

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

CAPÍTULO I

**Escenarios de los Riesgos Ambientales
Relacionados con el Proyecto**



SoniGas

Sonigas, S.A. de C.V.

**Pedio con Número de Tablaje Catastral 12967, Periférico
Noreste, C.P. 97782.**

Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán.

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

ANTECEDENTES

El presente proyecto que promueve la empresa “Sonigas, S.A. de C.V.”, se refiere a la “Operación y Mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P., Sonigas, Valladolid” - ubicada en el predio con Número de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste, C.P. 97782, en el municipio de Valladolid, estado de Yucatán. Esta planta fue construida conforme a lo requerimientos establecidos en la NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

Previo a la construcción de las instalaciones, el 21 de septiembre de 2016 la empresa realizó el trámite correspondiente para los trabajos de construcción para la Planta de Distribución de Gas L.P. ante la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Valladolid, Yucatán, obteniendo el permiso de obra de construcción de gasera mediante oficio No. DUYOP-01343-16 fechado el 29 de septiembre de 2016, así como el permiso de obra de construcción de barda mediante oficio No. DUYOP-01344-16, ambos emitidos por la Dirección de Desarrollo Urbano y de Obras Públicas del H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Yucatán.

La empresa cuenta con el Título de Permiso de Distribución de Gas L.P. Núm. **LP/19918/DIST/PLA/2017**, emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 02 de marzo de 2017 que autoriza a “Sonigas, S. A. de C. V.” distribuir gas licuado de petróleo (GLP) mediante Planta de Distribución con una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros al 100% agua distribuidos en un solo tanque. No obstante, el 29 de noviembre de 2019 la Comisión Reguladora de Energía, mediante Resolución Núm. RES/1458/2019 autorizó la modificación del permiso de distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución LP/19918/DIST/PLA/2017 por el aumento de capacidad de 76,000 litros a 150,000 litros en un tanque.

Por su parte, la Dirección General de Impacto Social y Ocupacional Superficial, emitió el oficio 117.-DGISOS.222/2019 fechado el 23 de septiembre de 2019 por el cumplimiento de la Evaluación de Impacto Social (EVIS) por aumento de capacidad.

Es importante mencionar que la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, Dirección General de Gestión Comercial mediante oficio **ASEA/UGSIVC/DGGC/0896/2018 de fecha** 25 de enero de 2018 autorizó el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para la instalación de la Planta de Distribución de Gas L.P., por una superficie de 0.7666 hectáreas (7666 m²), dando cumplimiento a las condicionantes establecidas en dicho oficio a través del ingreso y seguimiento del programa de rescate y reforestación, así como el informe semestral de actividades.

Asimismo, es importante mencionara que “Sonigas, S.A. de C.V.” obtuvo resolución procedente en materia de Impacto Ambiental mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018 para una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros base agua, sin embargo, derivado de la alta demanda de gas l.p. en la zona y con el fin de asegurar el suministro de gas l.p., la empresa sustituyó el tanque autorizado por otro de mayor capacidad (150,000 litros al 100% base agua), razón por la cual se llevó a cabo un proceso administrativo para la empresa solicitado la reparación del daño mediante una sanción administrativa consistente en una multa por la cantidad de \$54,500. De la misma forma, y considerando la situación irregular de la planta la DGSIVC resolvió que la empresa debía someter a consideración de la Dirección General de Gestión Comercial las

modificaciones realizadas mediante el trámite ASEA-00-039 “Modificaciones de la Obra, Actividad o Plazos y Términos establecidos a proyectos autorizados en materia de impacto ambiental para actividades del sector hidrocarburos, tal y como se describe en el RESUELVE de la Resolución de Procedimiento Administrativo oficio No. ASEA/USIVI/DGSIVC-AL/1260/2020 de fecha 19 de marzo de 2020 y notificado el 03 de septiembre del mismo año.

Por lo que el 10 de diciembre de 2020, la empresa solicitó la modificación del proyecto denominado “Instalación y operación de una planta de gas l.p., en Valladolid, Yucatán” autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018, no obstante, de acuerdo con el CONSIDERANDO VII del oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/12365/2020, la modificación solicitada afecta el contenido de la autorización otorgada debido a que con el incremento de la capacidad de almacenamiento de gas l.p. convierte al proyecto en una actividad altamente riesgosa, por lo que deberá presentar una manifestación de impacto ambiental conforme a lo establecido en los artículos 28 y 30 de la LGEEPA.

Por lo que el promovente somete a evaluación la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P), presentando los apartados en los que se detallan los impactos susceptibles a generarse, así como las medidas de prevención y mitigación que permitirán minimizar la afectación al ambiente. Además, se incluye el presente Estudio de Riesgo modalidad Análisis de Riesgo, por tratarse de una actividad considerada altamente riesgosa a fin de estar en concordancia con el marco legislativo establecido en esta ley.

Es importante señalar que, la Planta de distribución de Gas L.P. se encuentra totalmente construida, pero sin operar, así mismo, los planos y memorias de la instalación se encuentran de acuerdo con la normatividad vigente en la materia, en los cuales se puede consultar que las instalaciones comprenden las siguientes áreas:

- ⇒ Área de almacenamiento integrada por un tanque con capacidad de 150,000 litros.
- ⇒ Muelle de llenado de recipientes transportables
- ⇒ Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo
- ⇒ Taller de mantenimiento de recipientes transportables rechazados
- ⇒ Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados
- ⇒ Oficinas generales, servicios sanitarios para personal administrativo y de la Planta
- ⇒ Zona de circulación y estacionamiento
- ⇒ Taller mecánico automotriz
- ⇒ Equipo del sistema contra incendio
- ⇒ Área verde

La actividad principal de la instalación será la distribución de Gas L.P. a través de auto-tanques y recipientes transportables. Resaltando que el Promovente cuenta con la documentación que acredita que la Planta cumple con los requerimientos establecidos en la **NOM-001-SESH-2014 - Plantas de distribución de Gas L.P., - Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.**

I.1. BASES DE DISEÑO.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de “**Sonigas, S.A. de C.V.**” se encuentra ubicada en el Predio con No. de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste, C.P. 97782. municipio de Valladolid, estado de Yucatán.



Figura I.1. Ubicación de la Planta de Distribución de GLP

Fuente: INEGI, Espacio y Datos de México.

De acuerdo con las escrituras del predio, la superficie total con la que cuenta la empresa es de 38,129 m², de los cuales 7,666 m² fueron sometidos a Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF), ocupando 7,000 m² para la instalación de la planta y 666 m² para acceso, estacionamiento de la empresa y guardarraya.

A continuación, se representan las coordenadas correspondientes a la delimitación del predio y planta:

Tabla I.1. Coordenadas del predio total propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”

Vértice	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Latitud Norte	Longitud Oeste	X	Y
1	20°43'15.77"	88°10'29.162	377676.023646	2291719.418399
2	20°43'27.316"	88°10'27.071"	377739.026766	2292073.976904
3	20°43'29.32"	88°10'29.79"	377660.823107	2292136.163168
4	20°43'17.779"	88°10'29.79"	377597.819588	2291781.758591



Figura I.2. Superficie del predio total de la empresa, propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V.".

Tabla I.2. Coordenadas del área que ocupa la Planta de Distribución de Gas L.P.

Vértice	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Latitud Norte	Longitud Oeste	X	Y
1	20°43'21.00"	88°10'31.29"	377615.58	2291880.67
2	20°43'20.992	88°10'28.94"	377683.55	2291879.87
3	20°43'17.87"	88°10'29.21"	377675.05	2291784.00
4	20°43'17.90"	88°10'31.90"	377597.24	2291785.48



Figura I.3. Área de la planta de distribución de gas l.p. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V.

La selección de la zona donde se ubican las instalaciones de Sonigas S.A. de C.V. fue un factor importante a considerar en las bases de diseño de la instalación, ya que se consideró que esta contara con la infraestructura necesaria para llevar a cabo sus actividades, tales como energía eléctrica y vías de comunicación (**Tabla I.3.**), además en el predio no cruzan líneas eléctricas de alta tensión, ya sean aéreas o ductos bajo tierra, ni tampoco cruzan ductos bajo tierra que transporten hidrocarburos, además de encontrarse alejada de zonas densamente pobladas, no obstante, es importante mencionar que dentro de radio de 500 m se encuentran los siguientes asentamientos humanos:

Tabla I.3 Proximidades con zonas vulnerables de población en un radio de 500 m

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación
Asentamientos humanos	Sin registro 1	Noreste	425.98 m
	Sin registro 2	Noreste	253.34 m
	Sin registro 3	Sureste	240.94 m
Rancho	Rancho "San José 1"	Suroeste	120.06 m
	Rancho "San José 2"	Sur	439.22 m

Tabla I.4 Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m

Tipo de infraestructura	Nombre/ Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación (m)
Vialidad	Camino de acceso	Sur	Inmediato a las instalaciones
	Periférico Noreste	Sur	215.76 m

De acuerdo a lo señalado por el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA), la Planta no incide en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Humedales, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni en Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción Municipal, Estatal o Federal.

Respecto al uso de suelo y vegetación actual en el sitio donde se encuentra la Planta, corresponde a **Selva subcaducifolia** de acuerdo a la Serie VI 2017 de INEGI. Subrayando que la Planta se encuentra totalmente construida, por ello, se considera que los componentes bióticos y abióticos del sitio ya han sido alterados.

Tabla I.5. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Tipo de vegetación/Vegetación secundaria
Norte	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia
Noreste	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia
	Pastizal cultivado	Pastizal cultivado
Noroeste	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia
Sur	Pastizal cultivado	Pastizal cultivado
Sureste	Pastizal cultivado	Pastizal cultivado
Suroeste	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia
	Pastizal cultivado	Pastizal cultivado

Para mayor detalle se anexan a continuación los siguientes planos: "Zonas vulnerables de población en torno a un radio de 500 m", "Infraestructura en torno a un radio de 500 m" y "Uso de suelo en torno a un radio de 500 m"

Asimismo, de acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA) y Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE), así como decretos en el Diario Oficial de la Federación y el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, la Planta está vinculada con los siguientes Programas Reguladores de Uso de Suelo:

Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados (generales del territorio, regionales, marinos o locales).	Publicado en el Diario Oficial
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	7 de septiembre de 2012
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	26 de julio de 2007

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, tiene como objeto 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.

En relación al territorio nacional, México se encuentra constituido por 145 unidades denominadas, unidades ambientales biofísicas (UAB), las cuales comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental estas a su vez integran las regiones ecológicas. Con este antecedente se verificó que la Planta de Distribución de Gas L.P. incide en la Región Ecológica 17.33, que comprende la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo, cuya política ambiental es de **Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable**. (Ver Tabla I.6 y Figura I.4)

Por lo que las actividades de distribución y trasiego de gas l.p. que pretende realizar la empresa, mediante planta de distribución de gas l. p. son compatibles con las políticas que se establecen en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, una vez que la empresa buscará que durante las etapas de operación y mantenimiento la instalación se integre al medio, con la finalidad de no impactar el paisaje y sus recursos.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (Diario Oficial del Estado, 26 de julio de 2007).**

De acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA) la Planta de Distribución de Gas L.P. se ubica en la UGA 1.2 E denominada Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul, la cual tiene política ambiental de **aprovechamiento sustentable**, con uso principal de agricultura. (Ver Tabla I.7 y Figura I.5)

Es importante señalar que de acuerdo al análisis técnico de la Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías terrestres esta determino con base en el Programa Director de Desarrollo Urbano de la ciudad de Valladolid que el predio donde se encuentra la planta tiene un uso Permitido-Condicionado, otorgándole la Licencia de Uso de Suelo mediante oficio DU-04889-21, emitida por el H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Estado de Yucatán (Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías Terrestres) con fecha del 08 de febrero de 2021

Tabla I.6. Características de la Región Ecológica 17.33, UAB 62 donde se ubica el proyecto.

Región Ecológica	17.33
U A B	62. Karst de Yucatán y Quintana Roo
Localización	Oeste, centro, norte y este de Yucatán, Centro, norte y noreste de Quintana Roo.
Política ambiental	17. Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable
Superficie en Km²	59,542.35 km ²
Población Total:	2,982,494 hab
Población Indígena	Maya
Escenario 2033:	Inestable a crítico
Rectores del desarrollo	Preservación de Flora y Fauna – Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Desarrollo Social –Forestal
Asociados del desarrollo	Agricultura – Ganadería
Otros sectores de interés	Pueblos Indígenas
Estrategias sectoriales:	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44
Estado Actual de Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera
Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)	



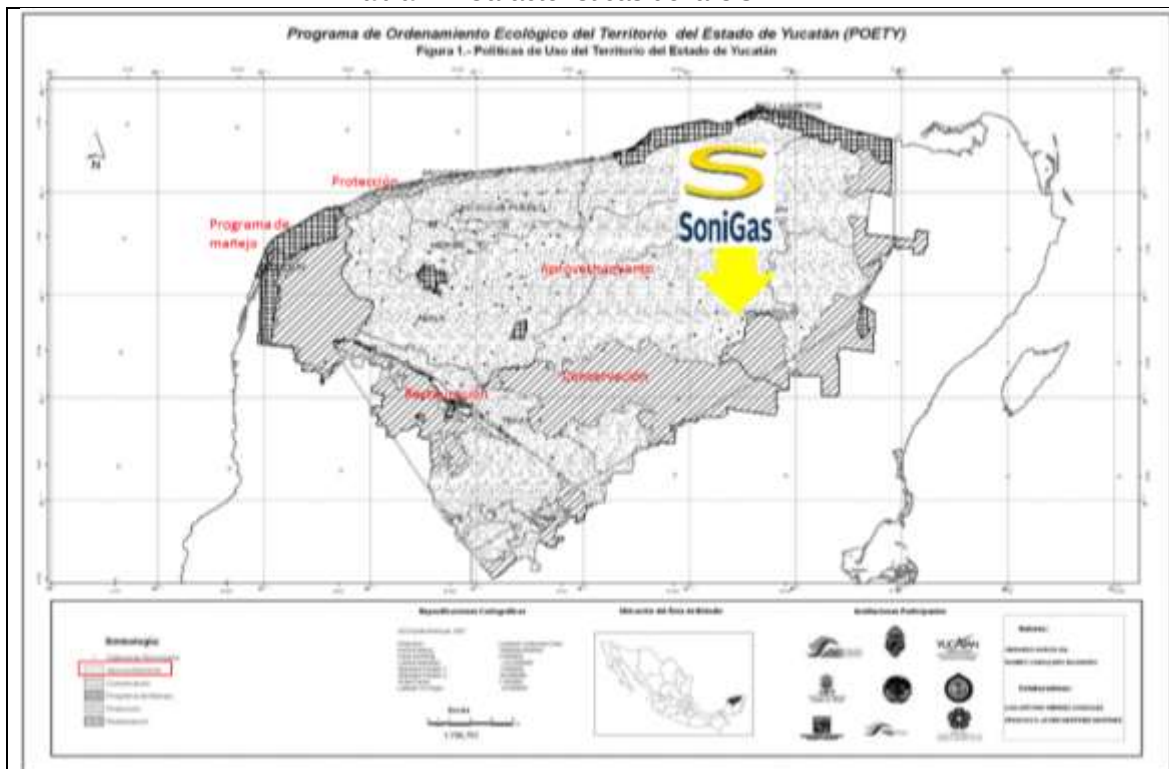


Figura I.4. Ubicación de la empresa dentro de la Región Ecológica 17.33 UAB 62



Figura I.5. Localización de la Planta de Distribución en la UGA 1.2 E del POETY.

Tabla I.7. Características de la UGA 1.2 E



UGA	1.2 E Planicie Sotuta- Valladolid - Calotmul		
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable	Uso Predominante	Agricultura
Población total	119,455	Localidades	441
Uso actual principal y tipo de vegetación	Apicultura, agricultura de temporal, asentamientos humanos y selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria	Uso Compatible	Asentamientos humanos, turismo alternativo, actividades cinegéticas y agroforestería
Aptitud secundaria	Apicultura, asentamientos humanos.	Uso Incompatibles	Bancos de extracción de materiales pétreos y porcicultura.
Uso Condicionado	Industria y ganadería extensiva		
Criterios y recomendaciones de manejo	Protección: 1, 2, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16 Conservación: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13 Aprovechamiento: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16 Restauración: 1, 5, 6, 8, 9.		

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorio del Estado de Yucatán, 2007.

Asimismo, se pudo constatar mediante herramientas digitales y visita de campo a las instalaciones, que las actividades que se desarrollan en las colindancias inmediatas a la Planta de Distribución de Gas L.P., no se contraponen con las actividades que se pretenden realizar en las instalaciones y son las siguientes:

- **Sur:** Terreno propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.” usado como acceso
- **Norte:** Terreno propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”
- **Este:** Terreno propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”
- **Oeste:** Terreno propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”

Cabe destacar que no existen elementos externos que contravengan lo indicado en el numeral 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014, referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia.



Figura I.6. Distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente.

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 encuentra la planta de distribución de GLP.

Fenómenos geológicos:

- ♦ Sismicidad: La República Mexicana se ha dividido en cuatro zonas sísmicas (CENAPRED, 2015):
 - ⇒ La **Zona A** es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
 - ⇒ Las **Zonas B y C** son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
 - ⇒ La **Zona D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

La Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en la **Zona A**, la cual presenta actividad sísmica de magnitud **Baja**.

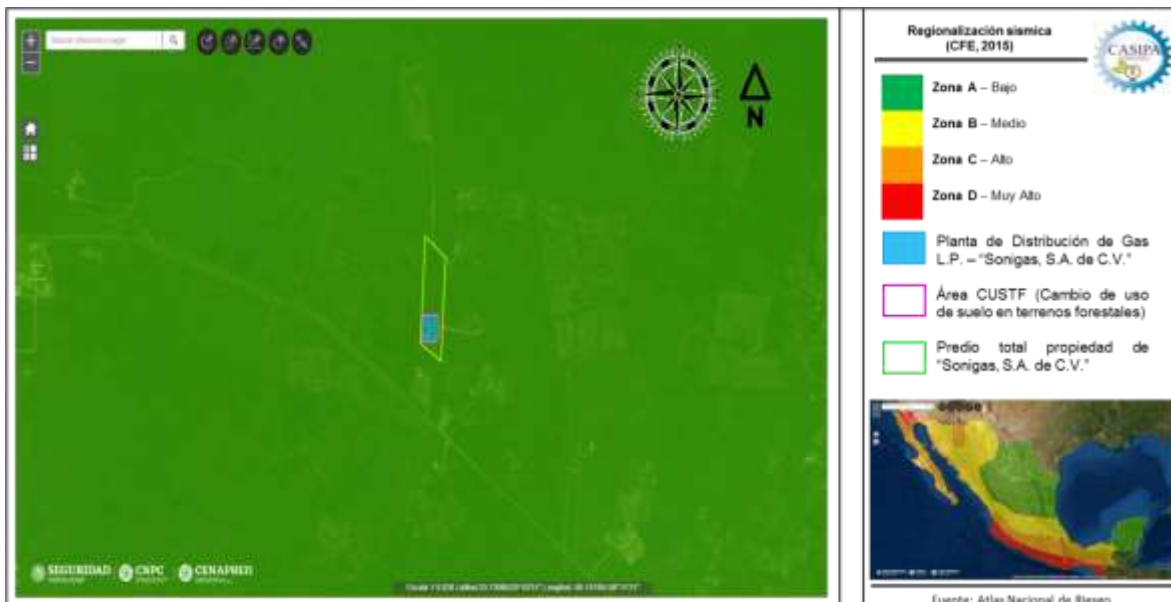


Figura I.7. Regionalización Sísmica.

