW/m ² : 4.06 m	Toma de suministro.	Colapso de estructuras y edificios, daño a equipos de proceso.
		12.5 kW/m ² : 6.87 m	Áreas de circulación, muelle de llenado y almacenamiento.	Desarrollo de incendio secundarios. Puede haber ignición de tubos y recubrimientos plásticos de cables eléctricos.
	Explosión NVNC	10.0 psi: 36.88 m	Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado, áreas de circulación y estacionamiento.	Recipiente horizontal a presión, severamente dañada. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 75.21 m	Áreas de circulación, estacionamiento, oficinas, tablero eléctrico, E.C.I., predio total de la empresa (terrenos sin actividad), patio de maniobra, Carretera Ixtepec – Tlacotepec y terrenos sin actividad.	Daño estructural serio. Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados. Pocos daños en maquinaria pesada. Incendios secundarios.
008	Dardo de Fuego	37.5 kW/m ² : 8.14 m	Toma de recepción y suministro, almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación.	Colapso de estructuras y edificios, daño a equipos de proceso.
		12.5 kW/m ² : 13.77 m	Áreas de circulación.	Desarrollo de incendio secundarios. Puede haber ignición de tubos y recubrimientos plásticos de cables eléctricos.
	Explosión NVNC	10.0 psi: 45.84 m	Muelle de llenado, toma de recepción y suministro, almacenamiento, áreas de circulación, estacionamiento, oficinas, tablero eléctrico y patio de manobría.	Recipiente horizontal a presión, severamente dañada. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 93.55 m	E.C.I., áreas de circulación, predio total de la empresa (terrenos sin actividad), Carretera Ixtepec – Tlacotepec y terrenos sin actividad.	Daño estructural serio. Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados. Pocos daños en maquinaria pesada. Incendios secundarios.

Tabla. II.18. Infraestructura, edificaciones y equipos de proceso que se encuentran dentro de la zona de alto riesgo por daño a equipos. (continuación...)

Escenario	Evento	Zona de alto riesgo (Daño a equipos)	Puntos críticos	Descripción de daños
009	Explosión NVNC	10.0 psi: 2.08 m	Muelle de llenado	Recipiente horizontal a presión, severamente dañada. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 4.24 m	Muelle de llenado	Daño estructural serio. Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados. Pocos daños en maquinaria pesada. Incendios secundarios.
010	Explosión NVNC	10.0 psi: 11.98 m	Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, y almacenamiento.	Recipiente horizontal a presión, severamente dañada. Destrucción total de estructuras. Daños severos a maquinaria pesada.
		3.0 psi: 24.45 m	Áreas de circulación y patio de maniobra.	Daño estructural serio. Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados. Pocos daños en maquinaria pesada. Incendios secundarios.

Tabla II.19. Zonas de alto riesgo por daño a equipos.

Radiación Térmica		Sobrepresión	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	10.0 psi	3.0 psi
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso

Por lo que de acuerdo con el análisis de consecuencias de los eventos identificados, los efectos derivados de la ocurrencia de eventos primarios que derivan en dardos de fuego y/o explosiones de nubes de vapor no confinadas correspondientes a 37.5 y 12.5 kW/m², así como a 10.0 y 3.0 psi, son proclives a desencadenar un evento secundario, una vez que la exposición de equipos de proceso y recipientes de almacenamiento tanto presurizados como atmosféricos a estas dosis de radiación y sobrepresión causará daño en dichos elementos. Dichos valores pueden ser encontrados en las inmediaciones de los eventos primarios, siendo los principales afectados las propias áreas de la planta de distribución de GLP.

Estas posibles interacciones de riesgo son debido a la alta radiación emitida por los dardos de fuego que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes que contienen gas licuado e incendios secundarios. Las ondas de sobrepresión derivan principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.

Aun cuando existe posibilidad de interacciones de riesgo, dentro del presente estudio se presentaron y evaluaron eventos en cada una de las áreas que conformará la planta de distribución de GLP, es decir, los efectos de un evento podrían resultar en cualquiera de los restantes eventos evaluados en el presente estudio, no obstante, la concatenación de eventos resultaría en una mayor área de afectación.

Es importante mencionar que, dentro de la descripción de escenarios, la BLEVE del semirremolque es una interacción (escenario 003), una vez que esta deriva de un evento primario (escenario 002), el cual está relacionado con la formación de un dardo de fuego debido a la pronta ignición de la emisión continua de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque, y que incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente debido a la radiación térmica recibida, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el funcionamiento de esta el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del tanque sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica. Cuando la válvula de seguridad no pueda aliviar la presión creciente, seguirá aumentando la presión interna y la expansión de líquido a vapor proporciona la energía necesaria para romper el contenedor, provocando una BLEVE y a su vez la fragmentación del semirremolque que a su vez podría desencadenar la BLEVE del recipiente de almacenamiento, situación considerada en el Árbol de Fallas.

Suponiendo que, el recipiente de almacenamiento de la planta se encuentra al 80% de su capacidad, el gas licuado se encontrará súbitamente a la presión atmosférica provocando que éste se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor

que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.

Cabe mencionar que la ocurrencia de la BLEVE del semirremolque se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada, por lo que tiene una probabilidad de ocurrencia muy baja, sin embargo, este evento se considera para predecir un daño máximo representativo.

Como resultado de la BLEVE del tanque de almacenamiento se tendrán ondas de sobrepresión, proyección de fragmentos y radiación térmica. Dichos efectos de daño directo son causas de propagación favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias que pueden aparecer de manera serial o paralela, aportándole mayor importancia a aquellas consecuencias que devengan en daños a unidades de proceso o recipientes que almacenen alguna sustancia química peligrosa.

De acuerdo a *Cozzani et al (2004)* las BLEVE generan escalación de eventos principalmente por los efectos ocasionados por la sobrepresión y la proyección de fragmentos, una vez que se ve limitada la posibilidad de que la radiación térmica llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones, debido a la corta duración de la bola de fuego.

Por su parte, los autores *Genserik Renier & Valerio Cozzani señalan* que se tiene una probabilidad del 99% de que se presente la falla catastrófica de un recipiente horizontal sujeto a presión cuando este es impactado por una sobrepresión superior o equivalente a 61.22 kPa (8.88 psi).

Para el caso de la BLEVE del recipiente que contiene gas l.p. con capacidad de almacenamiento de 93,000 litros, los efectos serán tanto mecánicos como térmicos, es decir, la radiación térmica producida por la bola de fuego y la onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque.

Tabla. II.20. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos originadas por la BLEVE del recipiente de 93 m³

Radiación térmica		Onda de sobrepresión	
37.5 kW/m ²	166.28 m	10.0 psi	16.50 m
12.5 kW/m ²	345.63 m	3.0 psi	33.68 m

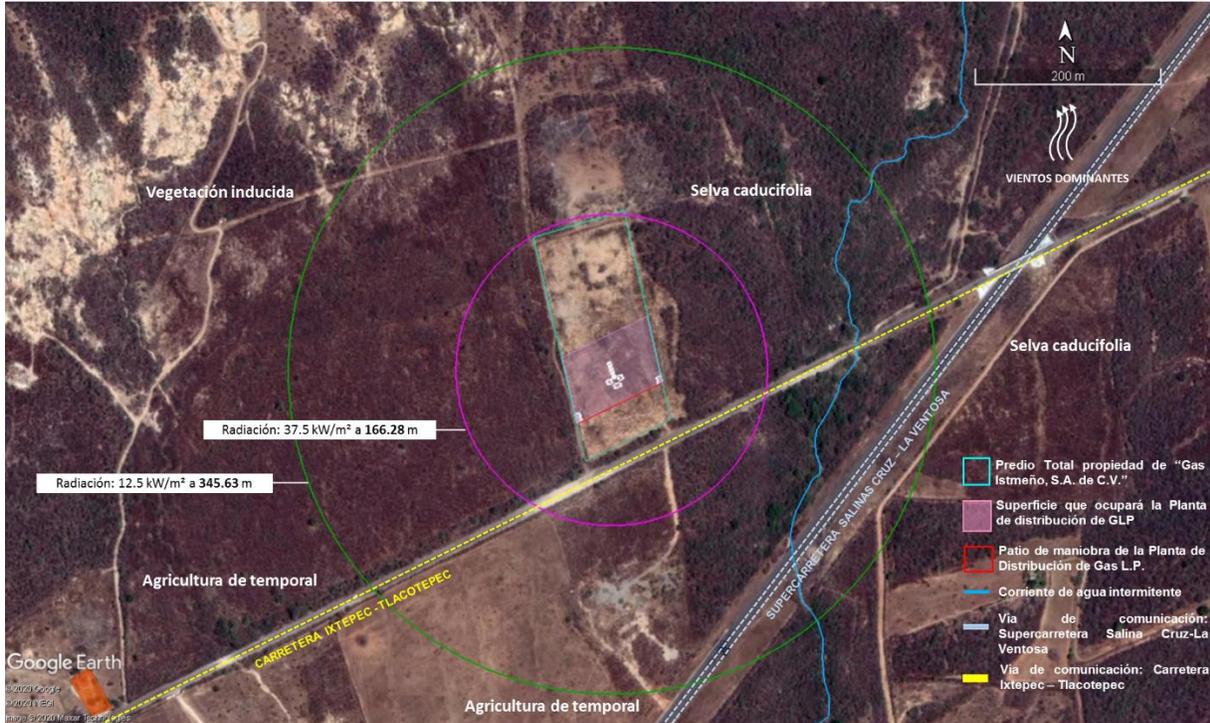


Fig. II.4. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos derivadas de la radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la BLEVE del tanque con capacidad de 93 m³

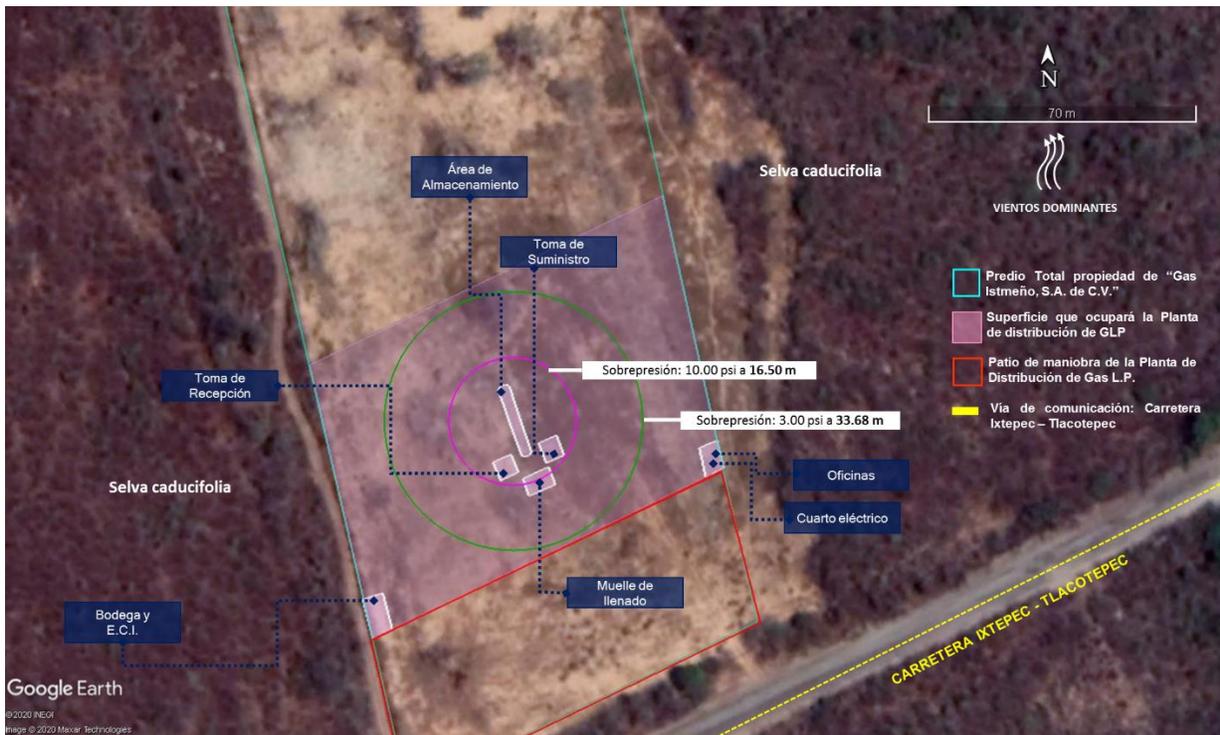


Fig. II.5. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión del tanque con capacidad de 93 m³ a causa de la expansión del vapor contenido en este

De acuerdo a Robertson, R.B.; (1976). "Spacing in Chemical Plant Design Against Loss by Fire". I. Chem. E. Symposium Series, 47, Accidental release, assessment containment and

control, 157; pueden producirse **incendios secundarios en edificaciones** cuando éstas se hallen sometidas a **flujos de radiación superiores a 12.6 kW/m²** y cuando la radiación sea **superior a 37.5 kW/m²** se pueden provocar **daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables**.

El valor límite para edificaciones es inferior al de plantas de proceso debido a la generación de mayores emisiones de vapores inflamables en los elementos estructurales de madera, papel, plásticos, recubrimientos, etc. El segundo límite se fundamenta en estudios sobre distribución de tanques de almacenamiento de productos inflamables, donde se establece que, por razones de seguridad **ante el incendio de un tanque, cualquier otro contiguo no debe recibir una radiación superior al valor indicado**. El citado autor establece un límite de **tiempo** en torno a **20 minutos para que se produzca la ignición del elemento vulnerable**.

Como se ha señalado, el tiempo de exposición a la radiación incidente es un factor determinante para que se pueda desarrollar un efecto dominó, por lo que la actuación inmediata de los equipos y dispositivos de seguridad con que cuenta cada instalación reducirá la posibilidad de que esto suceda.

Respecto a las zonas de alto riesgo por daño a equipos de proceso definidas por 37.5 y 12.5 kW/m² (Ver fig. II.4) se hallan únicamente las instalaciones propias de la planta, por lo que los únicos equipos de proceso dañado serían los de la propia planta de distribución de gas l.p. propiedad de "Gas Istmeño, S.A. de C.V.". En este sentido se descarta la interacción de riesgo o efecto dominó con otras con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones ajenas al proyecto.

Además de los equipos de proceso y edificaciones, otros receptores de los efectos o daños que se podrían originar como consecuencia de un evento indeseado se encuentran las **personas**, las cuales sufrirán los efectos con distinta magnitud según la intensidad y características del fenómeno producido y la vulnerabilidad del receptor del mismo. En este sentido, es importante describir los efectos causados por la radiación térmica hacia las personas expuestas durante el tiempo que dura la bola de fuego. Este efecto será capaz de producir lesiones de los tejidos humanos (quemaduras térmicas), según la profundidad de la quemadura estas pueden ser de primer, segundo y tercer grado.

De acuerdo a los datos arrojados por el Modelo de Radiación Térmica por Bola de Fuego del Simulador SCRI-FUEGO, la radiación emitida por la BLEVE del tanque de almacenamiento con una capacidad de 93,000 L es la que posee mayores alcances. Por lo que el análisis de los posibles daños en las personas se considerara en función de los radios de afectación del desarrollo del evento de mayores alcances.

Tabla. II.21. Distancias a dosis específicas de radiación calculadas durante el tiempo que dura la bola de fuego.

Dosis (kW/m ²) ^{4/3} s		Semirremolque (47,500 L)		Tanque almacenamiento (93,000 L)
85		571.95 m		659.94 m
250		377.75 m		433.68 m
500		284.36 m		324.22 m
2,000		142.81 m		154.90 m

Tabla. II.22. Efectos de la dosis de radiación térmica sobre personas.

Dosis (kW/m ²) ^{4/3} s	Daños
85	Dolor en piel desnuda.
250	Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. Nivel de daño significativo.
500	Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. Nivel de letalidad de 1 % para vestiduras promedio.
2,000	Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. Nivel de letalidad de 50 % para vestidura promedio.

Es de suma importancia resaltar que en caso de ocurrencia de dicho evento la zona con mayores daños, es decir, quemaduras de 3er grado en piel desnuda y un nivel de letalidad del 50 % para vestidura promedio está definida en un radio de 154.90 m. Sin embargo, es importante subrayar que en esta zona no se ubican asentamientos humanos que pudieran verse afectados por dicho efecto.

Asimismo, cabe resaltar que las rancherías sin nombre, identificadas como la No. 1 y 2, de las cuales no se tiene registro del número de personas, se ubican en la zona 1, en donde el efecto esperado sería únicamente dolor en piel desnuda.

Tabla. II.23. Efectos de la dosis de radiación térmica sobre el personal que se encuentra expuesto en las instalaciones cercanas a la planta.

Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personas afectadas Personal que se encuentre expuesto en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %)	Carretera Ixtepec – Tlacotepec
	Terrenos sin actividad (selva caducifolia)
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %)	Carretera Ixtepec – Tlacotepec
	Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa
	Terrenos sin actividad (selva caducifolia y agricultura de temporal)
	Corriente de agua intermitente
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda.	Carretera Ixtepec – Tlacotepec
	Supercarretera Salinas Cruz – La ventosa
	Terrenos sin actividad (selva caducifolia y agricultura de temporal)
	Corriente de agua intermitente
ZONA 1 Dolor en piel desnuda.	Carretera Ixtepec – Tlacotepec
	Supercarretera Salinas Cruz – La ventosa
	Ranchería Sin Nombre 2
	Ranchería Sin Nombre 1
	Terrenos sin actividad (selva caducifolia, vegetación inducida y agricultura de temporal)
	Corriente de agua intermitente
	Jagüey

Para mayor detalle se anexa a continuación representación gráfica.

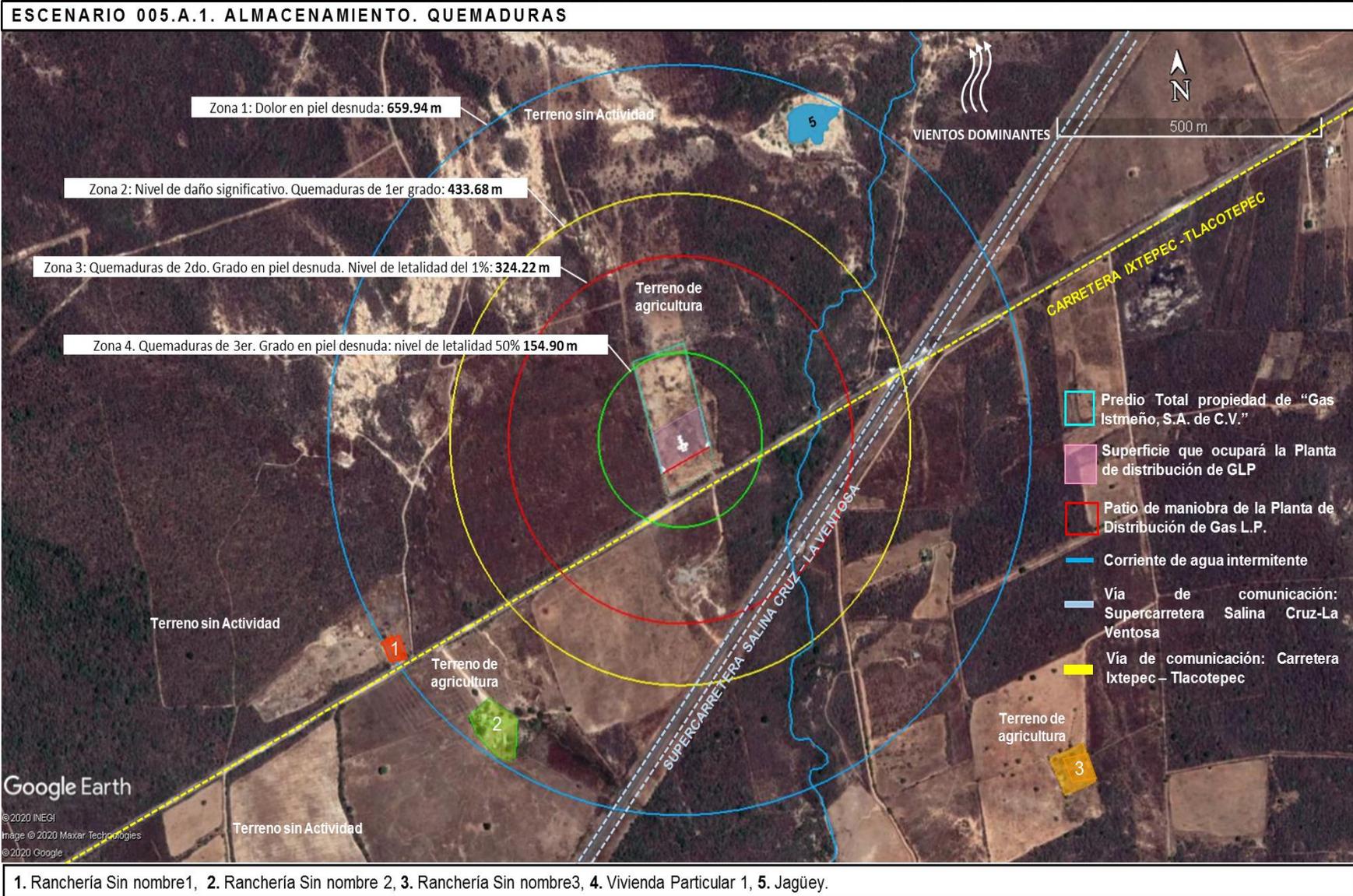


Figura II.6. Daños por quemaduras debido a la radiación térmica producida por la bola de fuego derivada de la BLEVE del tanque de almacenamiento de 93,00 litros.

En cuanto a las ondas de sobrepresión generadas por la explosión tipo BLEVE del tanque de almacenamiento de gas l.p de 93,000 litros se tiene que dentro de las zonas de alto riesgo definidas por la onda de choque equivalente a 10 y 3 psi (Ver Figura II.5) derivadas la explosión del recipiente a causa de la expansión del vapor contenido en el recipiente no se ubican áreas o equipos de proceso ajenas a la planta que pudieran representar verse afectados por la onda de choque, solo se encuentran las propias instalaciones y equipos de la planta de distribución de gas l.p.

Cabe destacar que, al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia**, por lo que el impacto que una persona o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

Cabe recordar que para que se lleve a cabo una BLEVE deben darse ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno, tales como:

- a) Tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
- b) Que se produzca una **súbita baja de presión** en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.

Por lo que es fundamental evitar que se pueda generar inicialmente una BLEVE, por tanto, las medidas de prevención irán encaminadas a evitar las condiciones determinantes que permitan el desarrollo de este fenómeno, la cuales están orientadas a:

- ◆ Limitación de presiones excesivas.
- ◆ Limitación de temperaturas excesivas.
- ◆ Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

1. MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

a) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas retrasarán el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

Con base en los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

El tanque de almacenamiento contará con:

- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m³/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.

b) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento. En particular, el tanque a instalar en la planta como máximo se llenará al 80% de su capacidad.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. **Por este motivo el tanque de almacenamiento estará dotado de los adecuados sistemas de regulación y control del nivel de llenado (medidor magnético de nivel, válvulas de exceso de flujo, etc.)**

Por su parte, los semirremolques que ingresen a la planta cuentan con los siguientes accesorios:

- Un medidor indicador de nivel magnético para gas líquido.
- Un termómetro con un intervalo de temperatura de -50 a 50°C.
- Un manómetro de 0 a 29 kg/cm².
- Dos salidas para gas líquido con válvulas de ángulo y exceso de flujo con adaptadores ACME.
- Una entrada para líquido con válvula de ángulo y no retroceso.
- Dos válvulas de seguridad con tapa protectora contra lluvia.
- Una salida para retorno de vapores con válvulas de ángulo y exceso de flujo.
- Cuatro válvulas de máximo llenado.

Por su parte, el tanque de almacenamiento contará con los siguientes accesorios:

- ✓ Un medidor rotatorio de nivel líquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m³/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.

- ✓ Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- ✓ Una conexión soldable al tanque para cable a "tierra"

2. MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios. A continuación, se indican las medidas básicas:

- Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.

Sistema de aspersión.

- El tanque contará con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semi-anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías serán de 51 mm de diámetro.
- El rociado opera colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 38 en todo el anillo. Las boquillas de rociado son tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1/2" y un gasto individual de 29.52 L.P.M a una presión de 3 Kg/cm².

3. PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. Por lo que de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002**, o la que la sustituya, deberá obtenerse para los recipientes cada cinco años el dictamen para la evaluación de la conformidad con dicha Norma, de tal forma que se asegure de que estos son aptos para seguir operando.

Cabe mencionar que el recipiente se encuentra en proceso de fabricación por lo que aún no es aplicable dicho dictamen.

Sin embargo, posteriormente se deberán considerar los siguientes términos que marca esta Norma y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad.

- A los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.
- Cuando el área de la sección cilíndrica o casquetes haya sido reparada con cambio de placa.
- Cuando el recipiente haya estado expuesto al fuego.

Determinación y justificación de la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

El proyecto de la planta de distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP) perteneciente a **GAS ISTMEÑO, S. A. DE C. V.** con pretendida ubicación en Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca. Esta zona cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de las actividades, tales como: energía eléctrica y vía de comunicación.

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo donde se ubicará el predio y la planta de GLP corresponden a Selva caducifolia.

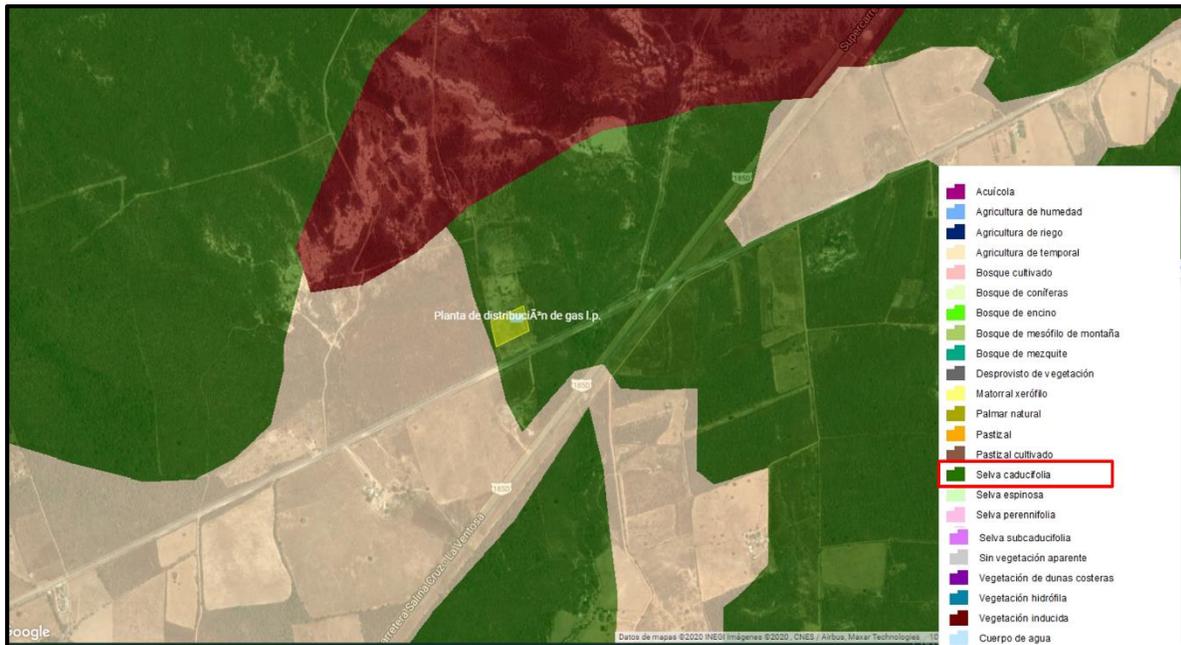


Figura II.7. Uso de suelo dentro del área del proyecto.

Además, es importante mencionar que el terreno donde se pretende desarrollar el Proyecto se ubica en la Región Ecológica número 18.23, UAB 84 con política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Y que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) el predio se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental UGA 02 con política ambiental de Aprovechamiento sustentable.

Cabe señalar que el área del proyecto se encuentra fuera de centros de población, además de estar fuera de ANP de carácter federal, estatal o municipal, así como fuera de sitios RAMSAR y Regiones Hidrológicas Prioritarias.

La planta cuenta con una Autorización de Uso de Suelo, emitida por Ayuntamiento Municipal Constitucional de Cd. Ixtepec, Oaxaca el 19 de noviembre de 2019.

Cabe mencionar que la empresa cuenta con un área suficientemente amplia para llevar a cabo las actividades de la planta, ya que esta cuenta con una superficie total de 23,632 m², de los cuales las instalaciones de la planta ocuparán una superficie de 7,239 m² y 4,017.2 m² serán destinados para el patio de maniobras, quedando una superficie de 12,375.8 m² como área de amortiguamiento. Asimismo, el terreno que ocupará la Planta, no tiene ninguna actividad en sus colindancias que represente riesgos para la operación normal de la misma.

Las colindancias del predio que ocupará la Planta serán las siguientes:

- ✓ Al Sur con el derecho de vía de la Carretera Ixtepec – Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Oaxaca.
- ✓ Al Norte con terreno baldío sin actividad.
- ✓ Al Este con terreno baldío sin actividad.
- ✓ Al Oeste con terreno baldío sin actividad.

Asimismo, en relación al requerimiento que exige actualmente la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente de los recipientes de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia, una vez que:



Figura II.8. Ubicación de la planta de distribución de GLP y alrededores dentro de radios de 100 m medidos desde la tangente del tanque de almacenamiento.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

Delimitación del Área de Estudio

La delimitación del Área de Estudio (AE) o Sistema Ambiental (SA) se define como el espacio físico donde ocurre la interacción de los componentes abióticos, bióticos, económicos y sociales con las actividades realizadas por la empresa en su etapa de operación y mantenimiento. La Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular establece que para delimitar el área de estudio se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico, de igual forma se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción.

Una vez mencionado lo anterior y de acuerdo con lo obtenido en SIGEIA, el proyecto se ubicará en la Región Ecológica No. 18.23 de la UAB 84 denominada Llanuras del Istmo del POEGT, sin embargo, esta superficie territorial es de gran amplitud con respecto al Área del Proyecto, es por esto por lo que se consideran una serie de criterios que facilitan y justifican la delimitación del Sistema Ambiental, presentando lo siguiente:

- Con base en la ubicación del proyecto en el Km.5.6 de la Carretera Ixtepec – Tlacotepec, Municipio Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca, se identificó que se encuentra fuera de centros de población, además de estar fuera de ANP de carácter federal, estatal o municipal, así como fuera de sitios RAMSAR y Regiones Hidrológicas Prioritarias.
- La Planta de Distribución de Gas L.P. contará con un almacenamiento total de 93,000 litros en un recipiente de almacenamiento, por lo que se efectúan actividades altamente riesgosas por rebasar la cantidad de reporte de 50,000 Kg. de Gas L.P., indicada en el segundo listado de actividades altamente riesgosas publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992, es por esto por lo que se presenta el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) en su modalidad Análisis de Riesgo.
- Durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto la única materia prima que se empleará en la Planta de Distribución de Gas L.P. es precisamente el Gas Licuado de Petróleo, cuyas características físico-químicas constituyen en si un peligro inherente a las actividades que se desarrollan en las instalaciones, una vez que posee un grado de riesgo por inflamabilidad muy alto (4) – por lo que cuenta con el potencial para formar mezclas explosivas, con el aire o el oxígeno dentro del rango de sus límites de inflamabilidad.
- El proceso operativo del proyecto se limitará al trasiego de Gas L.P., el cual involucrará únicamente la fase líquida y vapor por variación de presión en función de la temperatura en el proceso (temperatura ambiente), sin embargo, son las propiedades físico-químicas del Gas L.P. las que representan los posibles riesgos en la Planta de Distribución de Gas L.P.; *inflamabilidad* - medida de la facilidad con la que el Gas L.P. puede encenderse y de la rapidez con la que una vez encendido, se diseminan sus llamas - de éste y bajo ciertas condiciones de *explosividad* - es la capacidad del Gas L.P. que provoca una liberación instantánea de presión, gas y calor, ocasionado por un choque repentino, presión o alta temperatura-, por lo que ante la emisión accidental de Gas L.P. aunado a una fuente de ignición, ya sea rápida o tardía, se pueden

desarrollar fenómenos distintos, tales como, la explosión de una nube de vapor, llamarada, dardo de fuego o una bola de fuego, cuyo dimensionamiento dependerá de las características de los equipos y de los procedimientos operativos y de seguridad que se lleven a cabo.

- Se considera que la mayoría de los impactos ambientales que se harán presentes durante el desarrollo del proyecto, involucrarán una superficie exclusiva de 7,239 m², evitando afectaciones en las zonas colindantes.
- Se señala que en ninguna actividad el proyecto realiza actividades de extracción o transformación de materiales que pudieran generar emisiones a la atmósfera, aguas residuales de tipo industrial y/o derrames que afecten áreas fuera de los límites del proyecto.

Una vez mencionado lo anterior, el Sistema Ambiental se definió a partir de los resultados obtenidos del análisis de consecuencias de los eventos máximos probables y catastróficos, identificados mediante la metodología WHAT IF. La modelación de dichos eventos se realizó con el software SCRI – Fuego Ver. 2.0, donde se define el escenario No. 5 como el evento de mayor daño catastrófico, pero de menor probabilidad, es decir, la BLEVE del recipiente de almacenamiento con capacidad de 93,000 litros de agua donde se tendrían los mayores radios de afectación por radiación térmica, los cuales están definidos por **562.67 m** para 1,500 BTU/pie²·h (5 kW/m²) y **1,057.10 m** para 440 BTU/pie²·h (1.4 kW/m²).

Bajo este contexto, se tiene que el Sistema Ambiental se considera como la zona de amortiguamiento que comprende 1,057.10 m, este radio de afectación es definido por la *Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos* como el área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar principalmente a la población y el ambiente.

De igual forma, se puntualizaron las siguientes áreas con el fin de analizar y describir los factores ambientales donde incide el proyecto y con los que podría tener alguna interacción, que además puedan verse involucrados por las actividades de la empresa durante la etapa de operación y mantenimiento:

- **Área del Proyecto o Área de Influencia Directa:** es la superficie correspondiente al espacio físico donde se encuentran construidas las instalaciones, conformada por 7,239 m².
- **Área de alto riesgo y/o Área de Influencia Indirecta:** es el área contigua al Área del Proyecto con un radio de 562.67 m., considerada de esta forma debido a la afectación directa por la presencia de radiación térmica de la bola de fuego en caso de algún evento catastrófico

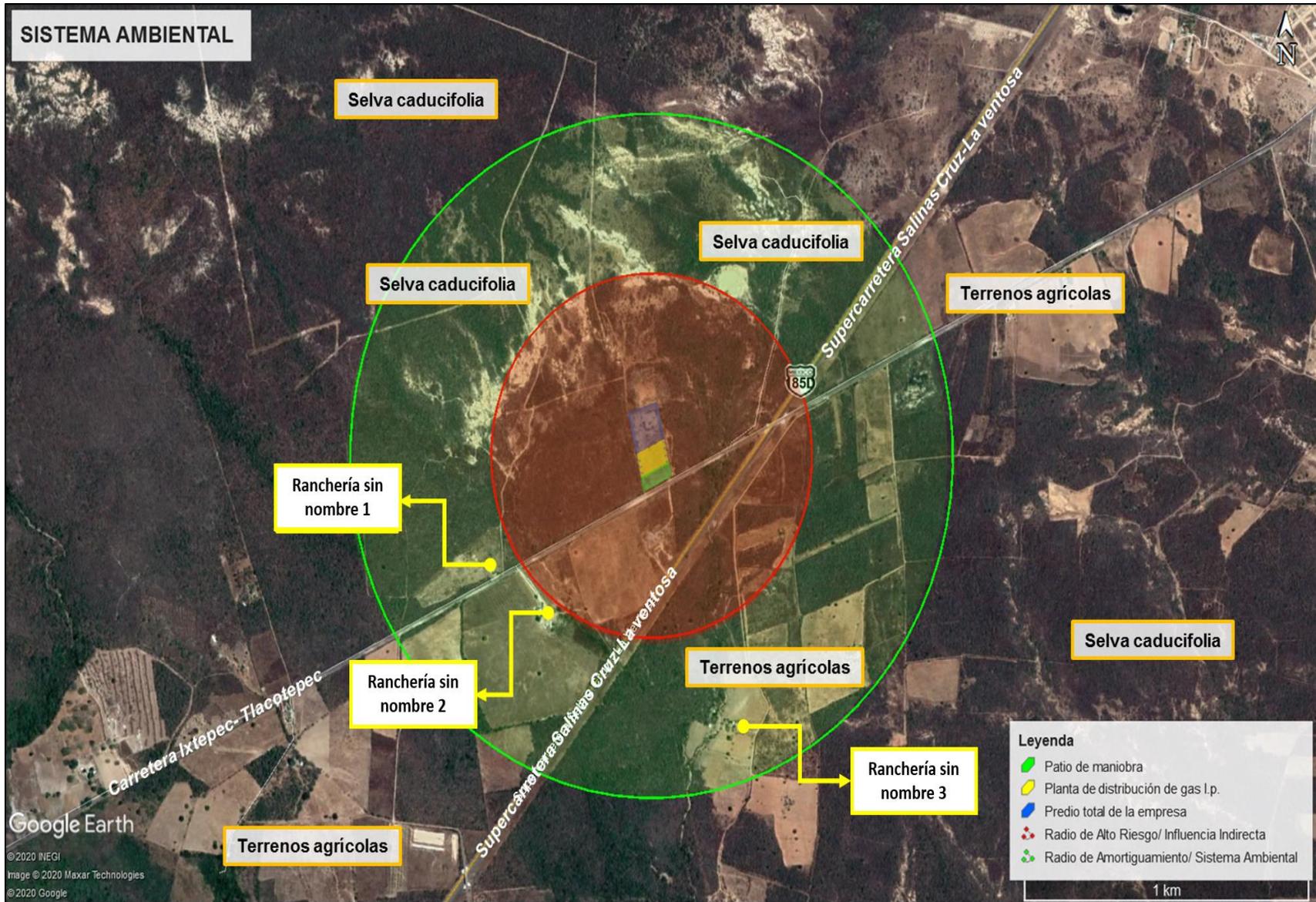


Figura II.9. Delimitación del Sistema Ambiental

Componentes abióticos

CLIMA

El clima presente en el Sistema Ambiental se cataloga como cálido-subhúmedo, con una temperatura media anual mayor de 22°C. Con base en la clasificación de Köppen, modificada por E. García en 1981, la clave climatológica correspondiente es Awo, la cual se desglosa de la siguiente forma:

- **A:** corresponde a cálido.
- **w:** corresponde a subhúmedo.
- **o:** corresponde al menos húmedo.

Este tipo de clima cubre una superficie aproximada de 138.61 km² lo que representa un 60.37% del territorio municipal y se localiza en la parte sur y centro del municipio.