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

Fenómenos hidrometeorológicos.

- ♦ Huracanes, tormentas y depresiones tropicales: El estado de Yucatán, así como el municipio de Valladolid por su ubicación y características geográficas, forman parte de una región expuesta a diversos peligros y riesgos naturales derivados de fenómenos que implican ocurrencia de desastres. Por otra parte, también algunas amenazas a las que se enfrenta el Estado son las numerosas ondas tropicales que

se presentan anualmente en la zona y que provocan lluvias extraordinarias, así como algunas considerables inundaciones en la capital del Estado y comunidades de los municipios del Oriente y Sur de la misma.

En fechas recientes se han presentado los huracanes Isidore, Emily, Wilma y Dean, con vientos extremadamente fuertes y lluvias torrenciales que trajeron como consecuencia fuertes inundaciones y marejadas ciclónicas en áreas costeras las cuales fueron dañadas de forma significativa (Atlas de Peligros Naturales del Estado de Yucatán, 2007) (Atlas de Peligros Naturales de Valladolid, 2012).

En la siguiente imagen se muestran los huracanes que han afectado a la Península de Yucatán desde el año 1851, donde se ubica la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”



Figura I.8. Huracanes que se han formado en el Atlántico desde 1851.

Asimismo, en el Atlas Nacional de Riesgos la zona donde se encuentran las instalaciones está catalogada con un grado de peligro “Alto” por ciclones tropicales registrados hasta el 2015.

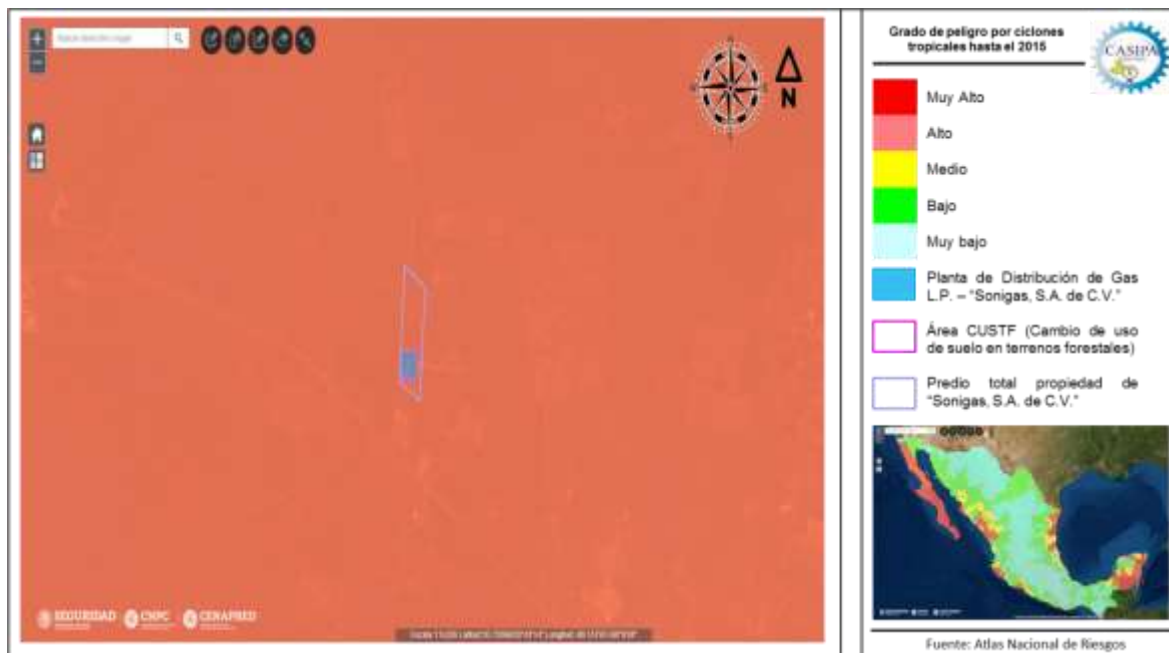


Figura I.9. Grado de peligro por ciclones tropicales hasta el 2015.
Fuente: CENAPRED, 2017.

La Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra en una zona catalogada con un grado de riesgo “Muy Alto” por ciclones tropicales registrados hasta el 2015.

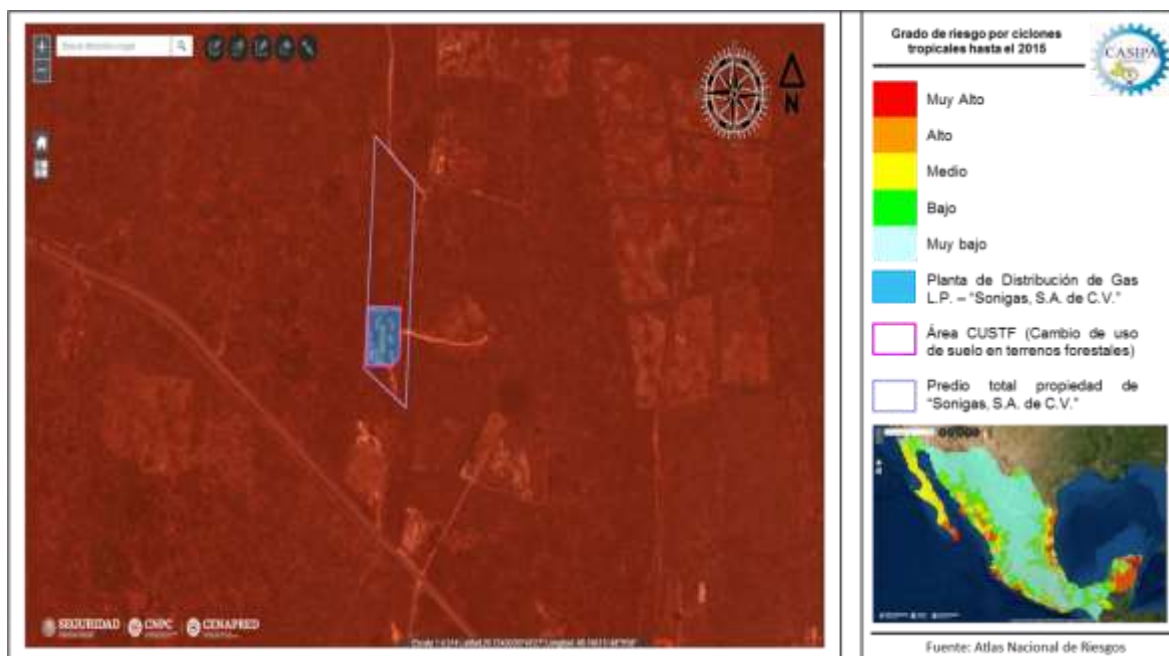


Figura I.10. Grado de riesgo por ciclones tropicales hasta el 2015.
Fuente: CENAPRED, 2017.

- ♦ **Inundaciones:** La planta de distribución de GLP se encuentra en una zona catalogada con un índice de peligro “Muy Alto” y un índice de vulnerabilidad “Medio”, de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED.

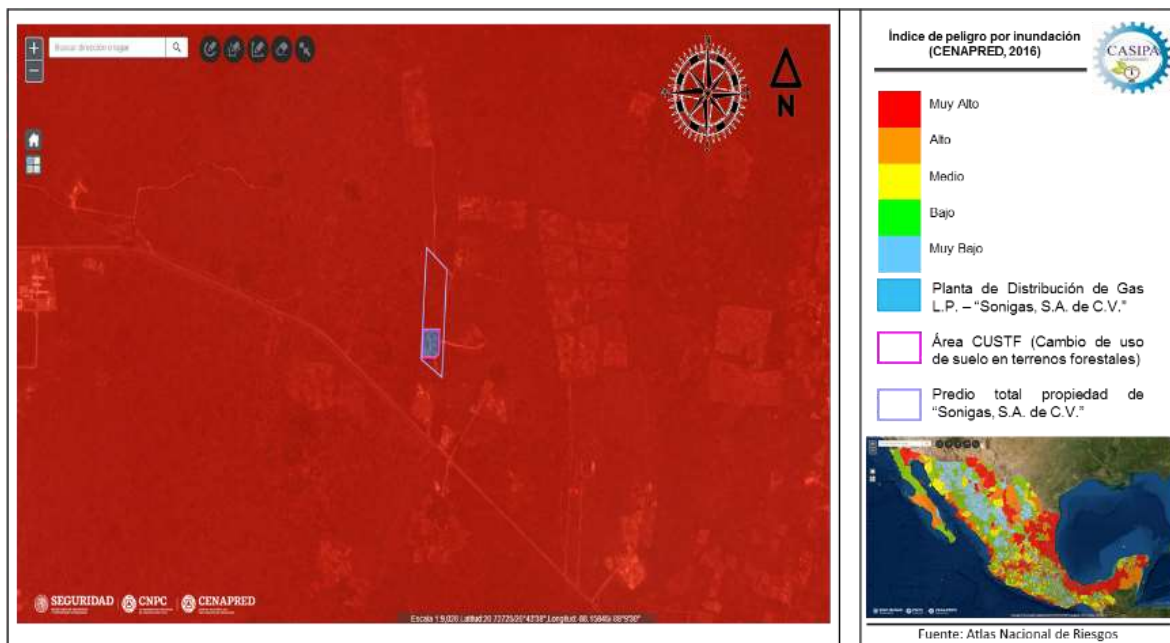


Figura I.11. Índice de peligro por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

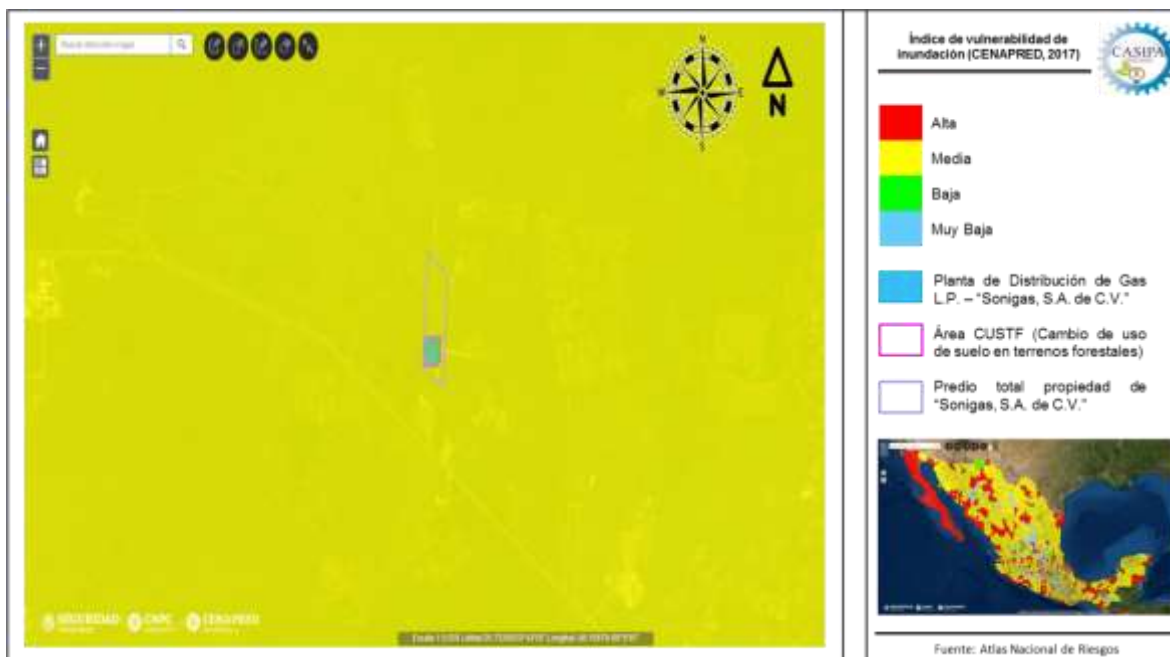


Figura I.12. Índice de vulnerabilidad por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Es importante mencionar que las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos, están pavimentadas a base de asfalto y concreto armado, cuentan con las pendientes apropiadas para el desalojo del agua pluvial, asimismo, el piso de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

- ♦ Ondas cálidas: Cuando el aire caliente es húmedo, la llegada de un frente caliente se anuncia por la aparición de nubes dispersas que forman un velo de espesos creciente, si el aire es inestable y turbulento se puede observar la acumulación nubes dispersas. Los fenómenos que acompañan al frente caliente dependen estrechamente de las características que posea el aire cálido antes de elevarse, generando el aumento de temperaturas llegando a ser extremas.

Las elevadas temperaturas están relacionadas con sistemas de estabilidad atmosférica principalmente en las estaciones de primavera y verano, así como de la ocurrencia de olas de calor. La vulnerabilidad física y social es más frecuente en los meses de esas estaciones del año.

Es importante mencionar que la Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en una zona catalogada con una vulnerabilidad “Media” por ondas cálidas.

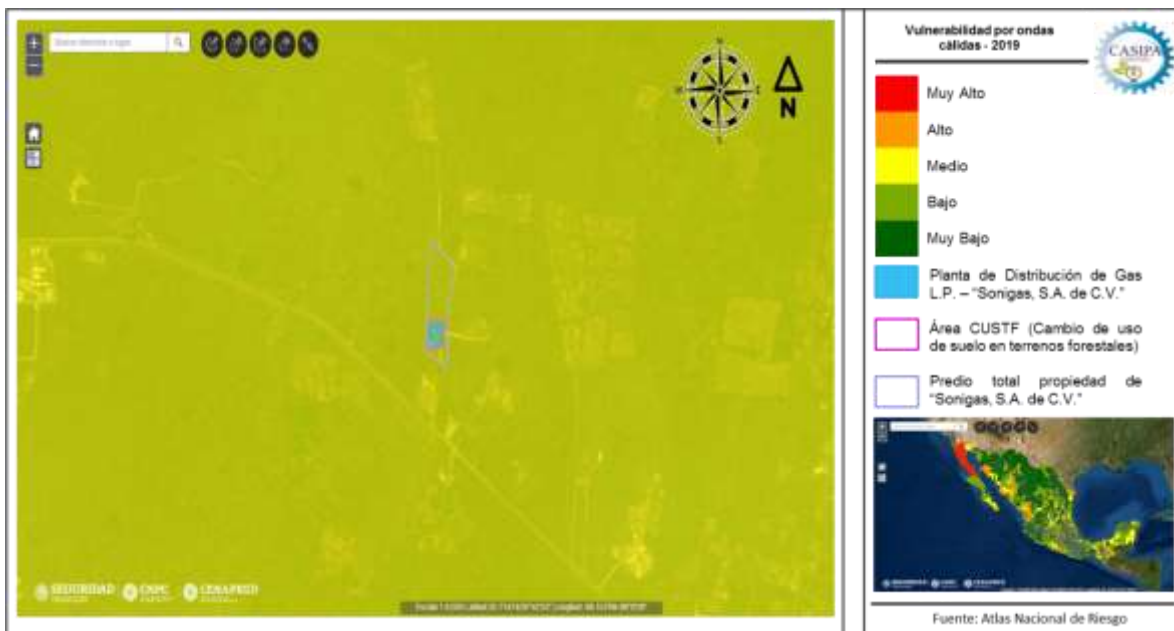


Figura I.13. Vulnerabilidad por ondas cálidas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

- ♦ Sequías: La zona donde se localiza la planta de GLP es catalogada con un grado de peligro “Medio” por sequías, lo cual está relacionada con algunos factores climáticos como las altas temperaturas, vientos fuertes y baja humedad relativa.

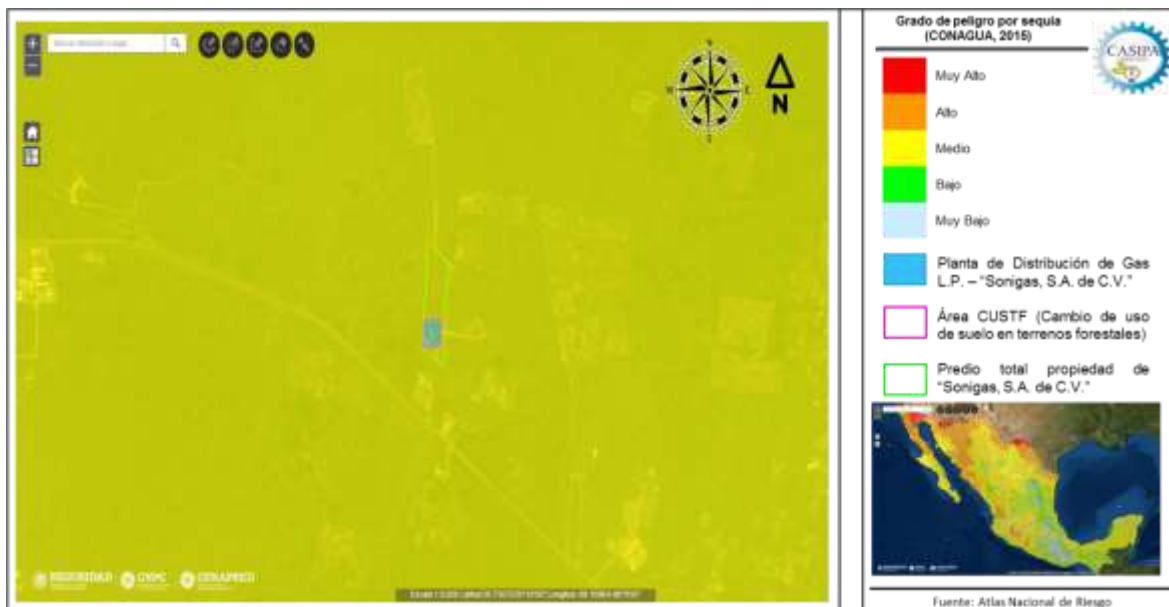


Figura I.14. Grado de peligro por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

Con base en lo anterior expuesto, se puede concluir que los principales riesgos a manifestarse en la zona donde se encuentra ubicada la planta se relacionan con los fenómenos hidrometeorológicos, como la presencia de ciclones tropicales e inundaciones, con un grado de peligro alto; contrario a los fenómenos geológicos, donde el riesgo es bajo.

Por lo que es importante mencionar que para la construcción de la planta se consideraron los criterios generales de diseño arquitectónico y estructural que se ven afectados por la zona donde se encuentra localizada la instalación y que son los referentes a los cálculos de los elementos estructurales, como son cimentaciones, columnas, etc., donde se han considerado la susceptibilidad a los fenómenos naturales antes mencionados.

En virtud de la normatividad que rige las actividades que se llevarán a cabo en la planta, se cuentan con un dictamen técnico No. **001/PLA.001/VALLADOLID/2021**, emitido el 04 de enero de 2021 por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. con número de registro **UVSELP 036-C** Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles (**Ver Apartado D**), donde señala que las instalaciones de la construcción civil, mecánica, eléctrica y contra incendio de la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **SONIGAS, S.A. de C.V.** cumple 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**, publicada el 22 de octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.

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

⇒ **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.

4. Especificaciones de diseño y construcción.

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).

De acuerdo al dictamen técnico **No. 001/PLA.001/VALLADOLID/2021** emitido por la Unidad de Verificación en Gas L.P. UVESELP 036-C el 04 de enero de 2021 donde se determina que las instalaciones de la construcción civil, mecánica, eléctrica y contra incendio de la planta de distribución de gas l.p. para el tanque con capacidad de 150,000 litros cumple en su totalidad con los requisitos de la NOM-001-SESH-2014.

Asimismo, previo al inicio de operaciones se deberá realizar:

- Prueba e inspección de soldadura en tuberías, mediante radiografiado o ultrasonido de haz angular en los términos señalados en los numerales **4.2.2.5.4** al **4.2.2.5.4.2** de esta Norma.
- Revisión de hermeticidad del sistema de tuberías en los términos señalados en los numerales **4.2.2.5.5** al **4.2.2.5.5.8** de esta Norma.

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 deben 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. 001/PLA.001/VALLADOLID/2021, en cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 “Planta de distribución de gas L.P., Distribución, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación, emitido por la UVSELP 036-C, emitido por el Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles, con fecha de 04 de enero de 2021.

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.**

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.

- 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 debe 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 verificación de instalaciones eléctricas No. DVNP12-2019-UVSEIE 477-A/000124, en conformidad con la NOM-001-SEDE-2012, emitido por la Unidad de Verificación en Instalaciones Eléctricas Ing. Felipe Ángel Luna López, No. De Registro UVSEIE 477-A con fecha del 25 de julio de 2019.

- ⇒ **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.**

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.

Sonigas, S.A. de C.V., pretende operar la Planta de distribución de GLP ubicada en Valladolid, Yucatán. La cual cuenta con una capacidad de almacenamiento de 150,000 litros, distribuidos en un tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico horizontal.

En el caso de que la empresa, promueva un incremento de capacidad, esta deberá 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 kgf/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 colocada 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.**

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.

Dado que el recipiente de almacenamiento fue fabricado en el año 2018, la planta 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.**

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.

Sonigas, S.A. de C.V., 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.**

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.

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm², y donde existe accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo de 140 kg/ cm² y con tubería de acero cedula 80 sin costura. Las pruebas de hermeticidad se efectuaron por un periodo de 24 horas con gas inerte a una presión mínima de una y media veces la presión de diseño.

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

⇒ **NOM-005-SESH-2010, Equipos de carburación de Gas L.P. en motores de combustión interna. Instalación y mantenimiento.**

La flotilla de auto-tanques que cuente con equipos de combustión a base de GLP, de acuerdo a la presente norma la evaluación de la conformidad con la misma deriva en un documento emitido por la DGGLP o un dictamen expedido por una unidad de verificación, ambos documentos deberán mostrar el grado de cumplimiento de la norma y su vigencia no podrá exceder de un año a partir de la fecha de emisión.

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

Establece especificaciones y requisitos técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente que deben cumplir los Regulados que realicen las actividades de Transporte y Distribución de Gas Licuado de Petróleo por medio de Tractocamión-Semirremolque, Auto-tanque y Vehículo 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 cancela y sustituye a la NOM-007-SESH-2010. Por tanto, los auto-tanques de distribución deberán de cumplir con el punto 6. Operación y mantenimiento de la mencionada, para lo cual deberá de ser evaluados por una Unidad de Verificación la cual emitirá un dictamen aprobatorio o no aprobatorio.

Los vehículos con los que cuente la empresa deberán ser sometidos a mantenimiento constante, destacando que ha sido proyectado un taller mecánico donde se harán reparaciones menores a las unidades, en caso contrario las unidades serán trasladadas a talleres de la región, con la finalidad de que las unidades motrices operen en condiciones óptimas en conformidad con la normatividad.

- **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.

⇒ **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 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-Condiciones 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 ocupar el personal que labora 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 Sonigas, S.A. de C.V., deberá capacitar al personal operativo y administrativo en materia de seguridad. Asimismo, de deberá cumplir 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 “**Sonigas, S.A. de C.V.**” tener en cuenta las disposiciones:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

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

Vinculación: Cuando se dé inicio a la operación y mantenimiento de la Planta de distribución de Gas L.P., se generarán aguas residuales por las actividades normales de la planta, éstas serán conducidas a la fosa séptica localizada en el lindero Oeste de la Planta. La fosa séptica se compone de un área de registro de lodos y un pozo de absorción, que sirven como sistema de filtración de sedimentos del agua que se filtra lentamente al terreno.

La fosa séptica, deberá ser constantemente monitoreada para asegurar que se encuentre bajo los parámetros permisibles de contaminantes, así mismo será sometida a mantenimiento de forma regular.

Además, el encargado de la planta de distribución deberá proporcionar materiales biodegradables al personal de limpieza para que las aguas residuales generadas se mantengan por debajo de los parámetros indicados por la Norma.

En materia de emisiones a la atmosfera:

- ⇒ **NOM-050-SEMARNAT-1993:** Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas l.p., gas natural u otros combustibles alternos como combustible

Vinculación: Dentro de las actividades operativas propias de la Planta de distribución de Gas L.P., estará la circulación de las unidades que transporten el combustible (semirremolques, auto-tanques de distribución, auto-tanques de transporte, vehículos de reparto), se prevé que estén equipadas con motor de combustión interna a base de GLP, por lo que se deberá proporcionar mantenimiento periódico a la flotilla de unidades propiedad de la empresa, para mantener niveles permisibles indicados en la Norma.

En materia de emisiones de ruido:

- ⇒ **NOM-081-SEMARNAT-1994.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

ACUERDO por el que se modifica el numeral **5.4** de la Norma Oficial Mexicana **NOM-081-SEMARNAT-1994**, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Vinculación: La Planta de Distribución de GLP cuenta con cinco bombas, dos para la carga de recipientes transportables, dos para carga de auto-tanques y la otra para carga de carburación de autoconsumo, las cuales se vigilarán para evitar sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos dentro de esta NOM.

En materia de residuos peligrosos y de manejo especial:

- ⇒ **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: En la etapa de operación y mantenimiento se generarán en el taller mecánico y área trasiego de gas l.p., llantas gastadas de las unidades transportadoras propiedad de la empresa, refacciones, válvulas y mangueras caducas, papel, cartón y tóner. Por ello, se deben almacenar en el sitio asignado en las instalaciones de la Planta de distribución de Gas l.p., para el almacén temporal de llantas, refacciones, mangueras y válvulas caducas y otro para separar papel, cartón y tóner usado en las áreas administrativas. Así mismo, se

prevé que, por las actividades de revisión de los recipientes transportables en área de muelle de llenado, se excluirán aquellos que no cumplan con las condiciones adecuadas para seguir en operación, generando recipientes transportables rechazados, los cuales se almacenarán de manera temporal por el lindero Noreste de la Planta, se cuenta con un área específica con terminación de piso de concreto para evitar el contacto directo de los recipientes con el suelo. Su disposición final será mediante la contratación del servicio de recolección por empresas o gestores autorizados. La empresa Sonigas, S.A. de C.V. deberá asegurarse de que el manejo de los mismos sea adecuado y por lo tanto deberá contar con el respectivo certificado de destrucción de recipientes transportables rechazados.

Conjuntamente, se deberán considerar los criterios establecidos 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.

También se deberá llevar un registro de las cantidades generadas de residuos de manejo especial y de esa manera determinar si la empresa está sujeta a presentar un Plan de Manejo de Residuos del Sector Hidrocarburos.

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

Vinculación: Dentro de las actividades de mantenimiento que se realizarán en el taller mecánico automotriz, taller pintura de recipientes transportables, así como actividades de mantenimiento de la infraestructura, durante las cuales se generan residuos peligrosos como aceite usado, sólido impregnados de aceite, latas impregnadas de pintura, guantes de carnaza, estopas, brochas, residuos de pintura, botes impregnados de aceite y aditivos, entre otros, que por sus características y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud del personal y la población en general.

Para su manejo, almacenamiento y disposición final la empresa cuenta con un almacén temporal que se encuentra en cumplimiento con lo establecido a las leyes en la materia y al Reglamento de esta Ley. Así mismo, la recolección y disposición final de los residuos peligrosos, implicarán la subcontratación de servicios especializados, quienes serán las responsables del manejo y disposición final de dichos residuos.

- ⇒ **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: De acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-1993, se conocen las características de los residuos peligrosos que serán generados por lo que se espera que los Residuos Peligrosos que existirán en el almacén temporal, no presenten

incompatibilidad; no obstante, el encargado del almacén deberá supervisar las propiedades de los residuos que serán almacenados temporalmente.

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.

Vinculación: Es importante resaltar que la planta de distribución de gas está completamente construida, y hasta que inicie operaciones sus actividades se resumen al trasiego de gas l.p., por lo que no se pretende ningún tipo de aprovechamiento de recursos naturales que pueda poner en riesgo la biota del sitio.

Con la finalidad de minimizar la pérdida de servicios ambientales la empresa cuenta con una superficie suficientemente amplia que ha destinado como área de amortiguamiento donde se observa vegetación natural de tipo Selva Mediana Subcaducifolia y se esperan mantener estas condiciones.

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: “Sonigas, S.A. de C.V.” obtuvo resolución procedente en materia de Impacto Ambiental mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018 para una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros base agua, sin embargo, derivado de la alta demanda de gas l.p. en la zona y con el fin de asegurar el suministro de gas l.p., la empresa sustituyó el tanque autorizado por otro de mayor capacidad (150,000 litros al 100% base agua), razón por la cual se llevó a cabo un proceso administrativo para la empresa solicitado la reparación del daño mediante una sanción administrativa consistente en una multa por la cantidad de \$54,500. Asimismo, y considerando la situación irregular de la planta la DGSIVC resolvió que la empresa debía someter a consideración de la Dirección General de Gestión Comercial las modificaciones realizadas mediante el trámite ASEA-00-039 “Modificaciones de la Obra, Actividad o Plazos y Términos establecidos a proyectos autorizados en materia de impacto ambiental para actividades del sector hidrocarburos, tal y como se describe en el RESUELVE de la Resolución de Procedimiento Administrativo oficio No. ASEA/USIVI/DGSIVC-AL/1260/2020 de fecha 19 de marzo de 2020 y notificado el 03 de septiembre del mismo año.

Por lo que el 10 de diciembre de 2020, la empresa solicitó la modificación del proyecto denominado “Instalación y operación de una planta de gas l.p., en Valladolid, Yucatán” autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018, no obstante, de acuerdo con el CONSIDERANDO VII del oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/12365/2020, la modificación solicitada afecta el contenido de la autorización otorgada debido a que con el incremento de la capacidad de almacenamiento de gas l.p. convierte al proyecto en una actividad altamente riesgosa, por lo que deberá presentar una manifestación de impacto ambiental conforme a lo establecido en los artículos 28 y 30 de la LGEEPA.

Por lo que el promovente somete a evaluación la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P), presentando los apartados en los que se detallan los impactos susceptibles a generarse, así como las medidas de prevención y mitigación que permitirán minimizar la afectación al ambiente. Además, se incluye el presente Estudio de Riesgo modalidad Análisis de Riesgo, por tratarse de una actividad considerada altamente riesgosa a fin de estar en concordancia con el marco legislativo establecido en esta ley.

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 cuenta con una fosa séptica para disponer de sus aguas residuales que serán generadas por las actividades normales. Esta infraestructura se cumple con la Ley General de Salud del estado y estará dividida en cuatro secciones: Fermentación, Oxidación, tubo de drenaje y pozo de absorción. Sonigas, S.A. de C.V., está obligada a operar y garantizar su adecuado funcionamiento, realizando inspecciones visuales de forma semestral y/o anual además deberá ser considerada en el programa de mantenimiento que se implementará en las instalaciones.

Se deberá proporcionar al encargado de la limpieza de las áreas comunes productos biodegradables o aquellos que no rebasen los límites permitidos de los materiales listados en esta Norma.

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 150,000 L base agua, equivalentes a 88,773 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, “**SONIGAS, S.A. DE C.V.**” deberá establecer el límite (monto) del seguro de

riesgo ambiental solicitado por la Ley calculado mediante un estudio de pérdida máxima probable.

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: La empresa cuenta con la licencia de uso de suelo oficio DU-04889-21, emitida por el H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Estado de Yucatán (Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías Terrestres) con fecha del 08 de febrero de 2021.

Asimismo, en un radio de 100 m no existen elementos externos que contravengan lo indicado en el numeral 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014, referente a la distancia mínima externa de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, por lo que el proyecto cumple en su totalidad con esta exigencia.

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.

Vinculación: Sonigas, S.A. de C.V. solicito la modificación del Título de Permiso de Distribución de Gas L.P. mediante la Planta de Distribución LP/19918/DIST/PLA/2017 por el aumento de capacidad de 76,000 litros a 150,000 litros en un solo tanque, por ello, el 29 de noviembre de 2019 la Comisión Reguladora de Energía emitió la Resolución Núm. RES/1458/2019.

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: La planta de distribución de gas l.p. propiedad de **Sonigas, S.A. de C.V.** realizará actividades de competencia federal por ser una obra relacionada con la industria del petróleo. Al respecto se presenta la manifestación de impacto ambiental y el estudio de riesgo para su evaluación por parte de esta Agencia, quien será la dependencia encargada de su regulación y supervisión en todas sus etapas.

Artículo 5. La Agencia tendrá las siguientes atribuciones:

- XVIII. Expedir, suspender, revocar o negar las licencias, autorizaciones, permisos y registros en materia ambiental, a que se refiere el artículo 7 de esta Ley, en los términos de las disposiciones normativas aplicables.

Artículo 7. Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o., serán los siguientes:

- I. Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos;*

de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia.

Vinculación: Debido a la naturaleza del proyecto y con fundamento en los artículos citados, el proyecto se somete al procedimiento de evaluación la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular y el presente Estudio de Riesgo: Modalidad Análisis de Riesgo, con la finalidad de obtener su autorización en las materias correspondientes.

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, mismas que deberán cumplir los regulados que lleven a cabo alguna de las actividades descritas en el Art. 3 de la Ley de la ASEA. Entre las aplicables a las actividades del proyecto, 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 solicitar ante la Agencia el registro para su conformación para posteriormente solicitar la autorización de la implementación.

Al respecto, la razón social Sonigas, S.A. de C.V., ingresó el 10 de enero de 2019 ante la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente; el Registro de la conformación Sistema de Administración para la Distribución de gas licuado de petróleo y/o petrolíferos.

Por ello, es importante que la Planta de Distribución de Gas L.P. – Valladolid, Yucatán, una vez obteniendo la autorización en materia de Impacto Ambiental expedido por la agencia correspondiente deberá dar seguimiento a la implementación y desempeño del Sistema.

- **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: De acuerdo con el permiso de distribución LP/19918/DIST/PLA/2017 la distribución de Gas L.P., se realizará mediante planta de distribución de Gas L.P., a través de auto-tanques y recipientes transportables, las actividades se deberán de realizar conforme al punto 2.2.3 de las disposiciones. Sí mismo, la empresa deberá 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: El promovente 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 a contratar, se deberá determinar mediante un estudio de Pérdida Máxima Probable realizado por un Tercero Autorizado registrado en el Padrón de 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 ASEA mediante el Sistema de Información de Incidentes y Accidentes (SIIA) sobre la ocurrencia, desarrollo y control de estos y clasificar el evento de acuerdo con los siguientes criterios:

Se tratará de un **Evento Tipo 3**, cuando ocurra:

- a) Simultáneamente, una o más muertes de personal, daño a las instalaciones, interrupción de operaciones de las actividades del Sector Hidrocarburos; o
- b) Simultáneamente, lesiones al personal, daño a las instalaciones e interrupción de operaciones de las actividades del Sector Hidrocarburos; o
- c) Simultáneamente, evacuación de personal, daños a las instalaciones e interrupción de operaciones de las actividades del Sector Hidrocarburos; o
- d) Muertes o lesionados de la Población; o
- e) Se requiera la evacuación de la Población, y
- f) Exista la liberación al Ambiente de una sustancia o material peligroso que rebase los límites de las instalaciones del Regulado.

Se tratará de un **Evento Tipo 2**, cuando ocurra:

- a) Muerte de una o más personas dentro de las instalaciones del Regulado, o
- b) Simultáneamente, daños a las instalaciones e interrupción de operaciones de las Actividades del Sector Hidrocarburos, y
- c) Exista la liberación al Ambiente de una sustancia o material peligroso dentro de los límites de la Instalación del Regulado.

Se tratará de un **Evento Tipo 1**, cuando ocurran:

- a) Lesiones del personal que requieran incapacidad médica causadas en el ejercicio o con motivo de las actividades que realiza en el Sector Hidrocarburos, o
- b) Daños a las instalaciones, sin interrupción de operaciones de las Actividades del Sector Hidrocarburos, o
- c) Fallas o errores en la operación de equipos en las que se involucren Equipos de Fuerza.

Para efectos de la clasificación de los Eventos, se considerará al personal que labora en la planta, así como al personal de los contratistas, subcontratistas, proveedores o prestadores de servicios involucrados en el desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en la planta.

Una vez clasificado el tipo de Evento la empresa presentará a la Agencia los siguientes informes, de acuerdo con las etapas de evolución del Evento y conforme a lo dispuesto en los mencionados lineamientos:

Tipo de informe		Evento		
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
I	Inicial		☐	☐
II	De evolución del evento			☐
III	De seguimiento al evento		☐	☐
IV	De hechos		☐	☐
V	De cierre		☐	☐
VI	De consolidación mensual	☐		

Informe inicial. Tiene como finalidad hacer de conocimiento a la Agencia de la ocurrencia de un Evento Tipo 3 o 2.

En caso de ocurrir un Evento Tipo 3, se notificará y realizará el Informe Inicial, en un tiempo que no exceda de 1 (una) hora posterior a su ocurrencia o a partir de que tomen conocimiento. En caso de ocurrir un Evento Tipo 2, se notificará y realizará el Informe Inicial, en un tiempo máximo de 12 (doce) horas posteriores a la identificación del mismo.

Informe de evolución del evento. En el Informe de Evolución del Evento se indicarán las acciones que están realizando los Regulados para controlar o mitigar el Evento.

En caso de ocurrir un Evento Tipo 3 el Informe de Evolución será presentado cada 8 (ocho) horas a partir del envío del Informe Inicial.

Si con fecha posterior a que haya sido remitido a la Agencia el Primer Informe de Evolución, el Evento aún no es controlado, la empresa presentará informes periódicos de evolución cada 8 (ocho) horas, indicando los cambios significativos en las condiciones del Evento.

Informe de seguimiento del evento. Se da una vez que ha sido controlado el Evento.

Se considerará que se ha controlado un Evento cuando:

- Quede eliminada la exposición del personal a cualquier resultado real o potencial directamente derivado del Evento, tal condición se da al haber sido extinguido el fuego, fuga, derrame, y siendo el área desalojada y aislada al acceso ordinario de las personas;
- Quede eliminada la exposición de las instalaciones a cualquier resultado real o potencial directamente derivado del Evento, tal condición se da al haber sido extinguido el fuego, fuga, derrame, y la instalación siniestrada queda en situación aislada para el proceso productivo al que estaba dispuesta;
- Quede eliminada la exposición de la Población a cualquier resultado real o potencial directamente derivado del Evento, tal condición se da al haber sido desalojada y aislada del área de exposición, y
- No se sigan generando riesgos a las personas más allá de los ya ocasionados, identificados, cuantificados y, por ende, controlados.