- **Temperatura:**

Por medio del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número 00020039 IXTEPEC, ubicada a una altura de 69.0 msnm en las coordenadas latitud: 16°33'07" N-Longitud: 095°05'04" W, se obtuvo la siguiente información climática para un periodo comprendido entre 1951-2010, la temperatura media anual registrada es de 27.6°C, una temperatura máxima normal de 32.2°C y mínima normal de 23.0°C.

Tabla II.24. Temperatura (°C) para el periodo de 1951-2010.

Meses	Parámetros en °C						
	Temperatura máxima normal	Máxima mensual	Máxima diaria	Temperatura media normal	Temperatura mínima normal	Mínima mensual	Mínima diaria
Enero	29.5	32.2	38.0	25.0	20.4	17.3	9.0
Febrero	30.5	32.8	39.5	25.6	20.6	18.0	5.3
Marzo	32.6	35.8	41.0	27.4	22.2	18.9	10.0
Abril	34.4	37.3	43.0	29.2	23.9	20.4	16.0
Mayo	35.3	39.5	43.0	30.1	24.9	21.4	17.0
Junio	33.4	36.5	41.0	28.8	24.3	20.9	17.0
Julio	32.9	36.0	39.5	28.6	24.2	19.3	15.0
Agosto	33.4	37.7	41.0	28.8	24.3	20.2	16.0
Septiembre	32.1	35.0	39.0	27.9	23.8	20.0	16.3
Octubre	31.6	35.1	39.0	27.6	23.6	20.5	17.0
Noviembre	30.9	33.1	39.0	26.8	22.6	19.5	13.5
Diciembre	29.8	32.2	39.0	25.4	21.2	17.7	11.0
Anual	32.2			27.6	27.6		

Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA.

- **Precipitación:**

La precipitación del mes más seco varía entre 0 y 60 mm; las lluvias de verano presentan un índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal va del 5% al 10.2% del total anual. Con base en la Estación Meteorológica ya mencionada, los meses más lluviosos son junio y septiembre, y los menos lluviosos enero y febrero, como se muestra a continuación:

Tabla II.25. Precipitación (mm) para el periodo de 1951-2010.

Meses	Parámetros en mm		
	Precipitación normal	Máxima mensual	Máxima diaria
Enero	2.4	81.3	45.5
Febrero	4.2	47.1	42.6
Marzo	3.0	25.8	25.8
Abril	6.2	65.1	51.0
Mayo	44.5	245.9	89.3
Junio	212.3	745.9	282.0
Julio	147.5	496.2	163.8
Agosto	176.9	704.9	188.8
Septiembre	205.8	595.4	240.0
Octubre	66.2	392.0	169.4
Noviembre	17.2	375.5	140.4
Diciembre	3.0	49.6	49.6
Anual	889.2		

Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA.

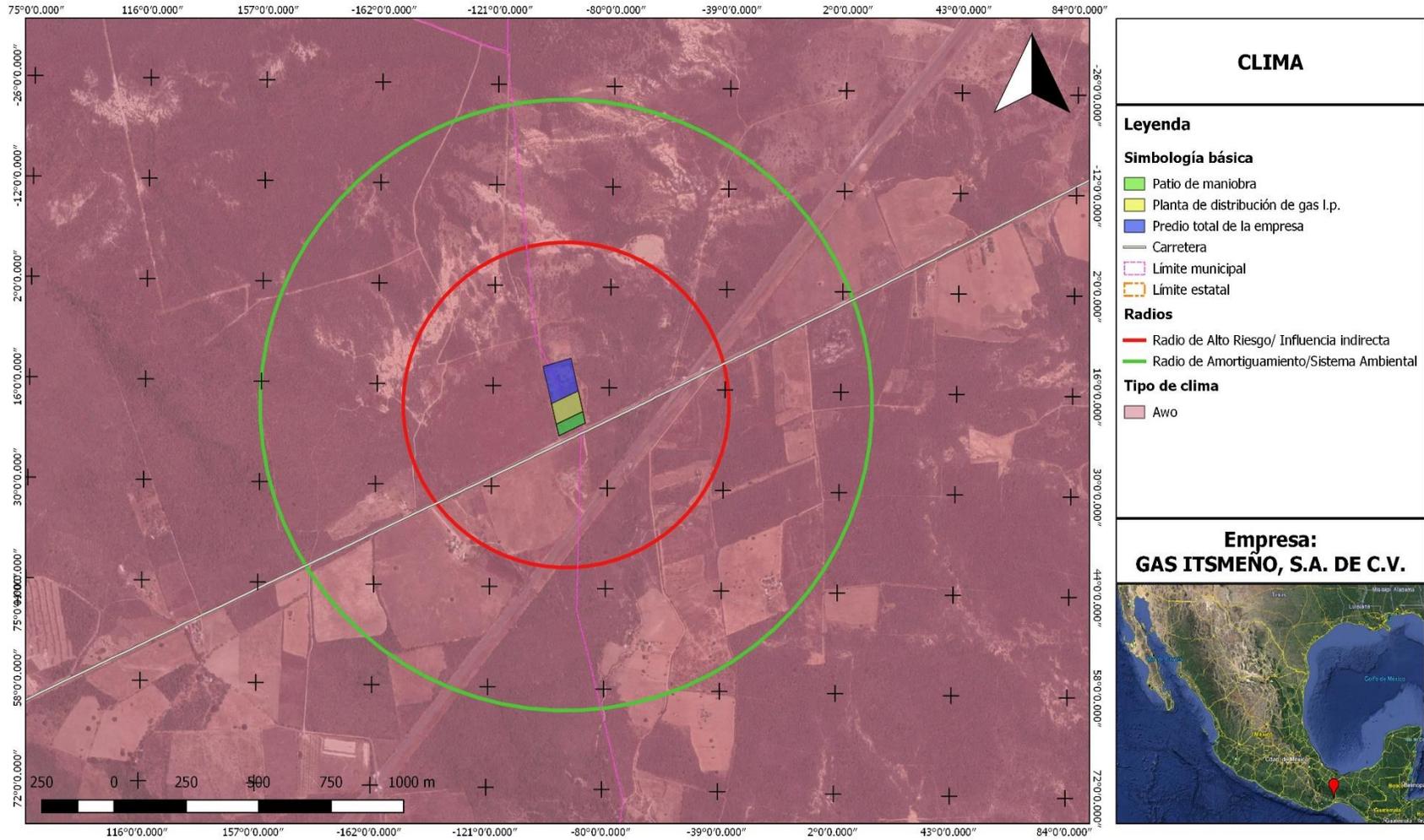


Figura II.10. Tipo de clima en el Sistema Ambiental.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA:

De manera general, el territorio municipal está representado principalmente por sierras altas, y llanuras formadas con materiales aluviales; de manera puntual, el Sistema Ambiental se ubica en una llanura, caracterizada por ser un relieve sin elevaciones o depresiones prominentes, la superficie de la topografía está formada por roca o material clástico compactado.

Asimismo, el municipio como el SA donde se encuentra el proyecto está ubicado dentro de la Provincia Fisiográfica denominada Cordillera Centroamericana, la cual ocupa parte de Chiapas y Oaxaca, y se define como una cadena montañosa formada por un antiguo batolito cuya edad varía del Paleozoico inferior al medio; con elevaciones de 900 a 2,900 msnm. A su vez, se localiza dentro de la subprovincia Llanura de Istmo, esta subprovincia fisiográfica cubre una superficie aproximada de 90.01 km² lo que representa un 39.20% del territorio municipal, abarcando toda la parte sur.

Las rocas identificadas dentro del área de estudio corresponden al granito y aluvial, definidas de la siguiente forma:

- Granito: el granito es una roca plutónica de textura granular, cristalina y muy dura. Se compone esencialmente de cuarzos, feldespatos (ortosa principalmente) y micas laminadas (biotita principalmente, pero que puede quedar sustituida por anfíbol o augita); también puede contener otros minerales como magnetita, apatito, turmalina. Su formación es fruto de una consolidación muy lenta en el interior de la corteza terrestre, por lo que puede considerarse como una roca primitiva.
- Aluvial: estos suelos se forman cuando los arroyos y ríos disminuyen su velocidad. Las partículas de suelo suspendidas son demasiado pesadas para que las lleve la corriente decreciente y son depositadas en el lecho del río. Las partículas más finas son depositadas en la boca del río, formando un delta. Los suelos aluviales varían en contenido mineral y en las características específicas del suelo en función de la región y del maillaje geológico de la zona.

Presencia de fallas y fracturamiento:

A nivel municipal, se identifican un par de fracturas en dirección Noreste-Suroeste, como se presentan en la siguiente tabla:

Tabla II.26. Fallas y fracturas cercanas al Sistema Ambiental.

Entidad	Tipo	Dirección	Des. Bloque	Mov. Falla	Inclinación	Representa	Largo Km
Fractura	N/A	Noreste-Suroeste	N/A	N/A	N/A	Definida	4.75
Fractura	N/A	Noreste-Suroeste	N/A	N/A	N/A	Definida	8.84

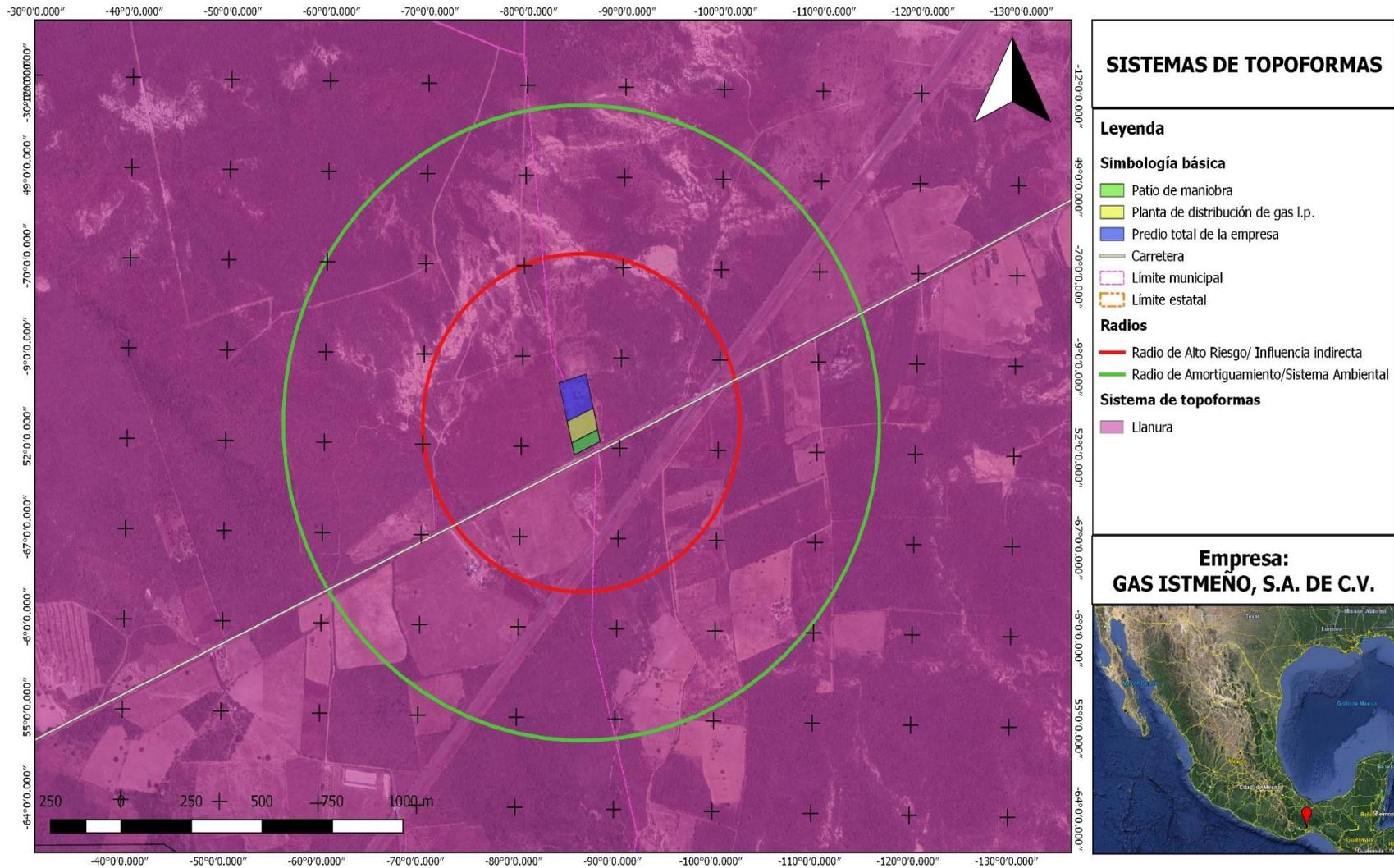


Figura II.11. Sistema de topografías en el Sistema Ambiental.

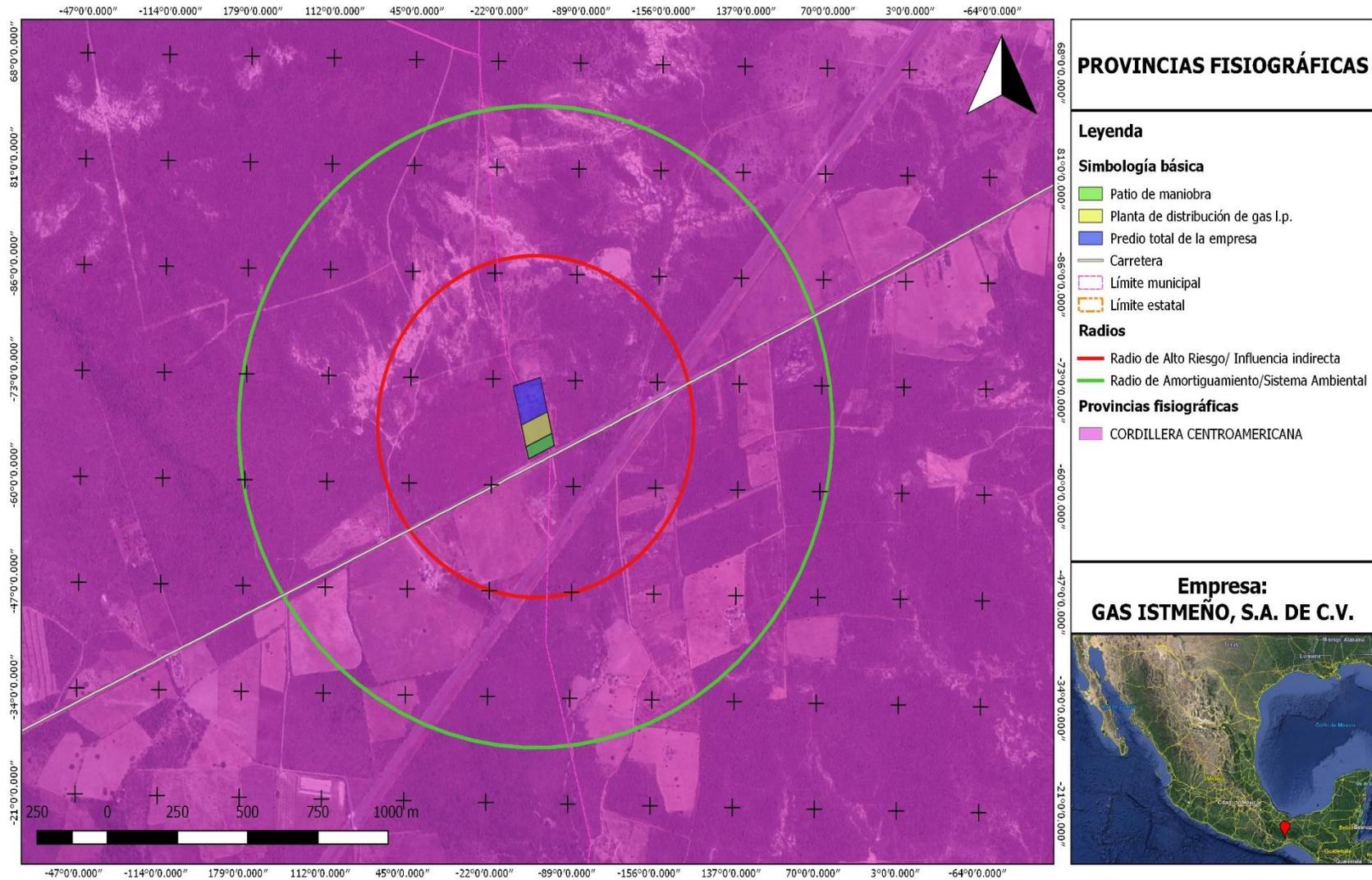


Figura II.12. Provincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

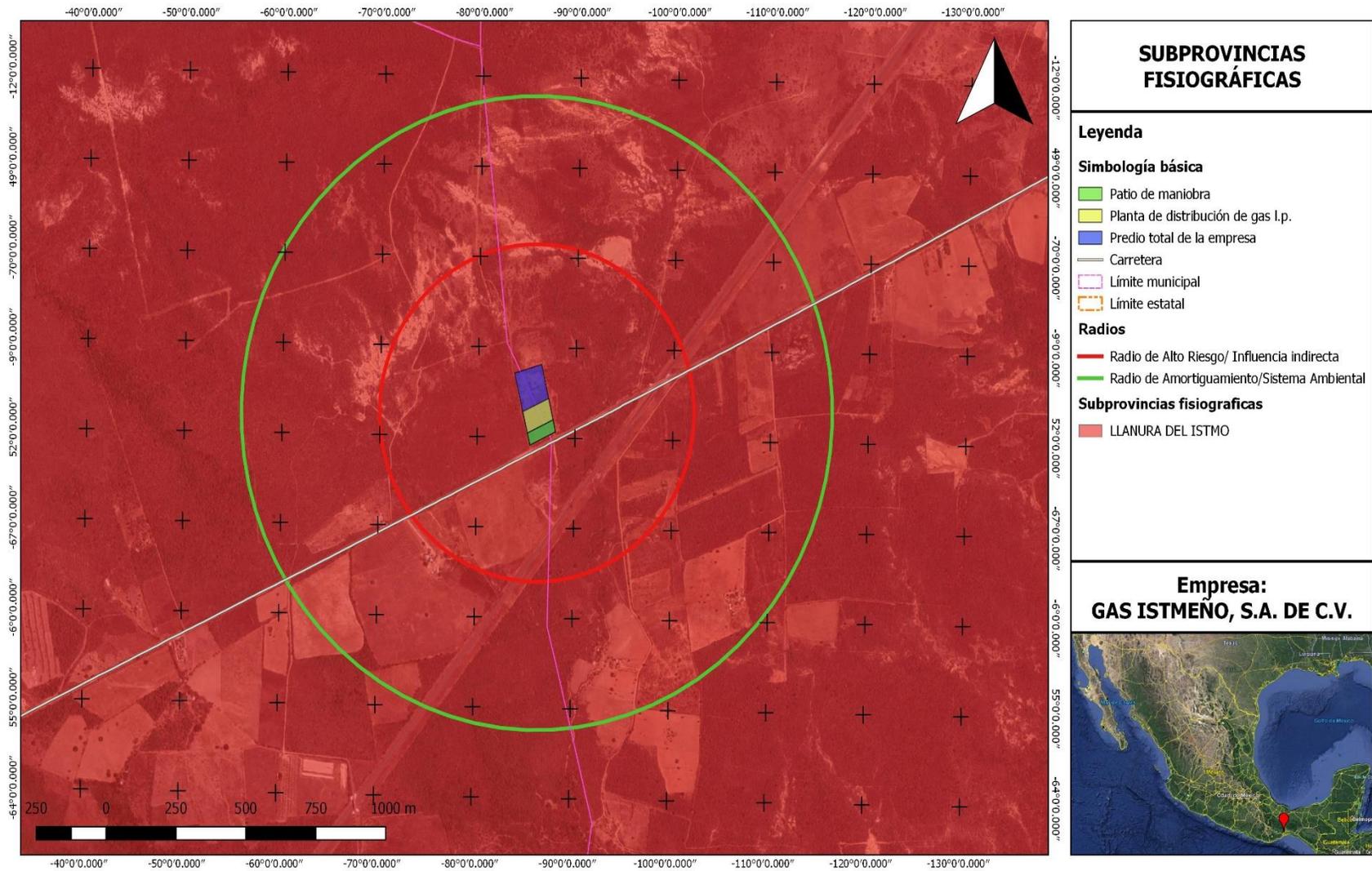


Figura II.13. Subprovincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

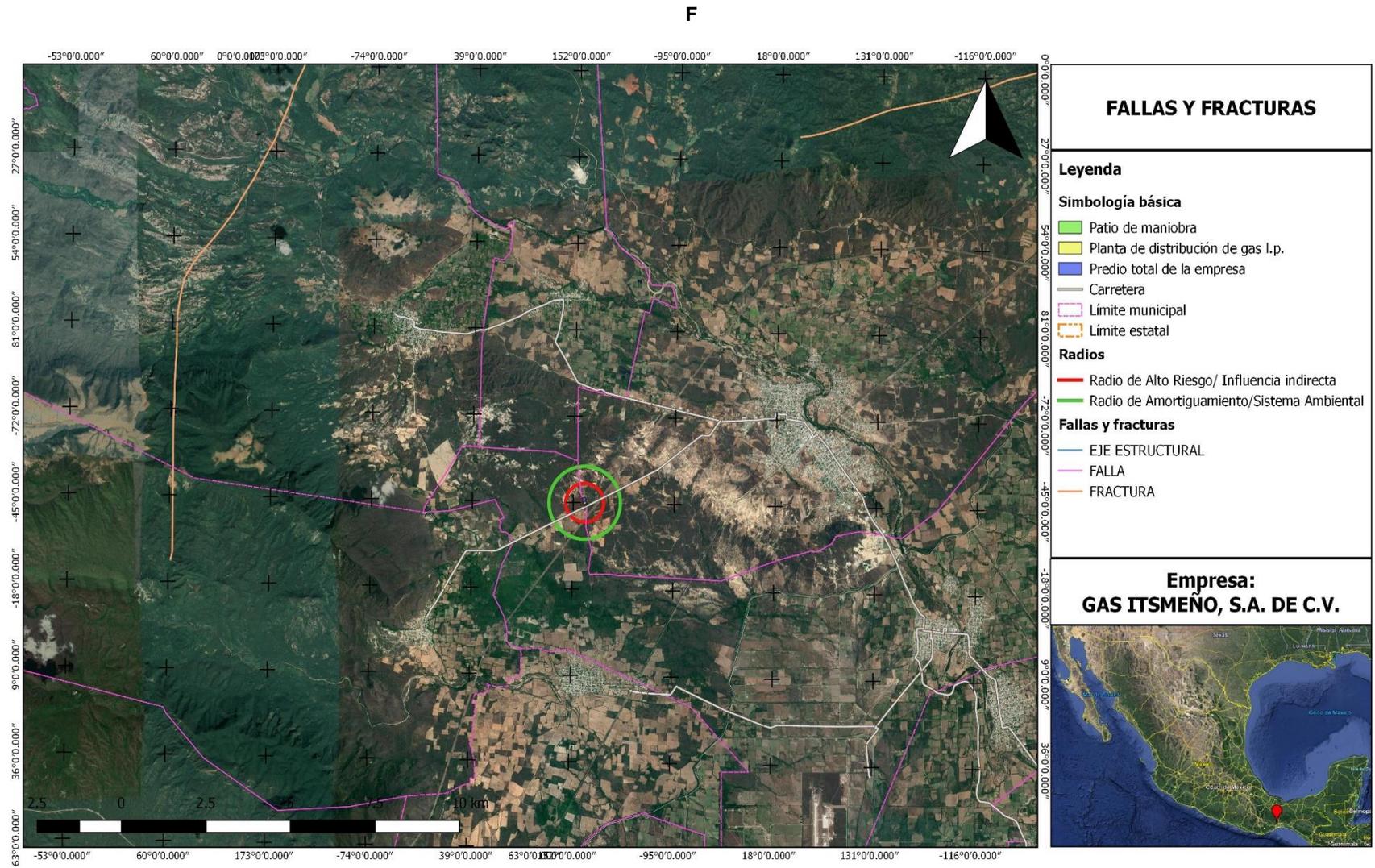


Figura II.14. Fallas y fracturas cercanas al Sistema Ambiental.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA:

- Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio:

El Sistema Ambiental del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica No. 22 denominada Tehuantepec, incluye gran parte de la región del Istmo de Tehuantepec y corresponde a la vertiente del Océano Pacífico. Se encuentra dividida en dos cuencas: Lagunas Superior e Inferior (A) y Río Tehuantepec (B), siendo la primera la cuenca correspondiente con la ubicación del Sistema Ambiental, comprende parte de los extremos sureste y sur de las sierras Juárez y Atravesada, respectivamente, se extiende a lo largo de la planicie costera del Golfo de Tehuantepec hasta la línea de costa; ocupa un área equivalente al 8.51% de territorio oaxaqueño. En promedio la cuenca recibe precipitación del orden de 1,500 mm que equivalen a un volumen de 8,588.95 mm³ de esta agua el 18.25% escurre, es decir 1,567.48 mm³.

❖ Hidrología superficial:

Dentro del Sistema Ambiental se identificaron dos corrientes de tipo intermitente, las cuales presentan agua solo una parte del año, sin embargo, no se obtuvo más información. De igual forma, es importante mencionar que el proyecto arrendará el agua potable que llegue a emplear, es por esto por lo que no se consideran afectaciones en los cuerpos de agua cercanos.

❖ Hidrología subterránea:

El acuífero correspondiente con la ubicación del proyecto es el número 2007 denominado Tehuantepec, se localiza al sureste del estado de Oaxaca y tiene un área aproximada de 14,000 km². El acuífero está constituido por materiales aluviales de acarreo, como son arenas, limos y gravas, que rellenan la parte central del valle, por lo que se considera de tipo libre. La recarga total media anual en el acuífero Tehuantepec es de 103.3 hm³ /año (Millones de metros cúbicos anuales).

Una vez llevada a cabo la estimación del volumen disponible se concluye que existen 19'640,888 m³ /año para nuevas concesiones.

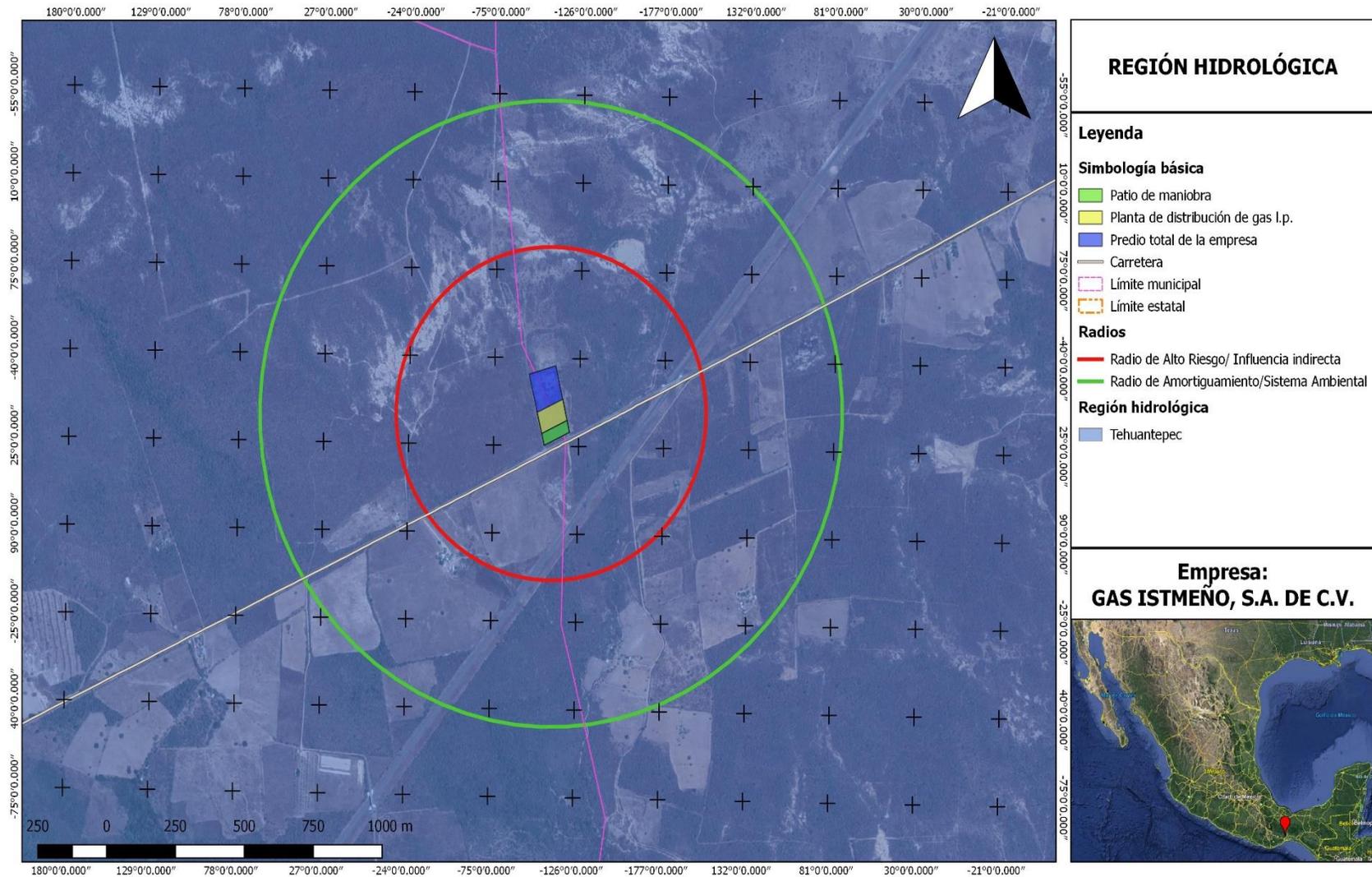


Figura II.15. Región hidrológica en el Sistema Ambiental.

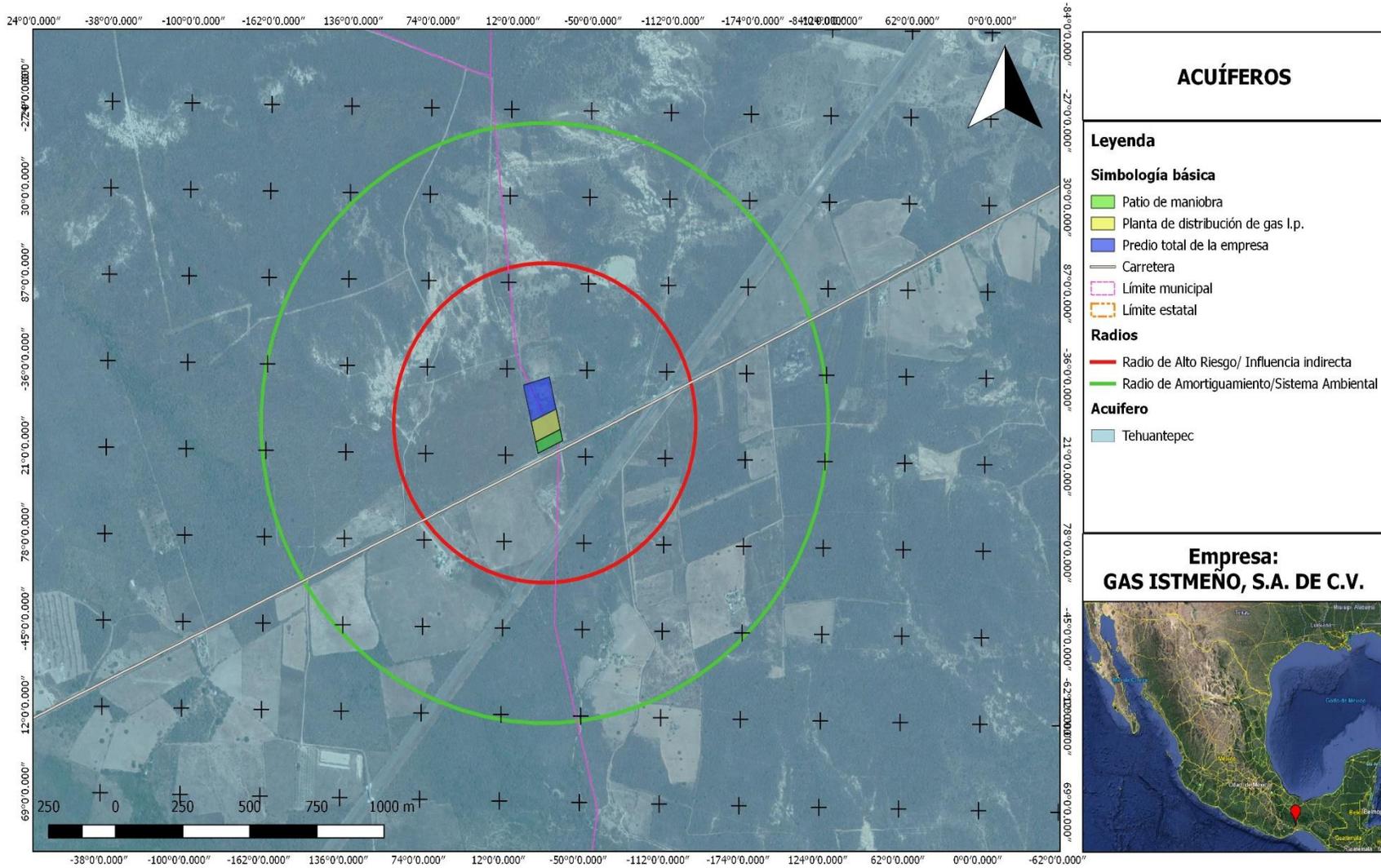


Figura II.16. Acuífero correspondiente al Sistema Ambiental

ASPECTOS BIÓTICOS**- Uso de suelo y vegetación:**

Dentro del municipio de Cd. Ixtepec, la vegetación predominante es de selva, seguido de la agricultura. Esta distribución se muestra en la siguiente tabla:

Tabla II.27. Porcentaje del uso de suelo a nivel municipal.

Agricultura	24.43%
Zona urbana	6.81%
Pastizal cultivado	0.41%
Selva	64.44%
Pastizal cultivado	3.91%

Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.

De igual forma, al realizar la georreferenciación del área de estudio en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA) se obtuvo la siguiente información acerca del uso del suelo dentro del Sistema Ambiental:

Tabla II.28. Información sobre uso de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental.

Área de estudio	Clave (uso de suelo y/o tipo de vegetación)	Grupo de vegetación	Tipo de vegetación	Tipo de Veg. / Veg. Sec.
Área del Proyecto	VSa/SBC	Selva caducifolia	Selva caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
Terreno Total	VSa/SBC	Selva caducifolia	Selva caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
Área de Influencia Indirecta o zona de Alto Riesgo	PI	Vegetación inducida	Pastizal inducido	Pastizal inducido
	TA	Agricultura de temporal	No aplicable	Agricultura de temporal anual
	VSa/SBC	Selva caducifolia	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia
Sistema Ambiental o zona de amortiguamiento	PI	Vegetación inducida	Pastizal inducido	Pastizal inducido
	TA	Agricultura de temporal	No aplicable	Agricultura de temporal anual
	VSa/SBC	Selva caducifolia	Selva baja caducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia

Con base en la tabla e imagen anterior se observa que dentro del Sistema Ambiental los grupos de vegetación son la selva caducifolia, la agricultura de temporal y el pastizal inducido, presentando a continuación, una breve descripción de cada uno.

- **Selva caducifolia:** descrita como comunidades vegetales dominadas por árboles pequeños que pierden sus hojas durante la época seca del año. Son propias de climas

cálidos con lluvias escasas y tienen una diversidad única con gran cantidad de especies endémicas. Entre las especies que la habitan hay una gran variedad de copales como el copal chino (*Bursera bipinnata*) y el copal santo (*B. copallifera*), además de especies como chupandía (*Cyrtocarpa procera*), tepeguaje (*Lysiloma spp.*), bonete (*Jacaratia mexicana*), cazahuate (*Ipomoea spp.*), clavelina (*Pseudobombax palmeri*), colorín (*Erithryna spp.*) y pochote (*Ceiba aesculifolia*). Un componente muy vistoso y característico son las enormes cactáceas como tetechos (*Neobuxbaumia spp.*), candelabros (*Pachycereus spp.* y varias especies del género *Stenocereus*), la jiotilla o quiotilla (*Escontria chiotilla*). Varias palmas como el coyul (*Acrocomia aculeata*), el soyatl (*Brahea dulcis*), la palma de guano (*Sabal japa*), el coco introducido (*Cocos nucifera*) entre otras. También abundan las leguminosas como el quebracho (*Lysiloma divaricata*), el quayacán o palo de totole (*Conzattia multiflora*), el chaparro (*Acacia amentácea*) y el huizache (*Acacia constricta*), entre otras.

- **Agricultura de temporal:** se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego.
- **Pastizal inducido:** Esta comunidad dominada por gramíneas o gramínoideas aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: Zacate tres barbas (*Aristida adscensionis*), Zacate borreguero (*Dasyochloa pulchella*), Zacate burro (*Paspalum notatum*), Zacate cadillo o Roseta (*Cenchrus spp.*), *Muhlenbergia phleoides*, *Enneapogon desvauxii*, entre otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

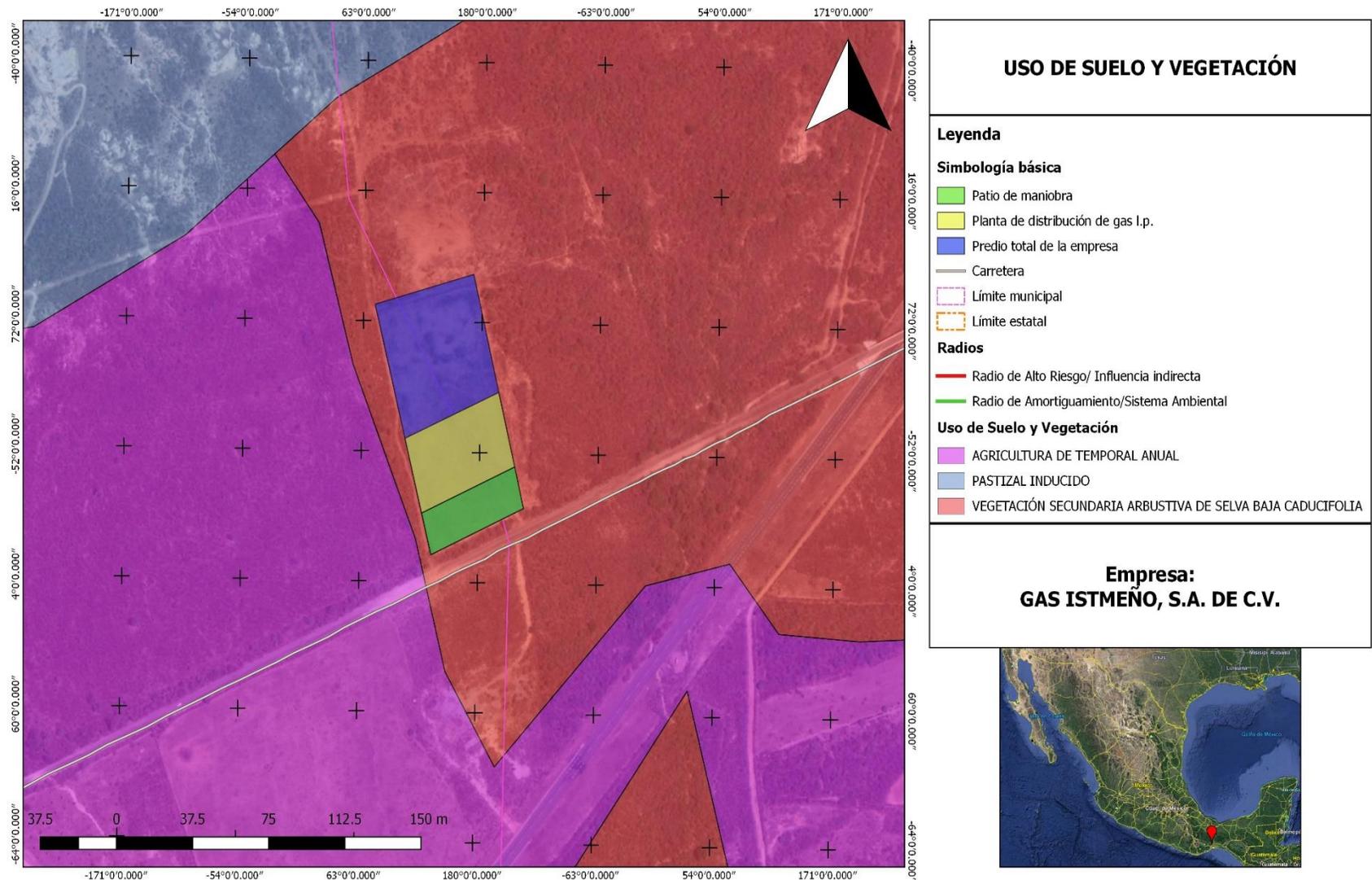


Figura II.17. Uso de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental. INEGI,2017.