En caso de que existan personas desaparecidas, se considera que su búsqueda será parte de la atención posterior al control del Evento.

En caso de ocurrir un Evento Tipo 3 o 2 se proporcionará el Informe de Seguimiento del Evento en un plazo máximo de 24 (veinticuatro) horas una vez controlado.

Informe de Hechos. *Tiene como finalidad informar a la Agencia la ocurrencia de un siniestro, hecho o contingencia que, como resultado de las operaciones de los Regulados, se ponga en peligro la vida, la salud y seguridad pública, al ambiente, la seguridad de las Instalaciones o la producción de Hidrocarburos.*

En caso de ocurrir un Evento Tipo 3 o 2 se presentará el informe de hechos en un plazo que no exceda de 10 (diez) días naturales, contados a partir del Evento.

Informe de Cierre. *Tiene como finalidad dar por concluido el proceso de aviso y seguimiento del Evento.*

En caso de ocurrir un Evento Tipo 3 o 2 se proporcionará a la Agencia el Informe de Cierre en un plazo no mayor a 10 (diez) días naturales.

Informe de Consolidación Mensual. *Tiene la finalidad de consolidar los Eventos Tipo 1 ocurridos durante el desarrollo de las Actividades del Sector Hidrocarburos en el transcurso de un mes calendario.*

En caso de ocurrir un Evento Tipo 1 se proporcionará a la Agencia el Informe de Consolidación Mensual correspondiente al mes inmediato anterior dentro de los 5 (cinco) primeros días hábiles del mes siguiente.

- **DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para que los Regulados lleven a cabo las Investigaciones Causa Raíz de Incidentes y Accidentes ocurridos en sus Instalaciones.**

Estos lineamientos son de observancia general, y tienen por objeto establecer las bases para llevar a cabo las **investigaciones causa raíz (ICR)**, después de haber ocurrido un incidente o accidente, vinculado con las actividades del sector hidrocarburos que desarrollan los regulados.

El Programa de Actividades para la realización de las ICR deberá ser entregado a la Agencia hasta quince días naturales después de haberse integrado el Grupo Multidisciplinario, por medio de la persona designada que fungirá como enlace para informar a la Agencia sobre las reuniones de reporte de avance, así como del desarrollo del programa de actividades. Los cambios generados al programa deberán ser notificados a la Agencia al siguiente día hábil de dicha modificación al correo electrónico icr@asea.gob.mx y/o de manera escrita ante la Oficialía de Partes de la Agencia.

Para el caso de Evento 3 y 2, el informe final de las ICR deberá ser firmado por el Grupo Multidisciplinario y conservado por el Regulado en el expediente correspondiente. Dicho informe deberá presentarlo el Regulado a la Agencia, dentro de un plazo que no excederá de ciento ochenta días naturales contados a partir del Evento de que se trate.

Para los Eventos Tipo 1, los Regulados deberán presentar el informe final considerando los requisitos señalados en el Anexo I de las mencionadas Disposiciones y que deberá ajustarse al mecanismo registrado en el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al medio ambiente, además de establecer una estrategia interna de comunicación con el personal respecto de los Eventos ocurridos, con la finalidad de prevenir su recurrencia.

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

Vinculación: Durante la etapa de operación se prevé que, por las actividades de revisión de los recipientes transportables en área de muelle de llenado, se excluirán aquellos que no cumplan con las condiciones adecuadas para seguir en operación, generando recipientes transportables rechazados, los cuales se almacenarán de manera temporal por el lindero Noreste de la planta, donde se cuenta con un área de piso de concreto para evitar el contacto directo de los recipientes con el suelo. Su disposición final será mediante la contratación del servicio de recolección por empresas o gestores autorizados. La empresa Sonigas, S.A. de C.V. deberá asegurarse de que el manejo de los mismos sea adecuado y por lo tanto deberá contar con el respectivo certificado de destrucción de recipientes transportables rechazados.

- **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; SONIGAS, S.A. de C.V. Planta Valladolid, deberá formular un Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE). El PRE se deberá presentar ante la ASEA 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 22-05-2015.

Fundamento y vinculación:

En el **artículo 1** se menciona que el objeto de esta Ley es garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable que 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 (sólo se menciona aquella vinculante con el proyecto):

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.

Para su clasificación, se tomará como base lo establecido en los artículos 16 y 18 de la presente 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.

Vinculación: Una vez ya en etapa de operación, derivado de las actividades de mantenimiento preventivo y del remplazo del equipo deteriorado, se tendrá la generación de residuos peligrosos, sin embargo, estas tareas de mantenimiento implicarán la subcontratación de servicios especializados, quienes serán las responsables del manejo y disposición final de dichos residuos.

El **Artículo 18**. Señala que los residuos sólidos urbanos podrán sub-clasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria.

Vinculación: En los apartados II.2.9 y II.2.10 del capítulo II de la MIA, se indica el manejo de cada tipo de residuo generado durante las actividades de cada etapa del proyecto.

Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. 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. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán 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, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

Vinculación: En las actividades que se realizarán durante la operación y mantenimiento, en las áreas del taller mecánico, así como durante las actividades de mantenimiento de la infraestructura se generan residuos peligrosos que, en cualquier estado físico, por sus características y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud del personal y la población en general.

Para su manejo, almacenamiento y disposición final la empresa cuenta con un almacén temporal de estos residuos, y así den cumplimiento con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

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.

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 Secretaría 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: La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de “**SONIGAS, S.A. DE C.V.**” es propia del sector hidrocarburos, esta cuenta con una capacidad de almacenamiento temporal de GLP de 150,000 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 88,773 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 autotankers 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: “SONIGAS, 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: "SONIGAS, 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.

El proyecto que promueve la empresa “**SONIGAS, 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 permisionadas.

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: “SONIGAS, S.A. DE C.V.”, obtuvo el Título de Permiso de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución Núm. LP/19918/DIST/PLA/2017 por una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros en un solo tanque, emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 02 de marzo de 2017.

Sin embargo, 29 de noviembre de 2019, obtuvo la Resolución Núm. RES/1458/2019 por la modificación del permiso de distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución LP/19918/DIST/PLA/2017 por el aumento de capacidad de 76,000 litros a 150,000 litros en un solo tanque, emitido por la Comisión Reguladora de Energía.

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:

Este instrumento 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.

Considerando que las actividades que realiza el promovente pertenecen al Sector Hidrocarburos, se debe de cumplir con las especificaciones que marca este reglamento respecto a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos principalmente.

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*.

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 “**SONIGAS, S.A. DE C.V.**” de la siguiente manera:

Condiciones ambientales:

Se pretende la operación de las instalaciones de “Sonigas, S.A. de C.V.” bajo los lineamientos de seguridad y compatible con el uso de suelo, obteniendo los siguientes permisos y/o autorizaciones:

- ✓ Renovación de la Licencia de uso de suelo por un año bajo el Oficio No. DU-014889-21 emitida por la Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías Terrestres del H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid compatible con las actividades del proyecto.
- ✓ Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestales por una superficie de 0.7666 hectáreas para el desarrollo del proyecto denominado “Instalación y Operación de una Planta de Distribución de Gas L.P. en Valladolid, Yucatán”, bajo el oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/0896/2018, para la instalación de una planta.
- ✓ La empresa cuenta con una superficie suficientemente amplia para el desarrollo de sus actividades, además de contar con 30,463 m² preservados como área de conservación donde no se desarrollan actividades, permitiendo que se sigan desarrollando los servicios ambientales.
- ✓ De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, el área de la empresa se ubica en la UGA 1.2 E con política ambiental de *aprovechamiento sustentable*, con uso principal de agricultura.
- ✓ Desde la instalación de la Planta de Distribución de Gas L.P. hasta su actualidad las actividades y/o uso del suelo en las colindancias no representan zonas de riesgo para la pretendida operación de la planta toda vez que hacen referencia a áreas de vegetación de tipo Selva Mediana Subcaducifolia con vegetación secundaria.

Condiciones socioeconómicas

- ✓ Cuenta con Oficio 117.-DGISOS.2222/2019 del 23 de septiembre de 2019, referente al cumplimiento de presentación de la Evaluación de Impacto Social, del proyecto denominado Aumento de Capacidad, Operación y Mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. Valladolid, Yucatán, emitido por la Directora General de Impacto Social y Ocupación Superficial de la Secretaría de Energía
- ✓ El Gas L.P. es uno de los combustibles de calidad que satisface a plenitud las necesidades energéticas de los sectores residencial, comercial, industrial de la región, considerando que el gas licuado de petróleo es un insumo fundamental para cada uno de ellos.
- ✓ La empresa busca la satisfacción de sus clientes a través de la entrega de Gas L.P. de manera segura, oportuna y confiable, contando con la infraestructura suficiente para la entrega del gas a sus clientes de manera confiada, respetuosa, puntual y honesta.
- ✓ La presencia de la planta trae consigo la generación y/o estabilidad de empleos en la región, cabe mencionar que a nivel municipal el entorno económico presenta

condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo, favoreciendo la generación de empleos.

- ✓ Se favorecerá la economía local al aportar al gobierno municipal los pagos de derechos por la instalación del proyecto, además los proveedores locales serán beneficiados por la venta de los insumos necesarios para la construcción de planta de distribución de Gas L.P., además del acarreo de locales que puedan ofrecer servicios al personal de la empresa.
- ✓ Realizar actividades de operación, que permitan recuperar la inversión realizada.

Criterios técnicos:

- ✓ La selección del sitio ocupado para la instalación de la planta fue estratégico para la distribución y almacenamiento de gas l.p., ubicándose sobre el Periférico Noreste, teniendo accesibilidad al municipio y comunidades cercanas facilitando el suministro de Gas L.P. a las comunidades.
- ✓ El diseño de los planos y de la memoria técnica descriptiva de las instalaciones (civil, planimétrico, mecánico, eléctrico y contra incendio) cumplen con lo dispuesto en 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", de acuerdo al dictamen emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. UVSELP 036-C.
- ✓ Las instalaciones de la empresa dan cumplimiento de las distancias mínimas requeridas con respecto a su entorno, en Anexo de Planos se incluye el planimétrico, que indica que en un radio de 100 metros de la tangente del tanque de almacenamiento no existen centros educativos, hospitalarios, de reunión y unidades habitacionales, toda vez que únicamente se encuentran áreas de vegetación.

I.1.1 PROYECTO CIVIL

URBANIZACIÓN DE LA PLANTA

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos, están pavimentadas a base de asfalto y concreto armado, cuentan con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, todas las demás áreas libres de la Planta, se mantienen limpias y despejadas de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la misma. El piso de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

EDIFICIOS.

- Edificios

Las construcciones destinadas para oficinas generales, comedor, servicios sanitarios para personal administrativo y de planta, cuarto de controles eléctricos, cuarto de bombas contra incendio y cisterna se localizan por el lindero Oeste.

Por el lindero Norte se localizan el taller mecánico automotriz, área de lavado de vehículos de reparto de gas l.p., taller de mantenimiento de recipientes transportables (pintura y válvulas), bodegas y zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados.

Por el lindero Sur se localiza la caseta de vigilancia.

Los materiales con que están construidas las edificaciones son en su totalidad incombustibles, ya que sus techos son de losa de concreto, paredes de tabique y cemento, con puertas y ventanas metálicas. Las dimensiones de estas construcciones se especifican en el plano general de la Planta, el cual se anexa al final del estudio.

- Bardas y/o delimitación del predio

El terreno que ocupa la Planta está delimitado por sus linderos Norte, Sur, Este y Oeste, con barda de block de concreto de 3.00 metros de altura.

- Accesos:

Por la esquina donde concuerdan los linderos Este y Sur del terreno que ocupa la Planta, se cuenta con una puerta de 8.00 metros de ancho, la cual es utilizada para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa. Por el mismo lindero el lindero Este se cuenta con otra puerta de 8.00 metros de ancho, la cual es usada como salida de emergencia; las puertas son en su totalidad metálicas ciegas.

- Estacionamiento:

Las zonas destinadas para el estacionamiento interior de los vehículos repartidores se localizan en el lindero Este del terreno de la Planta; están ubicadas de tal forma, que la entrada o salida de cualquier vehículo a la Planta, no interfiere con la libre circulación de los demás ni afecta a los ya estacionados. El piso está elaborado a base de asfalto y concreto armado y cuenta con la pendiente adecuada para evitar el estancamiento de las aguas de lluvia.

TECHOS O COBERTIZOS PARA VEHÍCULOS

Esta planta cuenta con cobertizos para el área de estacionamiento de los vehículos utilitarios y de personal de la planta, localizado por el lindero Sur.

TALLERES

Esta Planta cuenta con taller de servicio mecánico automotriz que se ubica por la esquina donde concuerdan los linderos Norte y Oeste; dicho taller está habilitado para realizar reparaciones menores y dar servicio de mantenimiento a los vehículos de reparto.

Por el mismo lindero Norte, se cuenta con taller de mantenimiento de recipientes transportables (mantenimiento de válvulas y pintura).

ZONAS DE PROTECCIÓN

La protección de la zona de almacenamiento es por medio de murete de concreto armado de 0.60 metros de altura y 0.20 metros de espesor; y tiene las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia y cumple además con las distancias mínimas reglamentarias.

MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

El muelle de llenado de recipientes transportables se localiza por el lado Sur del recipiente de almacenamiento, encontrándose la primera llenadora a una distancia de 6.20 metros del recipiente. Esta construido en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre estructura metálica; su piso es de concreto armado con terminación perimetral frontal de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la generación de chispas causadas por los vehículos de reparto que tienen acceso al mismo.

En el muelle de llenado por el lado Sur, se ubica el área destinada para la operación de descarga de los recipientes transportables; por el lado sur del muelle se ubica el área destinada para la carga de los recipientes transportables a los vehículos de reparto.

La estructura metálica de techumbre cuenta con protección contra la corrosión, a base de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico.

ZONA DE REVISIÓN DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

Dentro del muelle de llenado de recipientes transportables se localiza por el lado Este, el área destinada para la revisión de recipientes transportables, la cual tiene una superficie de 9.00 m², se encuentra delimitado mediante una raya discontinua de pintura de color amarillo de 0.12 m de ancho.

ZONA DE ALMACENAMIENTO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES RECHAZADOS.

En la esquina trasera que forman los linderos Norte y Este de la Planta, se ubica la zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, la cual tiene una superficie de 16.00 m², se encuentra delimitado mediante una raya discontinua de pintura de color amarillo. El piso de esta zona es de concreto y se encuentra protegida contra impactos vehiculares por medio de postes metálicos de 4" de diámetro, separados 1.00 m entre sí, y ahogados en concreto.

SERVICIOS SANITARIOS

- a) En una sección de la construcción del edificio de oficinas administrativas de la Planta que se ubica en el lindero Oeste, se localizan dos servicios sanitarios para personal de oficinas, constando de taza y lavabo para personal femenino, taza, lavabo y mingitorio para personal masculino. Por el mismo lindero Oeste se localizan los servicios sanitarios para el personal operativo, constando de cuatro regaderas cuatro tazas, tres lavabos y cuatro mingitorios, mismos que estarán construidos en

su totalidad con materiales incombustibles. Para el abastecimiento de agua a los servicios sanitarios se cuenta con una cisterna de capacidad apropiada.

- b) El drenaje de las aguas negras está conectado por medio de tubos de concreto de 0.15 metros de diámetro, con una pendiente del 2% descargando a la fosa séptica, ubicada por el lado Oeste de la Planta.

Todos los servicios sanitarios cuentan con pisos impermeables y antiderrapantes, los muros están contruidos con materiales impermeables hasta una altura de 1.50 metros para su fácil limpieza.

ESCALERAS Y PASARELAS METÁLICAS.

A un costado del recipiente de almacenamiento, se tiene una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo; la escalera es vertical con protección “marina” (para evitar la caída de las personas que la utilicen), para tener acceso a la parte superior del mismo. También se cuenta con una escalera metálica al frente del recipiente, que es de plano inclinado con barandal pasamos, con plataforma metálica y barandal perimetral, misma que es utilizada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental de medición y control.

En el Apartado F y G, se anexa la Memoria Técnico Descriptiva y plano del Proyecto Civil a escala, respectivamente.

I.I.2. PROYECTO MECÁNICO

RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO

- Esta Planta cuenta con un recipiente de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico- horizontal, especial para contener Gas L.P., el cual se localiza de tal manera que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias.
- Se tiene montado sobre bases de concreto armado, de tal forma que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación; entre la placa de refuerzo y la base se cuenta con material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad en la placa de refuerzo del recipiente
- Se cuenta con una zona de protección constituida por murete corrido de concreto armado de 0.20 metros de espesor y 0.60 metros sobre el nivel del piso terminado, existiendo una separación de 1.00 m.
- La altura del recipiente de almacenamiento medida de la parte inferior del mismo al nivel del piso terminado es de 2.00 m.
- A un costado del recipiente de almacenamiento se tiene una escalera metálica vertical con protección "marina" (para evitar la caída de las personas que la utilicen), para tener acceso a la parte superior del mismo. También se cuenta con una escalera metálica al frente del recipiente, que es de plano inclinado con barandal pasamos, con plataforma metálica y barandal perimetral, misma que es utilizada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental de medición y control.
- El recipiente, escaleras y pasarelas metálicas cuentan con una protección para la corrosión mediante un primario inorgánico a base de zinc Marca Carboline tipo R.P. 480 y pintura de enlace primario epóxico catalizador tipo R.P. 680.
- El recipiente instalado tiene las siguientes características:

Fabricado por:	TATSA
Según Norma:	NOM-009-SESH-2011
Capacidad en litros de agua:	150,000
Año de fabricación:	2018
Diámetro exterior:	338 cm
Longitud total:	1,811 cm
Presión de trabajo	14.0 kg/cm ²
Factor de seguridad:	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas
Eficiencia:	100%
Espesor lámina cabezas:	11.22 mm
Material lamina cabezas:	SA-612
Espesor lamina cuerpo:	18.46 mm
Material lamina cuerpo:	SA-612
Coples:	210 kg/cm ²
N° de serie:	TP-2299
Tara:	23,800 kg

El recipiente de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula.

- Un manómetro Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1.5") de diámetro de carátula.
- Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- Cinco válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas –vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292C de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho.
- Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs.
- Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora.

MAQUINARIA

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

a) Bomba:

Número:	1 y 2	3	4 y 5
Operación básica:	Carga de autotanques	Carburación	Llenado de recipientes transportables
Marca:	BLACKMER	BLACKMER	BLACKMER
Modelo:	LGL3E	LGL2E	LGL3E
Motor eléctrico:	10 C.F.	5 C.F.	10 C.F.
R.P.M.:	780	640	780
Capacidad nominal :	378 L.P.M	189 L.P.M.	378 L.P.M.
Presión diferencial de trabajo (máx.):	3 kg/cm ²	5 kg/cm ²	5 kg/cm ²
Tubería de succión	76 mm	51 mm	76 mm
Tubería de descarga:	76 mm	51 mm	76 mm

b) Compresores:

Número:	1
Operación básica	Descarga de semirremolques
Marca:	BLACKMER
Modelo:	LB-601
Motor eléctrico:	25 H.P.
R.P.M.:	700
Capacidad nominal	1,177 L.P.M. (311 G.P.M.)
Desplazamiento:	91.6 m ³ /hr (53.9 C.F.M.)
Radio de compresión:	1.49
Tubería de gas-liquido	76 mm (3") Ø
Tubería de gas-vapor:	51 mm (2") Ø

Las bombas y compresor se encuentran ubicados dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento, y además cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.

Las bombas y compresor, junto con sus motores eléctricos, se encuentran montados en una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y compresor, son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles, y cuentan con un interruptor automático de sobrecarga, además están conectados al sistema general de "tierra".

La descarga de la válvula de purga de líquido de la trampa del compresor, tiene una altura mínima de desfogue de 2.50 metros sobre el nivel de piso.

CONTROLES MANUALES, AUTOMÁTICOS Y DE MEDICIÓN.

- Controles Manuales:

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

- Controles Automáticos:

A la descarga de cada bomba se tiene instalado un control automático de 51 mm (2") de diámetro para las bombas 1, 2, 4 y 5 y de 32 mm. (1 ¼") de diámetro para la bomba 3, para retorno de gas-liquido excedente al recipiente de almacenamiento; éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² (71 lb/in²).

- Controles de medición:

Anteriores de las tomas de suministro y carburación, se tienen instalados medidores volumétricos de Gas L.P., para el control interno en el llenado de los recipientes de los auto-tanques y de los tanques de carburación montados en los vehículos propiedad de la empresa, los cuales tienen las siguientes características:

	TOMAS DE SUMINISTRO	TOMA DE CARBURACIÓN
Marca:	Neptune	Neptune
Tipo:	4D	4D
Diámetro de entrada y salida	51 mm	32 mm
Capacidad:	380 L.P.M. (100 G.P.M.) máx. 78 L.P.M. (20 G.P.M.) min	114 L.P.M. (30 G.P.M.) máx. 19 L.P.M. (5 G.P.M.) min
Presión de trabajo	24.6 kg/cm ²	24.6 kg/cm ²
Registro Modelo:	Electrónico	Electrónico

TUBERIAS Y CONEXIONES:

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm², y donde existe accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo de 140 kg/cm² y con tubería de acero cedula 80 sin costura. Las pruebas de hermeticidad se efectuaron por un periodo de 24 horas con gas inerte a una presión mínima de una y media veces la presión de diseño.

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

Líneas			
TRAYECTORIA	LIQUIDO	RETORNO LIQUIDO	VAPOR
De tanque a tomas de recepción	101, 76 y 51 mm	---	51 y 32 mm
De tanque a tomas de suministro	152, 101, 76 y 51 mm	51 mm	51 y 32 mm
De tanque a Múltiple de llenado	101 y 76 mm	51 mm	---
De tanque a toma de carburación	152, 51 y 32 mm	---	51 y 32 mm

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este, entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (½") de diámetro.

Además, las tuberías cuentan con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc Marca Carboline Tipo R.P. 480, y pintura de enlace primario epóxico catalizador tipo R.P. 680.

MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

Se cuenta con un múltiple de llenado construido con tubería de acero cédula 40, para alta presión de 76 mm (3") de diámetro y conexiones soldables para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm². Consta de cuatro salidas de 13 mm (½"), en donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. Ambos extremos de la tubería del múltiple terminan en brida ciega. El tubo que contiene los arreglos para el llenado de los recipientes transportables, se tiene a una altura de 1.20 metros del piso del muelle y esta fija al piso de concreto por medio de soportes especiales.

El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm ($\frac{1}{2}$ " de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm ($\frac{1}{4}$ " de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm ($2\frac{1}{2}$ " de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión.

BÁSCULAS DE LLENADO Y DE REPESO

- Básculas de llenado:

Sobre el muelle de llenado se tienen instaladas cuatro basculas del tipo de plataforma con capacidad de 300 kg cada una, con una resolución de 50 g, mismas que son usadas para el control del peso en el llenado de recipientes transportables; éstas básculas están conectadas para su mejor protección, al sistema general de "tierra", para control del llenado de los recipientes transportables se cuenta con equipos automáticos eléctricos-electrónicos de llenado del tipo Troya, los cuales cuentan con una válvula solenoide que es energizada a través del sensor de la báscula, el cual envía una señal eléctrica para abrir o cerrar el circuito del paso del flujo de Gas L.P.

- Básculas de repeso:

Se cuenta en el muelle de llenado con una báscula del tipo de plataforma con caratula digital de lectura automática, para repeso de recipientes transportables, e igualmente conectada a "tierra" y tiene una capacidad de 300 kg con una resolución de 50 g.

- Llenadoras:

Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro.
- ✓ Una válvula eléctrica 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.

- Sistemas de vaciado de recipientes transportables:

Esta Planta cuenta con un sistema de vaciado de recipientes transportables, el cual consta de un tanque tipo estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado, contando con los aditamentos necesarios.

El sistema de vaciado de recipientes está constituido por un múltiple de tres salidas, conectadas al tanque antes mencionado, y está colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente, ubicado todo esto en la esquina Suroeste del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado de recipientes transportables, son de acero cedula 80 para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm² como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple al tanque estacionario de 32 mm ($1\frac{1}{4}$ " de diámetro. Los accesorios instalados son de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentran instalados. Las mangueras que se usarán serán especiales para Gas L.P., construidas de nitrilo negro, hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y ruptura a 140 kg/cm².

- Zona de revisión de recipientes transportables:

En el lado Este del muelle se cuenta con un área de 9.00 metros cuadrados, la cual será utilizada como zona de revisión de los recipientes transportables que van a ser llenados. Dicha área se encuentra delimitada mediante una raya discontinua de pintura habilitada en el piso.

ÁREA DE COLOCACIÓN DE SELLO DE GARANTÍA

En el lindero Oeste próximo al cuarto de controles eléctricos, se encuentra el área de sellado de los recipientes transportables, ya que esta zona está libre de cualquier otra operación.

La colocación del sello de garantía en los recipientes, se realiza mediante la aplicación de vapor de agua caliente.

TOMAS DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN

Las tomas de recepción están localizadas por el lado Este del recipiente de almacenamiento, y para su mejor protección se encuentran sobre una isleta en plataforma de concreto de 0.60 m de altura, estando dichas tomas a una distancia de 17.73 m del recipiente.

Las tomas de suministro y carburación de autoconsumo están localizadas por el lado Noroeste del recipiente de almacenamiento, y para su mejor protección se encuentran dentro de la misma zona de almacenamiento, estando dichas tomas a una distancia de 6.50 metros del recipiente.

- Tomas de suministro:

Para la carga de auto-tanques, se cuenta con dos juegos de tomas instaladas dentro de la zona de protección del área de almacenamiento, constando cada una, de una boca terminal de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conecta a la tubería principal; además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro para conducir gas-vapor.

Las tomas de suministro de auto-tanques, cuentan en su boca terminal con un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull - away)

En la toma para gas-liquido se cuenta con dos válvulas para alivio de presiones hidrostática, una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, siendo estos accesorios de 51 mm Ø (2") de diámetro.

En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo recta y una válvula de no retroceso de cierre automático, ambos accesorios con 32 mm (1 ¼") de diámetro

- Tomas de recepción:

Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos juegos de tomas instaladas sobre una isleta en plataforma de concreto de 0.06 m de altura; están localizadas a una distancia de 17.73 metros del recipiente, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido la que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y posteriormente se ensancha a 101 mm Ø (4") diámetro, además este juego está integrado

por una boca terminal de 32 mm Ø (1¼) de diámetro para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm Ø (2") de diámetro.

Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away).

En la toma para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática y un accesorio de no-retroceso tipo mirilla.

En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo recta, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, siendo estos accesorios de 51 mm Ø (2") de diámetro.

- Toma de carburación de autoconsumo:

Para la carga de tanques montados en vehículos propiedad de la misma empresa, que utilizan el Gas L.P. como carburante del motor, se cuenta con una toma de carburación de autoconsumo, con la que se realiza el llenado por medio de la bomba No. 3; se cuenta para esto, con una boca terminal de 25 mm Ø (1") acondicionada con manguera especial para conducir Gas L.P.

La toma de carburación de autoconsumo, cuenta en su boca terminal con una válvula de globo de cierre rápido, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away).

En la toma para gas-liquido se cuenta con dos válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de bola, una válvula de cierre a control remoto con actuador eléctrico (solenoides), siendo estos accesorios de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro.

- Tuberías:

Las líneas de tuberías que hacen el recorrido dentro de la zona de almacenamiento a las tomas de recepción, suministro y carburación, siguen una trayectoria en forma visible, permitiendo así la ventilación y mantenimiento de las mismas.

- Mangueras:

Todas las mangueras que se tienen instaladas para conducir Gas L.P., son especiales para éste producto, construidas con hule neopreno y doble malla de cuerda de nylon, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P. Están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm². Se cuenta con manguera en las tomas de recepción, suministro y carburación, quedando todas ellas protegidas contra daños mecánicos.

Los acopladores de las mangueras cuando estas no estén en servicio, quedan protegidos mediante tapón macho de bronce y colocadas en un soporte.

- Soportes:

Las tomas, para su mejor protección, están fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico anclado al piso, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P.

Los puntos de fractura entre el marco metálico y la manguera de trasiego, están habilitados mediante válvulas de desprendimiento (pull-away) que se encuentran instaladas posteriormente a los marcos metálicos de soporte a las tomas.

En el Apartado F y G, se anexa la Memoria Técnico Descriptiva y plano del Proyecto Mecánico a escala, respectivamente.

I.I.3. PROYECTO SISTEMA CONTRA-INCENDIO

LISTA DE COMPONENTES DEL SISTEMA

- a) Extintores manuales
- b) Extintor de carretilla
- c) Accesorios de protección
- d) Alarma
- e) Comunicaciones
- f) Manejo de agua a presión
- g) Entrenamiento de personal

DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

- Extintores manuales:

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio, se tienen en las diferentes áreas de la Planta, extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC, los cuales son de 9 kg de capacidad y están colocados a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.30 m medidos del N.P.T. a la parte más alta del extintor, señalándose el lugar donde estén ubicados de acuerdo a las Normas vigentes.

Adicionalmente se cuenta en el área de almacenamiento con un extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

En los tableros eléctricos están instalados extintores de bióxido de carbono de 9 kg, cuya ubicación está señalada de acuerdo a Norma

Los extintores están sujetos a mantenimiento llevando un registro con la información de inspección, revisión de cargas y pruebas hidrostáticas.

Los extintores están ubicados en los lugares siguientes:

UBICACION	CANTIDAD
Toma de recepción	Dos
Toma de carburación de autoconsumo	Uno
Tomas de suministro	Tres
Zona de almacenamiento	Dos
Muelle de llenado para recipientes transportables.	Tres
Bombas para agua contra incendio	Uno
Generador de energía eléctrica	-----
Almacenes	Dos
Estacionamiento de vehículos de reparto y/o autotankers	Cuatro
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la Planta de distribución.	Uno
Sistema de vaciado de Gas L.P.	Uno
Caseta de vigilancia	Uno
Oficina	Tres
Comedor	uno
Taller automotriz	Dos
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	Uno
Zona de mantenimiento de recipientes transportables rechazados	Uno
Bodegas	Uno

- Extintor de carretilla

Se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC, el cual se localiza en el área de almacenamiento.

- Extintor de CO₂

Se cuenta con extintor de CO₂, con capacidad de 9 kg, para protección del tablero eléctrico de bombas y compresor de Gas L.P; y se cuenta con un extintor de CO₂, con capacidad de 9 kg, para protección del tablero eléctrico de bombas para agua contra incendio.

- Accesorios de protección:

A la entrada de la Planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos mata chispas, los que son adaptados en el tubo de escape a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma.

Además, se cuenta con dos trajes completos de bombero, para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio.

Los trajes de bombero están dentro de un gabinete el cual se ubica para su resguardo dentro del cuarto contra incendio.

Se cuenta también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operadora sólo en caso de emergencia.

- Alarma:

La alarma instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operarán con corriente eléctrica CA 127V.

- Comunicaciones

Se cuentan 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 correspondiente al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS más cercana, etc., contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se dan 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:

1. Cisterna de seguridad de 105.00 m³ de agua con las siguientes medidas: Planta 5.00 x 7.00 metros y profundidad de 3.00 m, este recinto se encuentra subterráneo, construido con concreto armado y cuenta con acceso de personal de 0.70 x 0.70 metros, su llenado se realizará a base de pipas.
2. El cuarto de equipo contra incendio es subterráneo y está construido a un costado de la cisterna, sus dimensiones interiores en Planta son de 4.50 x 5.00 metros y a un nivel de 3.00 metros debajo del nivel de piso, y además cuenta con acceso por medio de escalera y pasamanos para acceso del personal autorizado a la maquinaria.

Esta caseta de máquinas estará equipada con los siguientes elementos:

- ✓ Una bomba acoplada a motor de combustión interna de diésel de 85 H.P. y gasto de 3,000 L.P.M. a 6 kg/cm².
 - ✓ Una bomba acoplada a motor eléctrico de 50 H.P. y gasto de 2,850 L.P.M. a 6 kg/cm².
- 3 Red distribuidora, construida con tubo de polietileno de alta densidad termo fundido, clase 14.0 kg/cm² accesorios y conexiones de fierro fundido clase 10.5 kg/cm². Esta tubería está instalada en forma visible y subterránea a 1.00 de profundidad; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 152 mm (6") de diámetro.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

- ✓ Cuatro hidrantes con manguera de 2" de diámetro y chiflón en su punta, con una longitud de 30.00 m y una presión de 3 kg/cm².
- ✓ Para la alimentación al sistema de enfriamiento del recipiente de almacenamiento, se cuenta con válvula de compuerta de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro. La tubería es de acero al carbón cédula 40, en su recorrido visible.

4. Tubería y elementos de aspersión de agua para el recipiente de almacenamiento:

El recipiente cuenta con tres tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba del recipiente, que se derivan de una tubería central transversal de 101 mm (4") de diámetro.

Estas tuberías centrales longitudinales son de 51 mm de diámetro. Los tubos están instalados a lo largo del recipiente, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado es mediante las boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de las tuberías, colocando 52 boquillas en total para el riego del recipiente.

Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm².

5. Válvulas del sistema de aspersión:

La válvula de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua del recipiente de almacenamiento, se localiza al centro del lindero Suroeste de la Planta, cercana a la barda límite del predio. La operación de estas válvulas se realiza de manera manual local, y están identificadas mediante un rótulo.

6. Toma Siamesa:

La toma siamesa para bomberos, es una válvula recta con doble entrada, construida a base de fundición de bronce con acabado cromado, localizada por el lindero Sureste de la Planta. Cuenta con dos conexiones de 2½" de diámetro con cuerda NST y conexión de salida recta en 4" de diámetro con cuerda NPT., con capacidad para un gasto de 500 G.P.M

Cuenta con una válvula anti-retorno en cada entrada, que permite realizar conexiones de mangueras durante la operación.

- Entrenamiento de personal:

Se impartirán cursos de entrenamiento del personal, que abracarán los siguientes temas:

- ⇒ Posibilidades y limitaciones del sistema
- ⇒ Personal nuevo y su integración
- ⇒ Uso de manuales

a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro

Uso de accesorios de protección.
Uso de los medios de comunicación.
Evacuación de personal y desalojo de vehículos.
Cierre de válvulas estratégicas de gas.
Corte de electricidad.
Uso de extintores.
Uso de hidrantes como refrigerante.
Operación manual del rociado a tanques.
Ahorro de agua

b) Mantenimiento general:

Puntos a revisar.
Acciones diversas y su periodicidad.
Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
Mantenimiento correctivo y agua

c) Prohibiciones

- ⇒ Se prohíbe el uso en la planta de lo siguiente: FUEGO
- ⇒ Para el personal con acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego, se le prohíbe el uso de:
- ⇒ Protectores metálicos en las suelas y tacones de los Zapatos y peines, excepto los de aluminio.
- ⇒ Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que puedan producir chispas.
- ⇒ Toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas, para atmósferas de gas inflamables.

RÓTULOS DE PREVENCIÓN Y PINTURA

- Pintura del recipiente de almacenamiento:

El recipiente de almacenamiento se encuentra pintado de color blanco y en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente. También se encuentra rotulado con caracteres no menores de 15 cm, la capacidad al 100% en litros de agua, así como la razón social de la empresa, número económico y su contenido.

- Pintura en topes, postes, protecciones y tuberías:
 - a) El murete de concreto armado que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, plataforma del muelle de llenado, maquinaria y tomas de suministro y recepción, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la Planta, se encuentran pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.
 - b) Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de color blanco las conductoras de gas-líquido, blanco con banda de color verde las que retornan gas-líquido a los recipientes de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, rojas las que conducen agua del sistema contra incendio y azul las que conducen de aire comprimido.
 - c) En el recinto de la Planta se tienen instalados y distribuidos en lugares apropiados letreros y/o pictogramas con las siguientes leyendas:

ROTULO	PICTOGRAMA	UBICACIÓN
"ALARMA CONTRA INCENDIO"		Uno en interruptor de alarma
"PROHIBIDO ESTACIONARSE"		Uno por ambos lados de puertas de entrada y salida de vehículos. Uno por ambos lados de salida de emergencia. Uno en toma siamesa
"PROHIBIDO FUMAR"		Dos en zona de almacenamiento. Uno en tomas de suministro. Uno en tomas de recepción. Uno en toma carburación de autoconsumo.
"USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD"	LETRERO	Dos en muelle de llenado de recipientes.
"USO OBLIGATORIO DE GUANTES"	LETRERO	Uno en tomas de suministros. Uno en toma de carburación. Uno en tomas de recepción.
"HIDRANTE"		Uno junto a cada hidrante.
"EXTINTOR"		Uno junto a cada extintor.
"PELIGRO, GAS INFLAMABLE"		Uno en tomas de recepción. Uno en tomas de suministro. Uno en toma de carburación de autoconsumo. Uno en cada lado de la zona de almacenamiento.

“SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS”		Uno en cada acceso a la Planta de distribución. Uno en dos lados del área de almacenamiento. Uno en tomas de suministro. Uno en tomas de recepción.
“SE PROHIBE ENCENDER FUEGO”		Uno en dos lados del área de almacenamiento. Uno en tomas de suministro. Uno en tomas de recepción. Uno en áreas de estacionamiento de vehículos de la empresa
LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS	LETRERO	Uno en tomas de recepción. Uno en tomas de suministro. Uno en tomas de carburación de autoconsumo.
CODIGO DE COLORES DE LAS TUBERIAS	LETRERO	Uno en la entrada de la Planta de Distribución. Uno de dos lados de la zona de almacenamiento.
“SALIDA DE EMERGENCIA”		Uno por ambos lados de la puerta de entrada y salida de vehículos de la Planta. Uno por ambos lados de la puerta de salida de emergencia de la Planta
“PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHICULOS EN ESTA ZONA”	LETRERO	Uno en dos lados de la zona de almacenamiento Uno en toma de carburación Uno en tomas de recepción Uno en tomas de suministro. Tres en zonas de circulación de la Planta.
“RUTA DE EVACUACION”		Doce en muros perimetrales de la Planta.
“VELOCIDAD MAXIMA 10 KM/H”		Uno a la entrada de la Planta y varios en zonas de circulación.
“PELIGRO, GAS INFLAMABLE”	LETRERO	Varios en zonas de circulación de la Planta.
“PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO”	LETRERO	Dos en cuarto de equipo contra incendio.
“VALVULA DE ALIMENTACION AL SISTEMADE ENFRIAMIENTO POR ASPERCIÓN DE AGUA”	LETRERO	Uno junto a la válvula.
“GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO”	LETRERO	Uno junto al gabinete.
“BOTON DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR”	LETRERO	Uno junto a cada válvula de paro de emergencia.