- **Vegetación terrestre:**Vegetación terrestre en el Área del Proyecto y el Terreno Total:

El Terreno Total cómo se ha mencionado, cuenta con una superficie de 23,632 m² de los cuales serán empleados 7,239 m² para la instalación de la Planta de Distribución de Gas L.P. y 4,017.2 m² para el patio de maniobras, dejando una superficie de 12,375.8 m² como área de amortiguamiento.

Para llevar a cabo un reconocimiento de la flora en el predio pretendido para el proyecto, se llevó a cabo una visita durante la temporada de otoño, en la cual se trazaron dos transectos al azar con una longitud de 100 m. cada uno (Figura II.18), observando las especies presentes y tomando datos como nombre común, nombre científico (en caso de conocerse), estrato, así como fotografías, principalmente de la flor y futo si se contaba con ello.

Posteriormente, se realizó trabajo de gabinete, donde se determinó y corroboró la especie de manera taxonómica empleado principalmente guías de la región, obteniendo el siguiente listado:

Tabla II.29. Flora identificada en el Área del Proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estrato	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
					NOM-059	IUCN
Bignoniaceae	<i>Fridericia floribunda</i>	Bejuco morado	Herbáceo	--	--	--
Boraginaceae	<i>Varronia oaxacana</i>	Aguardientillo	Herbáceo	--	--	--
Cactaceae	<i>Acanthocereus oaxacensis</i>	Tasajillo de Oaxaca	Herbáceo	--	--	--
Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	Campanilla	Herbáceo	--	--	LC
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	Mala mujer	Herbáceo	Endémica	--	LC
Euphorbiaceae	<i>Croton draco</i>	Drago	Herbáceo	--	--	LC
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Mala mujer	Herbáceo	--	--	LC
Fabaceae	<i>Couleria platyloba</i>	Alejo	Arbóreo	Nativa	--	--
Fabaceae	<i>Erythrostemon mexicanus</i>	Comalillo	Arbóreo	Nativa	--	--
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Tepeguaje dormilón	Arbóreo	Nativa	--	CD
Fabaceae	<i>Senna pallida</i>	Abejón	Arbóreo	--	--	--
Fabaceae	<i>Senna uniflora</i>	Cacahuatillo	Arbóreo	--	--	--
Fabaceae	<i>Vachellia campechiana</i>	Cubata	Arbustivo	--	--	--
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Palo blanco	Arbóreo	--	--	LC
Malvaceae	<i>Melochia pyramidata</i>	Escobilla	Herbáceo	--	--	LC
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de Caulote	Arbóreo	Nativa	--	LC
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Hierba santa	Herbáceo	Nativa	--	LC
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto rosa africano	Herbáceo	Introducida	--	--

Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Pasto pata de pollo	Herbáceo	Introducida	--	--
Poaceae	<i>Setaria grisebachii</i>	Pasto	Herbáceo	Nativo	--	--
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	Arbóreo	--	--	--
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	Arbustivo	--	--	--
Malvaceae	<i>Melochia nodiflora</i>	--	Herbáceo	--	--	--

International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Least Concern (LC).

Una vez llevada a cabo la identificación de las especies, se destaca que ninguna se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.



Figura II.18. Transectos recorridos dentro del predio del proyecto.

Vegetación terrestre en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental:

Para describir la vegetación susceptible a encontrarse en el Sistema Ambiental y Área de Influencia Indirecta se emplearon herramientas bibliográficas y digitales de la región, ya que llevar a cabo muestreos sistemáticos en la zona es complicado dado que los terrenos son inaccesibles y/o de propiedad privada.

Como ya se mencionó, dentro del Sistema Ambiental, se presenta la vegetación de tipo selva caducifolia es por esto por lo que las especies enlistadas se relacionan con este tipo de ambientes, al igual se reportan especies introducidas u ornamentales debido a las actividades humanas en la zona.

Una vez mencionado lo anterior, se presenta el siguiente listado:

Tabla II.30. Especies potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus nigricans</i>	Árbol del Peine	Nativa	--	(LC)
Aizoaceae	<i>Trianthema portulacastrum</i>	Verdolaga de Caballo	Nativa	--	--
Amaryllidaceae	<i>Zephyranthes nelsonii</i>	--	Endémica	--	--
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalalate	Endémica	--	(VU)
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Cachimba	Nativa	--	--
Anacardiaceae	<i>Rhus barclayi</i>	--	Endémica	--	--
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de Huesito	Nativa	--	(LC)
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	Chirimoya	Nativa	--	--
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>	Capulín	Nativa	--	(LC)
Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	--	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Mesechites trifidus</i>	--	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Prestonia mexicana</i>	--	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Asclepias woodsoniana</i>	--	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Cynanchum unifarium</i>	Talayote	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Funastrum bilobum</i>	Cormollote	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Funastrum clausum</i>	Bejuco Revientachivo	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Gonolobus barbatus</i>	--	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Marsdenia coulteri</i>	--	Endémica	--	--
Apocynaceae	<i>Marsdenia gallardoae</i>	--	Endémica	--	--
Apocynaceae	<i>Marsdenia mexicana</i>	--	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Marsdenia zimapanica</i>	Pancololo	Endémica	--	--
Apocynaceae	<i>Matelea crenata</i>	--	Endémica	--	--
Apocynaceae	<i>Matelea cyclophylla</i>	--	Endémica	--	--
Apocynaceae	<i>Metastelma schaffneri</i>	--	Endémica	--	--
Apocynaceae	<i>Polystemma viridiflorum</i>	--	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Chiche Colorado	Nativa	--	(NT)
Apocynaceae	<i>Cascabela ovata</i>	Huevo de Toro	Nativa	--	(LC)
Apocynaceae	<i>Cascabela thevetia</i>	Venenillo	Nativa	--	(LC)
Apocynaceae	<i>Haplophyton cimidum</i>	Palo Bolero	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Cacalosúchil	Nativa	--	(LC)
Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	Chilillo	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Stemmadenia eubracteata</i>	--	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i>	Cojón de Gato	Nativa	--	(LC)
Apocynaceae	<i>Stemmadenia obovata</i>	Torito	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Asclepias similis</i>	Algodoncillo Blanco	Nativa	--	--
Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i>	Algodoncillo Gigante Africano	Exótica	--	--
Apocynaceae	<i>Sarcostemma clausum</i>	--	Nativa	--	--
Araceae	<i>Anthurium nizandense</i>	--	Endémica	--	--
Araceae	<i>Philodendron warszewiczii</i>	--	Nativa	--	--
Araceae	<i>Syngonium neglectum</i>	Lengua de Vaca	Endémica	--	--
Arecaceae	<i>Chamaedorea elegans</i>	Camedor de Cambray	Endémica	--	--
Arecaceae	<i>Chamaedorea ernesti-augusti</i>	Camedor Chapana	Endémica	(A)	--
Arecaceae	<i>Chamaedorea oblongata</i>	Tepejilote Jade	Endémica	(A)	(VU)
Asparagaceae	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Palma Barrigona	Endémica	(A)	(CR)
Asparagaceae	<i>Echeandia breedlovei</i>	--	Endémica	--	--
Asparagaceae	<i>Echeandia grandiflora</i>	--	Endémica	--	--

Asparagaceae	<i>Milla oaxacana</i>	Estrellita de Campo	Endémica	--	--
Aspleniaceae	<i>Asplenium hoffmannii</i>	Helecho	Nativa	--	--
Basellaceae	<i>Anredera vesicaria</i>	Consuelda	Nativa	--	--
Bignoniaceae	<i>Adenocalymma inundatum</i>	Bejuco	Nativa	--	--
Bignoniaceae	<i>Amphilophium paniculatum</i>	Bejuco Prieto	Nativa	--	--
Bignoniaceae	<i>Astianthus viminalis</i>	Achuchil	Nativa	--	(LC)
Bignoniaceae	<i>Godmania aesculifolia</i>	Cacho de Toro	Nativa	--	(LC)
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Apamate Rosa	Nativa	--	(LC)
Bixaceae	<i>Cochlospermum (Cochlospermum) vitifolium</i>	Algodón Silvestre	Nativa	--	(LC)
Bromeliaceae	<i>Billbergia pallidiflora</i>	Bromelia	Endémica	--	--
Bromeliaceae	<i>Bromelia palmeri</i>	Bromelia	Endémica	--	--
Bromeliaceae	<i>Hechtia caudata</i>	Bromelia	Endémica	--	--
Bromeliaceae	<i>Hechtia rosea</i>	Bromelia	Endémica	--	--
Bromeliaceae	<i>Tillandsia caput-medusae</i>	Gallito	Nativa	--	--
Bromeliaceae	<i>Tillandsia concolor</i>	Tillandsia Color Parejo	Endémica	(A)	--
Bromeliaceae	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	Gallinita	Endémica	--	--
Bromeliaceae	<i>Tillandsia limbata</i>	Flor de Incienso	Endémica	--	(LC)
Bromeliaceae	<i>Tillandsia makoyana</i>	Magueyito	Endémica	--	--
Bromeliaceae	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Gallito	Nativa	--	--
Bromeliaceae	<i>Tillandsia streptophylla</i>	Bromelia	Endémica	--	--
Burseraceae	<i>Bursera glabrifolia</i>	Copal	Endémica	--	(LC)
Burseraceae	<i>Bursera heteresthes</i>	Copal	Endémica	--	(EN)
Burseraceae	<i>Bursera bicolor</i>	Copal	Endémica	--	(LC)
Burseraceae	<i>Bursera bipinnata</i>	Copal Santo	Nativa	--	(LC)
Burseraceae	<i>Bursera submoniliformis</i>	Copal	Endémica	--	(LC)
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Árbol del Copal Santo	Endémica	--	(LC)
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo Mulato	Nativa	--	(LC)
Burseraceae	<i>Bursera grandifolia</i>	Chicopun	Endémica	--	(LC)
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i>	Palo Mulato	Nativa	--	--
Burseraceae	<i>Bursera ariensis</i>	Copal	Endémica	--	(LC)
Burseraceae	<i>Bursera cinerea</i>	Camarón	Endémica	--	(NT)
Burseraceae	<i>Bursera linanoe</i>	Copal Linalóe	Endémica	--	(VU)
Cactaceae	<i>Pereskia lychnidiflora</i>	Cactus Árbol del Matrimonio	Nativa	--	(LC)
Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i>	Cola de Caballo	Nativa	--	(LC)
Cactaceae	<i>Peniocereus fosterianus</i>	--	--	--	--
Cactaceae	<i>Peniocereus oaxacensis</i>	--	--	--	--
Cactaceae	<i>Selenicereus coniflorus</i>	Pitayita Nocturna de Culebra	--	--	--
Cactaceae	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	Dama de Noche	Nativa	--	(LC)
Cactaceae	<i>Neobuxbaumia scoparia</i>	Tetecho Alto	--	--	--
Cactaceae	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Cardón Hecho	Endémica	--	(LC)
Cactaceae	<i>Stenocereus pruinosus</i>	Pitayo	Endémica	--	(LC)
Cactaceae	<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	Pitayo Viejo	Endémica	--	(LC)
Cactaceae	<i>Pilosocereus collinsii</i>	Pitayo Viejo -	Endémica	--	(LC)
Cactaceae	<i>Cephalocereus tetetzo</i>	Cardón Tetecho	Endémica	--	(LC)
Cactaceae	<i>Opuntia decumbens</i>	Nopal de Culebra	Nativa	--	(LC)
Cactaceae	<i>Mammillaria karwinskiana</i>	Biznaga de Karwinski	Endémica	--	(LC)
Cactaceae	<i>Opuntia tehuantepecana</i>	Nopal de Caballo	Endémica	--	(LC)
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i>	Manzana de Playa	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	Nativa	--	(DD)
Caricaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Chancarro	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Licania arborea</i>	Cacahuananche	--	--	--
Caricaceae	<i>Combretum decandrum</i>	--	Nativa	--	--

Caricaceae	<i>Combretum farinosum</i>	Bejuco de Carape	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Terminalia macrostachya</i>	Cacho de Toro	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i>	Pico de Pájaro	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Evolvulus cardiophyllus</i>	--	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Evolvulus sericeus</i>	--	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ipomoea bracteata</i>	Bejuco Blanco	Endémica	--	--
Caricaceae	<i>Ipomoea capillacea</i>	Hierba De Nuño Chávez	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Frijolillo	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ipomoea minutiflora</i>	Trompillo	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ipomoea populina</i>	--	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ipomoea setosa</i>	--	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ipomoea ternifolia</i>	Manto de da Virgen	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Jacquemontia mexicana</i>	--	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Jacquemontia pringlei</i>	--	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Merremia platyphylla</i>	--	Endémica	--	--
Caricaceae	<i>Merremia quinquefolia</i>	Cinco Hojas	--	--	--
Caricaceae	<i>Merremia umbellata</i>	Moradilla	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Turbina corymbosa</i>	Coaxoxouque	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Diospyros nigra</i>	Zapote Negro	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Erythroxylum havanense</i>	Escobillo	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Casearia tremula</i>	Casearia Tremula	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Xylosma panamensis</i>	Brujo	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Eustoma exaltatum</i>	Violeta	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Achimenes grandiflora</i>	Violeta Mexicana	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Gyrocarpus americanus</i>	Cedro Blanco	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Gyrocarpus jatrophifolius</i>	Carne de Perro	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Krameria revoluta</i>	--	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ocimum campechianum</i>	Albahaca	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Capulincillo	--	--	--
Caricaceae	<i>Gronovia scandens</i>	Chichicaste	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nananche	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Heteropterys laurifolia</i>	Escobillo	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Escobillo	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Capulín	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Malpighia mexicana</i>	Nanche Rojo	Endémica	--	--
Caricaceae	<i>Malpighia ovata</i>	--	Endémica	--	--
Caricaceae	<i>Malpighia umbellata</i>	Granadilla	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Tetrapteryx seleriana</i>	--	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Anoda cristata</i>	Alache	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Gossypium hirsutum</i>	Algodón Mexicano	Nativa	(Pr)	(VU)
Caricaceae	<i>Herissantia crispa</i>	Hierba del Campo	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Hibiscus kochii</i>	--	Endémica	--	--
Caricaceae	<i>Hibiscus phoeniceus</i>	Amapolilla	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Malvastrum americanum</i>	Taparrabo	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Pavonia paniculata</i>	Majagüilla	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Sida acuta</i>	Escoba	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Sida ciliaris</i>	Cordón de Obispo	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Cedrela salvadorensis</i>	Cedro	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba del Pacifico	Nativa	--	(EN)
Caricaceae	<i>Trichilia havanensis</i>	Ciruelillo	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Hyperbaena mexicana</i>	Manguito	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Nativa	--	--

Caricaceae	<i>Dorstenia contrajerva</i>	Contrahierba	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ficus aurea</i>	Higuerón	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ficus crassinervia</i>	Higo	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Ficus insipida</i>	Higuera Blanca	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Ficus pertusa</i>	Amatillo	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Ficus petiolaris</i>	Amate Amarillo	Endémica	--	--
Caricaceae	<i>Ardisia paschalis</i>	Chocolatillo	Nativa	--	(LC)
Caricaceae	<i>Ardisia revoluta</i>	Arrayán	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Calyptanthes pallens</i>	Murta	Nativa	--	--
Caricaceae	<i>Calyptanthes schiedeana</i>	Guayabillo	Endémica	--	--
Commelinaceae	<i>Callisia gentlei</i>	--	Nativa	--	--
Cordiaceae	<i>Cordia dentata</i>	Palo Noble	Nativa	--	(LC)
Cordiaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	Nativa	--	--
Cordiaceae	<i>Cordia elaeagnoides</i>	Barcino	Endémica	--	--
Cordiaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Hormiguero	Nativa	--	--
Cordiaceae	<i>Cordia stellata</i>	Amapa Blanca	Endémica	--	--
Cordiaceae	<i>Cordia truncatifolia</i>	Sasanil del Cerro	Nativa	--	--
Cordiaceae	<i>Varronia curassavica</i>	Bolita Prieta	Nativa	--	--
Cordiaceae	<i>Varronia oaxacana</i>	Aguardientillo	Nativa	--	--
Crassulaceae	<i>Echeveria acutifolia</i>	--	Endémica	--	--
Cucurbitaceae	<i>Ibervillea hypoleuca</i>	--	Endémica	--	--
Cucurbitaceae	<i>Ibervillea lindheimeri</i>	Snake Apple	Nativa	--	--
Cucurbitaceae	<i>Ibervillea millspaughii</i>	Culebra Amarilla	Nativa	--	--
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Pepino Cimarrón	Exótica	--	--
Cucurbitaceae	<i>Rytidostylis gracilis</i>	Chayotillo	Nativa	--	--
Cucurbitaceae	<i>Schizocarpum palmeri</i>	--	Endémica	--	--
Cucurbitaceae	<i>Schizocarpum reflexum</i>	--	Endémica	--	--
Cucurbitaceae	<i>Sechiopsis distincta</i>	--	Endémica	--	--
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i>	Zapallo Angola	Nativa	--	(LC)
Cucurbitaceae	<i>Polyclathra cucumerina</i>	Calabacilla	Nativa	--	--
Dryopteridaceae	<i>Megalastrum pulverulentum</i>	Helecho	Nativa	--	--
Ehretiaceae	<i>Bouyeria andrieuxii</i>	Sasanil del Cerro	Endémica	--	--
Ehretiaceae	<i>Bouyeria huanita</i>	Flor de Paloma	Nativa	--	--
Ehretiaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Mandimbo	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Canelilla	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Croton cortesianus</i>	Paillo	Nativa	--	(LC)
Euphorbiaceae	<i>Croton ovalifolius</i>	--	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Croton suberosus</i>	--	Endémica	--	(LC)
Euphorbiaceae	<i>Hippomane mancinella</i>	Árbol de la Muerte	Nativa	--	(LC)
Euphorbiaceae	<i>Croton alamosanus</i>	Vara Blanca	Endémica	--	--
Euphorbiaceae	<i>Manihot oaxacana</i>	--	Endémica	--	--
Euphorbiaceae	<i>Ditaxis manzanilloana</i>	--	Endémica	--	--
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia scandens</i>	Granadilla	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Jatropha alamanii</i>	--	Endémica	--	(VU)
Euphorbiaceae	<i>Jatropha fremontiioides</i>	--	Endémica	--	--
Euphorbiaceae	<i>Jatropha oaxacana</i>	--	Endémica	--	--
Euphorbiaceae	<i>Jatropha podagrica</i>	Ruibarbo	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	Mala Mujer	Nativa	--	(LC)
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus multilobus</i>	Mala Mujer	Endémica	--	(LC)
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus urens</i>	Chichicastle	Nativa	--	(LC)
Euphorbiaceae	<i>Tragia mexicana</i>	--	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Lechero	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia segoviensis</i>	--	Endémica	--	--
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	Cigarrillo	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pteroneura</i>	--	Endémica	--	--

Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>	Golondrina	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia ophthalmica</i>	Hierba de la Golondrina	Nativa	--	--
Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	Copalchí	Nativa	--	(LC)
Euphorbiaceae	<i>Croton pseudoniveus</i>	Muletilla	Nativa	--	(LC)
Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i>	Palo Santo	Nativa	--	(LC)
Euphorbiaceae	<i>Sapium macrocarpum</i>	Amatillo	Nativa	(A)	(VU)
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania appendiculata</i>	--	Endémica	--	--
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Acacia	Nativa	--	(LC)
Fabaceae	<i>Acacia pringlei</i>	Acacia Pringlei	Nativa	--	--
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona Grande	Nativa	--	(LC)
Fabaceae	<i>Mimosa benthamii</i>	Espino Herrero	Endémica	--	--
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	Nativa	--	(LC)
Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite Blanco	Nativa	--	(LC)
Fabaceae	<i>Desmanthus virgatus</i>	Guaje	Nativa	--	--
Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Nativa	--	(LC)
Fabaceae	<i>Leucaena lanceolata</i>	Guaje	Endémica	--	(LC)
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Carretadera	Nativa	--	--
Fabaceae	<i>Acacia picachensis</i>	Espinillo Amarillo	Nativa	--	--
Fabaceae	<i>Acacia tenuifolia</i>	Espino	Nativa	--	--
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	Nativa	--	--
Fabaceae	<i>Calliandra bijuga</i>	--	Endémica	--	--
Heliotropiaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i>	Alacrancillo	Nativa	--	--
Heliotropiaceae	<i>Heliotropium fruticosum</i>	Cola de Mono	Nativa	--	--
Heliotropiaceae	<i>Heliotropium macrostachyum</i>	Cola de Alacrán	Nativa	--	--
Heliotropiaceae	<i>Heliotropium ternatum</i>	Hierba de Fuego	Nativa	--	--
Heliotropiaceae	<i>Tournefortia trichocalycina</i>	--	--	--	--
Heliotropiaceae	<i>Tournefortia volubilis</i>	Bejuco Verde	--	--	--
Hypoxidaceae	<i>Curculigo scorzonifolia</i>	--	Nativa	--	--
Iridaceae	<i>Alophia drummondii</i>	--	Endémica	--	--
Lygodiaceae	<i>Lygodium venustum</i>	Helecho	Nativa	--	--
Malvaceae	<i>Corchorus orinocensis</i>	Espadilla	Nativa	--	--
Malvaceae	<i>Heliocarpus pallidus</i>	Cuautote	Endémica	--	--
Malvaceae	<i>Luehea candida</i>	Algodoncillo	Nativa	--	--
Malvaceae	<i>Triumfetta falcifera</i>	--	Endémica	--	--
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Nativa	--	(LC)
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i>	Azafrán	Nativa	--	--
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>	Popal	Nativa	--	--
Martyniaceae	<i>Martynia annua</i>	Uña de Gato	Nativa	--	--
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia coccinea</i>	Abrojo Rojo	Nativa	--	--
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i>	Golondrina	Nativa	--	--
Nyctaginaceae	<i>Grajalesia fasciculata</i>	Cruz Espina	Nativa	--	--
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Coma de Uña	Nativa	--	(LC)
Nyctaginaceae	<i>Salpianthus arenarius</i>	Hoja de Lagarto	Endémica	--	--
Nyctaginaceae	<i>Salpianthus macrodontus</i>	Catarina	Endémica	--	--
Ochnaceae	<i>Ouratea lucens</i>	Chilillo	Nativa	--	--
Oleaceae	<i>Forestiera rhamnifolia</i>	--	Nativa	--	--
Oleaceae	<i>Fraxinus purpusii</i>	Saucillo	Nativa	--	(LC)
Onagraceae	<i>Hauya elegans</i>	--	Nativa	--	(LC)
Orchidaceae	<i>Barkeria whartoniana</i>	--	Endémica	(Pr)	--
Orchidaceae	<i>Bletia coccinea</i>	Tonaloxóchitl	Endémica	--	--
Orchidaceae	<i>Bletia purpurea</i>	--	Nativa	--	--
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	Cola de Pato	Nativa	--	--
Orchidaceae	<i>Clowesia dodsoniana</i>	--	Endémica	--	--

Orchidaceae	<i>Encyclia hanburyi</i>	--	Nativa	--	--
Orchidaceae	<i>Habenaria trifida</i>	--	Nativa	--	--
Orchidaceae	<i>Lycaste aromatica</i>	Canela	Nativa	--	--
Orchidaceae	<i>Triphora gentianoides</i>	--	Nativa	--	--
Orobanchaceae	<i>Buchnera pusilla</i>	--	Nativa	--	--
Orobanchaceae	<i>Lamourouxia longiflora</i>	--	Nativa	--	--
Orobanchaceae	<i>Lamourouxia viscosa</i>	Chupamiel	Nativa	--	--
Oxalidaceae	<i>Oxalis neaei</i>	Destempla Dientes	Nativa	--	--
Peraceae	<i>Pera barbellata</i>	Palo Prieto	Nativa	--	--
Petiveriaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo Silvestre	Nativa	--	--
Petiveriaceae	<i>Rivina humilis</i>	Bajatripa	Nativa	--	--
Piperaceae	<i>Peperomia asarifolia</i>	--	Nativa	--	--
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Hierba Santa	Nativa	--	(LC)
Piperaceae	<i>Piper marginatum</i>	Cordoncillo	Nativa	--	--
Piperaceae	<i>Piper tuberculatum</i>	Chilillo Prieto	Nativa	--	--
Plantaginaceae	<i>Russelia coccinea</i>	Sapoyolillo	Nativa	--	--
Plantaginaceae	<i>Russelia floribunda</i>	--	Endémica	--	--
Plantaginaceae	<i>Russelia obtusata</i>	--	Endémica	--	--
Plantaginaceae	<i>Russelia polyedra</i>	Coral de la Playa	Endémica	--	--
Plantaginaceae	<i>Russelia retrorsa</i>	Canutillo	Endémica	--	--
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i>	Paraguay	Nativa	--	--
Plantaginaceae	<i>Russelia ternifolia</i>	--	Endémica	--	--
Plantaginaceae	<i>Bacopa monnieri</i>	Verdolaga de Puerco	Nativa	--	(LC)
Plumbaginaceae	<i>Plumbago scandens</i>	Pegajoso	--	--	--
Polemoniaceae	<i>Loeselia ciliata</i>	--	Nativa	--	--
Polemoniaceae	<i>Loeselia glandulosa</i>	Azulilla	Nativa	--	(LC)
Pteridaceae	<i>Adiantum deflectens</i>	Helecho	Nativa	--	--
Pteridaceae	<i>Adiantum lunulatum</i>	Helecho	Nativa	--	--
Pteridaceae	<i>Adiantum tetraphyllum</i>	Helecho	Nativa	--	--
Pteridaceae	<i>Adiantum villosum</i>	Helecho	Nativa	--	--
Pteridaceae	<i>Cheilanthes lozanoi</i>	Helecho	Endémica	--	--
Pteridaceae	<i>Hemionitis pinnatifida</i>	Doradilla	Nativa	--	--
Pteridaceae	<i>Pityrogramma calomelanos</i>	Helecho Plateado	Nativa	--	--
Pteridaceae	<i>Cheilanthes alabamensis</i>	Helecho	Nativa	--	--
Pteridaceae	<i>Adiantum amplum</i>	Palmita	Nativa	--	--
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Canelo	Nativa	--	(LC)
Rubiaceae	<i>Exostema caribaeum</i>	Cáscara Sagrada Roja	Nativa	--	(LC)
Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i>	Hierba del Campo	Nativa	--	--
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	Cocolineca	Nativa	--	--
Tectariaceae	<i>Tectaria heracleifolia</i>	Lengua de Ciervo	Nativa	--	--
Thelypteridaceae	<i>Macrothelypteris torresiana</i>	Helecho	Nativa	--	--
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Tule	Nativa	--	(LC)
Zamiaceae	<i>Zamia spartea</i>	Palmilla	Nativa	(Pr)	(CR)

NOM-059-SEMARNAT-2010; Protección Especial (Pr), Amenazada (A). International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Critically Endangered (CR), Endangered (EN), Least Concern (LC), Near Threatened (NT), Vulnerable (V).

- Fauna

Fauna del Área del Proyecto y Terreno Total:

Para determinar las comunidades faunísticas presentes en las áreas de estudio se realizaron observaciones directas no sistemáticas, recorriendo los transectos ya trazados para la identificación de la flora, esto con el fin de hallar huellas, pelo o excretas que pudieran dar

indicios de la presencia de fauna, sin embargo, solo se avistaron organismos del grupo de las aves y reptiles, a las cuales les fueron tomadas fotografías para facilitar la identificación.

Las especies observadas son las siguientes:

Tabla II.31. Fauna identificada en el Área del Proyecto y Terreno Total.

Grupo	Familia	Especie	Nombre común	Origen	Estatus de Conservación	
					NOM-059	IUCN
Aves	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	--	--	(LC)
	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita cola larga	Nativa	--	--
	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota común	--	--	--
	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	Nativa	--	--
	Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria dorso rayado	Nativa	--	(LC)
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	--	--	--
Reptiles	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus sp.</i>	Lagartija de árbol	--	--	--

International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Least Concern (LC).

Fauna del Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental:

Para conocer la fauna posible a encontrarse en las áreas de estudio, nuevamente se recurrió a la información bibliográfica de las especies registradas en la zona, cabe mencionar que la identificación se realizó bajo este sistema dado que la mayoría de los terrenos que se ubican dentro de la delimitación de las áreas de interés son de acceso restringido y/o propiedad privada.

Dada la ubicación del Sistema Ambiental y los usos de suelo y vegetación presentes, las especies de mamíferos que se pueden encontrar en la zona son las siguientes:

Tabla II.32. Especies de mamíferos potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Tipo distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono Araña Centroamericano	Nativa	(Pr)	(EN)
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña centroamericano	Nativa	--	(CR)
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono Araña Centroamericano	Nativa	(Pr)	(EN)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Nativa	--	(LC)
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	Nativa	--	(LC)
Cricetidae	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrozera de agua	Nativa	--	(LC)
Cricetidae	<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón mexicano	Nativa	--	(LC)
Cricetidae	<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrozera de agua	Nativa	--	(LC)
Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	Nativa	--	--

Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murciélago gris de saco	Nativa	--	(LC)
Geomyidae	<i>Orthogeomys grandis</i>	--	Nativa	--	--
Heteromyidae	<i>Heteromys irroratus</i>	Ratón espinoso mexicano	Nativa	--	(LC)
Heteromyidae	<i>Heteromys pictus</i>	Ratón espinoso pintado	Nativa	--	(LC)
Heteromyidae	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejón brasileño	Nativa	--	(LC)
Mephitidae	<i>Spilogale putorius</i>	Zorrillo manchado común	Nativa	--	(VU)
Mormoopidae	<i>Pteronotus personatus</i>	Murciélago bigotudo	Nativa	--	(LC)
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero	Nativa	--	(LC)
Phyllostomidae	<i>Glossophaga leachii</i>	Murciélago gris de lengua larga	Nativa	--	(LC)
Phyllostomidae	<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de charreteras menor	--	--	--
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	Nativa	--	(LC)
Phyllostomidae	<i>Glossophaga morenoi</i>	Murciélago lengüetón de Xiutepec	Endémica	--	(LC)
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago vampiro	Nativa	--	(LC)
Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	Nativa	--	(LC)
Phyllostomidae	<i>Carollia subrufa</i>	Murciélago frugívoro de cola corta	Nativa	--	(LC)
Phyllostomidae	<i>Glossophaga commissarisi</i>	--	Nativa	--	--
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	--	Nativa	--	--
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago	Nativa	--	--
Phyllostomidae	<i>Micronycteris megalotis</i>	Murciélago orejón brasileño	Nativa	--	--
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	Nativa	--	(LC)
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo	Nativa	--	(LC)

NOM-059-SEMARNAT-2010; Protección Especial (Pr). International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Critically Endangered (CR), Endangered (EN), Least Concern (LC), Near Threatened (NT), Vulnerable (V).

Para el caso del grupo de los anfibios y reptiles, se presenta lo siguiente:

Tabla II.33. Especies de anfibios y reptiles potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Tipo de distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	Nativa	--	(LC)
Bufoidae	<i>Incilius marmoreus</i>	Sapo jaspeado	Endémica	--	(LC)
Bufoidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante	Nativa	--	--
Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Culebra corredora de petatillos	Nativa	--	(LC)
Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra perico mexicana	Nativa	(A)	(LC)
Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirriadora neotropical	Nativa	--	(LC)
Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Culebra bejuquilla mexicana	Nativa	--	(LC)

Colubridae	<i>Salvadora lemniscata</i>	Culebra chata sureña	Nativa	(Pr)	(LC)
Colubridae	<i>Trimorphodon biscutatus</i>	Culebra lira	Nativa	--	--
Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	--	Nativa	--	--
Colubridae	<i>Masticophis flagellum</i>	--	Nativa	--	--
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	--	--	(LC)
Corytophanidae	<i>Corytophanes hernandesii</i>	Turipache de montaña	Nativa	(Pr)	(LC)
Craugastoridae	<i>Craugastor mexicanus</i>	Rana ladradora mexicana	Endémica	--	(LC)
Dactyloidae	<i>Anolis cuprinus</i>	Anolis chiapaneco	Nativa	(Pr)	(LC)
Dactyloidae	<i>Anolis sericeus</i>	Abaniquillo sedoso	Nativa	--	(DD)
Dipsadidae	<i>Leptodeira annulata</i>	Culebra ojo de gato bandada	Nativa	(Pr)	(LC)
Dipsadidae	<i>Leptodeira frenata</i>	Culebra ojo de gato de selva	--	--	(LC)
Dipsadidae	<i>Leptodeira nigrofasciata</i>	Escombrera anillada	Nativa	--	(LC)
Dipsadidae	<i>Manolepis putnami</i>	Culebra cabeza surcada	Nativa	--	(LC)
Dipsadidae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra guardacaminos rayada	Nativa	--	(LC)
Elapidae	<i>Micrurus ephippifer</i>	Serpiente coralillo oaxaqueña	Nativa	(Pr)	(VU)
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	Nativa	--	(LC)
Helodermatidae	<i>Heloderma horridum</i>	Lagarto de chaquiras del pacífico	--	--	--
Hylidae	<i>Charadrahyla taeniopus</i>	Calate jarocho	Endémica	(A)	(VU)
Hylidae	<i>Dryophytes eximius</i>	Rana de árbol de montaña	Endémica	--	(LC)
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	Nativa	(A)	--
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca	Nativa	--	(LC)
Leptodactylidae	<i>Engystomops pustulosus</i>	Ranita túngara	Nativa	--	(LC)
Natricidae	<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra acuática centroamericana	Nativa	--	--
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma asio</i>	Camaleón gigante	Nativa	(Pr)	(LC)
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus edwardtaylori</i>	Lagartija espinosa del istmo de Tehuantepec	Nativa	--	(LC)
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro	Nativa	--	(LC)
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus siniferus</i>	Lagartija espinosa de cola larga	Nativa	--	(LC)
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	Nativa	--	(LC)
Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del pacífico	Endémica	--	--
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus acanthinus</i>	Lagartija espinosa chiapaneca	Nativa	--	(LC)
Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus muralis</i>	--	Nativa	--	--
Ranidae	<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana verde	Nativa	--	(LC)
Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador mexicano	Nativa	(Pr)	(LC)
Teiidae	<i>Aspidoscelis guttatus</i>	Ticuiche mexicano	Nativa	--	(LC)
Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico siete líneas	Nativa	--	(LC)

NOM-059-SEMARNAT-2010; Protección Especial (Pr), Amenazada (A). International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Data Deficient (DD), Least Concern (LC), Vulnerable (V).

De igual manera se enlistan las especies de aves que se distribuyen en la región y que podrían avistarse en la zona.

Tabla II.34. Especies de aves potenciales por encontrarse en el Área de Influencia Indirecta y Sistema Ambiental.