En el Apartado F y G, se anexa la Memoria Técnico Descriptiva y plano del Proyecto del Sistema Contra incendio a escala, respectivamente.

I.2. Descripción detallada del proceso.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **Sonigas, S.A. de C.V.** – ubicada en Predio No. de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste, C.P. 97782, Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán -- desarrollará un proceso operativo relativamente simple, debido a que éste no involucrará reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consistirá 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 del recipiente de almacenamiento y termina en la punta de las mangueras de las tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo*, 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 describe 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 Gas L.P., utilizado para el transporte de dicho combustible, y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga del mismo.
- ⇒ **Recipiente de almacenamiento:** Recipiente no transportable para almacenamiento de Gas L.P., 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 Gas L.P., utilizado para el transporte o distribución de dicho combustible a través de un sistema de trasiego.
- ⇒ **Recipiente transportable:** Envase utilizado para contener GLP, a presión, y que, por sus características de seguridad, peso y dimensiones, una vez llenado, debe ser manejado manualmente por personal capacitado para llevar a cabo la distribución.

Básicamente el proceso operativo de la *instalación* iniciará con la recepción del **GLP** con la descarga de los **semirremolques**, posteriormente se llevará a cabo su almacenamiento temporal por medio del **recipiente de almacenamiento**, para finalmente ser distribuido a los usuarios finales mediante **recipientes transportables** – venta al público – así como el suministro a tanques estacionarios mediante **auto-tanques** que previamente serán cargados con el combustible mediante la toma de suministro, asimismo se dispone de una toma de carburación de autoconsumo, con la finalidad de suministrar el GLP a los **vehículos de reparto** y **auto-tanques** que emplean éste como combustible (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 integran la **instalación**:

Procedimiento de descarga de semirremolques:

- Al inicio de cada turno el personal de descarga revisará el espacio disponible en tanques de almacenamiento.
- Al llegar a la planta el autotransporte se dirigirá al área de recepción, donde será recibido por el personal de descarga.
- Se indica al operador del auto – transporte donde deberá estacionarse y verificará que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.
- Tomará la lectura en porcentaje del contenido, así como de la presión a la que viene.
- Colocará las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo; también colocará el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.
- Acoplará la manguera de líquido (normalmente de 551 mm) misma que estará conectada a la tubería de mayor diámetro y color blanco.
- Posteriormente abrirá la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- Acoplará la manguera de vapor, que estará conectada a la tubería de color amarillo, abrirá la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- Abrirá las válvulas tanto de líquido como de vapor del tanque de almacenamiento.
- En la línea del tanque hasta la estación de descarga se abrirán las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- Accionará el interruptor que pone a funcionar la compresora por medio de su motor eléctrico.
- Durante la operación de descarga, el descargador por ningún motivo se retirará de la isla y periódicamente verificará el contenido restante en el auto–transporte mediante el medidor rotatorio (rotogage) hasta que alcance el valor de cero.
- En cuanto el medidor rotatorio marque cero, el descargador apagará el motor de la compresora.
- Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras, así como del autotransporte y las retirará de la unidad.
- Se cerrará la válvula de vapor como en el apartado anterior y desacopla todas las líneas.
- Colocará los tapones respectivos en la toma de líquidos y vapor del auto–transporte, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- Informará al operador que la unidad ha sido descargada y pueda retirarse.

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

El operador estacionará el auto–tanque en el área de carga, donde el llenador sigue la secuencia de las siguientes operaciones:

- Verificará que las llaves de encendido del motor del auto–tanque no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verificará que se encuentren colocadas correctamente las cuñas metálicas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje.
- Revisará, utilizando el medidor rotatorio, 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 contendrá el auto–tanque, el llenador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle, para que éste alcance el 90% de su capacidad.
- Colocará la palanca indicadora del medidor rotatorio en el nivel que se desee y dejará la válvula del medidor rotatorio abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado ha llegado al nivel deseado.
- Seleccionará el tanque del cual se va a suministrar gas, determinando el porcentaje de su llenado, por medio del medidor del mismo tanque.
- Establecerá la continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo auto–tanque por llenar.
- Verificará 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.
- Oprimirá 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 porcentaje de llenado de auto–tanque.
- Retirá las calzas de las llantas del auto–tanque. Revisará en todo su alrededor la unidad, haciendo hincapié que en las tomas no existan fugas.
- El llenador dará aviso al operador para que retire la unidad y la estacione en el lugar asignado a tal auto–tanque.

Procedimiento de llenado de *vehículos de reparto* en toma de carburación de autoconsumo:

El operador estacionará el vehículo en el área de toma de suministro, donde la secuencia es la siguiente:

- El principio de operación del equipo de carburación está basado en el vacío que ejerce el interior del motor mediante los pistones del mismo
- El gas contenido en el tanque de carburación del vehículo pasará a través de la manguera de alta presión hasta la válvula interruptora de **GLP** que en este caso provee el equipo con una válvula de vacío, la cual se abre en el momento que recibe la señal de vacío del mezclador, esto quiere decir que se utiliza la caída de presión relativamente constante para succionar el combustible al carburador desde el encendido hasta su aceleración total.
- La caída de presión necesaria para abrir la válvula de vacío es de 1.5 pulgadas columna de agua durante el encendido, el vacío está comunicado al convertidor vaporizador para permitir el flujo de combustible con la máquina apagada el combustible está sellado fuera del carburador, así como dentro del convertidor y de la válvula de vacío, dando un sellado triple para máxima seguridad, esto es mientras el motor no esté funcionando no habrá paso de **GLP** al mismo, aunque el interruptor esté abierto.

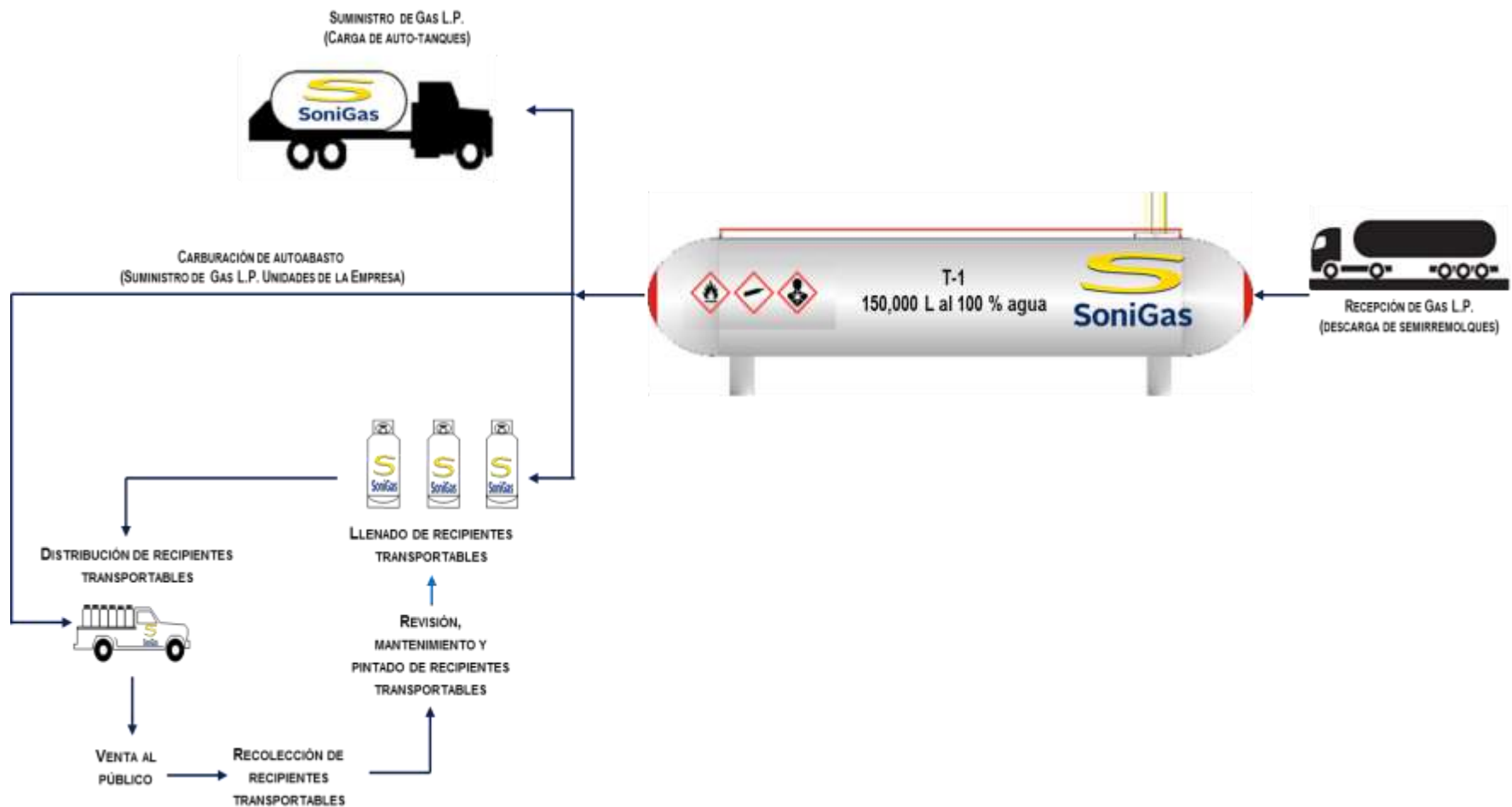
- El convertidor vaporizador es una combinación de un regulador de dos etapas, recibe combustible líquido a la presión del tanque, pasa a través de filtro de la válvula de vacío y reduce esa presión en dos etapas, la primera hasta 2.5 PSIG y la segunda a 1.5 pulgadas columna de agua.
- En el proceso de reducir la presión del flujo ascendente de aproximadamente 180 PSI en el tanque a presión de trabajo el **GLP** se expande para convertirse en vapor causando congelación durante el proceso físico, para compensar esto y para ayudar en la vaporización, el agua del sistema de enfriamiento de la máquina se hará circular a través de un intercambiador de calor dentro del convertidor vaporizador.

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

- El vigilante permitirá el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico. El operador del vehículo se estacionará en el andén, apagará el motor, radio, luces y otros accesorios, y descargará los recipientes transportables vacíos.
- El personal de llenado seleccionará los recipientes transportables vacíos para detectar anomalías o desperfectos, aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión se separarán y serán llevados al taller de mantenimiento para su reparación. En caso de encontrarse en condiciones inadecuadas se enviarán al fondo de reposición de recipientes transportables.
- Los recipientes transportables vacíos que se encuentren en buenas condiciones pasarán al área de llenado, donde serán colocados en su báscula respectiva, se enroscará la llenadera y abrirá la válvula. Cuando alcanza el peso deseado, la válvula se cierra automáticamente, pasarán al área de carga, para estibarlos en el camión repartidor.
- Finalmente saldrá de la planta para hacer el reparto domiciliario.

A continuación, se incluye el diagrama de bloques del proceso operativo que se desarrolla en la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **Sonigas, S.A. de C.V.**:

Planta de Distribución de Gas L.P.
"Sonigas, S.A. de C.V."
Valladolid, Yucatán



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 Gas L.P. con una capacidad total de almacenamiento de **150,000 litros volumen agua al 100% (88,773 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 proyectada para planta de distribución de GLP se distribuye en **un tanque** de almacenamiento del tipo intemperie-cilíndrico horizontal, especial para contener GLP, el cual tiene una capacidad de **150,000 litros agua al 100%**

En una planta de gas las operaciones se limitarán 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 gas l. p.; 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 del GLP que se almacenará en la Planta de Distribución propiedad de **Sonigas, S.A. de C.V.**:

Tabla I.8. Manejo del GLP dentro de la planta de distribución

"SONIGAS, S.A. DE C.V."					
Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	Gas Licuado de Petróleo (Mezcla de Propano y Butano)				
Número CAS	68476-85-7				
Riesgo químico	C	R	E	T	I
	-	0	-	1	4
Concentración	De acuerdo con los datos indicados en la Hoja de Datos de Seguridad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), la composición del Gas L.P. es la siguiente: Propano 60 % volumen mín. Butanos 40 % volumen máx. Impurezas y aditivos estabilizadores: etil-mercaptano (odorizante) 0.0017-0.0028 ppm. Azufre total 140 ppm máx.				
Cantidad máxima de almacenamiento	150,000 litros de agua al 100% (88,773 kg)				
Tipo de almacenamiento	Se cuenta con un recipiente presurizado de tipo intemperie, cilíndrico horizontal, especial para contener GLP.				
Cantidad de reporte	50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas				
Flujo en operación	El flujo de operación				
Capacidad máxima de producción	La principal actividad es la comercialización del GLP. y no la producción del mismo.				

I.2.1. Hojas de seguridad

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

I.2.2. Almacenamiento.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **Sonigas, S.A. de C.V.** cuenta con un **recipiente de almacenamiento** del tipo intemperie, cilíndrico horizontal especial para contener gas licuado de petróleo (GLP).

La capacidad total del **recipiente de almacenamiento** es de 150,000 litros agua al 100%, el cual cuenta con las siguientes características:

El recipiente instalado tiene las siguientes características:

Fabricado por:	TATSA
Según Norma:	NOM-009-SESH-2011
Capacidad en litros de agua:	150,000
Año de fabricación:	2018
Diámetro exterior:	338 cm
Longitud total:	1,811 cm
Presión de trabajo	14.0 kg/cm ²
Factor de seguridad:	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas
Eficiencia:	100%
Espesor lámina cabezas:	11.22 mm
Material lamina cabezas:	SA-612
Espesor lamina cuerpo:	18.46 mm
Material lamina cuerpo:	SA-612
Coples:	210 kg/cm ²
N° de serie:	TP-2299
Tara:	23,800 kg

El recipiente de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula.
- Un manómetro Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1.5") de diámetro de carátula.
- Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- Cinco válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas –vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292C de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho.

- Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs.
- Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora.

Finalmente es conveniente mencionar que de conformidad con la Norma Oficial Mexicana **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*, al recipiente de almacenamiento se le debe realizar una medición ultrasónica después de 10 años de su fabricación y posteriormente cada 5 años, para poder comprobar que el recipiente es **apto** para seguir operando en la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **Sonigas, S.A. de C.V.**

I.2.3. EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.

En la Planta de Distribución de Gas L.P. como parte del proceso operativo, se llevarán a cabo operaciones de **trasiego**, por lo que para efectos de transferir el GLP se cuenta con los siguientes equipos de proceso y equipos de los servicios auxiliares:

Sonigas S.A. de C.V. – Planta de Distribución de GLP					
Equipo	Características		Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Tiempo estimado de uso	Ubicación
Tanque I	Fabricado por	TATSA	El recipiente de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios: - Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro - Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula. - Un manómetro Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1.5") de diámetro de carátula. - Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (¼") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente. - Cinco válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. - Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-líquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. - Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas –vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA. - Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292C de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho. - Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. - Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs. - Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs - Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra". - Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora. Además, se cuenta con: - Sistema de aspersión: El rociado es mediante las boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de las tuberías, colocando 52 boquillas en total para el riego del recipiente. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm². - Un extintor tipo carretilla de 60 kg - Dos extintores de PQS de 9 kg cada uno	El tanque deberá contar con un dictamen de conformidad con la NOM-013-SEDG-2002 <i>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.</i> Se deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca la Norma y obtener los dictámenes para la evaluación de conformidad para poder seguir operando. - 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.	El tanque se encuentra ubicado en la zona de almacenamiento, la cual está delimitada mediante muretes de concreto armado que constituyen la zona de protección del área.
	Norma	NOM-009-SESH-2011			
	Capacidad	150,000			
	Año de fabricación	2018			
	Diámetro exterior	338 cm			
	Longitud total:	1,811 cm			
	Presión de diseño	14.0 kg/cm²			
	Espesor lámina de las cabezas	11.22 mm			
	Material lámina de las cabezas	SA-612			
	Espesor lámina del cuerpo	18.46 mm			
	Material lámina del cuerpo	SA-612			
	Coples:	210 kg/cm²			
	No. de serie:	TP-2299			

Sonigas, S.A. de C.V. – Planta de Distribución de Gas L.P.					
Descripción	Características		Tiempo estimado de uso	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
Bomba I y 2 (Suministro a autotanques)	Marca	Blackmer	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tienen un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Las bombas, junto con sus motores, se encuentran montados en una base metálica, la que a su vez se fija mediante tornillos anclado a otra base de concreto. Los motores eléctricos acoplados a las bombas, son los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles, y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "Tierra". A la descarga de cada bomba se tiene instalado un control automático de 51 mm (2") de diámetro para las bombas 1, 2, 4 y 5 y de 32 mm (1 ¼") de diámetro para la bomba 3, para retorno de gas-liquido excedente al recipiente de almacenamiento; éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm ² (71 lb/in ²). Además, se cuenta con: - Guardas de protección - Se cuenta con 1 extintor por cada bomba	Las bombas se encuentran dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento.
	Modelo	LGL3E			
	Capacidad nominal	378 L/min			
	R.P.M.	780			
	Motor eléctrico	10 C.F.			
	Presión de trabajo	3 kg/cm ²			
Bomba III (Carburación de autoconsumo)	Marca	Blackmer			
	Modelo	LGL2E			
	Capacidad nominal	189 L/min			
	R.P.M.	640			
	Motor eléctrico	5 C.F.			
Bomba IV y V (Llenado de recipientes transportables)	Presión de trabajo	5 kg/cm ²			
	Marca	Blackmer		El compresor, junto con su motor, se encuentran montados en una base metálica, la que a su vez se fija mediante tornillos anclado a otra base de concreto. El motor eléctrico acoplado al compresor, son los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles, y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "Tierra". La descarga de la válvula de purga de líquido de la trampa del compresor, se encuentra a una altura mínima de 2.50 metros sobre el nivel del piso. Además, se cuenta con: - Guardas de protección. - Válvula de alivio de presión. - Tubería de desfogue, cuya descarga no se dirige a ningún elemento de la planta. - Válvula de purga de líquido de la trampa del compresor. - Se cuenta con 1 extintor en el compresor.	El compresor se encuentra ubicado dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento.
	Modelo	LGL3E			
	Capacidad nominal	378 L/min			
	R.P.M.	780			
	Motor eléctrico	10 C.F.			
Compresor I (Descarga de semirremolques)	Presión de trabajo	5 kg/cm ²			
	Marca	Blackmer			
	Modelo	LB-601			
	Capacidad nominal	1,177 L/min (311 GPM)			
	Desplazamiento	91.60 m ³ /h (53.9 C.F.M.)			
	Motor eléctrico	25 H.P.			
	R.P.M.	700			
	Radio de compresión	1.49			

Sonigas, S.A. de C.V. – Planta de Distribución de Gas L.P.					
Descripción	Características		Tiempo estimado de uso	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
Bomba I (eléctrica)	Gasto	2,850 L/min	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.	- 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	Estos equipos se encuentran en la caseta de equipo contra incendio, localizado en la intersección del lindero Sur y Oeste de la Planta. .
	R.P.M.	3,535			
	Motor eléctrico	50 H.P.			
	Presión de trabajo	6 kg/cm²			
Bomba II (Combustión interna)	Gasto	3,000 L/min			
	R.P.M.	3,560			
	Motor eléctrico	85 H.P.			
	Presión de trabajo	6 kg/cm²			
Transformador eléctrico	Combustible empleado	Diésel			
	Tensión	112.5 KVA			El transformador se encuentra ubicado por el lindero Oeste de la planta.
	Cuchillas	3 juegos de 14.4 kV			
	Apartarrayos	12 kV			
Recipiente de almacenamiento de Gas L.P. de remanentes (sistema de vaciado de recipientes transportables)	Capacidad	500 litros		El recipiente tipo estacionario cuenta con una válvula de bola de 32 mm Ø y otros aditamentos. Además, se cuenta con: - Un extintor en el sistema de vaciado de recipientes transportables	El sistema de vaciado de recipientes transportables se encuentra por el lindero Suroeste del muelle de llenado de recipientes transportables.

Se adjunta plano de localización de equipos

I.2.4. Pruebas de verificación.

Antes de iniciar operaciones la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de “**SONIGAS, S.A. DE CV.**”, deberá cumplir con las siguientes pruebas de verificación con el objetivo de que los equipos instalados cuenten con las medidas de seguridad, requeridas y necesarias para su operación segura. Además, para dar cumplimiento con lo establecido en 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**, la cual indica en el numeral 6.2.3 que para la obtención del inicio de operaciones se debe corroborar documental y físicamente que las instalaciones se encuentren conforme a las especificaciones de construcción y operación establecidas en los numerales 4 y 5 de dicha norma, asimismo sus planos y memorias técnicas deberán estar actualizadas para efectos del permiso.

De conformidad con la **NOM-001-SESH-2014**, la planta de distribución de GLP cuenta con los siguientes dictámenes:

- Conforme al numeral **6.2.2** y **6.2.6** se cuenta con el dictamen técnico No. **001/PLA.001/VALLADOLID/2021** por la inspección de las instalaciones de la construcción civil, mecánica, eléctrica y contra incendio de la Planta de Distribución, emitido el 04 de enero de 2021 por la UVSELP 036-C Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles.
- Conforme al numeral **4.2.3.1** y de conformidad con la **NOM-001-SEDE-2012** *Instalaciones Eléctricas*, se cuenta con el dictamen de verificación No. DVNP12-2019-UVSEIE 477-A/000124 emitido el 25 de julio de 2019 por la UVSEIE 477-A Ing. Felipe Ángel Luna López.

De acuerdo con la mencionada norma y conforme el dictamen de cumplimiento con la norma; la planta debe cumplir con lo siguiente durante la operación de la planta:

- I. 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.
- II. 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.
- III. 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.

Conforme al numeral **4.2.2.2.1, Párrafo Tercero** de la **NOM-001-SESH-2014**, se deberá contar con el dictamen de conformidad con la Norma Oficial Mexicana **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.*

Es importante mencionar que el tanque de almacenamiento fue fabricado en el año 2018, de acuerdo a lo establecido en el numeral **4.2.2.2.1**, a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, el recipiente 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, por ello con la finalidad de cumplir con lo establecido en dicha norma se deberá realizar la evaluación de espesores en 2028; y posteriormente cada cinco años.

Considerando que las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra totalmente construida, sin embargo, aún no ha iniciado su fase operativa. Por ello se deberá acatar lo establecido en los siguientes numerales de la NOM-001-SESH-2014.

- Conforme al numeral **4.2.2.2.5.1** Previo a su puesta en operación el recipiente de almacenamiento, debe 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 **4.2.2.2.5.1.1** 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.

I.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

La Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **Sonigas, S.A. de C.V.** ubicada en el Predio No. de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste, C.P. 97782, Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán.

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 llevará 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.15**).

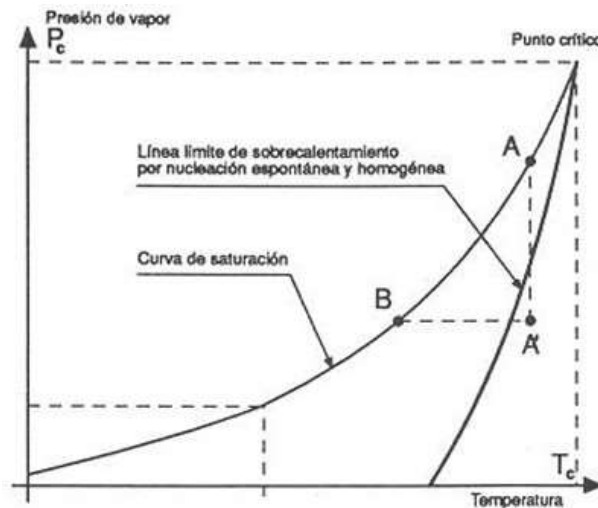
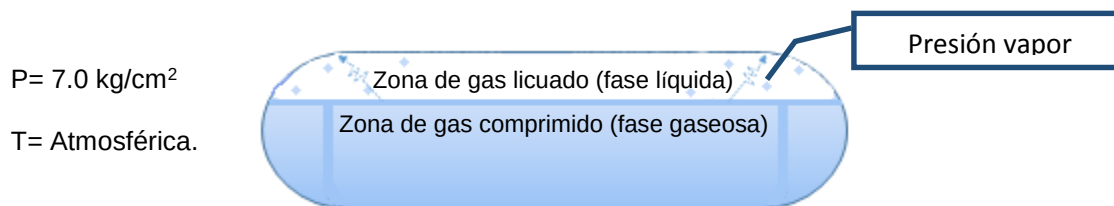


Figura I.15. Curva de saturación presión-temperatura

Por lo que 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.

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



El GLP es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas ($6\text{--}9 \text{ kg/cm}^2$) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, 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 recibirá mediante **semirremolques**, hasta su **trasiego** a los **auto-tanques**, **recipientes transportables** y **recipientes montados en vehículos automotores** se realiza mediante el **sistema de trasiego**. 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 trasiego se efectuará en un rango de 7 a 10 kg/cm^2 .

Tabla I.9. Presión mínima de trabajo de las tuberías en la Planta de Distribución de Gas L.P.

Trayecto	Presión kg/cm^2		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	
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 a la toma de carburación (Autoconsumo)	7-10	21.0	Ambiente
Del tanque al múltiple de llenado	7-10	21.0	Ambiente

Por lo que básicamente la presión del GLP está en función de la temperatura, por lo que se esperaría un rango de presión de acuerdo a las temperaturas reportadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número **00031036 Valladolid periodo 1951-2010**.

- Temperatura máxima normal (anual): 33.9°C
- Temperatura media normal (anual): 27.2°C

- Temperatura mínima normal (anual): 20.6°C

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

- Presión de vapor en función de la $T_{\text{máx}}$: 6.9880 bar
- Presión de vapor en función de la T_{med} : 5.8620 bar
- Presión de vapor en función de la $T_{\text{mín}}$: 4.8876 bar

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

- Tomas de recepción (descarga de **semirremolques**).
- Tomas de suministro (suministro a **auto-tanques**).
- Toma de carburación de autoconsumo.
- Zona de almacenamiento (un recipiente de almacenamiento con capacidad de 150,000 litros agua al 100 %).
- Muelle de llenado (llenado de **recipientes transportables** de **GLP**).

Estado físico de la sustancia que se manejará 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 cuenta 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 de la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. – propiedad de **SONIGAS, 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 y los recipientes transportables se considera que los flujos nominales de las bombas 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 al tanque de almacenamiento temporal al igual que el flujo de gas líquido de retroceso producto del by-paseo de las bombas durante el suministro.

En otras palabras, la actividad que se realizará en la planta de Distribución de Gas L.P. es un proceso que operará 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, vehículos automotores del público 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:

I.3.1. Especificación del cuarto de control.

La planta divide su carga en 3 renglones principales:

2A	Fuerza para servicio del sistema contra incendio con una carga de 40,600 watts y un factor de demanda del 100%, lo que significa:	40,600 W
2B	Fuerza para operación de la Planta con una carga de 60,372 watss y un factor de demanda del 80%, lo que significa	48,297.6 W
2C	Alumbrado con una carga de 39,112 watts y un factor de demanda del 60%, lo que significa	23,476 W

- Fuente de alimentación

La alimentación eléctrica se obtiene de la línea de alta tensión de CFE que pasa por enfrente del terreno, con una tensión de 13.2 KV y de la que se toma 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 postes de concreto C-11-450 equipados con estructuras "T", rematando en un poste C-11-700 en el cual está instalada mediante plataforma el transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y apartarrayos autovalvulares 12 V, 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.

Por el lindero Oeste del terreno de la planta, se tienen tableros, próximos a la acometida. Estos tableros están formados por interruptores, arrancadores y tableros de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1 y ostentan los siguientes componentes:

No. De tablero	Componentes
1	- Cuatro combinaciones de interruptores de 3x50 Amps. con arrancador a tensión plena para motor de 10 H.P. (B-1, B-2, B-4 y B-5) - Una combinación de interruptor de 3x30 Amps. con arrancador a tensión plena para motor de 5 H.P. (B-3) - Una combinación de interruptor termomagnético de 3x100 Amps con arrancador magnético a tensión plena para motor de 25 H.P. (C-1)
2	- Una combinación de interruptor de 2x15 Amps con arrancador a tensión plena para basculas. - Una combinación de interruptor de 3x30 Amps con arrancador a tensión plena para alumbrado en zonas de trasiego.
3	- Una combinación de interruptores de 3x80 Amps con arrancador a tensión plena para alumbrado perimetral, alarma, vigencia y cuarto de tablero eléctrico. - Una combinación de interruptor de 3x100 Amps. con arrancador a tensión plena para alumbrado de oficinas - Una combinación de interruptor de 3x50 Amps. con arrancador a tensión plena para taller mecánico automotriz y bodegas, área de lavado automotriz, bodega y taller de mantenimiento de recipientes transportables. - Una combinación de interruptor de 3x100 Amps. con arrancador a tensión plena para aires acondicionados.

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 **Sonigas, 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 ha considerado los siguientes aspectos como parte de los sistemas de aislamiento:

Sistema general de conexión 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 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 mediante zapata mecánica atornillada al cuerpo del equipo son los siguientes:

- Recipiente de almacenamiento temporal.
- Bombas del sistema de trasiego (B-I, II, III, IV, V).
- Compresor del sistema de trasiego (C-I).
- Marcos metálicos de las tomas de recepción, suministro y carburación.
- Tuberías.
- Estructuras metálicas.
- Básculas de llenado y báscula de repeso.
- Transformador eléctrico.
- Tablero eléctrico.

También se incluye la conexión a tierra del **recipiente de almacenamiento**, tomas de recepción, suministro y de carburación de autoconsumo se cuenta con un cable para efectos de aterrizar las unidades que estén siendo suministradas (**auto-tanques** o **vehículos de reparto**) o descargadas (**semirremolques**).

Además como medida de seguridad ante las descargas eléctricas provenientes de los rayos, la planta cuenta con apartarrayos auto valvulares para 12 kV

Pintura como medio de protección contra la corrosión.

Todos los equipos y accesorios utilizados para el trasiego de Gas L.P., son resistentes a la acción de este hidrocarburo y adecuados para la presión y temperatura que se indica en esta norma. Se encuentran 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 sólo se realizarán 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 la 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 esperaría puesto que éste se vaporizaría 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, **Sonigas, S.A. de C.V.** deberá considerar 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.

I.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 la Planta de Distribución de GLP propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. ubicada en Predio No. de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste, C.P. 97782, Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán.

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 considerarán 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 describirán 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 GLP.

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 hallarán 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 determinará 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 identificarán 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 describirán las características de los escenarios posibles 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 la *instalación*, así como a los procedimientos de las operaciones de trasiego que se realizan en la planta se llevará 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 Whatif...? se clasificarán 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 Gas LP (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 empleará el método cuantitativo conocido como **Análisis de Árbol de Fallas** para la caracterización de los eventos más probables, 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 realizará la evaluación de las consecuencias, en donde se calculará 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**

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 **SONIGAS GAS, S.A. de C.V.** y que por consecuencia dé lugar a un análisis exitoso.

Es importante considerar que la empresa **SONIGAS GAS, S.A. de C.V.** pretende operar una planta de distribución de GLP la cual va a ser suministrada por medio de semirremolques, con una capacidad de almacenamiento temporalmente GLP a través de un recipiente de 150,000 litros 100 % agua, para finalmente suministrarlo a través de auto-tanques y recipientes transportables.

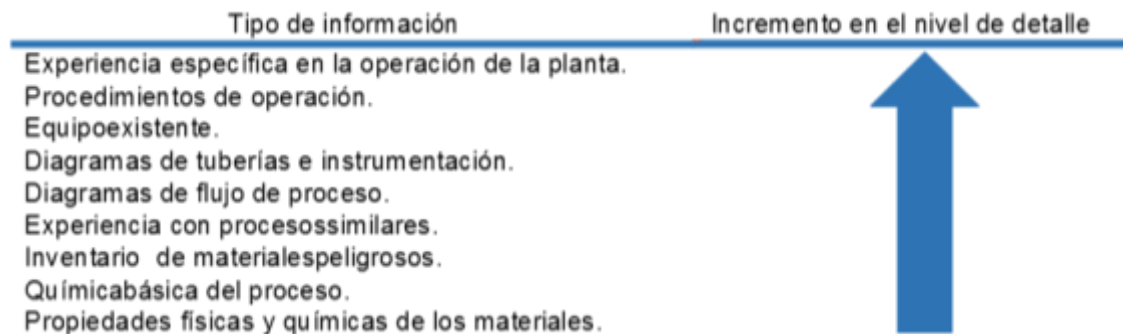
Es por lo cual que en cumplimiento de los artículos 28, 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y conforme a lo indicado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 4 de mayo de 1992 en el Diario Oficial de la Federación, la empresa pretende 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 Sonigas, S.A. de C.V. en las actividades de distribución de GLP.

Otro aspecto a considerar es que 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. La administración de riesgos se realizará a través de la implementación del 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 SONIGAS, pretende operar la planta de distribución de Gas L.P.

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 de GLP, propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. se cuenta con lo siguiente:

- Memorias técnico justificativas.
- Planos: civiles, mecánicos, eléctricos y del sistema contra incendio.
- Trámite de trabajos de construcción, emitido por la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Valladolid, Yucatán. Fechado el 21 de septiembre de 2016.
- Permiso de obra de construcción de gasera, oficio No. DUYOP-01343-16, emitido por la Dirección de Desarrollo Urbano y de Obras Públicas del H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Yucatán fechado el 29 de septiembre de 2016.
- Permiso de obra de construcción de barda, oficio No. DUYOP-01344-16, emitido por la Dirección de Desarrollo Urbano y de Obras Públicas del H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Yucatán fechado el 29 de septiembre de 2016.
- Título de Permiso de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución Núm. LP/19918/DIST/PLA/2017, emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 02 de marzo de 2017.
- Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por una superficie de 0.7666 hectáreas para el desarrollo del proyecto denominado “Instalación y Operación de una Planta de Distribución de Gas L.P. en Valladolid, Yucatán”, oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/0896/2018, bitácora 09/DSA0002/12/17. Emitido por la Dirección General de Gestión Comercial el 25 de enero de 2018.
- Resolutivo precedente en Materia de Impacto Ambiental, oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018. Emitido por Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos el 10 de abril de 2018.
- Acuse de recepción del Registro de la Confirmación del Sistema de Administración para la Distribución de Gas L.P. y/o Petrolíferos, No. De tramite ASEA-01-006-00005-2019. Emitido por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos con fecha del 10 de enero de 2019.
- Solicitud de información adicional de la Manifestación Ambiental modalidad Particular (MIA-P) y el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), oficio ASEA/U8GSIVC/DGGC/1973/2019, expediente 31YU2018G0054 y bitácora 09/DMA0228/12/18. Emitido por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos el 26 de febrero de 2019.
- Oficio 117.-DGISOS.222/2019 de la Evaluación de Impacto Social (EVIS), emitido por la Dirección General de Impacto Social y Ocupacional Superficial fechado el 23 de septiembre de 2019.
- Resolución Núm. RES/1458/2019 por la modificación del permiso de distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución LP/19918/DIST/PLA/2017 por el aumento de capacidad, emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 29 de noviembre de 2019.
- Licencia de uso de suelo oficio DU-04889-21. Emitida por el H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Estado de Yucatán (Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías Terrestres) con fecha del 08 de febrero de 2021.
- Dictamen de verificación de instalaciones eléctricas No. DVNP12-2019-UVSEIE 477-A/000124, en conformidad con la NOM-001-SEDE-2012, emitido por la Unidad de Verificación en Instalaciones Eléctricas Ing. Felipe Ángel Luna López, No. De Registro UVSEIE 477-A con fecha del 25 de julio de 2019.

- Dictamen Técnico 001/PLA.001/VALLADOLID/2021, en cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 “Planta de distribución de gas L.P., Distribución, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación, emitido por la UVSELP 036-C, emitido por el Ing. Luis Miguel Bucio Angeles, con fecha de 04 de enero de 2021.
- Orden de visita de inspección, No. De expediente ASEA/USIVI/DGSIVC/5S.2.1/964/2019, No. De oficio ASEA/USIVI/DGSIVC/5S.2.1/GLPPLA/YUC/OI-7463/2019. Emitido por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos fechada el 01 de octubre de 2019.
- Acta circunstanciada de inspección No. ASEA/USIVI/DGSIVC/5S.2.1/GLPPLA/YUC/VNPO-AC-7463/2019, emitida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos fechada el 09 de octubre de 2019.
- Resolución ASEA Oficio no. ASEA/USIVI/DGSIVC-A1/1260/2020 con no. De expediente ASEA/USIVI/DGSIVC/SS.2.1/964/2019 con fecha del 3 de septiembre del 2020.
- Oficio no. ASEA/UGSIVC/DGGC/12865/2020 emitido por la Dirección General de Gestión Comercial de fecha 18 de diciembre del 2020.
- Históricos de accidentes en instalaciones similares.
- Estudios de riesgo en instalaciones similares.

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.

La Planta de Distribución de GLP, cuenta con las siguientes áreas operativas, en las cuales se llevarán a cabo operaciones de trasiego y guarda temporal de GLP siendo éstas las siguientes:

- **Tomas de recepción semirremolques:** en ésta se lleva 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-1.
- **Área de almacenamiento:** Cuenta con un recipiente para la guarda temporal de GLP con capacidad de 150,000 litros al 100 % agua.
- **Área de suministro a auto-tanques:** se realiza el trasiego de GLP del tanque de almacenamiento a auto tanques. Se dispone de un par de tomas de suministro de líquido para efectos de realizar el llenado mediante bomba de auto-tanques es decir con la B-I y II.
- **Toma de carburación (suministro a vehículos automotores):** se dispone de una boca toma para realizar el suministro de Gas L.P. a vehículos automotores del público en general. El Gas L.P. se suministra en fase líquida con el uso de la bomba B-III a través de un dispensario.
- **Muelle de llenado:** finalmente se cuenta con una zona en la cual se realiza la revisión, llenado y sellado de los recipientes transportables con la finalidad de llevar a cabo la venta del GLP. El llenado se realiza por medio de la bomba IV y V.