Familia	Especie	Nombre común	Tipo de distribución	Estatus de Conservación	
				NOM-059	IUCN
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán Pecho Canela	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	Nativa	--	(LC)
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	Nativa	--	(LC)
Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla Alas Anchas	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla Negra Menor	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla Negra Mayor	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán Pico de Gancho	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Ictinia mississippiensis</i>	Milano de Mississippi	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Nativa	(Pr)	(LC)
Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	Nativa	--	(LC)
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	Nativa	--	(LC)
Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguililla cola blanca	Nativa	(Pr)	(LC)
Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	Nativa	--	(LC)
Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín pescador amazónico	Nativa	--	(LC)
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín pescador verde	Nativa	--	(LC)
Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín pescador norteño	Nativa	--	(LC)
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador de collar	Nativa	--	(LC)
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije Alas Blancas	Nativa	--	(LC)
Anatidae	<i>Spatula clypeata</i>	Pato cucharón norteño	Nativa	--	(LC)
Anatidae	<i>Spatula discors</i>	Cerceta Alas Azules	Nativa	--	(LC)
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Nativa	--	(LC)
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Nativa	--	(LC)
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera africana	Exótica-Invasora	--	(LC)
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Nativa	--	(LC)
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	Nativa	--	(LC)
Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	Nativa	--	(LC)
Burhinidae	<i>Burhinus bistriatus</i>	Alcaraván americano	Nativa	--	(LC)
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	Nativa	--	(LC)
Caprimulgidae	<i>Antrostomus ridgwayi</i>	Tapacaminos Tucuchillo	Nativa	--	(LC)
Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	Colorín azulnegro	Nativa	--	(LC)
Cardinalidae	<i>Granatellus venustus</i>	Granatelo mexicano	Endémica	--	(LC)
Cardinalidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Piranga Hormiguera Garganta Roja	Nativa	--	(LC)
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	Nativa	--	(LC)
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Nativa	(Pr)	(LC)

Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	Nativa	--	(LC)
Cardinalidae	<i>Passerina leclancherii</i>	Colorí-n pecho naranja	Endémica	--	(LC)
Cardinalidae	<i>Passerina rositae</i>	Colorín azulosa	Endémica	(A)	(NT)
Cardinalidae	<i>Piranga ludoviciana</i>	Piranga capucha roja	Nativa	--	(LC)
Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	Nativa	--	(LC)
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Buitre americano cabecirrojo	Nativa	--	(LC)
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Nativa	--	(LC)
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	Nativa	--	(LC)
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Nativa	(Pr)	(LC)
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma asiática bravía	Exótica-Invasora	--	(LC)
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita Cola Larga	Nativa	--	(LC)
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita Pico Rojo	Nativa	--	(LC)
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	Nativa	--	(LC)
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma turca de collar	Nativa	--	(LC)
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	Nativa	--	(LC)
Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Huilota Común	Nativa	--	(LC)
Corvidae	<i>Calocitta formosa</i>	Urraca Cara Blanca	Nativa	--	
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	Nativa	--	(LC)
Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	Chachalaca pálida	Endémica	--	(LC)
Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>	Cuclillo pico amarillo	Nativa	--	(LC)
Cuculidae	<i>Coccyzus minor</i>	Cuclillo manglero	Nativa	--	(LC)
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Nativa	--	(LC)
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	Nativa	--	(LC)
Cuculidae	<i>Morococcyx erythropygus</i>	Cuclillo terrestre	Nativa	--	(LC)
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo	Nativa	--	(LC)
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Nativa	--	(LC)
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Nativa	(Pr)	(LC)
Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón Selvático de Collar	Nativa	(Pr)	(LC)
Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	Nativa	--	(LC)
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	Nativa	--	(LC)
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Nativa	--	(LC)
Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	Nativa	--	(LC)
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Alas Aserradas	Nativa	--	(LC)
Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Icterus graduacauda</i>	Calandria Capucha Negra	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Icterus pustulatus</i>	Calandria Dorso Rayado	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Calandria Castaña	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Nativa	--	(LC)
Icteridae	<i>Cassidix mexicanus</i>	Cacique mexicano	Nativa	--	(LC)
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana nortea	Nativa	--	(LC)

Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	Nativa	--	(LC)
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle tropical	Nativa	--	(LC)
Momotidae	<i>Momotus mexicanus</i>	Momoto Corona Canela	Nativa	--	(LC)
Odontophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	Codorniz cotuí	Nativa	--	(NT)
Parulidae	<i>Basileuterus lachrymosus</i>	Pavito de Rocas	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Cardellina canadensis</i>	Chipe de collar	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Geothlypis formosa</i>	Chipe patilludo	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Setophaga discolor</i>	Chipe de pradera	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de Magnolias	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Setophaga pensylvanica</i>	Chipe Flancos Castaños	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito Migratorio	Nativa	--	(LC)
Parulidae	<i>Leiostyris ruficapilla</i>	Reinita de nashville	Nativa	--	(LC)
Passerellidae	<i>Peucaea ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada	Nativa	--	(LC)
Passerellidae	<i>Peucaea sumichrasti</i>	Zacatonero istmeño	Endémica	(P)	(NT)
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	Nativa	--	--
Picidae	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Carpintero Pico Plateado	Nativa	(Pr)	(LC)
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Nativa	--	(LC)
Picidae	<i>Melanerpes chrysogenys</i>	Carpintero enmascarado	Endémica	--	(LC)
Pipridae	<i>Chiroxiphia linearis</i>	Saltarín Toledo	Nativa	(Pr)	(LC)
Polioptilidae	<i>Polioptila albiloris</i>	Perlita pispirria	Nativa	--	(LC)
Polioptilidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azulgrís	Nativa	--	(LC)
Polioptilidae	<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita tropical	Nativa	(Pr)	(LC)
Psittacidae	<i>Ara macao</i>	Guacamaya roja	Nativa	(P)	(LC)
Psittacidae	<i>Eupsittula canicularis</i>	Perico frente naranja	Nativa	(Pr)	(LC)
Psittacidae	<i>Psittacara strenuus</i>	Perico centroamericano	Nativa	(A)	--
Ramphastidae	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	Nativa	(Pr)	(LC)
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	Nativa	--	--
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	Nativa	--	(LC)
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero Diminuto	Nativa	--	(LC)
Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	Nativa	--	(LC)
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	Nativa	--	(LC)
Thamnophilidae	<i>Taraba major</i>	Batará mayor	Nativa	(Pr)	(LC)
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra	Nativa	--	(LC)
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	Nativa	--	(LC)
Tityridae	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Cabezón Degollado	Nativa	--	(LC)
Tityridae	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira pico negro	Nativa	--	(LC)
Tityridae	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Puerquito	Nativa	--	(LC)
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí berilo	--	--	--
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí cándido	--	--	--
Trochilidae	<i>Amazilia viridifrons</i>	Colibrí frente verde	--	--	--
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Nativa	--	(LC)
Trochilidae	<i>Calothorax pulcher</i>	Colibrí Mixteco	Nativa	--	(LC)
Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda Oriental	--	--	--

Trochilidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	Nativa	--	(LC)
Trochilidae	<i>Heliomaster constantii</i>	Colibrí Picudo Occidental	Nativa	--	(LC)
Trochilidae	<i>Heliomaster longirostris</i>	Colibrí Picudo Coroniazul	Nativa	(Pr)	(LC)
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca Nuca Canela	Nativa	--	(LC)
Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	Saltapared Barranqueño	Nativa	--	(LC)
Troglodytidae	<i>Thryophilus pleurostictus</i>	Saltapared Barrado	Nativa	--	(LC)
Trogonidae	<i>Trogon citreolus</i>	Coa Citrina	Endémica	--	(LC)
Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Anteojos	Nativa	--	(LC)
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	Nativa	--	(LC)
Turdidae	<i>Turdus rufopalliatu</i>	Mirlo dorso canela	Endémica	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito Chillón	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>	Papamoscas del Oeste	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Deltarhynchus flammulatus</i>	Papamoscas Mexicano	Endémica	(Pr)	(LC)
Tyrannidae	<i>Empidonax difficilis</i>	Papamoscas Amarillo del Pacífico	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas Chico	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	Mosquerito Ocre	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Myiarchus nuttingi</i>	Papamoscas Huí	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	Mosquerito Verdoso	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Oncostoma cinereigulare</i>	Mosquerito Pico Curvo	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Mosquerito Ojos Blancos	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Tyrannus crassirostris</i>	Tirano pico grueso	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano tijereta rosado	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	Nativa	--	(LC)
Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	Nativa	--	(LC)
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	Nativa	--	(LC)
Vireonidae	<i>Vireo bellii</i>	Vireo de Bell	Nativa	--	(LC)
Vireonidae	<i>Vireo gilvus</i>	Vireo gorjeador	Nativa	--	(LC)
Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojos Blancos	Nativa	--	(LC)
Vireonidae	<i>Vireo solitarius</i>	Vireo anteojo	Nativa	--	(LC)

NOM-059-SEMARNAT-2010; Protección Especial (Pr), Amenazada (A). International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Red List; Least Concern (LC), Near Threatened (NT), Vulnerable (V).

Como se observa en las tablas anteriores (Tabla II.29, II.30, II.31, II.32, II.33 y II.34), algunas de las especies de flora como de fauna potenciales a distribuirse en las áreas definidas para el proyecto se encuentran con algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como enlistadas por la International Union for the Conservation of Nature, no obstante, se considera que las actividades de la empresa en cualquiera de sus etapas no comprometen, ni ponen en riesgo la seguridad ni bienestar de ninguna especie registrada o potencial a encontrarse en el SA ya que sus actividades principales se desarrollarán exclusivamente en las superficies indicadas para el proyecto.

- **Paisaje.**

El paisaje se define como el elemento aglutinador de características del medio físico y la capacidad de éste para asimilar los efectos que puede provocar el proyecto en las etapas de operación y mantenimiento. Para conocer sus características y describirlo de forma más detallada se cuenta con tres aspectos principales:

a) Visibilidad:

Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Con base en lo mencionado anteriormente, desde un punto establecido al Norte a sur se evidencia el uso de suelo y vegetación de tipo selva caducifolia, así como agricultura de temporal, donde se tienen cultivos de maíz de propiedad privada.

b) Calidad paisajística:

Este aspecto incluye tres elementos de percepción:

- **Las características intrínsecas** del sitio se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación y puntos de agua; el proyecto se encuentra sobre un uso de suelo y vegetación de selva caducifolia, destacando que no se realizan cambios o explotación de recursos en la zona ya que las actividades de la empresa se mantendrán limitadas al Área del Proyecto.
- **La calidad visual** del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua. Para describir este aspecto, se toma como referencia el Área de Influencia Indirecta o Área de alto riesgo conformado por un radio de 562. m. en el cual se encuentran inmersos diferentes componentes como lo es: dos corrientes de agua de tipo intermitente, terrenos dedicados a la agricultura y remanentes de vegetación de tipo selva caducifolia. Con respecto a las actividades humanas en la zona, se cuenta con la Carretera Ixtepec- Tlacotepec la cual brindará acceso a las instalaciones del proyecto.
- **La calidad del fondo escénico**, es decir, el fondo visual del área donde se encuentra el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos. La zona donde se ubica el proyecto corresponde a un sistema de toposformas de tipo llanura caracterizada por ser un relieve sin elevaciones o depresiones prominentes, donde predominan especies vegetales como árboles pequeños que pierden sus hojas durante la época seca del año.

c) Fragilidad visual:

Se define como fragilidad visual a la capacidad que tiene el paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. Con base en ello y con los atributos ya descritos, se considera que la superficie colindante con vegetación natural de tipo selva caducifolia, así como el terreno propiedad de la empresa que no será empleado contrarreste los efectos que se puedan derivar de las actividades a desarrollar por el proyecto.



Figura II.19. Visibilidad del proyecto.



Figura II.20. Calidad visual del proyecto.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Para describir las características socioeconómicas inmersas en el Sistema Ambiental se emplearon herramientas disponibles por el INEGI, como Espacio y Datos de México, Inventario Nacional de Viviendas 2016 y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) principalmente.

- Datos generales de la población:

El municipio correspondiente con la ubicación del proyecto es Cd. Ixtepec, en el Estado de Oaxaca, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 6.5 kilómetros del predio pretendido para el proyecto. Es importante destacar que dentro del radio definido como Sistema Ambiental no se identificaron centros de población, solo un par de Rancherías Sin Nombre, no obstante, se presenta información de cinco cabeceras municipales cercanas al proyecto, incluyendo Ciudad Ixtepec.

Tabla II.35. Cabeceras municipales aledañas al Sistema Ambiental.

Cabecera municipal	Total	Masculina	Femenina	Distancia de la población al proyecto
Magdalena Tlacotepec	1180	565	615	5.2 km
Santo Domingo Chihuitán	1304	633	671	5.8 km
San Pedro Comitancillo	3941	1864	2077	6.2 km
Ciudad Ixtepec	25381	12144	13237	6.5 km
Santiago Laollaga	2550	1271	1279	7.0 km

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010, principales resultados por localidad (ITER), INEGI.

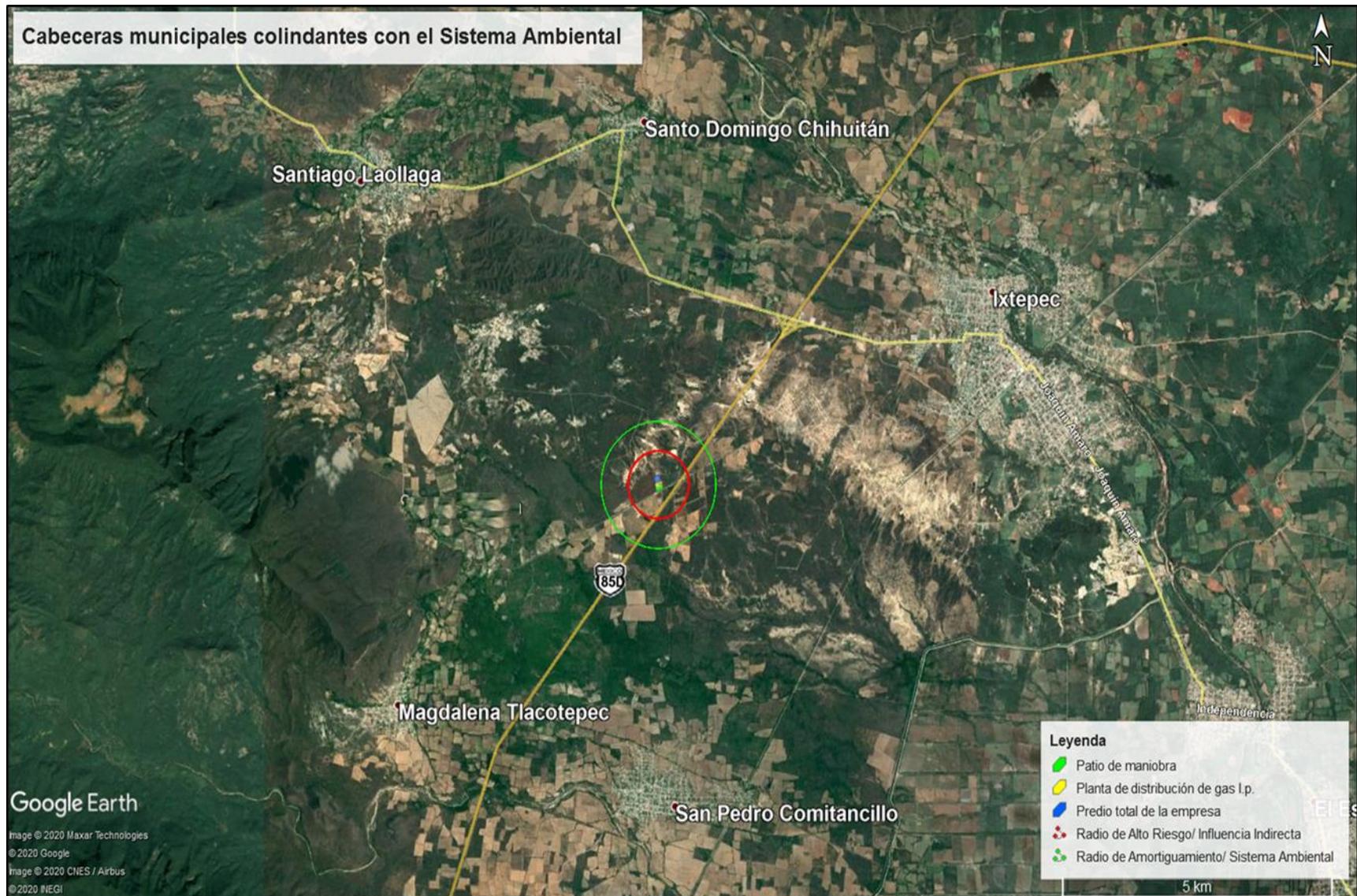


Figura II.21. Localidades aledañas al Sistema Ambiental.

E S C E N A R I O 0 0 1

Fuga de Gas L.P. originada por el desprendimiento de la manguera de trasiego de gas en fase líquida del acoplador ACME del semirremolque durante el trasiego debido a un movimiento inesperado del semirremolque.

- Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
- Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

RADIOS DE AFECTACIÓN		
	Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	10.0 psi	3.0 psi
	8.85 m	18.06 m
Zona de Alto Riesgo	1.0 psi	
	41.22 m	
Zona de Amortiguamiento	0.5 psi	
	70.06 m	

EFFECTOS CAUSADOS SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

- Dispersión en la atmosfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES**Atmósfera y Paisaje.**

Flora: El uso de suelo del área del proyecto es de selva caducifolia según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor detalle consultar la Tabla II. 29, donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: Aves y reptiles.

Entre las especies avistadas se encuentran:

- *Corogyys atratus* (Zopilote)
- *Columbina inca* (Trotolita cola larga)
- *Zenaida macroura* (Huilota común)
- *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy)
- *Icterus pustulatus* (Calandria dorso rayado)
- *Quiscalus mexicanus* (Zanate)
- *Urosaurus sp* (Lagratija de árbol)

Ninguna de estas se encuentra en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor detalle consultar la Tabla II. 31.

Zonas vulnerables por la llamarada (flash fire):

- Toma de recepción.
- Zona de almacenamiento

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, zona de almacenamiento, muelle de llenado, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Terrenos sin actividad (selva caducifolia)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (DE TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Afectación relevante hasta **70.06 m**, debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial). Dentro de este radio solo se encuentra la propia infraestructura de la planta.

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape accidental de **12.08982 kg** de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.00 m de la fuga hasta los 2.18 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.01 hasta los 4.20 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 4.93 m y fatalidades en un radio de 3.53 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

En cuanto a las afectaciones por la onda de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas, estas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños a todo ser vivo, instalaciones y equipos que se encuentre a su paso, sin embargo, el efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia. Asimismo, en caso de explosión se tendrá **la emisión de gases, partículas y ruido** que afectarán el componente atmósfera.

En cuanto a daños a equipos de proceso y edificaciones, la onda de sobrepresión únicamente afectará la propia infraestructura de la planta, los cuales pueden ser desde la destrucción total de estructuras y equipos hasta daños estructurales menores, donde las zonas de mayor afectación a equipos se encontrarán hasta un radio de **18.06 m** (3.0 psi) del origen de la fuga. Existe un rango de 1 a 99% de que se puedan presentar fatalidades desde el origen de la explosión hasta una distancia de **70.06 m**. Cabe señalar que el efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia. Además, no se prevé daño a la flora y fauna del lugar.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- ◆ Suspensión de actividades de operación.
- ◆ Reconstrucción de infraestructura afectada.
- ◆ Uso de póliza de seguro.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

1. **Dispositivos y accesorios de seguridad.** Para descargar los semirremolques se contará con una toma de recepción.

La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3"), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") de diámetro.

Además, en la toma en sus bocas terminales contará con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de exceso de flujo (vapor).
 - ✓ una válvula de no-retroceso (líquido).
 - ✓ Una válvula de globo recta.
 - ✓ Un tramo de manguera para gas L.P.
 - ✓ Una válvula de seguridad de 13 mm (líquido)
 - ✓ Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor)
 - ✓ Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away)
 - ✓ Tapón ACME.
2. **Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP, se colocará al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que, al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras.
 3. **Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad.
 4. **Manuales de operación.** La planta contará con el Manual de Operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio de la planta de distribución de gas l.p. en donde

se establezcan los procedimientos a seguir para realizar cada una de las operaciones de trasiego. Cada uno de los operadores que realice estas actividades conocerá el contenido de dichos manuales.

5. **Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se contemplarán dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.
6. **Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 1 extintor de PQS del tipo manual con capacidad de 9 kg.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

E S C E N A R I O 0 0 2

Fuga continua de GLP a través de la válvula de descarga del semirremolque, debida al desprendimiento de la manguera durante el trasiego de gas l.p. Se considera que el compresor sigue operando durante medio minuto y que la válvula de exceso de flujo del semirremolque no se activa automáticamente.

- Llamarada (flash fire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
- Dardo de fuego por la ignición de la fuga en el punto de salida.
- Explosión de una nube de vapor no confinada causada por la ignición retardada de la nube de material combustible.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
	Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	10.0 psi
	11.96 m	20.25 m	20.58 m	41.99 m
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m²		1.0 psi	
	31.41 m		95.86 m	
72.37 m Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m²		0.5 psi	
	57.76 m		162.94 m	

EFFECTOS CAUSADOS SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES**Atmósfera y Paisaje.**

Flora: El uso de suelo en el área que se prevé será afectada está conformada principalmente por selva caducifolia y agricultura de temporal según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como:

Amenazada

- *Chamaedora ernetiaugusti* (Camedor chapana)
- *Chamaedorea oblongata* (Tepejilote Jade)
- *Beaucarnea recurvata* (Palma Barrigona)
- *Tillandsia concolor* (Tillandsia Color Parejo)
- *Sapium macrocarpum* (Amatillo)

Sujeta a protección especial

- *Gossypium hirsutum* (Algodón mexicano)

- *Barkeria whartoni*
- *Zamia spartea* (Palmilla)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.30.

Fauna: Mamíferos, anfibios, reptiles y aves.

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

Sujeta a protección especial

- *Ateles geoffroyi* (mono araña centroamericano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.32.

Anfibios y reptiles

Amenazada

- *Leptophis mexicanus* (Culebra perico mexicana)
- *Charadrahyla taeniopus* (Calate jarocho)
- *Ctenosaura pectinata* (Iguana mexicana de cola espinosa)

Sujeta a protección especial

- *Salvadora lemniscata* (Culebra chata sureña)
- *Corytophanes hernandesii* (Turipache de montaña)
- *Anolis cuprinus* (Anolis chiapaneco)
- *Leptodeira annulata* (Culebra ojo de gato bandada)
- *Micrurus ephippifer* (Serpiente coralillo oaxaqueña)
- *Phrynosoma asio* (Camaleón gigante)
- *Rhinophrynus dorsalis* (Sapo excavador mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.33.

Aves

Amenazada

- *Passerina rositae* (Colorín azulrosa)
- *Psittacara strenuus* (Perico centroamericano)

Sujeta a protección especial

- *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper)
- *Accipiter striatus* (Gavilán pecho canela)
- *Buteo albonotatus* (Aguililla aura)
- *Buteo platypterus* (Aguililla Alas Anchas)
- *Buteo swainsoni* (Aguililla de Swainson)
- *Buteogallus anthracinus* (Aguililla Negra Menor)
- *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor)

- *Chondrohierax uncinatus* (Gavilán Pico de Gancho)
- *Ictinia mississippiensis* (Milano de Mississippi)
- *Parabuteo unicinctus* (Aguililla rojinegra)
- *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero)
- *Geranoaetus albicaudatus* (Aguililla cola blanca)
- *Passerina ciris* (Colorín sietecolores)
- *Mycteria americana* (Cigüeña americana)
- *Falco peregrinus* (Halcón peregrino)
- *Micrastur semitorquatus* (Halcón Selvático de Collar)
- *Peucaea sumichrasti* (Zacatonero istmeño)
- *Campephilus guatemalensis* (Carpintero Pico Plateado)
- *Chiroxiphia linearis* (Saltarín Toledo)
- *Polioptila plúmbea* (Perlita tropical)
- *Ara macao* (Guacamaya roja)
- *Eupsittula canicularis* (Perico frente naranja)
- *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo)
- *Taraba major* (Batará mayor)
- *Helimaster longirostris* (Colibrí Picudo Coroniazul)
- *Deltarhynchus flammulatus* (Papamoscas Mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.34.

Zonas vulnerables por la llamarada (flash fire):

- Toma de recepción.
- Toma de suministro.
- Muelle de llenado.
- Área de almacenamiento.
- Áreas de circulación

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Terrenos sin actividad (vegetación arbustiva de selva caducifolia)**

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec - Tlacotepec
- **Terrenos sin actividad (vegetación arbustiva de selva caducifolia agricultura de temporal)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Carretera Ixtepec – Tlacotepec

79.22 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **4.6655 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión continua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento del compresor a través de la válvula de descarga del semirremolque conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La nube de gas formada por la fuga continua de gas l.p. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde los **1.84 m** hasta los **12.91 m**. El 0.5 L.I.I. desde **1.87 m** hasta los **19.06 m** en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de **19.06 m** y fatalidades en un radio de **12.91 m** en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

En cuanto a las afectaciones por la onda de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas, estas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños a todo ser vivo, instalaciones y equipos que se encuentre a su paso, sin embargo, el efecto de la onda de sobrepresión irá disminuyendo conforme aumente la distancia. Asimismo, en caso de explosión se tendrá **la emisión de gases, partículas y ruido** que afectarán el componente atmósfera.

El daño que las ondas de choque derivadas de explosión de la nube de gas no confinada tendrán sobre las personas estará en función de la distancia a la que se encuentre el individuo del origen del evento, es decir, existe una probabilidad del 1 al 99% de que se presente una fatalidad, **muerte por el impacto de la onda de choque**, desde el origen de la explosión hasta una distancia de **17.55 m**, y la **caída de aquellas personas que se encuentren de pie o caminando** hasta un radio de **162.94 m**. Asimismo, debido al entorno donde se ubica la instalación no se prevé daño significativo a la fauna y flora del lugar.

En cuanto a los daños causados por radiación térmica causada por el dardo de fuego de la emisión de chorro vertical cabe destacar que no se registran efectos de la radiación calórica incidente sobre equipos y/o materiales por debajo de los 10 kW/m² y que se requiere de un flujo de radiación superior a 12.6 kW/m² para causar incendios secundarios en edificaciones

y un flujo superior a 37.5 kW/m^2 para plantas de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables. De acuerdo a estas afirmaciones y con base en el reporte de resultados del modelo de simulación de radiación térmica por dardo de fuego se tiene que se tendrían incendios secundarios en un radio de 20.22 m, donde alcanzaría área de circulación. Cabe destacar que se debe contar con el equipo suficiente para controlar un incendio y evitar que este se propague. En tanto que el nivel de radiación equivalente a los 37.5 kW/m^2 se alcanza a los 11.96 m, dentro de este radio se ubican la toma de recepción y suministro, muelle de llenado y área de almacenamiento. No obstante, de acuerdo a lo señalado en “*Methods for the determination of posible damage*” CPR 16E A.J. Roos. para que se presente la ignición de las superficies expuestas a la radiación térmica y las roturas u otros tipos de fallas de los elementos estructurales se necesita un tiempo de exposición mayor a 30 minutos. Y *considerando* que el tiempo de exposición es medio minuto y que se cuenta con equipos y dispositivos que actuarían inmediatamente en caso de suscitarse el evento indeseado, se reduce la posibilidad de que esto suceda.

En cuanto a los efectos sobre personas se tiene que la radiación calórica incidente equivalente a 5.0 kW/m^2 se alcanza hasta un radio de 31.41 m, dentro de esta zona las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Cabe destacar que dentro de este radio solo se encontrarán áreas operativas de la planta (áreas de circulación). Y finalmente dentro de un radio de 57.76 m (1.4 kW/m^2) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, en esta zona se encontrarán áreas operativas de la planta (oficinas, E.C.I., tablero eléctrico y áreas de circulación), predio total propiedad de GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V., patio de maniobra y terrenos sin actividades (selva caducifolia).

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- ◆ Suspensión de actividades de operación.
- ◆ Reconstrucción de infraestructura afectada.
- ◆ Uso de póliza de seguro.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

1. **Dispositivos y accesorios de seguridad.** Para descargar los semirremolques se contará con una toma de recepción.

La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2”) de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3”), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼”) de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2”) de diámetro.

Además, en la toma en sus bocas terminales contará con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de exceso de flujo (vapor).
- ✓ una válvula de no-retroceso (líquido).
- ✓ Una válvula de globo recta.
- ✓ Un tramo de manguera para gas L.P.
- ✓ Una válvula de seguridad de 13 mm (líquido)
- ✓ Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor)

- ✓ Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away)
 - ✓ Tapón ACME.
2. **Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP, se colocará al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que, al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras.
 3. **Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad.
 4. **Manuales de operación.** La planta contará con el Manual de Operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio de la planta de distribución de gas l.p. en donde se establezcan los procedimientos a seguir para realizar cada una de las operaciones de trasiego. Cada uno de los operadores que realice estas actividades conocerá el contenido de dichos manuales.
 5. **Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se contemplarán dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.
 6. **Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 1 extintor de PQS del tipo manual con capacidad de 9 kg.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

E S C E N A R I O 0 0 3

BLEVE de un semirremolque con capacidad de 47,500 litros, debido a la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe debido al calentamiento generado por el dardo de fuego formado por la ignición de la emisión continua de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque y que incide en la parte baja de este.

R A D I O S D E A F E C T A C I Ó N				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	10.0 psi	3.0 psi
	168.79 m	327.31 m	18.21 m	37.16 m
Zona de Alto Riesgo	5 kW/m²		1.0 psi	
	525.40 m		84.83 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m²		0.5 psi	
	981.11 m		144.19 m	

E F E C T O S C A U S A D O S S O B R E L O S C O M P O N E N T E S A M B I E N T A L E S

- Radiación térmica (bola de fuego)
- Sobrepresión.
- Proyección de fragmentos.

C O M P O N E N T E S A M B I E N T A L E S A F E C T A D O S Y / O Z O N A S V U L N E R A B L E S**Atmósfera y Paisaje.**

Flora: El uso de suelo en el área del proyecto y el Sistema ambiental está conformada principalmente por selva caducifolia, agricultura de temporal y vegetación inducida según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGIEA).

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como:

Amenazada

- *Chamaedora ernetiaugusti* (Camedor chapana)
- *Chamaedorea oblongata* (Tepejilote Jade)
- *Beaucarnea recurvata* (Palma Barrigona)
- *Tillandsia concolor* (Tillandsia Color Parejo)
- *Sapium macrocarpum* (Amatillo)

Sujeta a protección especial

- *Gossypium hirsutum* (Algodón mexicano)
- *Barkeria whartonia*
- *Zamia spartea* (Palmilla)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.30.

Fauna: Mamíferos, anfibios, reptiles y aves.

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

Sujeta a protección especial

- *Ateles geoffroyi* (mono araña centroamericano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.32.

Anfibios y reptiles

Amenazada

- *Leptophis mexicanus* (Culebra perico mexicana)
- *Charadrahyla taeniopus* (Calate jarocho)
- *Ctenosaura pectinata* (Iguana mexicana de cola espinosa)

Sujeta a protección especial

- *Salvadora lemniscata* (Culebra chata sureña)
- *Corytophanes hernandesii* (Turipache de montaña)
- *Anolis cuprinus* (Anolis chiapaneco)
- *Leptodeira annulata* (Culebra ojo de gato bandada)
- *Micrurus ephippifer* (Serpiente coralillo oaxaqueña)
- *Phrynosoma asio* (Camaleón gigante)
- *Rhinophrynus dorsalis* (Sapo excavador mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.33.

Aves

Amenazada

- *Passerina rositae* (Colorín azulrosa)
- *Psittacara strenuus* (Perico centroamericano)

Sujeta a protección especial

- *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper)
- *Accipiter striatus* (Gavilán pecho canela)
- *Buteo albonotatus* (Aguililla aura)
- *Buteo platypterus* (Aguililla Alas Anchas)
- *Buteo swainsoni* (Aguililla de Swainson)
- *Buteogallus anthracinus* (Aguililla Negra Menor)
- *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor)
- *Chondrohierax uncinatus* (Gavilán Pico de Gancho)
- *Ictinia mississippiensis* (Milano de Mississippi)
- *Parabuteo unicinctus* (Aguililla rojinegra)
- *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero)

- *Geranoaetus albicaudatus* (Aguililla cola blanca)
- *Passerina ciris* (Colorín sietecolores)
- *Mycteria americana* (Cigüeña americana)
- *Falco peregrinus* (Halcón peregrino)
- *Micrastur semitorquatus* (Halcón Selvático de Collar)
- *Peucaea sumichrasti* (Zacatonero istmeño)
- *Campephilus guatemalensis* (Carpintero Pico Plateado)
- *Chiroxiphia linearis* (Saltarín Toledo)
- *Polioptila plúmbea* (Perlita tropical)
- *Ara macao* (Guacamaya roja)
- *Eupsittula canicularis* (Perico frente naranja)
- *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo)
- *Taraba major* (Batará mayor)
- *Heliomaster longirostris* (Colibrí Picudo Coroniazul)
- *Deltarhynchus flammulatus* (Papamoscas Mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.34.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec - Tlacotepec
- **Terrenos sin actividad (selva caducifolia)**

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec - Tlacotepec y Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa
- **Terrenos sin actividad (selva caducifolia, agricultura de temporal y vegetación inducida)**
- **Asentamientos humanos:** Ranchería 1,2 y 3.
- **Jagüey**
- **Corriente de agua intermitente**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Ranchería 1	631.66 m
Ranchería 2	581.63 m
Ranchería 3	912.23 m
Carretera Ixtepec - Tlacotepec	80.50 m

Supercarretera Salinas Cruz – La ventosa	265.04 m
Jagüey	573.70 m
Corriente de agua intermitente	226.46 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

En cuanto a las afectaciones por la onda de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas, estas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños a todo ser vivo, estructuras y equipos que se encuentre a su paso, por lo que existe un rango de 1 a 99% de que se puedan presentar fatalidades desde origen de la explosión hasta una distancia de 15.53 m. Asimismo, debido a la explosión se tendría emisión de gases y partículas, emisión de ruido, lo que afectarían el componente atmósfera, además de la proyección de fragmentos del recipiente, los cuales podrían obstruir la principal vía de comunicación, es decir, Carretera Ixtepec – Tlacotepec y Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa. Cabe señalar que el efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia.

Por su parte las ondas de sobrepresión equivalentes a 10.0 y 3.0 psi afectarían principalmente a la infraestructura interna de la planta, causando del 50 al 100% de daño en equipos de proceso. En tanto que la, Carretera Ixtepec – Tlacotepec sería impactada por una onda de choque equivalente a 1 y 0.5 psi, por lo que se esperaría un daño estructural menor y limitado en estos elementos.

En cuanto a los daños provocados por radiación térmica originada por la bola de fuego cabe destacar que de acuerdo a bibliografía no se registran efectos de la radiación calórica incidente sobre equipos y/o materiales por debajo de los 100 kW/m² y que se requiere de un flujo de radiación superior a 12.6 kW/m² para causar incendios secundarios en edificaciones y un flujo superior a 37.5 kW/m² para plantas de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables. Es importante señalar que de acuerdo a lo señalado en “*Methods for the determination of posible damage*” CPR 16E A.J. Roos. para que se presente la ignición de las superficies expuestas a la radiación térmica y las roturas u otros tipos de fallas de los elementos estructurales se necesita un tiempo de exposición mayor a 30 minutos. Y *considerando* que el tiempo de duración de la BLEVE es de 12.70 s y que se contará con equipos y dispositivos que actuarían inmediatamente en caso de suscitarse el evento indeseado, se reduce la posibilidad de que esto suceda.

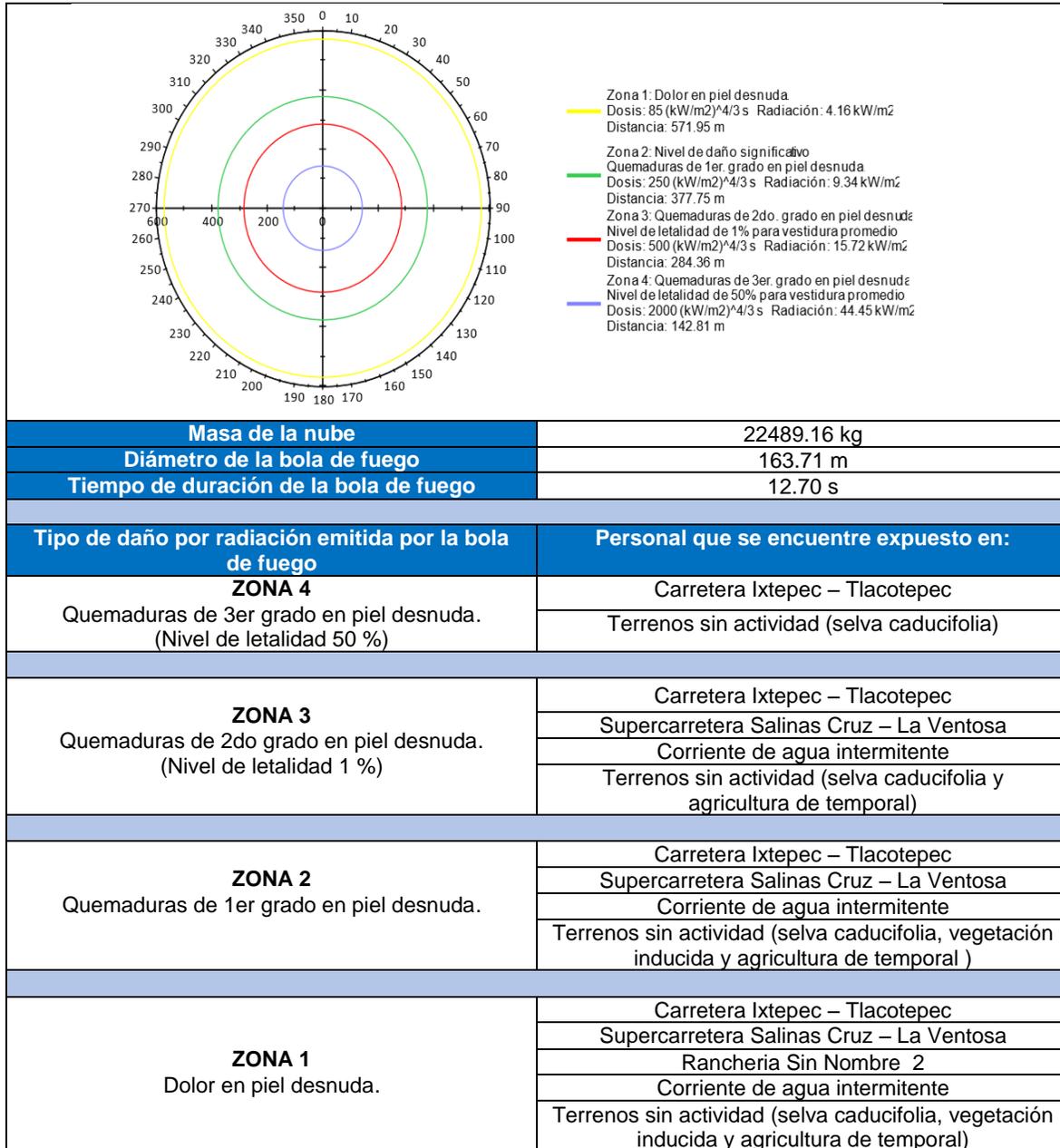
Como ya se ha mencionado anteriormente, el efecto de la radiación calórica incidente sobre los seres vivos está en función de la distancia a la que estos se encuentren del origen de la fuente. Por lo que en caso de suceder la BLEVE de un semirremolque con capacidad de 47.5 m³, la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 12.7 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas.

Si bien dentro del radio de la zona de alto riesgo (5 kW/m²) 525.40 m, se encuentra la corriente de agua intermitente, Carretera Ixtepec – Tlacotepec y Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa, el mayor daño por quemaduras, es decir, quemaduras de 3er grado y letalidad del 50%, se tendría en un radio de hasta 142.81 m.

En tanto que si bien en la zona de amortiguamiento definida en un radio de 981.11 m (1.4 kW/m²) se encuentran ranchería 1, 2 y 3, Carretera Ixtepec – Tlacotepec, Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa, corriente de agua intermitente y jagüey, donde se prevé que las personas ubicadas en dichos lugares no sufrirán daños por quemaduras en el tiempo que dura

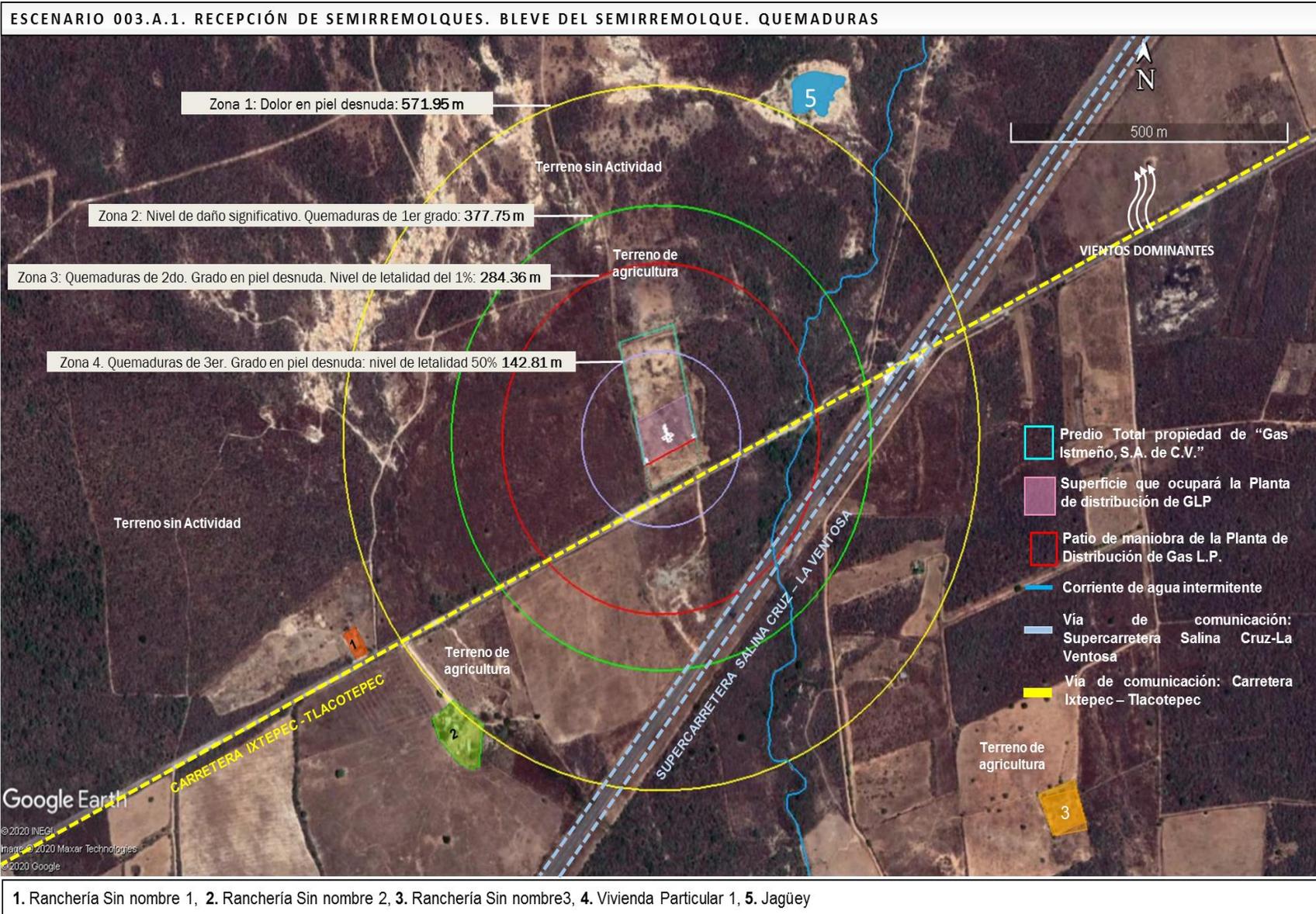
la bola de fuego, pudiendo permanecer por tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños.

De acuerdo al reporte de resultados de daños por radiación térmica resultante de la bola de fuego de la BLEVE del semirremolque se tiene lo siguiente:



De manera más específica se describe a continuación el efecto por quemaduras sobre seres vivos, la dosis y la dosis recibida en función de la distancia a la que se encuentran del origen del evento:

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 12.70 s)				
Efecto	Radiación (Kw/m²)	Dosis (W/m²)^{4/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (KW/m ²) ^{4/3} s	4.16	85.00	584.98	571.95
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	9.34	250.00	397.20	377.75
Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{4/3} s	15.72	500.00	309.73	284.36
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{4/3} s	44.45	2000.00	188.34	142.81



MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación
- Notificación a autoridades municipales y estatales de la materia.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluyan: reconstrucción de las instalaciones dañadas.
- En cuanto a las medidas orientadas a la restauración de la zona afectada se considera la INDEMNIZACIÓN por los daños y perjuicios ocasionados mediante su póliza de seguro por responsabilidad civil y ambiental.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

1. **Diseño y fabricación.** Los semirremolques que entrarán a la planta se encuentran bajo NOM-007-SESH-2010 y código ASME.
2. **Revisiones de seguridad.** Los semirremolques son sometidos a un examen radiográfico al 100%, para detectar algún posible defecto en las soldaduras. Asimismo, pasan una prueba hidrostática o inspección por líquidos penetrantes, o ultrasonido para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material base.
3. **Válvulas y accesorios de control y seguridad.** Con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes que pudieran ocasionarse por el manejo y trasvase de gas l.p. el semiremolque cuenta con: válvula de seguridad resorte interno de 3" de diámetro, válvula de cierre rápido, válvula de máximo llenado, chicote toma de fuerza, chicote acelerador, entre otros.

La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3"), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") de diámetro.

Además, en la toma en sus bocas terminales contará con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de exceso de flujo (vapor).
- ✓ una válvula de no-retroceso (líquido).
- ✓ Una válvula de globo recta.
- ✓ Un tramo de manguera para gas L.P.
- ✓ Una válvula de seguridad de 13 mm (líquido)
- ✓ Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor)
- ✓ Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away)
- ✓ Tapón ACME.

4. Equipo obligatorio.

- Seis metros de cable flexible No. 6 con pinzas de bronce para 50 amps, con el fin de conectarse a tierra.
- Conexión metálica y conductora entre tractor y recipiente.
- Cadena bota-chispas o tira de hule con alambre de cobre.

- 5. Procedimientos.** Los operadores acatarán los procedimientos de descarga, revisando el porcentaje en el rotogage para enterarse de la cantidad de gas l. p. contenido en el semirremolque, así como también se cerciora de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo, es decir si los tanques de almacenamiento tienen mayor presión que la unidad de descarga, se abren las válvulas de cierre en la línea de vapor y se pone a funcionar el compresor hasta que las presiones se igualen para después poder abrir las válvulas en la línea de líquido, esto a fin de evitar un sobrellenado en la unidad por descargar.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 1 extintor de PQS del tipo manual con capacidad de 9 kg.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

ESCENARIO 004

Fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
	Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	10.0 psi
6.34 m		10.75 m	34.98 m	71.39 m
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m²		1.0 psi	
	16.69 m		162.97 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m²		0.5 psi	
	30.70 m		277.01 m	

EFFECTOS CAUSADOS SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES**Atmósfera y Paisaje.**

Flora: El uso de suelo en el área que se prevé será afectada está conformada principalmente por selva caducifolia y agricultura de temporal según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como:

Amenazada

- *Chamaedora ernetiaugusti* (Camedor chapana)
- *Chamaedorea oblongata* (Tepejilote Jade)
- *Beaucarnea recurvata* (Palma Barrigona)
- *Tillandsia concolor* (Tillandsia Color Parejo)
- *Sapium macrocarpum* (Amatillo)

Sujeta a protección especial

- *Gossypium hirsutum* (Algodón mexicano)
- *Barkeria whartonia*
- *Zamia spartea* (Palmilla)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.30.

Fauna: Mamíferos, anfibios, reptiles y aves.

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

Sujeta a protección especial

- *Ateles geoffroyi* (mono araña centroamericano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.32.

Anfibios y reptiles

Amenazada

- *Leptophis mexicanus* (Culebra perico mexicana)
- *Charadrahyla taeniopus* (Calate jarocho)
- *Ctenosaura pectinata* (Iguana mexicana de cola espinosa)

Sujeta a protección especial

- *Salvadora lemniscata* (Culebra chata sureña)
- *Corytophanes hernandesii* (Turipache de montaña)
- *Anolis cuprinus* (Anolis chiapaneco)
- *Leptodeira annulata* (Culebra ojo de gato bandada)
- *Micrurus ephippifer* (Serpiente coralillo oaxaqueña)
- *Phrynosoma asio* (Camaleón gigante)
- *Rhinophrynus dorsalis* (Sapo excavador mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.33.

Aves

Amenazada

- *Passerina rositae* (Colorín azulrosa)
- *Psittacara strenuus* (Perico centroamericano)

Sujeta a protección especial

- *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper)
- *Accipiter striatus* (Gavilán pecho canela)
- *Buteo albonotatus* (Aguililla aura)
- *Buteo platypterus* (Aguililla Alas Anchas)
- *Buteo swainsoni* (Aguililla de Swainson)
- *Buteogallus anthracinus* (Aguililla Negra Menor)
- *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor)
- *Chondrohierax uncinatus* (Gavilán Pico de Gancho)
- *Ictinia mississippiensis* (Milano de Mississippi)
- *Parabuteo unicinctus* (Aguililla rojinegra)
- *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero)

- *Geranoaetus albicaudatus* (Aguililla cola blanca)
- *Passerina ciris* (Colorín sietecolores)
- *Mycteria americana* (Cigüeña americana)
- *Falco peregrinus* (Halcón peregrino)
- *Micrastur semitorquatus* (Halcón Selvático de Collar)
- *Peucaea sumichrasti* (Zacatonero istmeño)
- *Campephilus guatemalensis* (Carpintero Pico Plateado)
- *Chiroxiphia linearis* (Saltarín Toledo)
- *Polioptila plúmbea* (Perlita tropical)
- *Ara macao* (Guacamaya roja)
- *Eupsittula canicularis* (Perico frente naranja)
- *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo)
- *Taraba major* (Batará mayor)
- *Heliomaster longirostris* (Colibrí Picudo Coroniazul)
- *Deltarhynchus flammulatus* (Papamoscas Mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.34.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- Toma de recepción.
- Zona de almacenamiento.
- Muelle de llenado.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, zona de almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, zona de almacenamiento, muelle de llenado, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., tanques de almacenamiento de agua, áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec - Tlacotepec y Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa
- **Terrenos sin actividad (selva caducifolia y agricultura de temporal)**
- **Corriente de agua intermitente**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMAS DE RECEPCIÓN) A:

Carretera Ixtepec - Tlacotepec	80.90 m
Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa	261.45 m
Corriente de agua intermitente	228.70 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **1.2453 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión continua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.4" en la línea de gas líquido de la toma de recepción alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.L.I desde 1.81 hasta los 6.89 m. El 0.5 L.L.I. se alcanzará desde 1.87 m hasta los 11.80 m en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 11.80 m y fatalidades en un radio de 6.89 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

En cuanto a las afectaciones por la onda de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas, estas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños a todo ser vivo, instalaciones y equipos que se encuentre a su paso, sin embargo, el efecto de la onda de sobrepresión irá disminuyendo conforme aumente la distancia. Asimismo, en caso de explosión se tendrá **la emisión de gases, partículas y ruido** que afectarán el componente atmósfera.

El daño que las ondas de choque derivadas de explosión de la nube de gas no confinada tendrán sobre las personas estará en función de la distancia a la que se encuentre el individuo del origen del evento, es decir, existe una probabilidad del 1 al 99% de que se presente una fatalidad, **muerte por el impacto de la onda de choque**, desde el origen de la explosión hasta una distancia de **29.84 m**, y la **caída de aquellas personas que se encuentren de pie o caminando** hasta un radio de **277.01 m**.

En cuanto a **daños a equipos de proceso y edificaciones**, se puede decir que **las ondas de sobrepresión con mayor poder destructivo** se encontrarán hasta un radio de **71.39 m** (3.0 psi) del origen de la fuga, **afectando principalmente la propia infraestructura, equipo de la planta, así como la Carretera Ixtepec- Tlacotepec.**

En cuanto a los daños causados por radiación térmica causada por el dardo de fuego se tendrían incendios secundarios en un radio de **10.73 m**, donde únicamente alcanzaría la toma de recepción, zona de almacenamiento, muelle de llenado y área de circulación. En tanto que el nivel de radiación equivalente a los 37.5 kW/m^2 se alcanza a **6.34 m**, dentro de este radio se ubicará la toma de recepción. Cabe destacar que en esta área se cuenta con equipo suficiente para controlar un incendio y evitar que este se propague.

En cuanto a los efectos sobre personas se tiene que la radiación calórica incidente equivalente a 5.0 kW/m^2 se alcanza hasta un radio de **16.69 m**, dentro de esta zona las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Cabe destacar que dentro de este radio solo se encontrará la toma de suministro y áreas de circulación. Y finalmente dentro de un radio de

30.70 m (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, en esta zona se encontrarán las áreas de circulación.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Reconstrucción de infraestructura afectada.
- Uso de póliza de seguro.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

- 1. Dispositivos y accesorios de seguridad.** Para descargar los semirremolques se contará con una toma de recepción.

La toma de recepción constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3"), además el juego estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") de diámetro.

Además, La toma contarán en sus bocas terminales con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de exceso de flujo (vapor).
 - ✓ una válvula de no-retroceso (liquido).
 - ✓ Una válvula de globo recta.
 - ✓ Un tramo de manguera para gas L.P.
 - ✓ Una válvula de seguridad de 13 mm (liquido)
 - ✓ Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor)
 - ✓ Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away)
 - ✓ Tapón ACME.
- 2. Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP, se colocará al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que, al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras.
 - 3. Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad.
 - 4. Manuales de operación.** La planta contará con el Manual de Operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio de la planta de distribución de gas l.p. en donde se establezcan los procedimientos a seguir para realizar cada una de las operaciones de trasiego. Cada uno de los operadores que realice estas actividades conocerá el contenido de dichos manuales.

5. **Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se contemplarán dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.
6. **Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 1 extintor de PQS del tipo manual con capacidad de 9 kg.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

E S C E N A R I O 0 0 5

BLEVE del tanque de almacenamiento con capacidad de 93,000 litros debido a la pérdida de integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico sobre la superficie del tanque.

R A D I O S D E A F E C T A C I Ó N				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	10.0 psi	3.0 psi
	166.28 m	345.28 m	16.50 m	33.68 m
Zona de Alto Riesgo	5 kW/m²		1.0 psi	
	562.67 m		76.87 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m²		0.5 psi	
	1057.10 m		130.67 m	

E F E C T O S C A U S A D O S S O B R E L O S C O M P O N E N T E S A M B I E N T A L E S

- Radiación térmica (bola de fuego)
- Sobrepresión.
- Proyección de fragmentos.

C O M P O N E N T E S A M B I E N T A L E S A F E C T A D O S Y / O Z O N A S V U L N E R A B L E S**Atmósfera y Paisaje.**

Flora: El uso de suelo en el área que se prevé será afectada está conformada principalmente por selva caducifolia y agricultura de temporal según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como:

Amenazada

- *Chamaedora ernetiaugusti* (Camedor chapana)
- *Chamaedorea oblongata* (Tepejilote Jade)
- *Beaucarnea recurvata* (Palma Barrigona)
- *Tillandsia concolor* (Tillandsia Color Parejo)
- *Sapium macrocarpum* (Amatillo)

Sujeta a protección especial

- *Gossypium hirsutum* (Algodón mexicano)
- *Barkeria whartonia*
- *Zamia spartea* (Palmilla)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.30.

Fauna: Mamíferos, anfibios, reptiles y aves.

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

Sujeta a protección especial

- *Ateles geoffroyi* (mono araña centroamericano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.32.

Anfibios y reptiles

Amenazada

- *Leptophis mexicanus* (Culebra perico mexicana)
- *Charadrahyla taeniopus* (Calate jarocho)
- *Ctenosaura pectinata* (Iguana mexicana de cola espinosa)

Sujeta a protección especial

- *Salvadora lemniscata* (Culebra chata sureña)
- *Corytophanes hernandesii* (Turipache de montaña)
- *Anolis cuprinus* (Anolis chiapaneco)
- *Leptodeira annulata* (Culebra ojo de gato bandada)
- *Micrurus ephippifer* (Serpiente coralillo oaxaqueña)
- *Phrynosoma asio* (Camaleón gigante)
- *Rhinophrynus dorsalis* (Sapo excavador mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.33.

Aves

Amenazada

- *Passerina rositae* (Colorín azulrosa)
- *Psittacara strenuus* (Perico centroamericano)

Sujeta a protección especial

- *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper)
- *Accipiter striatus* (Gavilán pecho canela)
- *Buteo albonotatus* (Aguililla aura)
- *Buteo platypterus* (Aguililla Alas Anchas)
- *Buteo swainsoni* (Aguililla de Swainson)
- *Buteogallus anthracinus* (Aguililla Negra Menor)
- *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor)
- *Chondrohierax uncinatus* (Gavilán Pico de Gancho)
- *Ictinia mississippiensis* (Milano de Mississippi)
- *Parabuteo unicinctus* (Aguililla rojinegra)
- *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero)
- *Geranoaetus albicaudatus* (Aguililla cola blanca)
- *Passerina ciris* (Colorín sietecolores)
- *Mycteria americana* (Cigüeña americana)

- *Falco peregrinus* (Halcón peregrino)
- *Micrastur semitorquatus* (Halcón Selvático de Collar)
- *Peucaea sumichrasti* (Zacatonero istmeño)
- *Campephilus guatemalensis* (Carpintero Pico Plateado)
- *Chiroxiphia linearis* (Saltarín Toledo)
- *Polioptila plúmbea* (Perlita tropical)
- *Ara macao* (Guacamaya roja)
- *Eupsittula canicularis* (Perico frente naranja)
- *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo)
- *Taraba major* (Batará mayor)
- *Helimaster longirostris* (Colibrí Picudo Coroniazul)
- *Deltarhynchus flammulatus* (Papamoscas Mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.34.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., tanques de almacenamiento de agua, áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec - Tlacotepec
- **Terrenos sin actividad. (selva caducifolia)**

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I. y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio maniobra**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec - Tlacotepec y Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa
- **Asentamientos humanos:** Ranchería Sin Nombre 1,2 y 3
- **Terrenos sin actividad (agricultura de temporal, selva baja caducifolia y vegetación inducida)**
- **Jagüey.**
- **Corriente de agua intermitente**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (ALMACENAMIENTO) A:

Ranchería Sin Nombre 1	645.56 m
Ranchería Sin Nombre 2	596.29 m
Ranchería Sin Nombre 3	914.23 m
Carretera Ixtepec - Tlacotepec	81.31 m
Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa	262.29 m
Jagüey	564.96 m
Corriente de agua intermitente	227.65 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Las **ondas de choque** generadas durante la explosión se moverán radialmente desde el origen de la explosión causando **daños a todo ser vivo, estructuras y equipos** que se encuentre a su paso, no obstante, el efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia. De acuerdo con esta afirmación, se pronostica que **existe un rango de 1 a 99% de que se puedan presentar fatalidades desde el origen de la explosión hasta una distancia de 14.07 m y la caída de aquellas personas que se encuentren de pie o caminando hasta un radio de 130.67 m.**

Asimismo, debido a la explosión se tendría emisión de gases y partículas, emisión de ruido, lo que afectarían el componente atmósfera, además de la proyección de fragmentos del recipiente, los cuales podrían obstruir la principal vía de comunicación, es decir, la Carretera Ixtepec – Tlacotepec y supercarretera Salina Cruz – La Ventosa. Cabe señalar que el efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia.

En cuanto a daño a instalaciones y equipo de proceso, se prevé que las ondas de sobrepresión equivalentes a 10.0 y 3.0 psi afectarían principalmente a la infraestructura interna de la planta, causando del 50 al 100% de daño en equipos de proceso.

En cuanto a los daños provocados por radiación térmica originada por la bola de fuego cabe destacar que de acuerdo a bibliografía no se registran efectos de la radiación calórica incidente sobre equipos y/o materiales por debajo de los 10 kW/m² y que se requiere de un flujo de radiación superior a 12.6 kW/m² para causar incendios secundarios en edificaciones y un flujo superior a 37.5 kW/m² para plantas de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables. De acuerdo con estas afirmaciones y con reporte de resultados del modelo de simulación de radiación térmica por bola de fuego se tiene que se tendrían incendios secundarios en un radio de 344.95 m, donde se encontrarían las instalaciones propias de la planta, terrenos sin actividad (selva caducifolia, agricultura de temporal y vegetación inducida), corriente de agua intermitente, Carretera Ixtepec - Tlacotepec y Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa. Cabe destacar que la planta cuenta con equipo suficiente para controlar un incendio. Por su parte el nivel de radiación equivalente a los 37.5 kW/m² se alcanza a los 166.28 m, dentro de este radio además de los propios equipos de proceso y tanque de almacenamiento de la planta no se encuentran otros equipos de proceso y/o tanques de almacenamiento de productos inflamables. Es importante señalar que de acuerdo a lo señalado en *“Methods for the determination of posible damage” CPR 16E A.J. Roos.* para que se presente la ignición de las superficies expuestas a la radiación térmica y las roturas u otros tipos de fallas de los elementos estructurales se necesita un tiempo de exposición mayor a 30 minutos. *Y considerando* que el tiempo de exposición es un minuto y que se cuenta con equipos y dispositivos que actuarían inmediatamente en caso de suscitarse el evento indeseado, se reduce la posibilidad de que esto suceda.

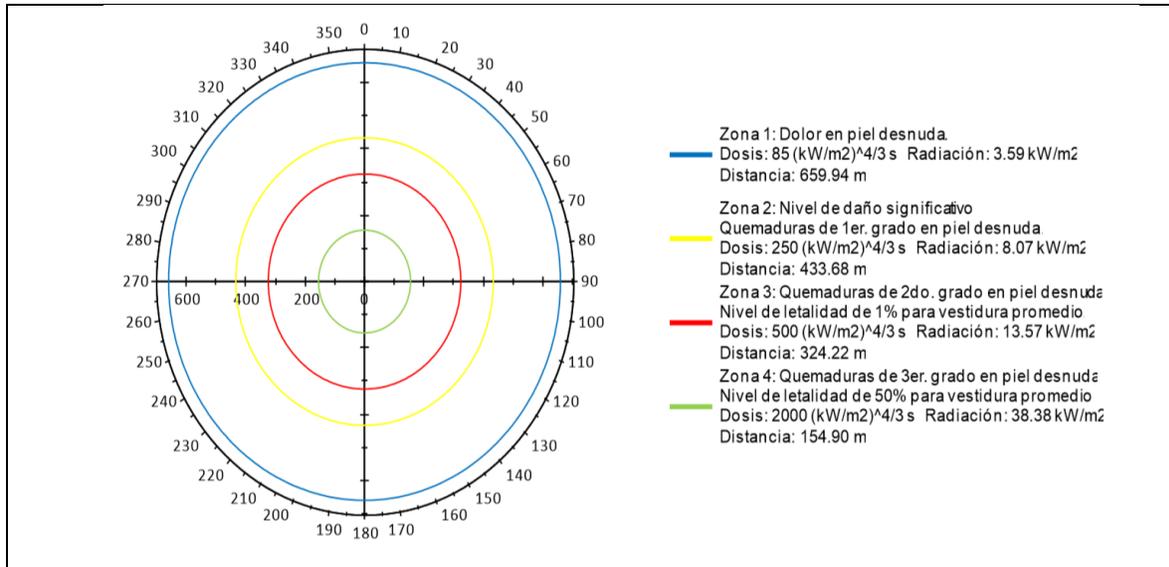
Como ya se mencionado anteriormente, los efectos de la radiación calórica incidente sobre seres vivos están en función de la distancia a la que estos se encuentren del origen de la fuente. Por lo que en caso de suceder la BLEVE del tanque de almacenamiento de 93 m³, la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 15.45 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas.

Si bien dentro del radio de la zona de alto riesgo (5 kW/m²) 562.37 m, se encuentran la Ranchería Sin Nombre 2, jagüey, corriente de agua intermitente, Carretera Ixtepec –

Tlacotepec, Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa y terrenos sin actividad (selva caducifolia, agricultura de temporal y vegetación inducida), el mayor daño por quemaduras, es decir, quemaduras de 3er grado y letalidad del 50%, se tendría en un radio de hasta 154.90 m.

En tanto que si bien en la zona de amortiguamiento definida en un radio de 1057.10 m (1.4 kW/m²) se encuentran donde se prevé que las personas ubicadas en dichos lugares no sufrirán daños por quemaduras en el tiempo que dura la bola de fuego, pudiendo permanecer por tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños. En este radio se encuentran la Ranchería Sin Nombre 1 y 3, jagüey, corriente de agua intermitente, Carretera Ixtepec – Tlacotepec, Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa y terrenos sin actividad (selva caducifolia, agricultura de temporal y vegetación inducida).

De acuerdo al reporte de resultados de daños por radiación térmica resultante de la bola de fuego de la BLEVE del tanque se tiene lo siguiente:

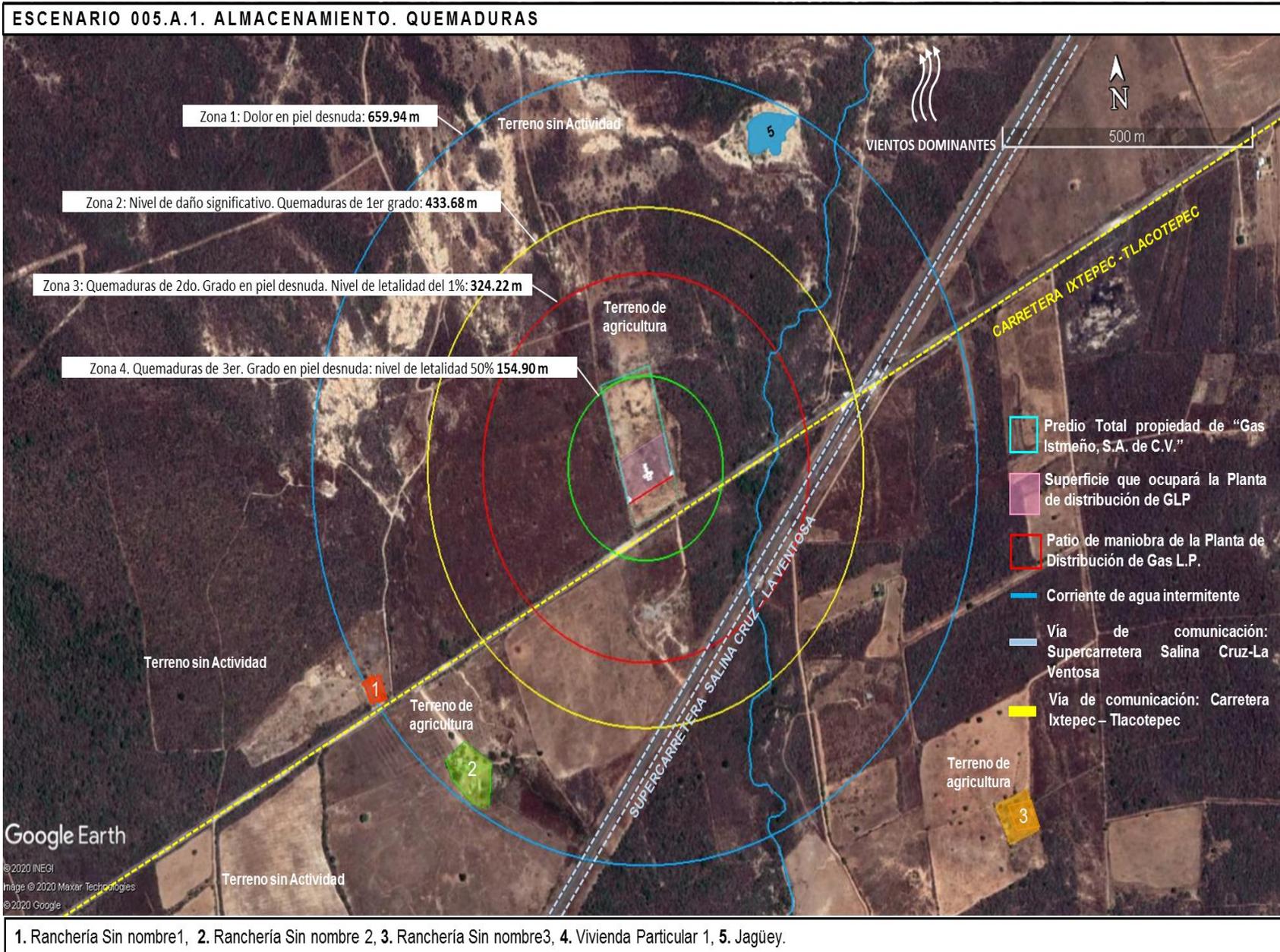


Masa de la nube	44,031.41 kg
Diámetro de la bola de fuego	204.81 m
Tiempo de duración de la bola de fuego	15.45 s
Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personal que se encuentre expuesto en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %)	Carretera Ixtepec – Tlacotepec Terrenos sin actividad (selva caducifolia)
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %)	Carretera Ixtepec – Tlacotepec Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa Terrenos sin actividad (selva caducifolia y agricultura de temporal) Corriente de agua intermitente
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda.	Carretera Ixtepec – Tlacotepec Supercarretera Salinas Cruz – La ventosa Terrenos sin actividad (selva caducifolia y agricultura de temporal) Corriente de agua intermitente

ZONA 1 Dolor en piel desnuda.	Carretera Ixtepec – Tlacotepec
	Supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa
	Ranchería Sin Nombre 2
	Ranchería Sin Nombre 1
	Terrenos sin actividad (selva caducifolia, vegetación inducida y agricultura de temporal)
	Corriente de agua intermitente
	Jagüey

De manera más específica se describe a continuación el efecto por quemaduras sobre seres vivos, la dosis y la dosis recibida en función de la distancia a la que se encuentran del origen del evento:

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 15.45 s)				
Efecto	Radiación (Kw/m²)	Dosis (W/m²)^{4/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (KW/m ²) ^{4/3} s	3.59	85.00	677.59	659.94
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	8.07	250.00	460.08	433.68
Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{4/3} s	13.57	500.00	358.76	324.22
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{4/3} s	38.38	2000.00	218.15	154.90



MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

En cuanto a las medidas orientadas a la restauración de la zona afectada se considera la INDEMNIZACIÓN por los daños y perjuicios ocasionados mediante su póliza de seguro por responsabilidad civil y ambiental.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

- 1. Limitación de presión excesiva.** El tanque de almacenamiento contará con una válvula multiport bridada de 102 mm (4”), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m³/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.

Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.

- 2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. El tanque contará con los siguientes accesorios:**

- Un medidor rotatorio de nivel liquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3”) de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2”) de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2”) de diámetro, con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- Una válvula multiport bridada de 102 mm (4”), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m³/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- Una conexión soldable al tanque para cable a “tierra”.

- 3. Aislamiento térmico de recipientes.** Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se puede limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Tal es el caso de la aplicación al tanque de almacenamiento de la pintura retardadora de fuego, la cual proporciona protección a la superficie durante un incendio creando una superficie de baja inflamabilidad, se auto extingue cuando la fuente de fuego es removida.

- 4. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.** Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las

medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Cabe mencionar que el tanque de almacenamiento deberá ser sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si estos son aptos para seguir operando, y posteriormente cada 5 años de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002.

5. **Programas de mantenimiento preventivo.** La planta contará con un Programa Calendarizado de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas del recipiente de almacenamiento temporal de GLP y sus accesorios.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 2 extintores de PQS del tipo manual con capacidad de 9 kg y un extintor de carretilla de PQS con capacidad de 50 kg.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

ESCENARIO 006

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y por error se arrancarรก, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las vรกlvulas de globo recta (cierre rรกpido), provocando una fuga de GLP en fase líquida, equivalente al que se encuentra atrapado en la tubería, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto.

Se puede considerar que la fuga se lleva a cabo en dos etapas, la primera tiene lugar por la continuidad en el funcionamiento de la bomba, es decir, la emisi3n en esta etapa se considera como la característica de un chorro horizontal (emisi3n continua). La segunda por la liberaci3n a la atm3sfera de GLP en fase líquida el cual se evapora súbitamente formando una nube del tipo puff, es decir, una emisi3n instantánea.

- Llamarada (flashfire) causada por la rรกpida ignici3n de la nube de material combustible. Emisi3n Instantánea.
- Llamarada (flashfire) causada por la rรกpida ignici3n de la nube de material combustible. Emisi3n Continua.
- Dardo de fuego por la ignici3n de la fuga en el punto de salida.
- Explosi3n de una nube de vapor no confinada causada por la ignici3n retardada de la nube de material combustible.

RADIOS DE AFECTACI3N				
	Inflamabilidad (Radiaci3n T3rmica)		Explosividad (Sobrepresi3n)	
	Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	10.0 psi
	7.69 m	13.04 m	16.01 m	32.68 m
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m²		1.0 psi	
	20.24 m		74.59 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m²		0.5 psi	
	37.23 m		126.79 m	

EFFECTOS CAUSADOS SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

- Dispersi3n en la atm3sfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresi3n (Efecto radial)
- Radiaci3n t3rmica. (Efecto radial)

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES**Atm3sfera y Paisaje.**

Flora: El uso de suelo es de selva caducifolia segun el anรกlisis del Sistema de Informaci3n Geogrรกfica para la Evaluaci3n de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservaci3n de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como:

Amenazada

- *Chamaedora ernetiaugusti* (Camedor chapana)

- *Chamaedorea oblongata* (Tepejilote Jade)
- *Beaucarnea recurvata* (Palma Barrigona)
- *Tillandsia concolor* (Tillandsia Color Parejo)
- *Sapium macrocarpum* (Amatillo)

Sujeta a protección especial

- *Gossypium hirsutum* (Algodón mexicano)
- *Barkeria whartoni*
- *Zamia spartea* (Palmilla)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.30.

Fauna: Mamíferos, anfibios, reptiles y aves.

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

Sujeta a protección especial

- *Ateles geoffroyi* (mono araña centroamericano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.32.

Anfibios y reptiles

Amenazada

- *Leptophis mexicanus* (Culebra perico mexicana)
- *Charadrahyla taeniopus* (Calate jarocho)
- *Ctenosaura pectinata* (Iguana mexicana de cola espinosa)

Sujeta a protección especial

- *Salvadora lemniscata* (Culebra chata sureña)
- *Corytophanes hernandesii* (Turipache de montaña)
- *Anolis cuprinus* (Anolis chiapaneco)
- *Leptodeira annulata* (Culebra ojo de gato bandada)
- *Micrurus ephippifer* (Serpiente coralillo oaxaqueña)
- *Phrynosoma asio* (Camaleón gigante)
- *Rhinophrynus dorsalis* (Sapo excavador mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.33.

Aves

Amenazada

- *Passerina rositae* (Colorín azulrosa)
- *Psittacara strenuus* (Perico centroamericano)

Sujeta a protección especial

- *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper)
- *Accipiter striatus* (Gavilán pecho canela)
- *Buteo albonotatus* (Aguililla aura)
- *Buteo platypterus* (Aguililla Alas Anchas)
- *Buteo swainsoni* (Aguililla de Swainson)
- *Buteogallus anthracinus* (Aguililla Negra Menor)
- *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor)
- *Chondrohierax uncinatus* (Gavilán Pico de Gancho)
- *Ictinia mississippiensis* (Milano de Mississippi)
- *Parabuteo unicinctus* (Aguililla rojinegra)
- *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero)
- *Geranoaetus albicaudatus* (Aguililla cola blanca)
- *Passerina ciris* (Colorín sietecolores)
- *Mycteria americana* (Cigüeña americana)
- *Falco peregrinus* (Halcón peregrino)
- *Micrastur semitorquatus* (Halcón Selvático de Collar)
- *Peucaea sumichrasti* (Zacatonero istmeño)
- *Campephilus guatemalensis* (Carpintero Pico Plateado)
- *Chiroxiphia linearis* (Saltarín Toledo)
- *Polioptila plúmbea* (Perlita tropical)
- *Ara macao* (Guacamaya roja)
- *Eupsittula canicularis* (Perico frente naranja)
- *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo)
- *Taraba major* (Batará mayor)
- *Helimaster longirostris* (Colibrí Picudo Coroniazul)
- *Deltarhynchus flammulatus* (Papamoscas Mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.34.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire) – Emisión Instantánea:

- Toma de suministro

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire) – Emisión Chorro Horizontal:

- Zona de almacenamiento
- Muelle de llenado
- Toma de suministro

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, zona de almacenamiento, áreas de circulación, muelle de llenado, oficinas y estacionamiento.
- **Patio de maniobra**

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., muelle de llenado, áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec - Tlacotepec.
- **Terrenos sin actividad (selva caducifolia)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE SUMINISTRO) A:	
---	--

Carretera Ixtepec - Tlacotepec	77.72 m
--------------------------------	---------

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **1.8642 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión continua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión instantánea producto de la fuga del contenido atrapado en la manguera y la tubería de líquido alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.00 hasta los 2.50 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 0.01 hasta a los 4.74 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación instantánea de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 5.59 m y fatalidades en un radio de 4.03 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. Por su parte la emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.94 hasta los 8.26 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.96 hasta los 12.21 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 12.21 m y fatalidades en un radio de 8.26 m en dirección perpendicular a la del viento.

En cuanto a las afectaciones por la onda de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas, estas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños a todo ser vivo, instalaciones y equipos que se encuentre a su paso, sin embargo, el efecto de la onda de sobrepresión irá disminuyendo conforme aumente la distancia. Asimismo, en caso de explosión se tendrá **la emisión de gases, partículas y ruido** que afectarán el componente atmósfera.

El daño que las ondas de choque derivadas de explosión de la nube de gas no confinada tendrán sobre las personas estará en función de la distancia a la que se encuentre el individuo del origen del evento, es decir, existe una probabilidad del 1 al 99% de que se presente una fatalidad, **muerte por el impacto de la onda de choque**, desde el origen de la explosión hasta una distancia de **13.66 m**, y la **caída de aquellas personas que se encuentren de pie o caminando** hasta un radio de **126.79 m**.

En cuanto a **daños a equipos de proceso y edificaciones**, se puede decir que **las ondas de sobrepresión con mayor poder destructivo** se encontrarán hasta un radio de **32.68 m** (3.0 psi) del origen de la fuga, **afectando principalmente la propia infraestructura y equipo de la planta, así como el patio de maniobra.**

En cuanto a los daños causados por radiación térmica causada por el dardo de fuego se tendrían incendios secundarios en un radio de **13.02 m**, donde únicamente alcanzaría la toma de recepción, zona de almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación. En tanto que el nivel de radiación equivalente a los 37.5 kW/m² se alcanza a **7.69 m**, dentro de este radio se ubicará la toma de suministro, zona de almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación. Cabe destacar que en esta área se cuenta con equipo suficiente para controlar un incendio y evitar que este se propague.

En cuanto a los efectos sobre personas se tiene que la radiación calórica incidente equivalente a 5.0 kW/m² se alcanza hasta un radio de **20.24 m**, dentro de esta zona las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Cabe destacar que dentro de este radio solo se encontrarán las áreas de circulación. Y finalmente dentro de un radio de **37.23 m** (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, en esta zona se encontrarán las oficinas, áreas de circulación y patio de maniobra.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Reconstrucción de infraestructura afectada.
- Uso de póliza de seguro.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

- 1. Dispositivos y accesorios de seguridad.** La toma de suministro (para el llenado autotanques) está localizada por el lado Este de la zona de almacenamiento, dentro del área de protección del tanque de almacenamiento.

La toma de suministro constará de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas – líquido que se conecta a una tubería de 51 mm (2"), para llegar al tanque de almacenamiento, además estará integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro para conducir gas –vapor que se conecta a la tubería de 32 mm (1 ¼") de diámetro para llegar al tanque de almacenamiento.

La toma contará en sus bocas terminales con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de exceso de flujo (vapor).
- ✓ una válvula de no-retroceso (líquido).
- ✓ Una válvula de globo recta.
- ✓ Un tramo de manguera para gas L.P.
- ✓ Una válvula de seguridad de 13 mm (líquido)
- ✓ Una válvula de para de emergencia a control remoto (vapor)

- ✓ Un cople y/o niple con punto de ruptura (o puede tener una pull away)
 - ✓ Tapón ACME.
2. **Letrero indicativo de carga en toma de suministro:** Cuando el auto-tanque se encuentre estacionado en posición de carga en la toma y se encuentre conectado al sistema de trasiego de GLP se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativa de la operación que se está realizando que evitará que el conductor del auto-tanque ponga en marcha el vehículo, previniendo el desprendimiento de la manguera.
 3. **Calzas de seguridad.** En el suministro de GLP al auto-tanque se frenan o bloquean las ruedas del vehículo.
 4. **Capacitación.** El entrenamiento y capacitación continua son factores que son de vital importancia durante la operación de la planta. La capacitación considera la operación segura y la respuesta adecuada y rápida a las emergencias.
 5. **Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 1 extintor de PQS del tipo manual con capacidad de 9 kg.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

ESCENARIO 007

Fuga continua de gas LP en el área de bombas, debido a falla del sello mecánico de la bomba. Diámetro equivalente de fuga ¼”.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	10.0 psi	3.0 psi
	4.06 m	6.87 m	36.88 m	75.21 m
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m²		1.0 psi	
	10.65 m		171.81 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m²		0.5 psi	
	19.58 m		292.05 m	

EFFECTOS CAUSADOS SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES**Atmósfera y Paisaje.**

Flora: El uso de suelo en el área que se prevé será afectada está conformada principalmente por selva caducifolia y agricultura de temporal según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como:

Amenazada

- *Chamaedora ernetiaugusti* (Camedor chapana)
- *Chamaedorea oblongata* (Tepejilote Jade)
- *Beaucarnea recurvata* (Palma Barrigona)
- *Tillandsia concolor* (Tillandsia Color Parejo)
- *Sapium macrocarpum* (Amatillo)

Sujeta a protección especial

- *Gossypium hirsutum* (Algodón mexicano)
- *Barkeria whartonia*
- *Zamia spartea* (Palmilla)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.30.

Fauna: Mamíferos, anfibios, reptiles y aves.

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

Sujeta a protección especial

- *Ateles geoffroyi* (mono araña centroamericano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.32.

Anfibios y reptiles

Amenazada

- *Leptophis mexicanus* (Culebra perico mexicana)
- *Charadrahyla taeniopus* (Calate jarocho)
- *Ctenosaura pectinata* (Iguana mexicana de cola espinosa)

Sujeta a protección especial

- *Salvadora lemniscata* (Culebra chata sureña)
- *Corytophanes hernandesii* (Turipache de montaña)
- *Anolis cuprinus* (Anolis chiapaneco)
- *Leptodeira annulata* (Culebra ojo de gato bandada)
- *Micrurus ephippifer* (Serpiente coralillo oaxaqueña)
- *Phrynosoma asio* (Camaleón gigante)
- *Rhinophrynus dorsalis* (Sapo excavador mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.33.

Aves

Amenazada

- *Passerina rositae* (Colorín azulrosa)
- *Psittacara strenuus* (Perico centroamericano)

Sujeta a protección especial

- *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper)
- *Accipiter striatus* (Gavilán pecho canela)
- *Buteo albonotatus* (Aguililla aura)
- *Buteo platypterus* (Aguililla Alas Anchas)
- *Buteo swainsoni* (Aguililla de Swainson)
- *Buteogallus anthracinus* (Aguililla Negra Menor)
- *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor)
- *Chondrohierax uncinatus* (Gavilán Pico de Gancho)
- *Ictinia mississippiensis* (Milano de Mississippi)
- *Parabuteo unicinctus* (Aguililla rojinegra)
- *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero)
- *Geranoaetus albicaudatus* (Aguililla cola blanca)
- *Passerina ciris* (Colorín sietecolores)
- *Mycteria americana* (Cigüeña americana)

- *Falco peregrinus* (Halcón peregrino)
- *Micrastur semitorquatus* (Halcón Selvático de Collar)
- *Peucaea sumichrasti* (Zacatonero istmeño)
- *Campephilus guatemalensis* (Carpintero Pico Plateado)
- *Chiroxiphia linearis* (Saltarín Toledo)
- *Polioptila plúmbea* (Perlita tropical)
- *Ara macao* (Guacamaya roja)
- *Eupsittula canicularis* (Perico frente naranja)
- *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo)
- *Taraba major* (Batará mayor)
- *Helimaster longirostris* (Colibrí Picudo Coroniazul)
- *Deltarhynchus flammulatus* (Papamoscas Mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.34.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- Toma de suministro
- Áreas de circulación
- Muelle de llenado
- Zona de almacenamiento

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- Toma de recepción
- Toma de suministro
- Zona de almacenamiento
- Muelle de llenado
- Áreas de circulación

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., muelle de llenado, áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec -Tlacotepec y Supercarretera Salinas Cruz - La Ventosa
- **Terrenos sin actividad (selva caducifolia y agricultura de temporal)**
- **Corriente de agua intermitente**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE SUMINISTRO/BOMBAS) A:

Carretera Ixtepec -Tlacotepec	77.85 m
Supercarretera Salinas Cruz - La Ventosa	250.75 m
Corriente de agua intermitente	217.77 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **0.4864 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión continua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 1/4" en el sello de la bomba, alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde **1.17** hasta los **3.78 m**. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde **1.10 m** hasta los **6.48 m** en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 6.48 m y fatalidades en un radio de 3.78 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

En cuanto a las afectaciones por la onda de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas, estas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños a todo ser vivo, instalaciones y equipos que se encuentre a su paso, sin embargo, el efecto de la onda de sobrepresión irá disminuyendo conforme aumente la distancia. Asimismo, en caso de explosión se tendrá **la emisión de gases, partículas y ruido** que afectarán el componente atmósfera.

El daño que las ondas de choque derivadas de explosión de la nube de gas no confinada tendrán sobre las personas estará en función de la distancia a la que se encuentre el individuo del origen del evento, es decir, existe una probabilidad del 1 al 99% de que se presente una fatalidad, **muerte por el impacto de la onda de choque**, desde el origen de la explosión hasta una distancia de **31.46 m**, y la **caída de aquellas personas que se encuentren de pie o caminando** hasta un radio de **292.05 m**.

En cuanto a **daños a equipos de proceso y edificaciones**, se puede decir que **las ondas de sobrepresión con mayor poder destructivo** se encontrarán hasta un radio de **75.21 m** (3.0 psi) del origen de la fuga, **afectando principalmente la propia infraestructura y equipo de la planta.**

En cuanto a los daños causados por radiación térmica causada por el dardo de fuego se tendrían incendios secundarios en un radio de **6.86 m**, donde únicamente alcanzaría la zona de almacenamiento, muelle de llenado y áreas de circulación. En tanto que el nivel de radiación equivalente a los 37.5 kW/m² se alcanza a **4.06 m**, dentro de este radio se ubicará la toma de suministro. Cabe destacar que en esta área se cuenta con equipo suficiente para controlar un incendio y evitar que este se propague.

En cuanto a los efectos sobre personas se tiene que la radiación calórica incidente equivalente a 5.0 kW/m² se alcanza hasta un radio de **10.65 m**, dentro de esta zona las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Cabe destacar que dentro de este radio solo se encontrarán la toma de recepción y áreas de circulación. Y finalmente dentro de un radio de

19.58 m (1.4 kW/m²) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, en esta zona se encontrarán áreas de circulación.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Reconstrucción de infraestructura afectada.
- Uso de póliza de seguro.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

- 1. Dispositivos y accesorios de seguridad.** El diseño de la bomba de trasiego es adecuado para el manejo de gas l.p. Asimismo, el conjunto motor-bomba se encontrarán instalados sobre una base metálica, la cual se encuentra fija a una base de concreto. En la línea de succión la bomba, esta se encuentra precedida de un filtro y se instalará con cople flexible.

La bomba de trasiego de gas l.p. cuentan con válvula automática de retorno en la tubería de descarga; esta tubería retorna el producto al almacenamiento. Para evitar la acumulación de cargas estáticas cada bomba de trasiego se encuentra conectada al sistema general de “tierras”

- 2. Capacitación.** El entrenamiento y capacitación continua son factores que son de vital importancia durante la operación de la planta. La capacitación considera la operación segura y la respuesta adecuada y rápida a las emergencias.
- 3. Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 1 extintor de PQS para la bomba de trasiego de GLP.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

ESCENARIO 008

Fuga de Gas L.P., en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido que va al múltiple de llenado, debido a sobrepresión de la línea.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	10.0 psi	3.0 psi
	8.14 m	13.77 m	45.84 m	93.55 m
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m²		1.0 psi	
	21.35 m		213.54 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m²		0.5 psi	
	39.26 m		362.99 m	

EFFECTOS CAUSADOS SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES**Atmosfera y paisaje.**

Flora: El uso de suelo en el área que se prevé será afectada está conformada principalmente por selva caducifolia y agricultura de temporal según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como:

Amenazada

- *Chamaedora ernetiaugusti* (Camedor chapana)
- *Chamaedorea oblongata* (Tepejilote Jade)
- *Beaucarnea recurvata* (Palma Barrigona)
- *Tillandsia concolor* (Tillandsia Color Parejo)
- *Sapium macrocarpum* (Amatillo)

Sujeta a protección especial

- *Gossypium hirsutum* (Algodón mexicano)
- *Barkeria whartonia*
- *Zamia spartea* (Palmilla)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.30.

Fauna: Mamíferos, anfibios, reptiles y aves.

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

Sujeta a protección especial

- *Ateles geoffroyi* (mono araña centroamericano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.32.

Anfibios y reptiles

Amenazada

- *Leptophis mexicanus* (Culebra perico mexicana)
- *Charadrahyla taeniopus* (Calate jarocho)
- *Ctenosaura pectinata* (Iguana mexicana de cola espinosa)

Sujeta a protección especial

- *Salvadora lemniscata* (Culebra chata sureña)
- *Corytophanes hernandesii* (Turipache de montaña)
- *Anolis cuprinus* (Anolis chiapaneco)
- *Leptodeira annulata* (Culebra ojo de gato bandada)
- *Micrurus ephippifer* (Serpiente coralillo oaxaqueña)
- *Phrynosoma asio* (Camaleón gigante)
- *Rhinophrynus dorsalis* (Sapo excavador mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.33.

Aves

Amenazada

- *Passerina rositae* (Colorín azulrosa)
- *Psittacara strenuus* (Perico centroamericano)

Sujeta a protección especial

- *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper)
- *Accipiter striatus* (Gavilán pecho canela)
- *Buteo albonotatus* (Aguililla aura)
- *Buteo platypterus* (Aguililla Alas Anchas)
- *Buteo swainsoni* (Aguililla de Swainson)
- *Buteogallus anthracinus* (Aguililla Negra Menor)
- *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor)
- *Chondrohierax uncinatus* (Gavilán Pico de Gancho)
- *Ictinia mississippiensis* (Milano de Mississippi)
- *Parabuteo unicinctus* (Aguililla rojinegra)
- *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero)
- *Geranoaetus albicaudatus* (Aguililla cola blanca)

- *Passerina ciris* (Colorín sietecolores)
- *Mycteria americana* (Cigüeña americana)
- *Falco peregrinus* (Halcón peregrino)
- *Micrastur semitorquatus* (Halcón Selvático de Collar)
- *Peucaea sumichrasti* (Zacatonero istmeño)
- *Campephilus guatemalensis* (Carpintero Pico Plateado)
- *Chiroxiphia linearis* (Saltarín Toledo)
- *Polioptila plúmbea* (Perlita tropical)
- *Ara macao* (Guacamaya roja)
- *Eupsittula canicularis* (Perico frente naranja)
- *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo)
- *Taraba major* (Batará mayor)
- *Helimaster longirostris* (Colibrí Picudo Coroniazul)
- *Deltarhynchus flammulatus* (Papamoscas Mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.34.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- Toma de suministro
- Toma de recepción
- Áreas de circulación
- Área de almacenamiento
- Muelle de llenado

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- Toma de recepción
- Toma de suministro
- Zona de almacenamiento
- Muelle de llenado
- Áreas de circulación
- Patio de maniobras

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobras**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec -Tlacotepec y Supercarretera Salinas Cruz - La Ventosa
- **Terrenos sin actividad (selva caducifolia y agricultura de temporal)**
- **Corriente de agua intermitente**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO) A:

Carretera Ixtepec -Tlacotepec	70.32 m
Supercarretera Salinas Cruz - La Ventosa	247.86 m
Corriente de agua intermitente	215.40 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape continuo de **2.8019 kg/s** de GLP correspondiente a una emisión continua conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.6" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (3"), a una altura de 0.5 metros. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde **1.71** hasta los **11.44 m**. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde **1.62 m** hasta los **18.11 m** en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 18.11 m y fatalidades en un radio de 11.44 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

En cuanto a las afectaciones por la onda de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas, estas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños a todo ser vivo, instalaciones y equipos que se encuentre a su paso, sin embargo, el efecto de la onda de sobrepresión irá disminuyendo conforme aumente la distancia. Asimismo, en caso de explosión se tendrá **la emisión de gases, partículas y ruido** que afectarán el componente atmósfera.

El daño que las ondas de choque derivadas de explosión de la nube de gas no confinada tendrán sobre las personas estará en función de la distancia a la que se encuentre el individuo del origen del evento, es decir, existe una probabilidad del 1 al 99% de que se presente una fatalidad, **muerte por el impacto de la onda de choque**, desde el origen de la explosión hasta una distancia de **39.10 m**, y la **caída de aquellas personas que se encuentren de pie o caminando** hasta un radio de **362.99 m**.

En cuanto a **daños a equipos de proceso y edificaciones**, se puede decir que **las ondas de sobrepresión con mayor poder destructivo** se encontrarán hasta un radio de **93.55 m** (3.0 psi) del origen de la fuga, **afectando principalmente la propia infraestructura y equipo de la planta, el patio de maniobra, terreno total, terrenos sin actividad (selva caducifolia) y la Carretera Ixtepec-Tlacotepec.**

En cuanto a los daños causados por radiación térmica causada por el dardo de fuego se tendrían incendios secundarios en un radio de **13.75 m**, donde únicamente alcanzaría las áreas de circulación. En tanto que el nivel de radiación equivalente a los 37.5 kW/m² se alcanza a **8.14 m**, dentro de este radio se ubicará la toma de recepción y suministro, muelle

de llenado y zona de almacenamiento. Cabe destacar que en esta área se cuenta con equipo suficiente para controlar un incendio y evitar que este se propague.

En cuanto a los efectos sobre personas se tiene que la radiación calórica incidente equivalente a 5.0 kW/m^2 se alcanza hasta un radio de **21.35 m**, dentro de esta zona las personas que pudieran estar presentes en esa área podrían presentar dolor si la exposición es mayor de 20 seg, así como quemaduras de 1er grado. Cabe destacar que dentro de este radio solo se encontrarán las áreas de circulación y patio de maniobra. Y finalmente dentro de un radio de **39.26 m** (1.4 kW/m^2) las personas podrán permanecer por un tiempo prolongado con vestimentas normales sin sufrir daños, en esta zona se encontrarán áreas de circulación y patio de maniobra.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Reconstrucción de infraestructura afectada.
- Uso de póliza de seguro.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

1. **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 cuenta, entre ellas, con una válvula de relevo hidrostático.
2. **Sistema general de “tierra”.** Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y repeso) se encuentran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento.
3. **Equipos a prueba de explosión.** Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D)
4. **Dispositivos de seguridad.** Cada llenadera cuenta con una válvula de cierre rápido, una válvula solenoide conectada a la báscula lo cual asegura que cuando se llega al peso, previamente registrado, ésta válvula se cierra, una punta pool con válvula de aguja de 13 mm de diámetro.
5. **Procedimientos por escrito.** En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes.
6. **Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 2 extintores de PQS.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

ESCENARIO 009

Fuga de gas L.P. debido al desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado del recipiente transportable a causa de un error del operador debido a la rapidez y/o falta de observación.

RADIOS DE AFECTACIÓN		
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	Explosividad (Sobrepresión)	
		10.0 psi
	2.08 m	4.24 m
Zona de Alto Riesgo	1.0 psi	
	9.69 m	
Zona de Amortiguamiento	0.5 psi	
	16.47 m	

EFFECTOS CAUSADOS SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Flora: El uso de suelo del área del proyecto es de selva caducifolia según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

El terreno que se empleará para la construcción de la planta, no se encuentra ninguna especie sujeto a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor detalle consultar la Tabla II. 29, donde se puede consultar la flora que se encuentran dentro del área del proyecto.

Fauna: Aves y reptiles.

Entre las especies avistadas se encuentran:

- *Corogyps atratus* (Zopilote)
- *Columbina inca* (Trotolita cola larga)
- *Zenaida macroura* (Huilota común)
- *Crotophaga sulcirostris* (Garrapatero Pijuy)
- *Icterus pustulatus* (Calandria dorso rayado)
- *Quiscalus mexicanus* (Zanate)
- *Urosaurus sp* (Lagratija de árbol)

Ninguna de estas se encuentra en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para mayor detalle consultar la Tabla II. 31.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.**
 - Toma de recepción
 - Toma suministro,

- Muelle de llenado,
- Zona de almacenamiento
- Áreas de circulación

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO) A:

Afectación relevante hasta	16.47 m
----------------------------	---------

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p. ya que en caso de explosión se tendría emisión de gases y partículas, así como la emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera. En cuanto a daños a equipos de proceso y edificaciones, la onda de sobrepresión afectará la infraestructura de la planta, los daños pueden ser desde la destrucción total de estructuras y equipos hasta daños estructurales menores, donde las zonas de mayor afectación a equipos se encontrarán hasta un radio de **4.24 m** (3.0 psi) del origen de la fuga, donde únicamente se vería afectada el muelle de llenado.

De igual forma los daños sobre las personas, estarán en función de la distancia a la que se encuentre el individuo del origen del evento e irán desde probable muerte por onda de choque hasta la caída de aquellas personas que se encuentren de pie o caminando hasta un radio de 16.47 m. La probabilidad de 1 a 99% de que se puedan presentar fatalidades es desde el origen de la explosión hasta una distancia de 1.78 m.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Reconstrucción de infraestructura afectada por la explosión.
- Evaluación de daños e investigación del accidente.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

1. **Sistema general de “tierra”.** Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y reposo) se encuentran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento.
2. **Equipos a prueba de explosión.** Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D).
3. **Dispositivos de seguridad.** Cada llenadera cuenta con una válvula de cierre rápido, una válvula solenoide conectada a la báscula lo cual asegura que cuando se llega al peso, previamente registrado, ésta válvula se cierra, una punta pool con válvula de aguja de 13 mm de diámetro.

4. **Procedimientos por escrito.** En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes.
5. **Mantenimiento.** La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 2 extintor de PQS.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

ESCENARIO 010

Fuga del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg.

RADIOS DE AFECTACIÓN		
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	Explosividad (Sobrepresión)	
		10.0 psi
	11.98 m	24.45 m
Zona de Alto Riesgo	1.0 psi	
	55.80 m	
Zona de Amortiguamiento	0.5 psi	
	94.86 m	

EFFECTOS CAUSADOS SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES**Atmósfera y Paisaje.**

Flora: El uso de suelo en el área que se prevé será afectada está conformada principalmente por selva caducifolia según el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA).

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como:

Amenazada

- *Chamaedora ernetiaugusti* (Camedor chapana)
- *Chamaedorea oblongata* (Tepejilote Jade)
- *Beaucarnea recurvata* (Palma Barrigona)
- *Tillandsia concolor* (Tillandsia Color Parejo)
- *Sapium macrocarpum* (Amatillo)

Sujeta a protección especial

- *Gossypium hirsutum* (Algodón mexicano)
- *Barkeria whartonia*
- *Zamia spartea* (Palmilla)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.30.

Fauna: Mamíferos, anfibios, reptiles y aves.

Es posible encontrar especies que se encuentran bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

Sujeta a protección especial

- *Ateles geoffroyi* (mono araña centroamericano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.32.

Anfibios y reptiles

Amenazada

- *Leptophis mexicanus* (Culebra perico mexicana)
- *Charadrahyla taeniopus* (Calate jarocho)
- *Ctenosaura pectinata* (Iguana mexicana de cola espinosa)

Sujeta a protección especial

- *Salvadora lemniscata* (Culebra chata sureña)
- *Corytophanes hernandesii* (Turipache de montaña)
- *Anolis cuprinus* (Anolis chiapaneco)
- *Leptodeira annulata* (Culebra ojo de gato bandada)
- *Micrurus ephippifer* (Serpiente coralillo oaxaqueña)
- *Phrynosoma asio* (Camaleón gigante)
- *Rhinophrynus dorsalis* (Sapo excavador mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.33.

Aves

Amenazada

- *Passerina rositae* (Colorín azulrosa)
- *Psittacara strenuus* (Perico centroamericano)

Sujeta a protección especial

- *Accipiter cooperii* (Gavilán de Cooper)
- *Accipiter striatus* (Gavilán pecho canela)
- *Buteo albonotatus* (Aguililla aura)
- *Buteo platypterus* (Aguililla Alas Anchas)
- *Buteo swainsoni* (Aguililla de Swainson)
- *Buteogallus anthracinus* (Aguililla Negra Menor)
- *Buteogallus urubitinga* (Aguililla Negra Mayor)
- *Chondrohierax uncinatus* (Gavilán Pico de Gancho)
- *Ictinia mississippiensis* (Milano de Mississippi)
- *Parabuteo unicinctus* (Aguililla rojinegra)
- *Rostrhamus sociabilis* (Gavilán caracolero)
- *Geranoaetus albicaudatus* (Aguililla cola blanca)
- *Passerina ciris* (Colorín sietecolores)
- *Mycteria americana* (Cigüeña americana)
- *Falco peregrinus* (Halcón peregrino)
- *Micrastur semitorquatus* (Halcón Selvático de Collar)
- *Peucaea sumichrasti* (Zacatonero istmeño)

- *Campephilus guatemalensis* (Carpintero Pico Plateado)
- *Chiroxiphia linearis* (Saltarín Toledo)
- *Polioptila plúmbea* (Perlita tropical)
- *Ara macao* (Guacamaya roja)
- *Eupsittula canicularis* (Perico frente naranja)
- *Pteroglossus torquatus* (Tucancillo collarejo)
- *Taraba major* (Batará mayor)
- *Helimaster longirostris* (Colibrí Picudo Coroniazul)
- *Deltarhynchus flammulatus* (Papamoscas Mexicano)

Para mayor detalle consultar la Tabla II.34.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- Muelle de llenado

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Toma de recepción y suministro, muelle de llenado, zona de almacenamiento, tablero eléctrico, oficinas, E.C.I., áreas de circulación y estacionamiento.
- **Predio total**
- **Patio de maniobra**
- **Vialidades:** Carretera Ixtepec -Tlacotepec
- **Terrenos sin actividad (selva caducifolia)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO) A:

Carretera Ixtepec -Tlacotepec	70.32 m
-------------------------------	---------

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS.

La calidad del aire será el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., una vez que el escape accidental de **30 kg** de GLP correspondiente a una emisión instantánea conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

La nube de gas formada por la fuga de GLP debido a la fuga instantánea del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde **0.01** hasta los **3.50 m**. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde **0.01 m** hasta los **6.42 m** en dirección del viento. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 7.54 m y fatalidades en un radio de 5.53 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

En cuanto a las afectaciones por la onda de sobrepresión generadas durante la explosión de la nube de gas, estas se moverán radialmente desde el punto de la explosión causando daños a todo ser vivo, instalaciones y equipos que se encuentre a su paso, sin embargo, el efecto de la onda de sobrepresión irá disminuyendo conforme aumente la distancia. Asimismo, en caso de explosión se tendrá **la emisión de gases, partículas y ruido** que afectarán el componente atmósfera.

El daño que las ondas de choque derivadas de explosión de la nube de gas no confinada tendrán sobre las personas estará en función de la distancia a la que se encuentre el individuo del origen del evento, es decir, existe una probabilidad del 1 al 99% de que se presente una fatalidad, **muerte por el impacto de la onda de choque**, desde el origen de la explosión hasta una distancia de **10.22 m**, y la **caída de aquellas personas que se encuentren de pie o caminando** hasta un radio de **94.86 m**.

En cuanto a **daños a equipos de proceso y edificaciones**, se puede decir que **las ondas de sobrepresión con mayor poder destructivo** se encontrarán hasta un radio de **24.45 m** (3.0 psi) del origen de la fuga, **afectando principalmente la toma de recepción y suministro, muelle de llenado, zona de almacenamiento, áreas de circulación y patio de maniobra**. En un radio de 94.86 m (0.50 psi) se prevé que la afectación una afectación a la **Carretera Ixtepec-Tlacotepec y terrenos sin actividad (selva caducifolia)**.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Reconstrucción de infraestructura afectada.
- Uso de póliza de seguro.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

1. **Sistema general de “tierra”**. Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y repeso) se encuentran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento.
2. **Equipos a prueba de explosión**. Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D)
3. **Dispositivos de seguridad**. Cada llenadera cuenta con una válvula de cierre rápido, una válvula solenoide conectada a la báscula lo cual asegura que cuando se llega al peso, previamente registrado, ésta válvula se cierra, una punta pool con válvula de aguja de 13 mm de diámetro.
4. **Procedimientos por escrito**. En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes.
5. **Mantenimiento**. La planta contará con un programa calendarizado de mantenimiento al sistema de trasiego, sistema contra incendio, mantenimiento general, pruebas al sistema contra incendio y pruebas de seguridad. Además, se deberá llevar una

bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En esta área se contará con 2 extintor de PQS.
- **Agua a presión.** Se contará con 2 hidrantes por el lindero Este y Oeste de la planta, los cuales cubre perfectamente todas las áreas.
- **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal contará con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- **Paros de Emergencia.**

**ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO**

CAPÍTULO III

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

GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.

*Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del
municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca*

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Recomendaciones derivadas de la aplicación de la identificación de peligros mediante la metodología What If?:

1. Se deberá implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. Los choferes de los semirremolques deberán apearse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán obedecer los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos especificados en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.
2. Se deberá realizar la inspección y supervisión por parte del personal de la planta durante las operaciones de trasiego, con la finalidad de verificar que los operadores de las unidades (auto-tanques y semirremolques) acaten los procedimientos operativos establecidos en el manual de procedimientos de roles y responsabilidades.
3. El operador de la unidad (auto-tanques y semirremolques) antes de llevar a cabo la operación de trasiego de GLP en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos, deberá llenar una lista de verificación en la cual se registran aquellos datos para el aseguramiento de que los semirremolques y auto-tanques conservan su utilidad y son seguros, condiciones mecánicas y de los equipos de comunicación.

En la lista de verificación se debe considerar los siguiente:

- Verificar paro de emergencia.
- Verificar la comunicación entre operadores.
- Verificar válvulas de seguridad.
- Verificar condiciones de iluminación, mangueras, conectores, sistema de trasiego, conexión a tierra física y la integridad de la instalación eléctrica.
- Verificar las condiciones de operación (flujo/presión/temperatura).
- Apagar el motor.
- Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada.
- Colocar calzas a las ruedas del vehículo.
- Evitar que cualquier persona permanezca dentro de la unidad y prohibir circulación en las inmediaciones.

Además, el personal que realice las operaciones de trasiego deberá confirmar la apertura de válvulas del sistema entre la toma de suministro y el auto-tanque que recibirá el gas licuado de petróleo.

4. Se deberán obtener los dictámenes conforme a la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deberá ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.
5. Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.

6. Se deberá contar con una bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la Unidad de Verificación en materia de GLP. Y firmada cada 8 días naturales por el responsable general y de mantenimiento de la planta.
7. Como protección de separación en operaciones de transferencia de GLP se recomienda la instalación de una válvula automática doble no retroceso (pull-away) en la línea de las tomas de recepción y suministro.
8. En caso de realizar acciones de emergencia.
 - Detener el bombeo y cerrar todas las válvulas de almacenamiento que este suministrando.
 - Desconectar el interruptor de corriente eléctrica y activar la alarma.
 - Atacar el fuego (extintores e hidrantes)
 - Retirar hasta donde sea posible los cilindros cercanos al fuego.
 - Desalojar el área.
9. Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten:
 - Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.
 - Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.
 - Daño físico.
 - Fuga.
 - Corrosión.
10. Se deberá realizar un Programa Anual de Mantenimiento (año en curso) de los sistemas de trasiego, sistema contra incendio y eléctrico e instalaciones en general y se deberán mantener los originales.

Este deberá estar firmado por el responsable de la instalación. Deberá especificar, como mínimo: verificación de las condiciones de diseño, pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión, además de estar constituido conforme a lo señalado en el apartado XU punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
11. Las válvulas de seguridad de los semirremolques deberán estar protegidas contra la intemperie.
12. En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas:
 - El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada.
 - Efectuarse y aprobar una medición ultrasónica de espesores en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya.
 - Medición de la dureza.
 - Efectuarse y aprobar la prueba hidrostática a 1.3 veces la presión de diseño nominal, marcada en la placa de identificación, y en la cual se haya sostenido la presión por un periodo mínimo de 30 min.

13. Se recomienda que se instalen manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga.
14. Se deberán mantener los originales del Programa Anual de Capacitación (año en curso) y de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego de GLP, con una fecha de emisión máxima de dos años anteriores, contados a partir de la fecha en que se realiza la evaluación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, tal como se valida en el numeral 5.1.2 inciso j) de la citada Norma. Las competencias del personal deberán además tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración. Mantener la evidencia de capacitación impartida de acuerdo con el Programa Anual de Capacitación.
15. Se deberá llevar un registro del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso, a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación.
16. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.
17. En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Es decir: Invertir el cilindro sobrellenado, colocándolo de manera que quede más alto que el otro recipiente al cual se va a transferir. Por gravedad o diferencia de altura, el gas pasará de un cilindro a otro.
18. Los recipientes transportables propiedad de la planta deberán cumplir en su totalidad con lo establecido en los puntos 4, 5, 6 y 7 de la NOM-011/1-SEDG-1999, en relación a la valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes portátiles, instrumentos de medición, marcado y pintura.
19. Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados. Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-008-SESH/SCFI-2010.
20. Se deberá mantener en buenas condiciones el recubrimiento en la orilla del muelle de llenado que evita la generación de chispas debido a la fricción de los recipientes.
21. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos).

22. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en el Programa Específico de Seguridad e Higiene para el Manejo, Transporte y Almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Así como en los puntos indicados en el punto 11,2 de la NOM-002-STPS-2010.
23. La cisterna de almacenamiento de agua deberá contener, cuando menos, el 70% de su capacidad.
24. Se deberá verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado.
25. Se deberá Incluir la limpieza periódica del filtro de la bomba en el programa de mantenimiento preventivo. El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. Bajo condiciones normales renueve anualmente el sello mecánico.
26. Se deberá verificar que no existen fugas en la línea de succión y descarga. Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba.
27. Verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios. Elaborar un Programa Mensual de detección de fugas.
28. Se deberá mantener el equipo eléctrico en buenas condiciones.
29. Se deberá realizar el mantenimiento en las áreas de circulación.
30. Se deberá supervisar al personal durante las maniobras de entrada y salida de autotankes. Evitar descargar y mantener semirremolques en la planta fuera de horario.
31. El personal que opere las unidades deberá estar capacitado de acuerdo a lo solicitado en el punto 6.1.1 así como el mantenimiento de las unidades deberá realizarse conforme al numeral 6.1.8 del PROY-NOM-002-ASEA-2019 o aquella que la sustituya.
32. Se deberán realizar pruebas semanales al sistema de agua contra incendio, así como la supervisión diaria del nivel del agua en la cisterna.
33. Se deberán verificar los valores de la conductividad de las tierras físicas, de acuerdo a lo establecido en el numeral 5.3, 5.4 y 5.6 del Capítulo 5. Obligaciones del patrón, de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2015. Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. Dicha revisión se debe efectuar de manera anual al menos o cuando en el inmueble se realicen modificaciones que afecten las condiciones de operación de la Red de Puesta a Tierra.
34. Se deberá realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad y de las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta que puedan generar una situación riesgosa. El plan deberá estar conforme a lo señalado en el punto 2 del inciso XIII del Sistema de Administración.

35. Se deberán realizar procedimientos de mantenimiento seguro a las instalaciones eléctricas conforme a lo establecido en la NOM-029-STPS-2011. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
36. Se debe elaborar e implementar un Programa anual de revisión mensual de los extintores y vigilar que estos cumplan con las condiciones establecidas en el numeral **7.2 incisos a) al m)**, de acuerdo con el **Capítulo 7. Condiciones de prevención y protección contra incendios** de la Norma Oficial Mexicana **NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad-Prevención y contra incendios en los centros de trabajo**, el cual asegure la ubicación de dichos elementos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014, Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones de seguras en su operación**, tal como señala la tabla contenida en el numeral **4.2.4.3.1.2** y **4.2.4.3.2.1**.
37. Considerar la instalación de una bomba jockey con la finalidad de mantener la presión del sistema.
38. Se deberá brindar capacitación teórico práctica y simulacros de acuerdo a los numerales 10.2, 11.1 y 11.2 de la NOM-002-STPS-2010.
39. Se deberán realizar pruebas periódicas al sistema neumático.
40. Se recomienda analizar la factibilidad de la instalación de una planta generadora de electricidad.
41. Se deben asegurar que la bomba de motor de combustión interna cuente con batería y suministro de combustible suficiente.

Recomendaciones de carácter general:

1. Se deberá mantener una presión mínima de 7 kg/cm² en toda la red hidráulica. Esta condición deberá conservarse cuando el sistema esté funcionando, es decir, cuando estén abiertas un determinado número de mangueras o rociadores, según las especificaciones del fabricante o instalador. Asimismo, deberá mantener la capacidad de la cisterna a su nivel máximo.
2. Se deberá obtener y mantener vigente el seguro de riesgo ambiental de conformidad con lo señalado en el **Artículo 147 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** cuyo monto deberá cumplir con lo especificado en las *DISPOSICIONES Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos.*
3. Se deberá realizar el trámite de Licencia Ambiental Única con la Agencia, en virtud de que las actividades de la empresa son consideradas fuente fija de emisiones a la atmósfera.

4. Se deberá obtener el dictamen para el recipiente de almacenamiento de conformidad con la NOM-013-SEDEG-2002 Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de abril de 2002.

III.1.1 Sistemas de seguridad.

A continuación, se describirá cada uno de los elementos considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

El tanque a instalar contará con los siguientes accesorios:

- Un medidor rotatorio de nivel líquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m³/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- Una Conexión soldable al tanque para cable a "tierra".

Asimismo, se contará con elementos para poder controlar las operaciones de trasiego de GLP, tales como:

- **Controles Manuales:**

En diversos puntos de la instalación se tendrán válvulas de globo, de bola, valvula de contro remoto neumática, para una presión de trabajo de por lo menos 28 kg/cm², las que permanecerán "cerradas" o "abiertas", según el sentido del flujo que se requiere.

- **Controles Automáticos (By Pass):**

Para la descarga de la bomba existirá un control automático de 51 mm (2") de diámetro para el retorno de gas-líquido excedente al tanque de almacenamiento. Este control consiste en una válvula automática que actúa por presión diferencial de 5kg/cm².

- **Extintores Manuales.**

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalarán extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes a una altura máxima de 1,50 metros y mínima de 1,20 metros, medidas del nivel del piso terminado a la parte más alta del extintor.

- Dos en zona de almacenamiento.
- Uno en toma de recepción.
- Uno en toma de suministro.
- Uno en bomba
- Uno en compresor
- Dos en estacionamiento
- Dos en oficina
- Uno en sanitarios

Se cuenta con dos extintores de Bióxido de Carbono (CO₂), manuales y de 11kg de capacidad cada uno de la siguiente manera:

- Uno en caseta de equipo contra incendio (bióxido de carbono)
- Uno junto a tablero eléctrico (bióxido de carbono)

- **Extintor de carretilla:**

Se contará con un extintor de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, el cual se localizará en la zona de almacenamiento.

- **Accesorios de protección:**

Se cuenta además con un gabinete colocado en el área del equipo contra incendio, con dos trajes especiales para el personal encargado de respuesta ante un siniestro o contingencia, cada uno consta de:

- ✓ Casco con protección facial
- ✓ Botas
- ✓ Guantes
- ✓ Pantalón
- ✓ Chaquetón para bombero
- ✓ Todo el equipo será a base kevlar o material equivalente.

- **Alarmas:**

Se cuenta también en la planta con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, la cual es alimentada en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad de funcionamiento en caso de necesidad; esta será operada solamente en caso de emergencia, probándose su funcionamiento con periodicidad de tiempo.

- **Comunicaciones:**

Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifican los números a marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS más cercana, etc., contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de comunicación con los camiones repartidores de gas, se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

- **Manejo de agua a presión:**

Para el manejo de agua a presión se cuenta con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

Cisterna de seguridad de 50.00 m³ de agua con las siguientes medidas: 4.00 x 3.00 y altura de 2.50 metros, su llenado se realizará a base de pipas.

Caseta de máquinas construida sobre la cisterna con dimensiones en planta de 4.00 x 3.00 altura de 2.5 metros, cuenta con acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

- ✓ Una bomba con motor de combustión de 18 H.P. y gasto de 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm².
- ✓ Una bomba con motor eléctrico de 20 H.P. y gasto 1,800 L.P.M. a 5 kg/cm².

Red distribuidora, construida con tubo de PVC para 11.2 Kg/cm²; accesorios y conexiones de fierro fundido para 8.5 Kg/cm². Esta tubería se instala subterránea a una profundidad de 1.00 metro; La red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 76 mm de diámetro. Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

- ✓ Dos hidrantes y el sistema de riego por aspersión para el tanque de almacenamiento.
- ✓ La tubería es de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible.

Tubería y elementos de rociado para el tanque:

El tanque cuenta con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semi-anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías son de 51 mm de diámetro.

El rociado opera colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 38 en todo el anillo. Las boquillas de rociado son tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de 1/2" y un gasto individual de 29.52 L.P.M a una presión de 3 Kg/cm²

III.1.2 Medidas preventivas.

Como ya se ha mencionado anteriormente para la operación de la planta de distribución de GLP será relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química. El GLP sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento, trasiego a auto-tanques y llenado de recipientes transportables.

Acorde a lo anterior se enlistan a continuación las medidas preventivas que se aplican durante la operación normal de la planta. Dichas medidas tendrán como objetivo evitar el deterioro del medio ambiente.

MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

⇒ CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción de la planta se generarán aguas residuales, como resultado de la presencia del personal temporal, las aguas contaminadas y jabonosas serán dispuestas en los sanitarios portátiles. Las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles, serán retiradas y dispuestas por la misma empresa encargada de proporcionar el servicio.

Para el caso del agua potable que se empleará por algunas actividades operativas, servicios sanitarios y de mantenimiento durante la operación normal de la planta, serán descargadas de forma directa a la fosa séptica que será construida dentro de la superficie de la Planta de Distribución de Gas L.P., donde se conservarán temporalmente. Se deberán realizar análisis conforme a lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y posteriormente una empresa especializada se encarga de su destino final.

Para evitar la contaminación de las aguas residuales que sean generadas en los sanitarios, se deberá utilizar productos de limpieza biodegradables que no rebasen los límites permitidos de los materiales listados en la NOM-001-SEMARNAT-1996, asimismo, se deberá evitar verter aceites u otros residuos líquido contaminante en las descargas de aguas residuales.

⇒ MEJORA DEL CONTROL DE EMISIONES.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción de la planta el encargado de la obra deberá asegurarse de que la maquinaria utilizada cuente con el mantenimiento necesario para evitar este tipo de emisiones.

Durante la operación normal de la Planta de Distribución de GLP, no existirán fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tienen pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras del área del muelle de llenado, las tomas de recepción y suministro, estas emisiones furtivas son mínimas, una vez que se mantienen dispositivos de pérdida mínima para la operación de trasiego. Estas válvulas para llenado de tanques son de acción rápida y pérdida mínima, tienen un flujo pleno e instantáneo con la protección adicional de una manija de cierre rápido y un seguro automático para evitar la apertura accidental de la válvula durante el manejo de almacenamiento de Gas LP, están diseñadas para la punta de la manguera de llenado en sistemas de despacho, sin embargo, dichas emisiones son consideradas como fuente fija, ya que son descargas directas a la atmósfera.

No obstante, "GAS ISTMEÑO" S.A. DE C.V. deberá realizar el trámite de la Licencia Ambiental Única para su autorización por parte de la Agencia, en este documento se registrarán las emisiones generadas dentro de la planta conforme a lo señalado en el artículo 19 del Reglamento. Asimismo, una vez, obtenida la autorización del Licencia Ambiental Única, se deberá de presentar la Cédula de Operación Anual.

⇒ GESTIÓN DE RESIDUOS.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): en la etapa de preparación del sitio y construcción, se deberán clasificar en orgánicos e inorgánicos con el objetivo de facilitar su separación primaria y secundaria y depositados en tambos (metálicos) de 200 lts. previamente rotulados según el tipo de residuo, con tapa para evitar la contaminación de las zonas cercanas o proliferación de fauna nociva, y colocados en sitios visibles y estratégicos dentro del predio de la empresa para no irrumpir en el área de trabajo. Dichos residuos serán enviados a sitios autorizados por el municipio.

Cabe mencionar que durante la operación normal de la planta se deberán llevar a cabo los siguientes métodos de manejo y medidas de control.

Se colocarán contenedores de 200 litros debidamente rotulados y previstos con tapa, en lugares estratégicos como son: oficina, sanitarios, área de circulación, acceso y salida. Además, se clasificarán en orgánicos e inorgánicos con el fin de facilitar su separación.

Serán almacenados temporalmente hasta ser dispuestos en sitios autorizados por el municipio.

Residuos de Manejo Especial (RME): los residuos generados por las obras de construcción serán clasificados y almacenados en tambos de 200 litros, mientras que el material producto del despalme será dispuesto en un sitio que no entorpezca las actividades constructivas hasta ser utilizada como material de relleno. Los residuos serán enviados para su reutilización en sitios autorizados o lo que indique el responsable de la obra. El material producto del despalme será retirado y traslado a los sitios autorizados por el municipio o lo que indique el responsable de la obra.

Cuando la planta se encuentre en operación normal, debido a las actividades de revisión de los recipientes transportables en área de muelle de llenado se generan recipientes transportables rechazados, mangueras y válvulas caducas que son sustituidas.

Para ello se colocarán los recipientes transportables rechazados en la esquina que forman los linderos Norte de las instalaciones, junto con tambos metálicos de 200 lts con las mangueras y válvulas caducas. Las mangueras y válvulas caducas serán dispuestas en sitios autorizados.

La disposición de los recipientes transportables rechazados será mediante la contratación del servicio de recolección por empresas o gestores autorizados asegurándose que el manejo de los mismos sea adecuado y por ende contar con el respectivo certificado de destrucción de recipientes transportables rechazados.

Residuos Peligrosos: los residuos generados por el acondicionamiento de las instalaciones estarán a cargo de la empresa constructora encargada de la obra quien lleve a cabo el control, manejo y disposición final de los residuos peligrosos.

Para realizar los mantenimientos en las instalaciones se contratará a una empresa especializada, quien será la encargada del manejo y disposición en sitios autorizados y bajo la normatividad aplicable, por lo que se deberá contar con los comprobantes que lo demuestren.

⇒ REDUCCIÓN DEL RIESGO DE VERTIDOS ACCIDENTALES

La materia prima para la operación de una planta de distribución de gas GLP es el gas licuado de petróleo, únicamente, por lo tanto, debido a las condiciones de este no se consideran riesgos.

MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

De acuerdo al análisis y evaluación de riesgo realizado anteriormente se determinó que el evento máximo catastrófico, el cual determina las zonas totales de afectación, involucra la explosión **BLEVE** del tanque de almacenamiento, la cual genera daños por sobrepresión y radiación térmica.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

En base a los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

- De acuerdo a lo anterior expuesto, el tanque contará con válvulas de seguridad de 294 m³/min.

A) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. **Por este motivo el tanque de almacenamiento estará dotado de los adecuados sistemas de regulación y control del nivel de llenado (medidor rotatorio de nivel, medidor magnético de nivel, válvulas de exceso de flujo, etc.).**

El tanque contará con los siguientes accesorios:

- ✓ Un medidor rotatorio de nivel líquido con caratula de 64 mm de diámetro.
- ✓ Un termómetro graduación de -20 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- ✓ Un manómetro con graduación de 0 - 21 kg/cm² de 6,4 mm de diámetro.
- ✓ Dos válvulas de máximo llenado de 6,4 mm de diámetro, localizadas una al 85% y la otra al 90% del nivel del tanque.

- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946, LPM (250 GPM) cada una.
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas - líquido de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 378 LPM (100 GPM).
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas - vapor de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- ✓ Una válvula multiport bridada de 102 mm (4"), de diámetro con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm (2 ½) de diámetro, con capacidad de desfogue de 259 m³/min (9,153 s.c.f.m.) cada una.
- ✓ Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuenta con tubos de descarga de diámetro apropiado y de 2.00 m de altura con capuchón.
- ✓ Una Conexión soldable al tanque para cable a "tierra".

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios.

A continuación, se indican las medidas básicas con las que contará la planta:

Sistemas de aspersión.

Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

El agua contra incendios rociará cada depósito en su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas.

- El tanque contará con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semi-anillo sobre el tanque simétricamente por arriba. Estas tuberías son de 51 mm de diámetro.
- El rociado se realizará a través de las boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 38 en todo el anillo. Las boquillas de rociado son tipo recto de cono lleno, con diámetro de entrada de ½" y un gasto individual de 29.52 L.P.M a una presión de 3 Kg/cm²

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** se realiza la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

Es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies de los recipientes ya que una perforación de los mismos ocasionaría una bajada brusca de presión que, junto con unas condiciones térmicas adversas, podría originar la BLEVE.

Pero si a pesar de las precauciones descritas anteriormente, se presentara la BLEVE, suponiendo que todas las medidas de seguridad fallaran, se tendría una afectación al ambiente y la población por radiación térmica, por lo que "**GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.**" deberá contar con un seguro con cobertura que ampare responsabilidad civil y responsabilidad por daño ambiental, dichas coberturas deberán de calcularse mediante un Estudio de Pérdida Máxima Probable, de acuerdo a los solicitado en las *Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los lineamientos para el requerimiento mínimo de los seguros que deberán contratar los regulados que realicen las actividades de transporte, almacenamiento, distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación o expendio al público de hidrocarburos o petrolíferos.*

Es importante mencionar que se buscará fortalecer las medidas de mitigación con capacitación del personal que formará parte de los planes de emergencia, desarrollando programas de capacitación en el manejo de GLP, así como de estar en constante contacto con las autoridades correspondientes, logrando de esta manera reducir la probabilidad de que se presente alguna contingencia en la planta de distribución de GLP.

PRUEBAS DE VERIFICACIÓN

La empresa deberá apearse a los siguientes puntos de la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*, publicada en el **DOF**, el **22 de octubre de 2014**:

- Conforme al numeral **4.2.2.2.1**, se establece que, a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, los recipientes de almacenamiento deberán contar con un dictamen de evaluación ultrasónica de espesores que establezca que son aptos según los criterios que establece la Norma **NOM-013-SEDG-2002**, o la que la sustituya, y que sea emitido por una unidad de verificación acreditada y aprobada en dicha norma.

Adicionalmente a lo descrito en el párrafo anterior, y sin perjuicio de que el recipiente de almacenamiento cuente con certificado de fabricación o placa de identificación, el dictamen para la evaluación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, debe obtenerse a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y, posteriormente, cada cinco años.

- Conforme al numeral **4.2.2.2.5.1** Previo a su puesta en operación del recipiente de almacenamiento, deben revisarse por inspección visual, si el recipiente de almacenamiento presenta los siguientes daños, exceptuando las protuberancias en las placas o cordones de soldadura, en cuyo caso debe efectuarse la reparación:
 - a) Abolladuras en las placas o en los cordones de soldadura con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma.
 - b) Cavidades en las placas o cordones de soldadura con una profundidad mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada.

- Conforme al numeral **4.2.2.5.1.1** La evaluación de los daños anotados en los incisos anteriores debe llevarse a cabo mediante las siguientes pruebas:
 - a) Las abolladuras con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma, deben evaluarse con las pruebas de medición ultrasónica de espesores e hidrostática. En caso de que la abolladura sea en los cordones de soldadura, además de las pruebas anteriores, debe efectuarse la prueba de radiografiado en dicha soldadura.

Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de: la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la Norma NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya; la prueba hidrostática debe ser presenciada por una unidad de verificación acreditada y aprobada en esta Norma Oficial Mexicana. La prueba radiográfica debe efectuarse en términos de la norma oficial mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener Gas L.P., en uso.

- b) Las cavidades en las placas o cordones deben evaluarse mediante medición ultrasónica de espesores o medición directa.

Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya.

Cuando en el resultado de la medición la profundidad sea mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada, ésta deberá ser reparada.

- Conforme al numeral **4.2.2.5.4** Prueba e inspección de soldaduras en tuberías. Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, en caso de existir tuberías soldadas:
 - a) Las soldaduras en las tuberías deben ser inspeccionadas mediante radiografiado o ultrasonido con haz angular, antes de la prueba de hermeticidad; la extensión y limitantes de la inspección dependen del tipo de instalación de las tuberías.
 - b) El personal que aplique la soldadura debe estar certificado conforme a un método específico, siendo necesario señalar dicho método. Es válido utilizar el método mencionado en el inciso i) del Apéndice.
 - c) Todas las soldaduras inaceptables deben ser reparadas y efectuarse su inspección nuevamente.
 - d) Por cada soldadura inaceptable se revisarán dos más para ese soldador(a).
 - e) Debe contarse con el informe por escrito del resultado.
 - f) Es válido que las soldaduras sean inspeccionadas de acuerdo con el inciso b) del Apéndice.
- Conforme al numeral **4.2.2.5.5.1** Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, se debe contar con:
 - a) Informe por escrito del resultado radiográfico o ultrasónico de las pruebas en las soldaduras de las tuberías.

- b) Efectuar y aprobar una revisión de hermeticidad del sistema de tuberías para el trasiego de Gas L.P.
 - c) Cuando los actuadores del sistema del paro de emergencia son accionados neumáticamente, debe contarse con el informe por escrito del resultado de la revisión de la hermeticidad.
- Conforme al numeral **4.2.2.5.5.8**. La revisión de hermeticidad se debe llevar a cabo en presencia de una unidad de verificación en materia de GLP. Y se deberá contar con el informe por escrito del resultado de la revisión.

**ESTUDIO DE RIESGO
MODALIDAD
ANÁLISIS DE RIESGO**

CAPÍTULO IV

RESUMEN

GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.

*Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del
municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca*

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

Conforme al artículo 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V. presenta ante la Agencia el **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** del Proyecto denominado “Instalación y operación de una planta de distribución de gas l. p. en Ciudad Ixtepec, Oaxaca”, con pretendida ubicación Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca. Esta zona cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de las actividades, tales como: energía eléctrica y vía de comunicación.

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo donde se ubicará el predio y la planta de GLP corresponden a Selva caducifolia.

Además, es importante mencionar que el terreno donde se pretende desarrollar el Proyecto se ubica en la Región Ecológica número 18.23, UAB 84 con política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Y que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) el predio se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental UGA 02 con política ambiental de Aprovechamiento sustentable.

Cabe señalar que el área del proyecto se encuentra fuera de centros de población, además de estar fuera de ANP de carácter federal, estatal o municipal, así como fuera de sitios RAMSAR y Regiones Hidrológicas Prioritarias.

La planta cuenta con una Autorización de Uso de Suelo, emitida por Ayuntamiento Municipal Constitucional de Cd. Ixtepec, Oaxaca el 19 de noviembre de 2019.

Cabe mencionar que la empresa cuenta con un área suficientemente amplia para llevar a cabo las actividades de la planta, ya que esta cuenta con una superficie total de 23,632 m², de los cuales las instalaciones de la planta ocuparán una superficie de 7,239 m² y 4,017.2 m² serán destinados para el patio de maniobras, quedando una superficie de 12,375.8 m² como área de amortiguamiento. Asimismo, el terreno que ocupará la Planta, no tiene ninguna actividad en sus colindancias que represente riesgos para la operación normal de la misma.

Se considera que en las instalaciones se realizará una actividad altamente riesgosa, debido a que pretende operar con una capacidad de 93,000 litros, es decir, 55,039.26 kg almacenados en un solo recipiente, cantidad que rebasa lo reportado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas donde se indica para el GLP, una cantidad de 50,000 kg.

Conforme al dictamen técnico No. de folio **12684/20 BA** emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. con número de registro **UVSELP 124-A**, donde señala que la memoria técnica descriptiva y planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, cumplen con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.**

Cabe destacar que se cuenta con el Dictamen Eléctrico, emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación con número de registro **UVSELP 297-A**, donde señala que el proyecto de la memoria de cálculo y el plano eléctrico, cumplen con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SEDE-2012** relativa a las instalaciones

destinada al suministro y uso de la energía eléctrica publicada en el Diario Oficial del 29 de noviembre de 2012.

La planta estará conformada por las siguientes áreas: toma de recepción, toma de suministro, oficinas generales, muelle de llenado, servicios sanitarios, tablero eléctrico, cisterna de agua y cuarto de equipo contra incendio, áreas de circulación, entre otros, así como un área de almacenamiento que estará integrada por un tanque de almacenamiento tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 93,000 litros al 100% agua.

Básicamente el proceso operativo de la *instalación* inicia con la recepción del **GLP** con la descarga de los **semirremolques**, posteriormente se lleva a cabo su almacenamiento temporal por medio del **recipiente de almacenamiento**, después realiza el suministro a tanques estacionarios mediante **auto-tanques** que previamente son cargados con el combustible mediante la toma de suministro.

Por lo que la única sustancia que se manejará en la planta será el gas licuado de petróleo, definido como 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.

De acuerdo al análisis de consecuencias de los eventos de riesgo identificados a través de la metodología "What if ?" y jerarquizados mediante la matriz de riesgos presentada, los **EVENTOS PRIMARIOS** en el proyecto de la Planta de Distribución de GLP se derivan de **fugas**, las cuales dan lugar, dependiendo de las condiciones y de la cercanía de las fuentes de ignición, a **dardos de fuego, explosiones de nubes de vapor y/o llamaradas**.

Para la identificación de los riesgos inherentes de la operación de la planta, se consideraron aspectos tales como:

- ☞ Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones o procesos similares.
- ☞ Características fisicoquímicas del material almacenado
- ☞ Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- ☞ Procedimientos de operación, memoria técnica descriptiva de la planta y los planos de la ingeniería de detalle.

Por otra parte, y para la selección de los escenarios de riesgo, se consideraron, además de los aspectos citados anteriormente, los siguientes Elementos de Accidentes de Proceso:

- ☞ Procedimientos operativos.
- ☞ Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión).
- ☞ Desviaciones de Proceso (presión, temperatura).
- ☞ Fallas diversas (tuberías, tanques, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares).
- ☞ Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente).
- ☞ Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento).
- ☞ Eventos Externos (sabotaje).
- ☞ Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos).

- ☞ Factores de Reducción del Riesgo (sistema contra-incendio, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de Paro de Emergencia, capacitación de personal).

Con todos estos elementos, y con apoyo de la metodología de identificación y jerarquización de riesgos (What if) y su posterior estimación de frecuencia de falla a través de un Análisis de Árbol de Fallas se definen los eventos que pudieran presentarse durante la operación de la planta. Los cuales de manera general implican:

1. Fuga, incendio y explosión en el área de recepción de GLP.
2. Fuga, incendio y explosión en el área de suministro de GLP.
3. Explosión en el área de almacenamiento de GLP
4. Fuga, incendio y explosión en el área de llenaderas de GLP.

De acuerdo con los resultados de la identificación de peligros, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse, se podrían presentar durante las operaciones de trasiego de gas l.p. e involucran la conexión o acoplamiento inadecuado de la manguera, el desprendimiento de la manguera y fugas por corrosión o falta de mantenimiento. Por lo que de acuerdo con el análisis de consecuencias de los eventos identificados, los efectos derivados de la ocurrencia de eventos primarios que derivan en dardos de fuego y/o explosiones de nubes de vapor no confinadas correspondientes a 37.5 y 12.5 kW/m², así como a 10.0 y 3.0 psi, son proclives a desencadenar un evento secundario, una vez que la exposición de equipos de proceso y recipientes de almacenamiento tanto presurizados como atmosféricos a estas dosis de radiación y sobrepresión causará daño en dichos elementos. Dichos valores pueden ser encontrados en las inmediaciones de los eventos primarios, siendo los principales afectados las propias áreas de la planta de distribución de GLP.

Estas posibles interacciones de riesgo son debido a la alta radiación emitida por los dardos de fuego que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes que contienen gas licuado e incendios secundarios. Las ondas de sobrepresión derivan principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos. No obstante, aún cuando existe posibilidad de interacciones de riesgo, dentro del presente estudio se presentaron y evaluaron eventos en cada una de las áreas que conformarán la planta de distribución de GLP, es decir, los efectos de un evento podrían resultar en cualquiera de los restantes eventos evaluados en el presente estudio, no obstante, la concatenación de eventos resultaría en una mayor área de afectación.

Asimismo, se determinó que los escenarios con menor probabilidad de suscitarse, pero de mayor daño, son aquellos que involucran la liberación masiva de la sustancia almacenada, tal es el caso de la BLEVE del recipiente presurizado (semirremolque y tanque de almacenamiento), donde dichos recipientes se encontrarán al 80% (semirremolque y tanque de almacenamiento) de su capacidad. En este sentido es importante mencionar que en las zonas de alto riesgo por daño a equipos de proceso definidas por 37.5 y 12.5 kW/m² se hallan únicamente las instalaciones propias de la planta, por lo que los únicos equipos de proceso dañado serían los de la propia planta de distribución de gas l.p. propiedad de "Gas Istmeño, S.A. de C.V." por lo que se descarta la interacción de riesgo o efecto domino con otras con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones ajenas al proyecto. Además, se prevé que hasta un radio de 345.63 m se podría esperar el desarrollo de incendios secundarios. Cabe recordar que de acuerdo en el análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) el uso de suelo donde en esta área es conformado por Selva Caducifolia, por lo que será imprescindible dar pronta atención a los conatos de incendio a fin de evitar la propagación de estos.

En tanto que dentro de las zonas de seguridad definidas por los efectos de la radiación térmica (5.0 y 1.4 kW/m²) generada por la BLEVE del tanque de almacenamiento –Peor Caso-, destaca la presencia de terrenos de agricultura, vías de comunicación (supercarretera Salinas Cruz – La Ventosa y la carretera Ixtepec-Tlacotepec), una corriente de agua intermitente y un jagüey, así como las rancherías sin nombre identificadas con el No. 1, 2 y 3. No detectándose asentamientos humanos con alta concentración poblacional, ni actividades que pudieran verse afectadas por este efecto. Asimismo, es importante mencionar que en caso de ocurrencia de dicho evento la zona con mayores daños, es decir, quemaduras de 3er grado en piel desnuda y un nivel de letalidad del 50 % para vestidura promedio está definida en un radio de 154.90 m, en donde no se ubican asentamientos humanos que pudieran verse afectados. Del mismo modo, cabe resaltar que las rancherías sin nombre, identificadas como la No. 1 y 2, de las cuales no se tiene registro del número de personas, se ubican en la zona 1, en donde el efecto esperado sería únicamente dolor en piel desnuda.

En cuanto a la flora y fauna que es posible encontrar en el terreno que se empleará para la construcción de la planta, ninguna especie está sujeta a alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, la flora que es posible de encontrar dentro del Sistema Ambiental (radio de 1,057.10 m) se encuentran algunas especies bajo un estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como enlistadas por la International Union for the Conservation of Nature. Cabe mencionar, que estas especies podrían verse comprometidas únicamente ante el desarrollo del peor escenario. Es importante mencionar que las actividades de la empresa en cualquiera de sus etapas no comprometen, ni ponen en riesgo la seguridad ni bienestar de ninguna especie registrada o potencial a encontrarse.

Resulta entonces importante la prevención como medida de seguridad, ya sea para eliminar o minimizar el riesgo latente, así como poder responder con rapidez en el momento oportuno con las acciones pertinentes al evento presentado. Ya que el riesgo latente del GLP es inherente a la característica de inflamabilidad de éste, y no por su toxicidad, así también el riesgo de la sustancia está en función de la cantidad que se maneje de la misma; aunque no son los únicos factores, son determinantes en la evaluación de los riesgos a los cuales estará sometida la planta.

Cabe destacar que el diseño, construcción y operación del proyecto de la planta se apegan a la normatividad aplicable vigente y contarán con las medidas y dispositivos de seguridad que proporcionan un nivel de fiabilidad de la instalación por lo que la probabilidad de ocurrencia se ve reducida. Prácticamente todos los riesgos son susceptibles de reducirse y/o minimizarse, y en el caso del gas l.p no es la excepción; con base a este planteamiento se puede concluir que la atención que se preste a los detalles, por más insignificantes que estos parezcan será definitivo y el impacto en la seguridad podrá verse favorecido o de lo contrario comprometerse la integridad de las personas, los bienes y el medio ambiente.

Resulta medular para **Gas Istmeño S.A. de C.V.**, mantener y elevar los niveles de seguridad al máximo. Por esta razón, como mínimo deberá apegarse en todo momento a los lineamientos de la **NOM-001-SESH-2014**, o la que la sustituya **y apegarse a las recomendaciones particulares expuestas en el presente estudio.**

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

El presente proyecto se refiere a la instalación y operación de una planta de distribución de Gas L.P. con capacidad de 93,000 litros almacenados en un solo recipiente de almacenamiento. Pertenece a "Gas Istmeño S.A. de C.V." y tiene pretendida ubicación en Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca

Cabe mencionar que el diseño de la planta se apega a los lineamientos que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 2014.

En virtud de esto, se cuenta con un dictamen técnico No. de folio **12684/20 BA** emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. con número de registro **UVSELP 124-A**, donde señala que la memoria técnico descriptiva y planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, cumplen con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SESH-2014**.

Además, el proyecto cuenta con el Dictamen Eléctrico, emitido el 01 de junio de 2020 por la Unidad de Verificación con número de registro **UVSELP 297-A**, donde señala que el proyecto de la memoria de cálculo y el plano eléctrico, cumplen con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SEDE-2012** relativa a las instalaciones destinada al suministro y uso de la energía eléctrica publicada en el Diario Oficial del 29 de noviembre de 2012.

Con el objeto de cumplir en materia de impacto ambiental ante la autoridad reguladora vigente, la empresa promovente presenta ante la **Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Agencia)** el siguiente trámite: *recepción evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en la modalidad particular* del proyecto denominado: "Instalación y operación de una planta de distribución de gas l. p. en Florencio Villarreal, Guerrero" con pretendida ubicación en Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca.

Cabe mencionar que se incluye el presente Estudio de Riesgo Ambiental: Modalidad Análisis de Riesgo, ya que la empresa pretende desarrollar actividades altamente riesgosas y sobrepasa la cantidad de reporte de 50,000 kg de GLP, indicada en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Al obtener la resolución en Materia de Impacto y Riesgo Ambiental, Gas Istmeño S.A. de C.V. deberá cumplir con los términos y condicionantes establecido en dicho resolutivo. Cuando la planta comience con su operación normal, se deberán acatar todo lo establecido en materia de residuos, descarga de aguas residuales y emisiones a la atmósfera.

IV.3 INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.

En el apartado "A" se integra el Anexo No. 4 Informe Técnico.

ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

CAPÍTULO V

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

GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.

*Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras
comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca*

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.**V.1.1 Planos de localización.****UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto de la planta de distribución de Gas Licuado de Petróleo (GLP) perteneciente a **GAS ISTMEÑO S.A. DE C.V.** con pretendida ubicación en Alto Caoba Km.5.6 Carretera Ixtepec - Tlacotepec dentro de las tierras comunales del municipio de Cd. Ixtepec, Estado de Oaxaca.

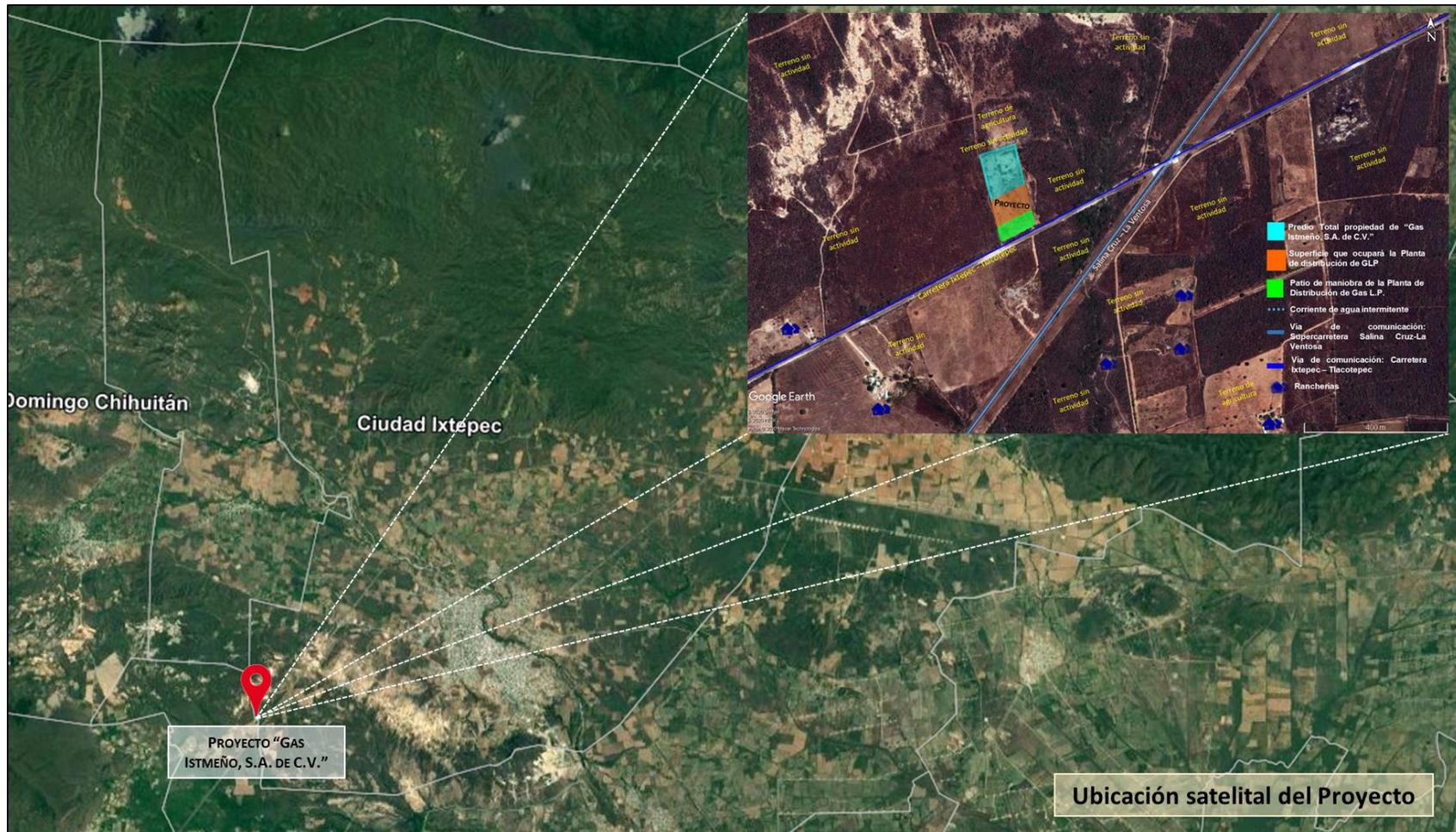


Figura V.1. Ubicación del Proyecto de una Planta de Distribución de GLP propiedad de "Gas Istmeño S.A. de C.V."

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

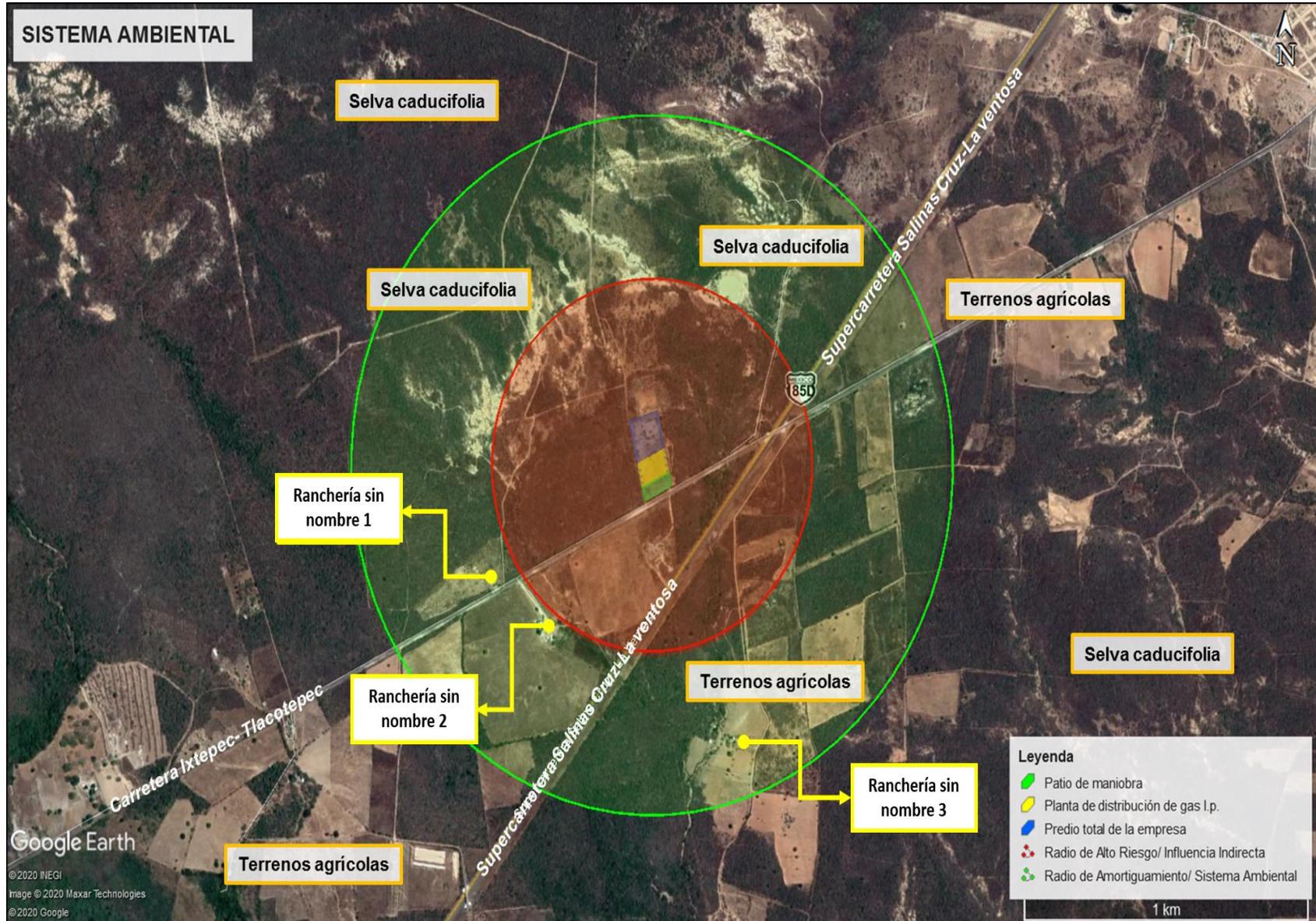
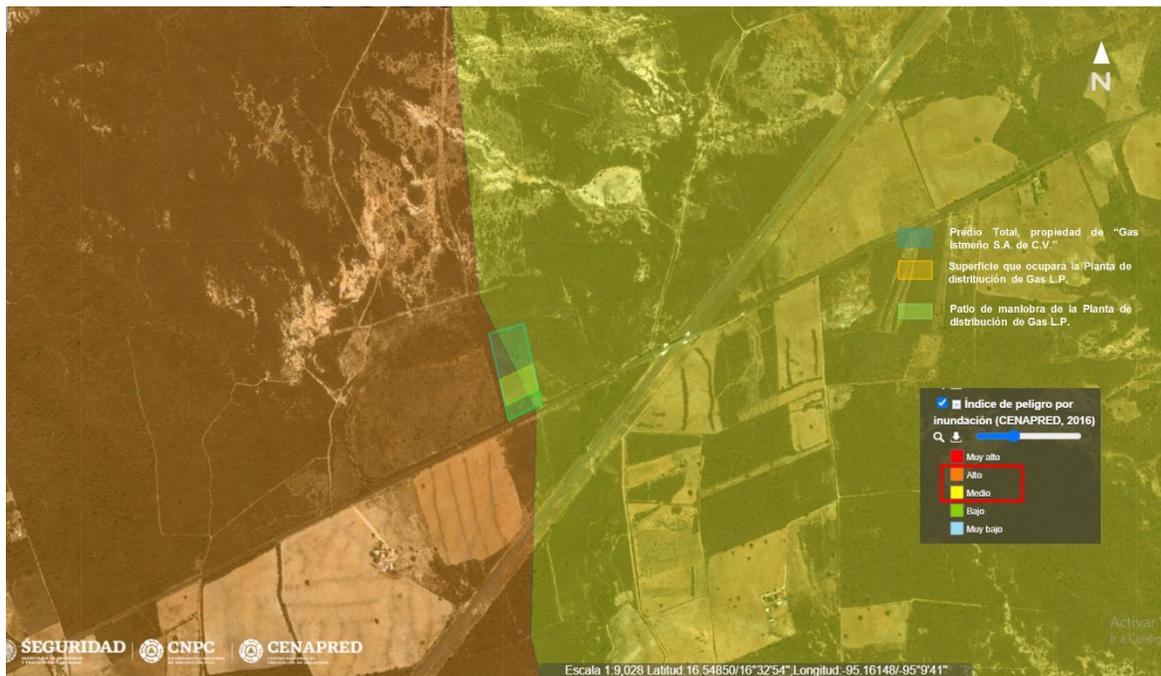


Figura V.2. Sistema Ambiental delimitado para el proyecto

PELIGROS GEOLÓGICOS.**REGIONALIZACIÓN SISMICA****Figura V.3.** Regionalización Sísmica.

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Regionalización sísmica (CFE, 2015).

PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS.**RIESGO POR INUNDACIÓN.****Figura V.4.** Índice de peligro por inundación

Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.



Figura V.5. Índice de vulnerabilidad de inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

SEQUIÁS



Figura V.6. Grado de peligro por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.



Figura V.7. Grado de vulnerabilidad por sequía
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

TORMENTAS ELÉCTRICAS



Figura V.8. Índice de peligro por tormentas eléctricas a nivel municipal
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

TIPO DE CLIMA

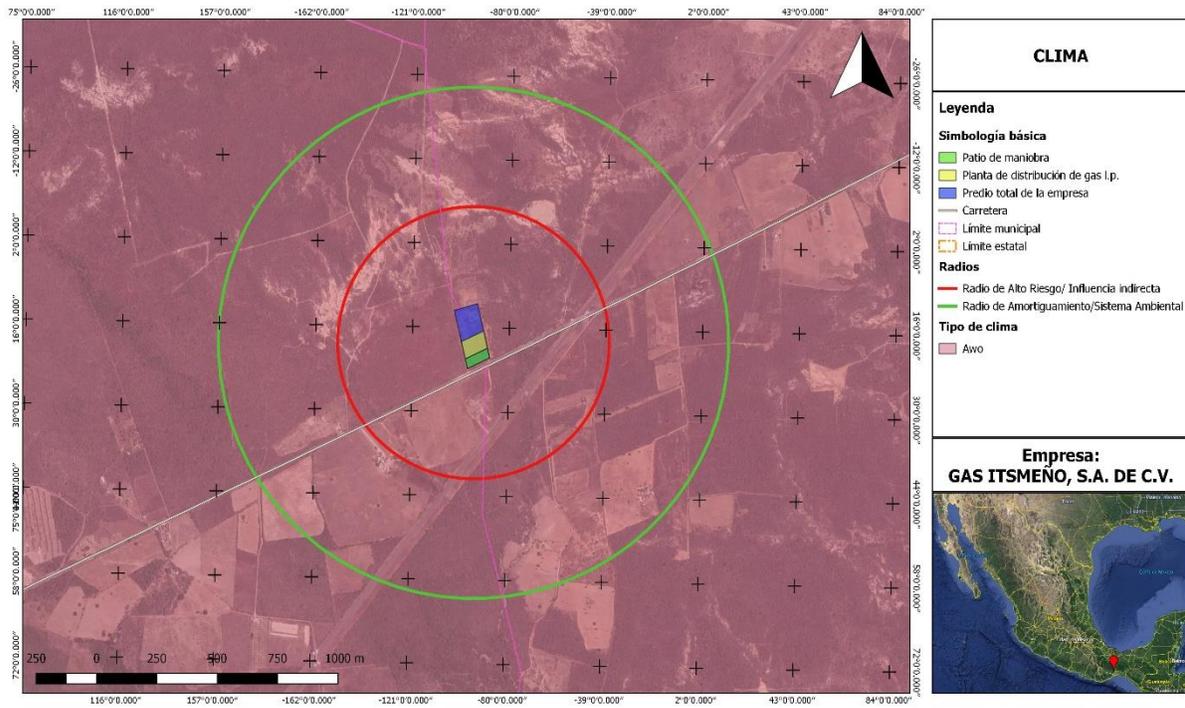


Figura V.9. Clima presente en el Sistema Ambiental

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

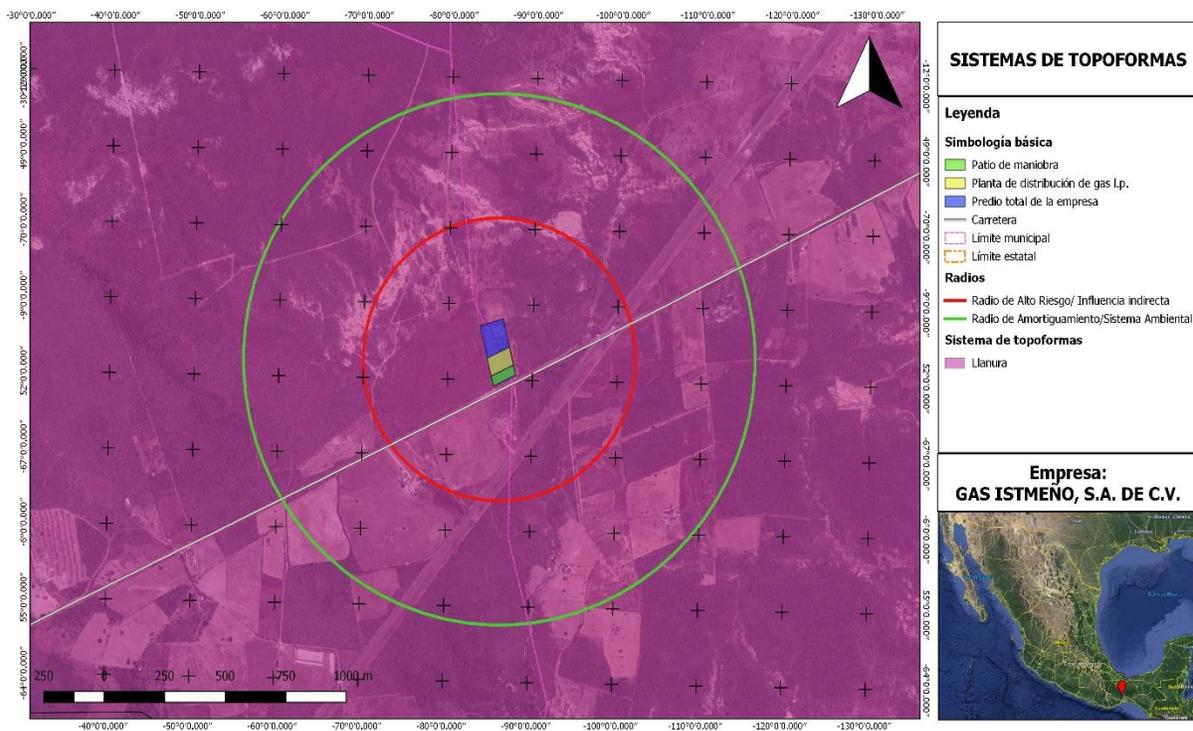


Figura V.10. Sistema de topografías en el Sistema Ambiental.

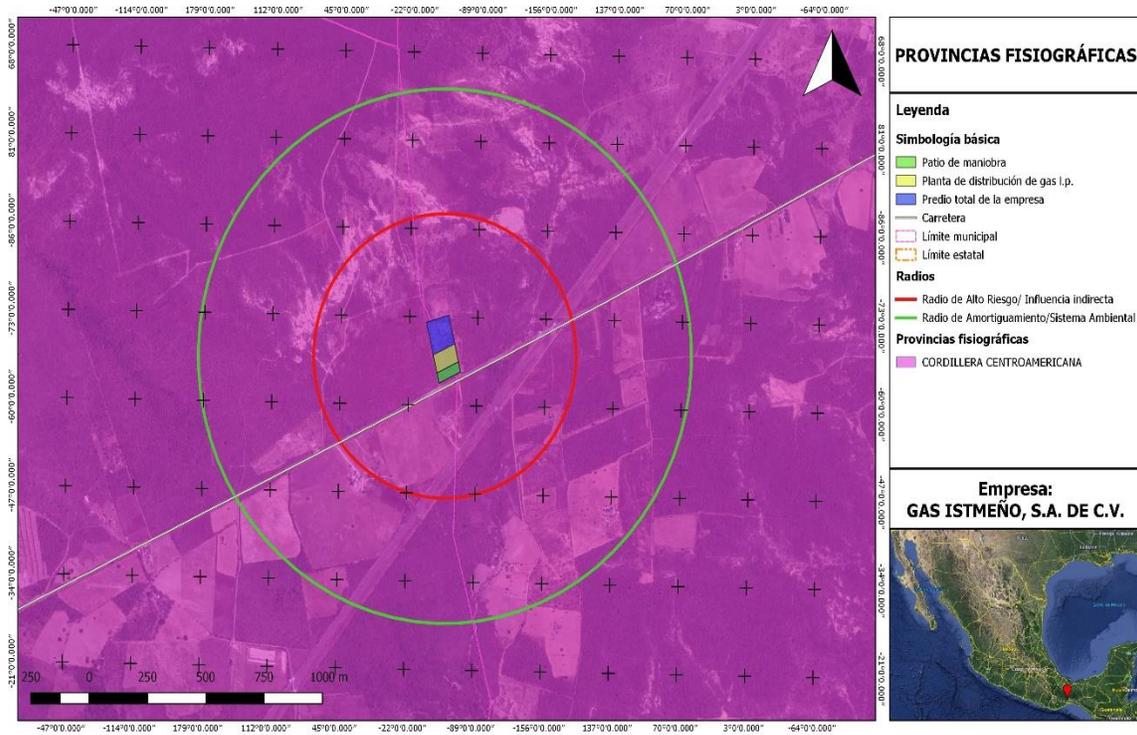


Figura V.11. Provincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

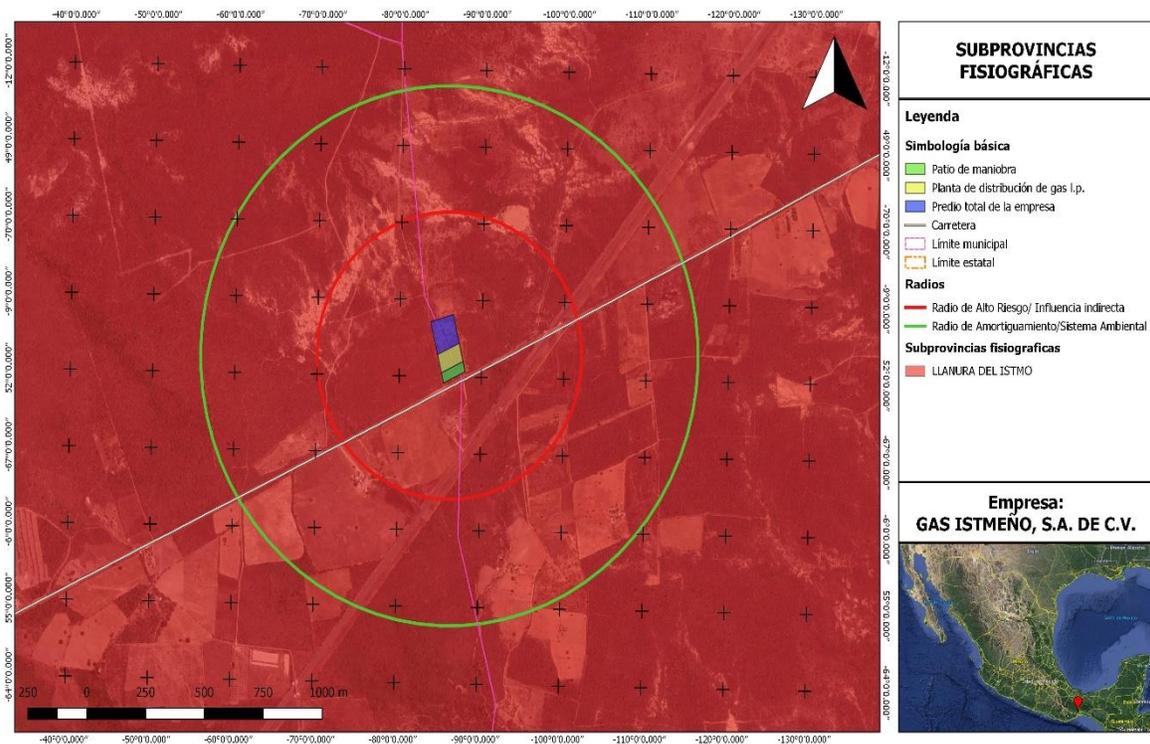


Figura V.12. Subprovincia fisiográfica en el Sistema Ambiental.

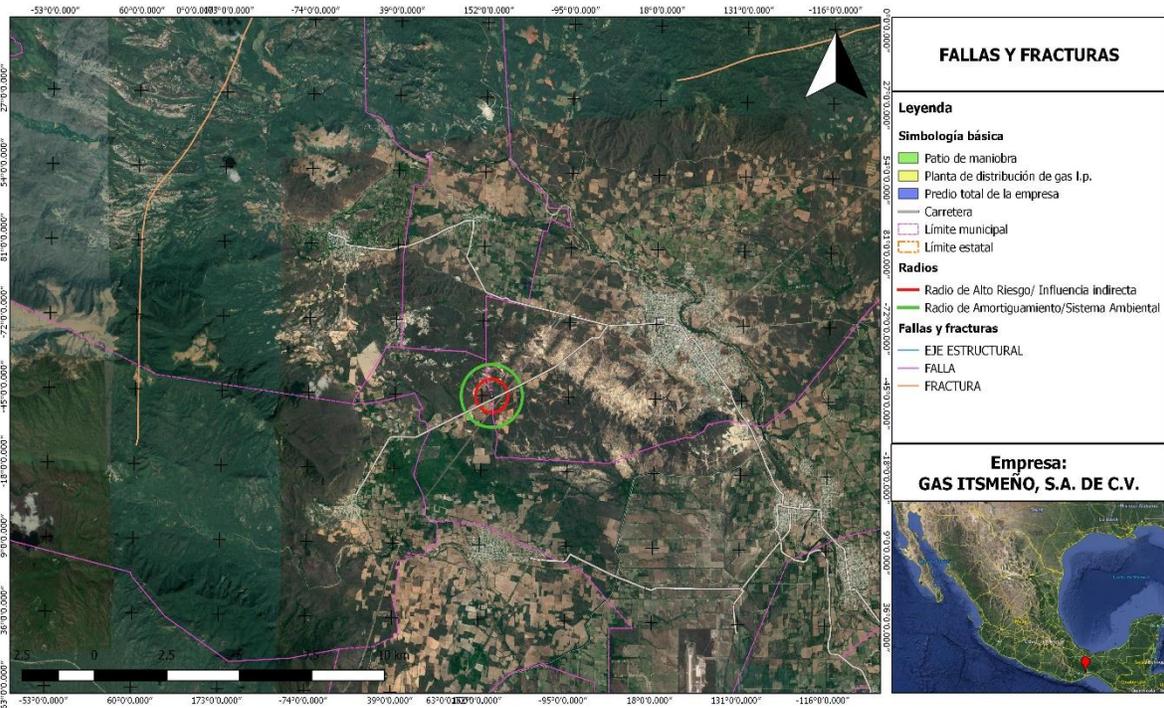


Figura V.13. Fallas y fracturas cercanas al Sistema Ambiental.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

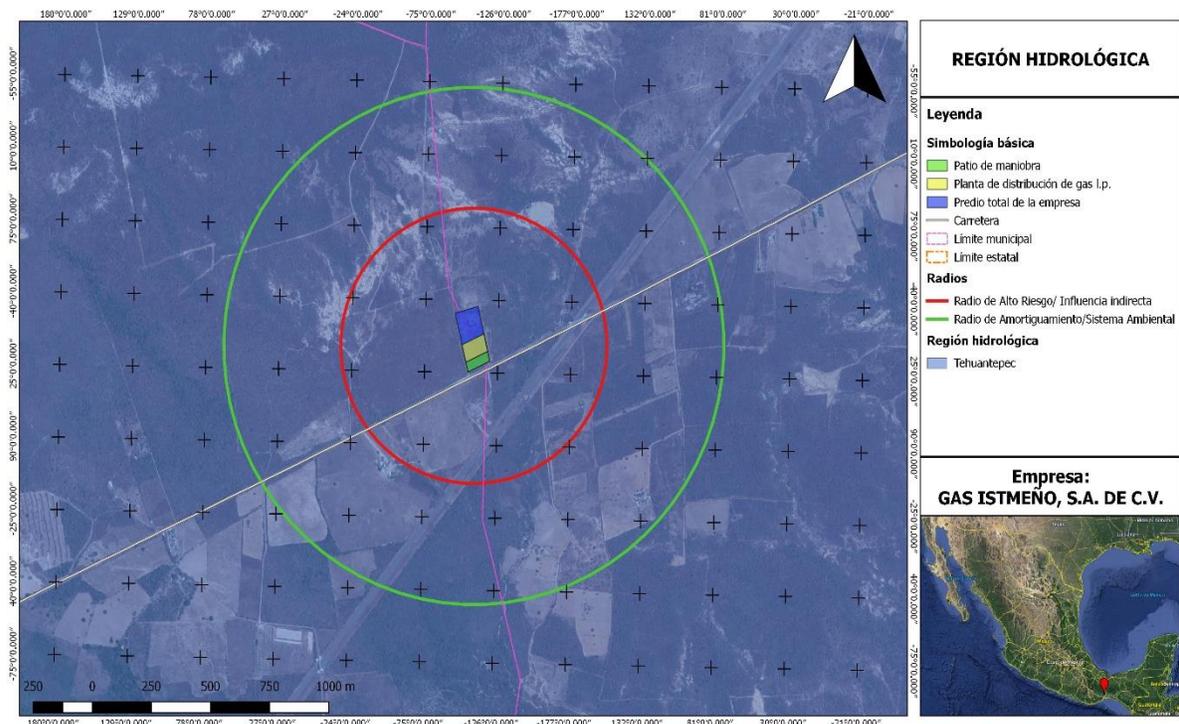


Figura V.14. Región hidrológica en el Sistema Ambiental.

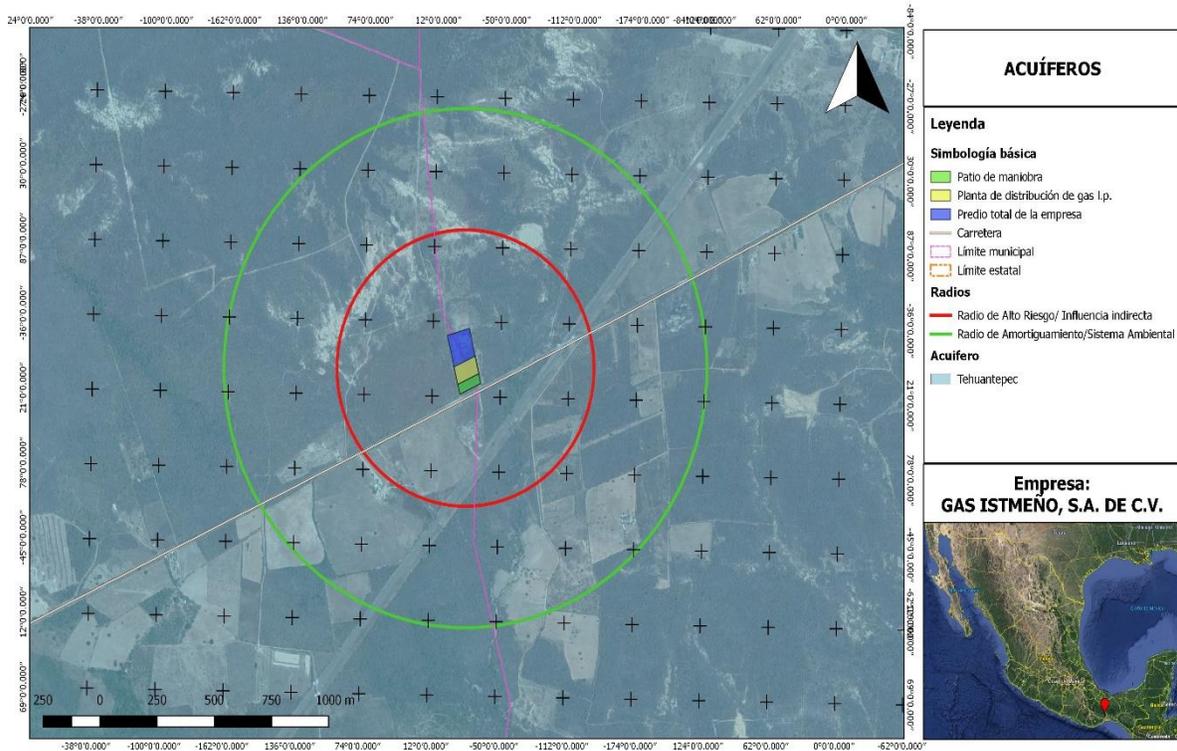


Figura V.15. Acuífero correspondiente al Sistema Ambiental

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

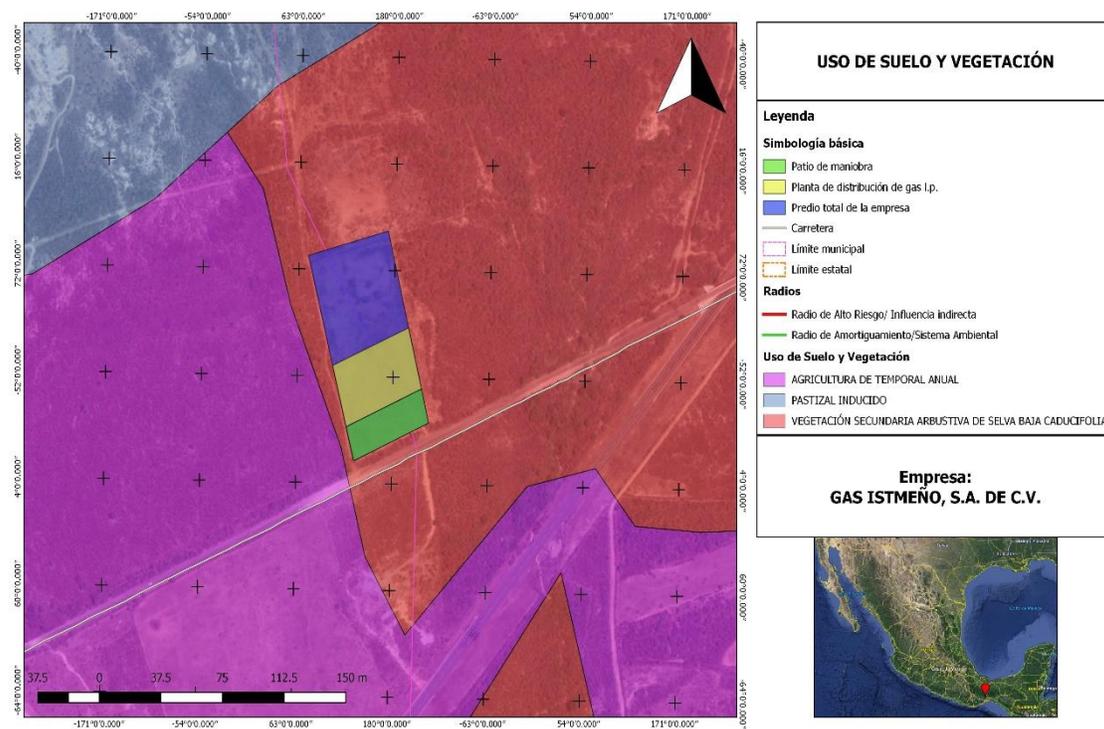


Figura V.16. Uso de Suelo y Vegetación en el Sistema Ambiental. INEGI,2017.

PAISAJE



Figura V.17. Visibilidad del proyecto.

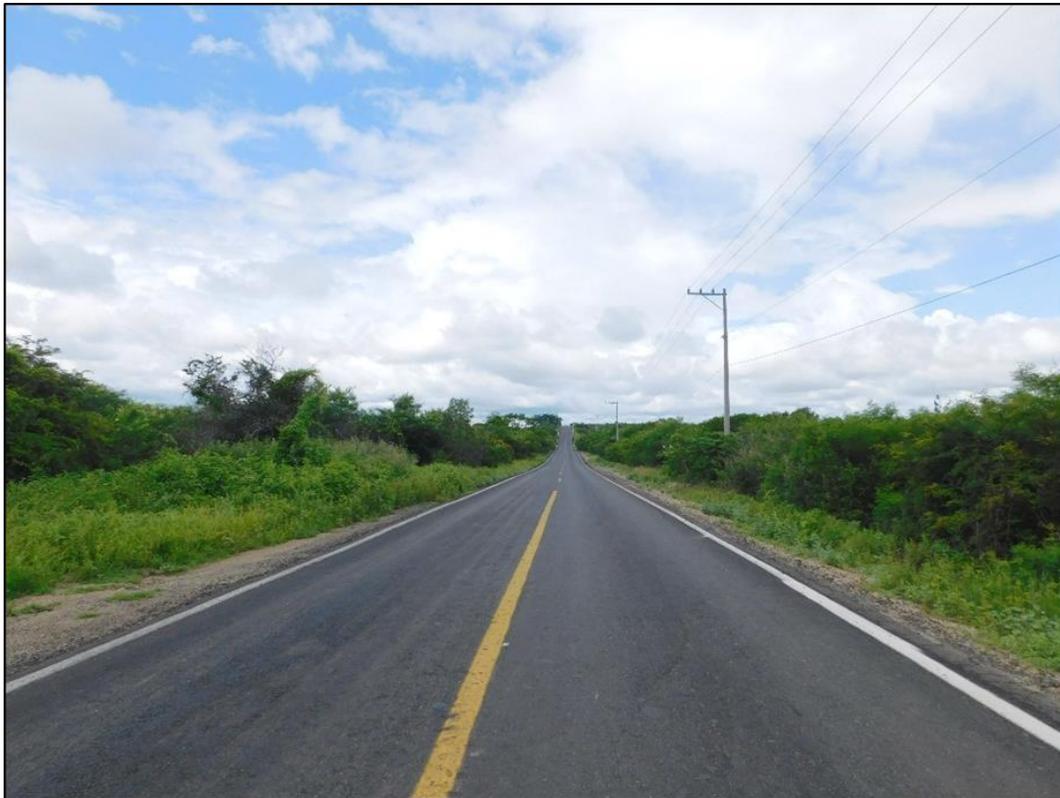
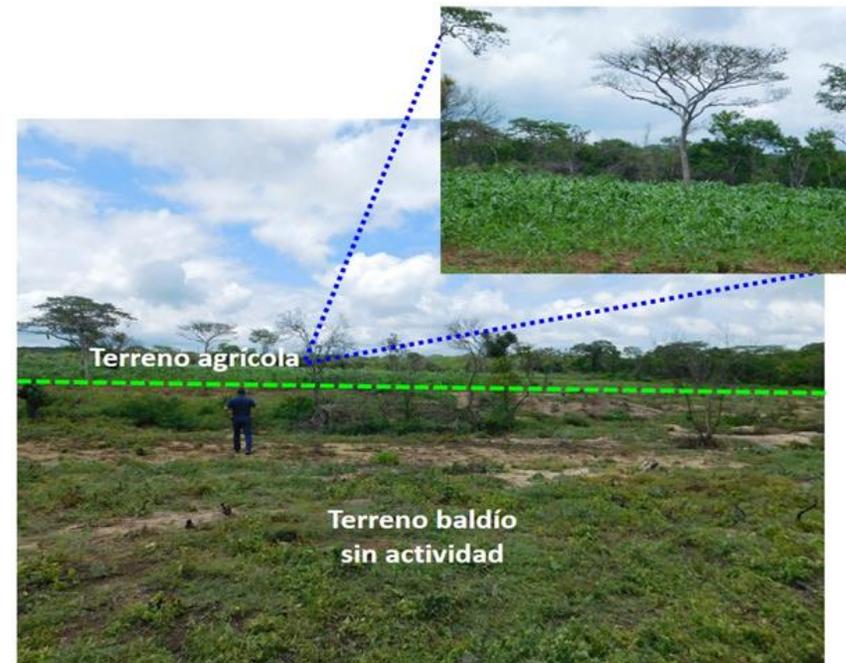
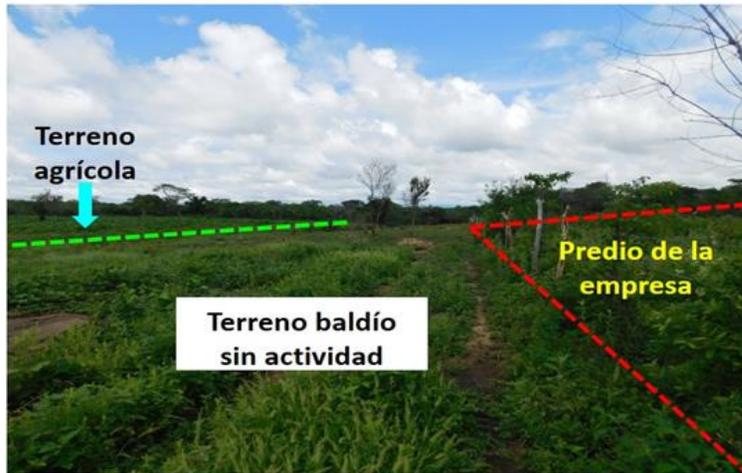


Figura V.18. Calidad visual del proyecto.

V.1.2 Fotografías

COLINDANCIAS INMEDIATAS DE LAS INSTALACIONES

Lindero Norte



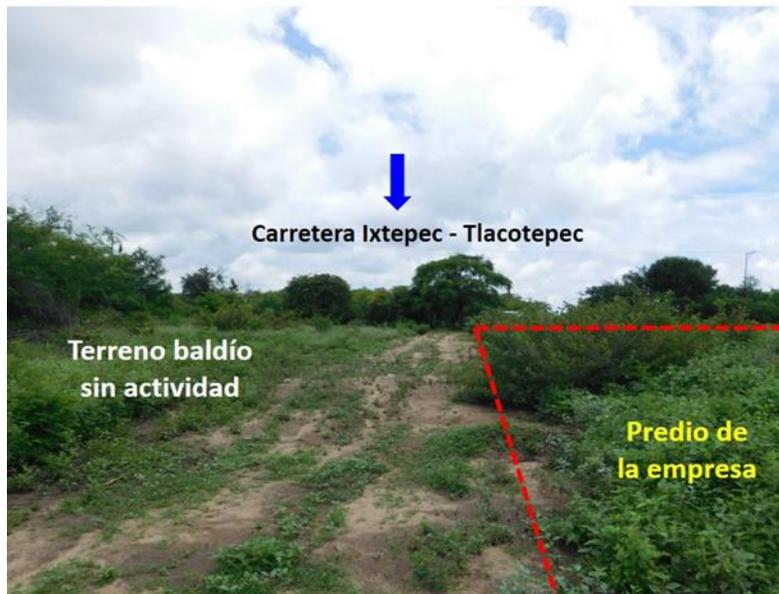
Los usos de suelo en los terrenos de estos linderos son de vegetación secundaria, sin embargo, de acuerdo a la visita el primer predio colindante no cuenta con vegetación forestal y los terrenos siguientes a este son utilizados para la agricultura (cultivo de maíz).

Lindero Sur



- Colinda con la Carretera Ixtepec – Tlacotepec, la cual se encuentra asfaltada y en excelentes condiciones.
- En la fotografía de la izquierda la carretera te dirige hacia el Municipio de Cd. Ixtepec, mientras que la fotografía 2 es con rumbo a Magdalena Tlacotepec

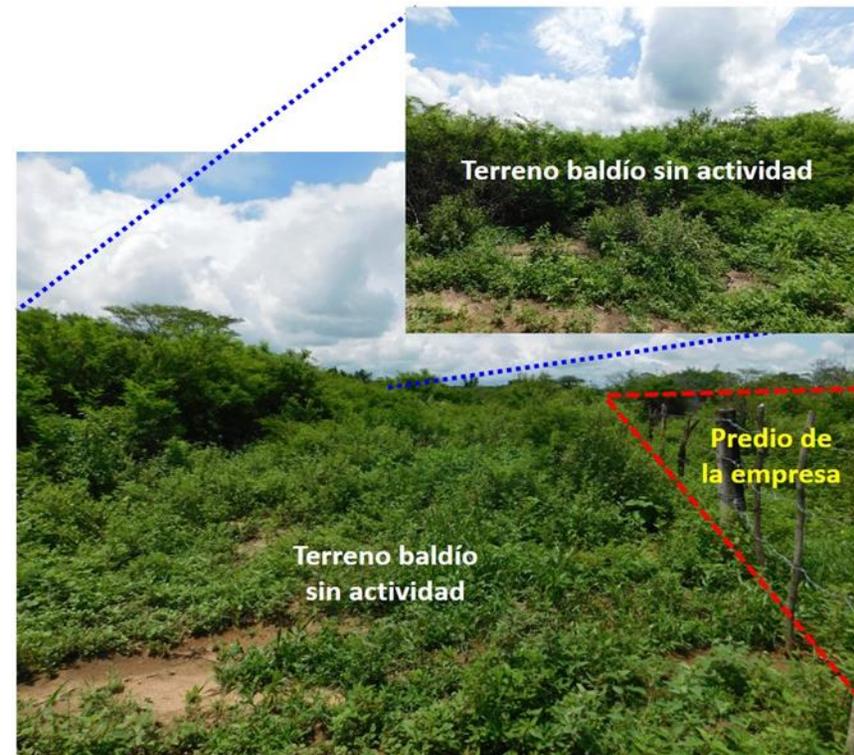
Lindero Este



De acuerdo a la visita al predio el terreno colindante se encuentra baldío y desprovisto de vegetación forestal.

El predio inmediato se encuentra baldío y sin actividades aparentes, además de contar con algunos ejemplares de *Lysiloma divaricatum* y en cuanto a los predios siguientes a este se clasifican como de agricultura de temporal de acuerdo con el uso de suelo y vegetación (Ser. VI INEGI 2017).

Lindero Oeste

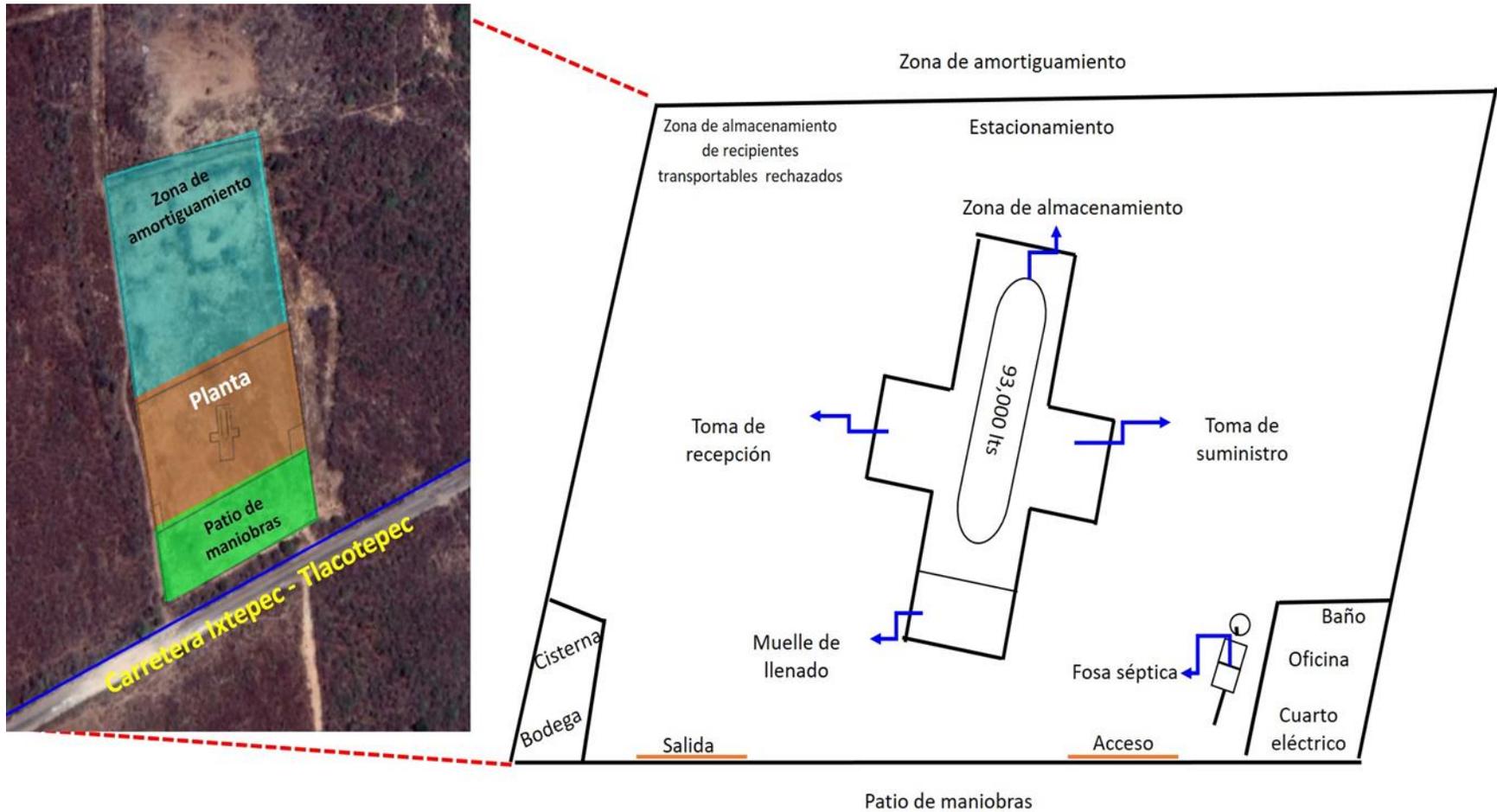


ACCESO A LAS INSTALACIONES

El acceso y salida a las futuras instalaciones será por el lindero Sur (Carretera Ixtepec – Tlacotepec).



FUTURAS ÁREAS DENTRO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.



Las instalaciones contarán con áreas operativas (muelle de llenado, toma de recepción y suministro), áreas administrativas (sanitario, oficina, bodega) y con áreas de apoyo (cisterna, fosa séptica y zona de recipientes transportables rechazados, estacionamiento).

INTERIOR ACTUAL DEL PREDIO ARRENDADO POR LA EMPRESA





Dada las condiciones actuales del predio se realizarán los trabajos de retiro de la vegetación arbustiva, hierba y maleza mediante machete para dejarlo en condiciones adecuadas para proceder con el trazo de las áreas contempladas en el plano civil en una superficie de 7,239 m². Además, del acondicionamiento del patio de maniobras de 4,017.2 m².

FLORA IDENTIFICADA DENTRO DEL PREDIO DE LA EMPRESA

De acuerdo al recorrido en el área del Proyecto se registraron mediante observaciones directas estas especies de flora.



Vachellia campechiana



Senna pallida



Lantana camara



Manilkara zapota



Acanthocereus oaxacensis



Cnidoscolus multilobus



Croton draco



Setaria grisebachii



Lysiloma divaricatum



Fridericia floribunda



Varronia oaxacana

De las especies de flora reportadas para el área del Proyecto ninguna se encuentra bajo algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se tiene que las familias mejor representadas son Fabaceae y Poaceae con 7 y 3 especies respectivamente, mientras que algunas otras familias como Bignoniaceae, Boraginaceae, Cactaceae, Convolvulaceae, entre otras, solo se representan con una sola especie.

FAUNA IDENTIFICADA DENTRO DEL PREDIO DE LA EMPRESA

La determinación de las comunidades faunísticas dentro del predio del Proyecto, se realizaron por medio de observaciones directas.



Icterus pustulatus



Crotophaga sulcirostris



Zenaida macroura



Urosaurus sp.

Cabe destacar que ninguna de las especies está dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

V.2 OTROS ANEXOS

ANEXOS DE LA GUIA DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

- ⇒ ANEXO1.
Flujograma de análisis de riesgos para el sector hidrocarburos.
- ⇒ ANEXO 2.
Datos de especificación de escenarios.
- ⇒ ANEXO 3.
Representación en planos de los radios potenciales de afectación.
- ⇒ ANEXO 4.
Informe Técnico

DOCUMENTOS LEGALES

1. Acta constitutiva de “GAS ISTMEÑO, S.A. DE C.V.” No. 52,465, Volumen DCCXXV Septingentesimo vigésimo quinto, expedida por el notario público Lic. Gonzalo Humberto Medina Pereznieta en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco el 15 de agosto de 2019.
2. Inscripción al registro federal de contribuyentes “Gas Istmeño, S.A. de C.V.” GIS190812JUN8
3. Identificación oficial del Administrador único el Lic. José Alberto Núñez Desales.
4. Contrato de arrendamiento que celebran el Lic. José Alberto Núñez Desales “el arrendador” y “Gas Istmeño, S.A. de C.V.” representado por el administrador único el Lic. José Alberto Núñez Desales “el arrendatario”. Fechado el 20 de agosto de 2020, en Ixtepec, Estado de Oaxaca.

AUTORIZACIONES Y PERMISOS

1. Licencia de Uso de Suelo Comercial. Emitido por el H. Ayuntamiento Constitucional en Ciudad Ixtepec, Oaxaca. Fechado el 19 de noviembre de 2019.

DICTAMENES TÉCNICOS

1. Dictamen técnico folio 12684/20 BA de conformidad con la NOM-001-SESH-2014. Emitido por la Unidad de Verificación en Materia de Gas L.P. Ing. Rubén Barcelos Ipiña, No. De Registro UVSELP 124-A. Fechado el 01 de junio de 2020.
2. Dictamen de verificación de planos y memoria técnico descriptiva y justificativa del proyecto eléctrico, de conformidad con la NOM-001-SEDE-2012. Emitido por la Unidad de Verificación en Instalaciones Eléctricas VERIELEC, S.A. de C.V. Ing. Humberto E. Gonzales Ortiz, No. De Registro UVSEIE 474-A. Fechado el 01 de junio de 2020.

MEMORIAS TÉCNICAS

- ⇒ Memoria técnico descriptiva de la sección civil.
- ⇒ Memoria técnico descriptiva de la sección mecánica.
- ⇒ Memoria técnico descriptiva de la sección eléctrica.
- ⇒ Memoria técnico descriptiva de la sección contra incendio.

Avaladas por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, No. de Registro UVSELP 124-A. Fechados en mayo 2020.

PLANOS

- ⇒ Planométrico
- ⇒ Plano civil A
- ⇒ Plano civil B
- ⇒ Plano mecánico
- ⇒ Plano eléctrico A
- ⇒ Plano eléctrico B
- ⇒ Plano sistema contra incendio A
- ⇒ Plano sistema contra incendio B

Avaladas por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Ing. Rafael Barcelos Ipiña, No. de Registro UVSELP 124-A. Fechados en mayo 2020.