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

- **Sistema contra incendio.** Está compuesto por una cisterna 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 12 kV.
- **Cuarto eléctrico.** Se dispone de 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.** Estará conformado por un compresor de aire que suministra aire a para la apertura o cierre de las válvulas con actuadores neumáticos.
- **Sistema de vaciado de recipientes transportables.** Esta planta cuenta con un sistema de vaciado de recipientes transportables, el cuál consta de un tanque tipo estacionario con capacidad de 500 L de agua, ubicado junto al muelle de llenado, cuenta con los aditamentos necesarios para control de vaciado. El sistema de vaciado de recipientes está constituido por un múltiple de tres salidas, conectadas al tanque antes mencionado, y está colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente, ubicado todo esto en la esquina Suroeste del muelle de llenado.
La tubería del sistema de vaciado de recipientes transportables, son de acero cedula 80 para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm² como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple al tanque estacionario de 32 mm (1¼") de diámetro. Las mangueras que se usarán serán especiales para Gas L.P., construidas de nitrilo negro, hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y ruptura a 140 kg/cm².

De igual manera se cuenta con espacios delimitados como estacionamientos, además de zonas de circulación en el interior de la instalación, así como oficinas administrativas además de servicios sanitarios y los respectivos accesos para el ingreso y salida a la misma.

Tipo de proceso y naturaleza del peligro.

En resumen, las actividades que se llevarán a cabo en la planta de distribución de GLP se limita al ***trasiego y almacenamiento temporal de GLP***, contemplando que el GLP llega a la planta a través de semirremolques. Asimismo, el GLP es 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 encargó 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 enfocó 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):

Motivación

- Evaluación nueva.
- Evaluación periódica.
- Revalidación de una evaluación previa. ✓
- Requerimiento especial.

Tipo de resultados

- Lista de peligros. ✓
- Detección de peligros. ✓
- Lista de problemas/incidentes. ✓
- Elementos de acción.
- Análisis previo a un análisis de riesgo cuantitativo. ✓

Información del proceso

- Materiales. ✓
- Química.
- Inventario. ✓
- Experiencia similar. ✓
- Diagramas de flujo de proceso. ✓

- Diagramas de tuberías e instrumentación.
- Proceso existente. ✓
- Procedimientos. ✓
- Historia operativa. ✓

Complejidad/tamaño:

- Simple ✓/complejo.
- Pequeño ✓/grande.

Características del proceso

Naturaleza del peligro:

- Toxicidad.
- Inflamabilidad. ✓
- Explosividad.
- Reactividad.
- Radioactividad.
- Corrosividad.
- Explosión de polvos.
- Peligro físico.
- Otro.

Tipo de proceso:

- Químico.
- Físico. ✓
- Mecánico.
- biológico.
- Eléctrico.
- Humano.
- Por computadora.

Tipo de operación:

- Instalación fija. ✓
- Transporte.
- Instalación temporal.
- Distribución. ✓
- Expendio.
- Continua.
- Batch.
- Semi-batch. ✓

Situación/incidente de preocupación:

- Falla única. ✓
- Fallas múltiples. ✓
- Pérdida de contención
- Pérdida de función.
- Contratiempo en el proceso.
- Error humano. ✓
- Error de hardware.
- Error de software.

**Percepción de riesgo
y experiencia**

Cantidad de experiencia:

- Grande. ✓
- Poca.
- Ninguna.
- Sólo con procesos similares.

Relevancia de la experiencia:

- Sin cambios.
- Pocos cambios. ✓
- Muchos cambios.

Experiencia en incidentes:

- Regular. ✓
- Poca.
- Mucha.
- Ninguna.

Riesgo percibido:

- Alto.
- Medio. ✓
- Bajo.

**Recursos y
preferencias**

- Disponibilidad de personal capacitado. ✓
- Requerimientos de tiempo. ✓
- Requerimientos de financiación.
- Preferencia de análisis y gestión.

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 la planta como:

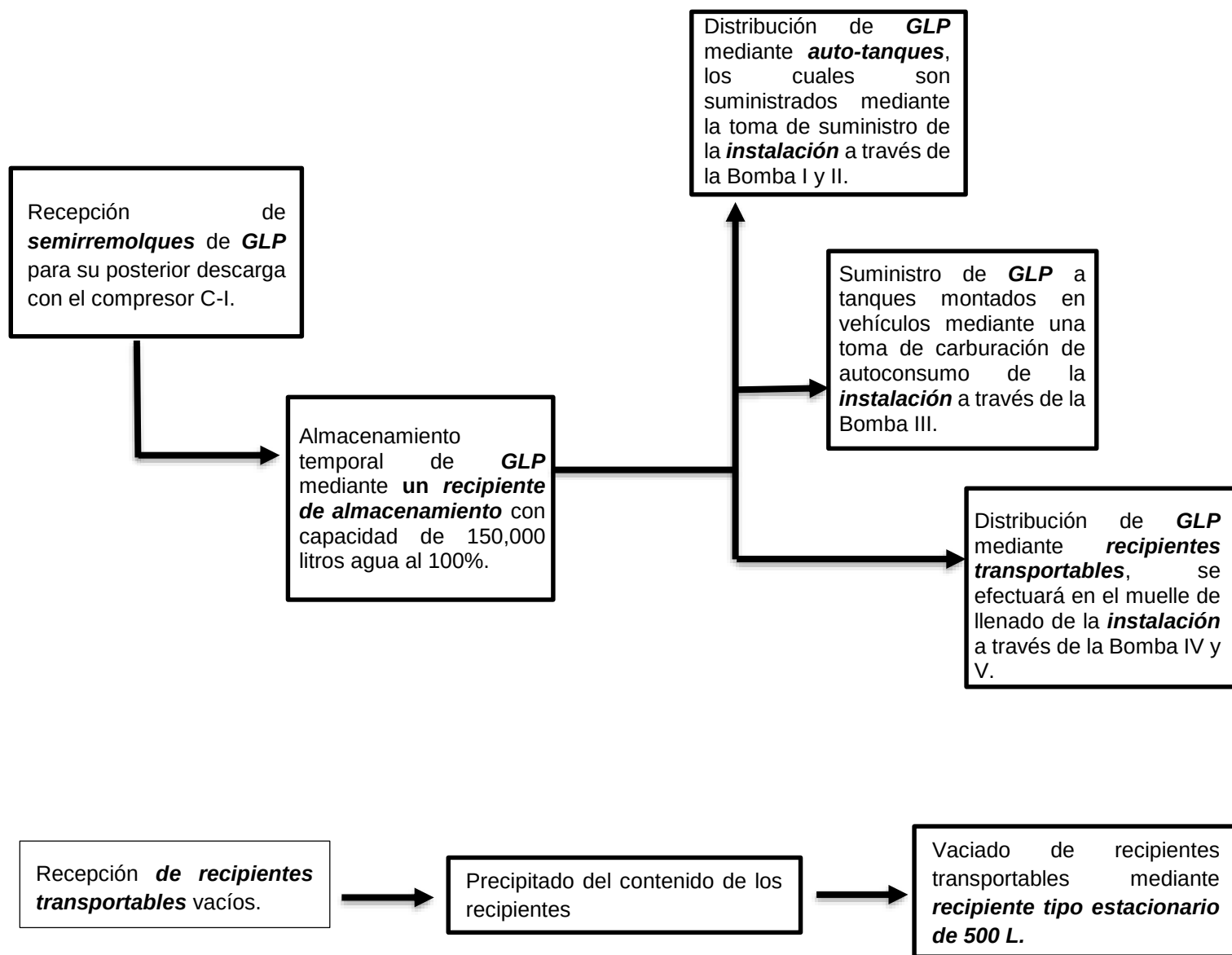
- Aspectos operacionales (actividades rutinarias y no rutinarias).
- Errores humanos.
- Fallas de sistemas.
- Desviaciones a las condiciones normales/máximas/mínimas de diseño.
- Actividades de arranque, paro normal y paro de emergencia.
- Falla o interrupción de servicios.
- Tipos de materiales de construcción.
- 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 manejada en la Planta es el Gas Licuado de Petróleo, el cual llega a la planta por medio semirremolques para posteriormente será almacenado temporalmente en un recipiente de tipo cilíndrico horizontal con capacidad de 150,000 al 100 % agua. Las 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 4 de la mencionada se encuentran las especificaciones de diseño y construcción, mientras que el punto 5 se especifican 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 ambos puntos 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.



1.4.2.2 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 una planta de distribución de Gas L.P.

Tabla I.10. 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			Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos, están pavimentadas a base de asfalto y concreto armado, cuentan con las pendientes apropiadas para desalojar el agua pluvial.
	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. La zona de circulación y los estacionamientos de los autotankes y vehículos de reparto cuentan como mínimo una terminación superficial consolidada.	X			Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos, están pavimentadas a base de asfalto y concreto armado, cuentan con las pendientes apropiadas para desalojar el agua pluvial.
		X			
	b Las zonas de circulación tienen una amplitud mínima de 3.5 m para que el movimiento de vehículos sea seguro.	X			El piso de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.
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	El terreno que ocupa la Planta está delimitado por sus linderos Norte, Sur, Este y Oeste, con barda de block de concreto de 3.00 metros de altura. Por el lindero Sur a 217.76 m aproximadamente, respecto al límite de la Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra el Periférico Noreste.
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 costado 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	
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-tankes, están libres de obstrucciones que dificulten el paso de vehículos y personas.	X			Por la esquina donde concuerdan los linderos Este y Sur del terreno que ocupa la Planta, se cuenta con una puerta de 8.00 metros de ancho, la cual es utilizada para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa. Por el mismo lindero el lindero Este se cuenta con otra puerta de 8.00 metros de ancho, la cual es usada como salida de emergencia; las puertas son en su totalidad metálicas ciegas.
5.3.2.2	Las puertas de los accesos no presentan daños que impidan su funcionamiento.	X			
4.2.1.4.1.2	El claro mínimo de las puertas para vehículos es de 6 m.	X			

Tabla I.10. 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
4.2.1.4.1.3	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 serán metálicas.			X	Por la esquina donde concuerdan los linderos Este y Sur del terreno que ocupa la Planta, se cuenta con una puerta de 8.00 metros de ancho, la cual es utilizada para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa. Por el mismo lindero el lindero Este se cuenta con otra puerta de 8.00 metros de ancho, la cual es usada como salida de emergencia; las puertas son en su totalidad metálicas ciegas.
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 contará con al menos una salida de emergencia que conduzca a un lugar que facilite el desalojo de vehículos, personas o ambos.	X			
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 con que están construidas las edificaciones son en su totalidad incombustibles, ya que sus techos son de losa de concreto, paredes de tabique y cemento, 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			Se cuenta con taller de servicio mecánico automotriz que se ubica por la esquina donde concuerdan los linderos Norte y Oeste; dicho taller está habilitado para realizar reparaciones menores y dar servicio de mantenimiento a los vehículos de reparto.
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	

Tabla I.11. 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 recipiente de almacenamiento, se tiene una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo; la escalera es vertical con protección "marina" (para evitar la caída de las personas que la utilicen), para tener acceso a la parte superior del mismo. También se cuenta con una escalera metálica al frente del recipiente, que es de plano inclinado con barandal pasamos, con plataforma metálica y barandal perimetral, misma que es utilizada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del 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 de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta 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 de almacenamiento está montado sobre bases de concreto armado, de tal forma que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación; entre la placa de refuerzo y la base se cuenta con material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad en la placa de refuerzo del recipiente
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			
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			El recipiente de almacenamiento cuenta con un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro

Tabla I.11. 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			El tanque de almacenamiento cuenta con un manómetro Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm ² de 6.4 mm (1.5") de diámetro de carátula.
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 se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora.
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 si cuentan 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 cuenta con dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (¼") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
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 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			
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 cuenta con una conexión soldada al recipiente para cable a "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			
5.4.2.2	El recubrimiento exterior de los recipientes de almacenamiento no presenta deterioros como abolsamientos, agrietamientos, desprendimientos o discontinuidades.	X			

Tabla I.12. 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			Las bombas y el compresor, junto con su motor, se encuentran cimentados en base metálica, las que es a su vez se encuentran fijadas por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.
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.	-	-	-	Durante la visita no se pudo constatar el correcto funcionamiento de la válvula de retorno.
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			
	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			El compresor se encuentra conectado a tierra.

Tabla I.13. Tomas de recepción, suministro y carburación.

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			
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, suministro y carburación de autoconsumo, cuentan con separador mecánico (pull-away)
4.2.2.9.1.3.1.4	Si cuentan con puntos de fractura la descarga de GLP está dirigida hacia arriba.	X			
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			Se cuenta con válvulas de cierre rápido o válvulas de globo.
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			Se cuenta con un indicador de flujo con función de no retroceso.
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 toma 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			
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			
4.2.2.9.4	En la toma de carburación de autoconsumo, la manguera es de un diámetro nominal de 2.54 cm (1") tiene longitud no mayor a 8 m y en su extremo libre cuenta con una válvula de cierre rápido con seguro.	X			
4.2.2.9.4.3	La toma de carburación de autoconsumo cuenta con un medidor volumétrico que tiene una válvula de presión diferencial.		X		

Tabla I.14. Muelle de llenado, área de carga y descarga de recipientes transportables de la planta.

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.1.15.1	La planta de distribución cuenta con muelle de llenado.	X			
4.2.1.15.3	El muelle de llenado cuenta con plataforma, rellena y con piso revestido de concreto.	X			El muelle de llenado de recipientes transportables, está construido en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre estructura metálica; su piso es de concreto armado con terminación perimetral frontal de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la generación de chispas causadas por los vehículos de reparto que tienen acceso al mismo.
5.3.5	En el piso de la plataforma del muelle de llenado no existen irregularidades con profundidad o altura mayor a 5 cm en un área no mayor de 0.62 m ² en un metro cuadrado.	X			
4.2.1.15.4	El muelle de llenado de recipientes transportables cuenta con techo de material incombustible que cubra toda su área.	X			
4.2.1.15.5, 4.2.1.16.6	Cuenta con mamparas de material incombustible, las cuales tienen ventilas en la parte inferior con un área no menor de 0.8 m ² por metro lineal del muro o mampara y las ventilas inician en el NPT de la plataforma.			X	
4.2.2.6.1	La tubería que forma el múltiple de llenado está soportada firmemente.	X			
4.2.2.6.2	El múltiple de llenado cuenta con manómetro y con una válvula de operación manual a la entrada.	X			
4.2.3.9	El múltiple de llenado está conectado a tierra	X			
4.2.2.6.3.1	Cada llenadera cuenta con una válvula de globo de cierre manual que permite efectuar el cambio de la manguera y está provista con una válvula de cierre rápido, punta tipo POL o pistola de llenado.	X			Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica 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.
4.2.2.6.3.2	La punta POL o la pistola de llenado son de material ferroso, ésta no llega al piso.	X			
4.2.2.6.3.3	Cada llenadera cuenta con un dispositivo automático de llenado que acciona una válvula de cierre al llegar al peso predeterminado.	X			
5.4.8	El dispositivo automático que controla el llenado funciona correctamente y no presenta fugas.	X			

Tabla I.14. Muelle de llenado, área de carga y descarga de recipientes transportables de la planta. (Continuación)

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.7.1	Las básculas de llenado tienen una resolución de 100 g o menor.	X			Sobre el muelle de llenado se tienen instaladas cuatro básculas del tipo de plataforma con capacidad de 300 kg cada una, con una resolución de 50 g.
4.2.2.7.2	Cuenta con una báscula de repeso por cada 14 llenaderas o fracción, la báscula es de indicación automática y una resolución de 100 g o menor.	X			Se cuenta en el muelle de llenado con una báscula del tipo de plataforma con caratula digital de lectura automática, para repeso de recipientes transportables, conectada a "tierra" y tiene una capacidad de 300 kg con una resolución de 50 g.
4.2.2.7.3	Las básculas de llenado y de repeso están conectadas a tierra.	X			
4.2.1.16.1	La planta cuenta con un área de carga y descarga de recipientes transportables.	X			
4.2.1.16.2	En el área de carga y descarga de recipientes transportables cuenta con plataforma, rellena y piso revestido de concreto.	X			En el muelle de llenado por el lado Sur, se ubica el área destinada para la operación de descarga de los recipientes transportables; por el lado sur del muelle se ubica el área destinada para la carga de los recipientes transportables a los vehículos de reparto.
5.3.6	En el piso de la plataforma del área de carga y descarga de recipientes transportables no existen irregularidades con profundidad o altura mayor a 5 cm en un área no mayor de 0.62 m ² en un metro cuadrado.	X			
4.2.1.16.5	El área de carga y descarga de recipientes transportables cuenta con techo de material incombustible y tiene una altura mínima de 2.7 m sobre el NPT de la plataforma.	X			
4.2.1.16.3	Los bordes del área de carga y descarga de la plataforma están protegidos con materiales sintéticos ahulados o madera y los medios para fijar la protección, tales como tornillos, flejes, abrazaderas, etc., los cuales no sobresalen del material de protección	X			
4.2.1.16.4	El piso del área de carga y descarga presenta un desnivel de ± 20 cm con respecto a la plataforma de los vehículos de reparto, se utilizan medios que igualen los niveles y permiten el manejo seguro de los recipientes transportables entre la plataforma del vehículo y el área de carga y descarga.	X			

Tabla I.15. Tuberías, sistema eléctrico, válvulas y medios de protección de la planta.

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 se encuentran pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de color blanco las conductoras de gas-líquido, blanco con banda de color verde las que retornan gas-líquido a los recipientes de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, rojas las que conducen agua del sistema contra incendio y azul las que conducen de aire comprimido.
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 atrapamiento de este, entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm ² , capacidad de descarga de 22 m ³ /min y son de 13 mm (½") 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	
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			Se cuenta con el dictamen de verificación de instalaciones eléctricas No. DVNP12-2019-UVSEIE 477-A/000124, emitido por la Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas UVSEIE 447-A, Ing. Felipe Angel Luna López con fecha del 25 de julio de 2019.
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.	-	-	-	
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			

Tabla I.16. Sistema de contra incendio y extintores

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			La planta cuenta con una cisterna de seguridad de 105.00 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			✓ Una bomba acoplada a motor de combustión interna de diésel de 85 H.P. y gasto de 3,000 L.P.M. a 6 kg /cm ² . ✓ Una bomba acoplada a motor eléctrico de 50 H.P. y gasto de 2,850 L.P.M. a 6 kg/cm ² .
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			El recipiente cuenta con tres tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba del recipiente, que se derivan de una tubería central transversal de 101 mm (4") de diámetro. El rociado es mediante las boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de las tuberías, colocando 52 boquillas en total para el riego del recipiente. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm ² .
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			

Tabla I.16. Sistema de contra incendio y extintores (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			Se cuenta con cuatro hidrantes los cuales cubren al 100% las áreas de trasiego de GLP.
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	
	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			La planta de distribución cuenta con extintores de de polvo químico seco (P.Q.S.) del tipo ABC de 9 kg, dos extintores de CO ₂ de 9 kg y un extintor de carretilla de 60 kg.
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			Están colocados a una altura máxima de 1.50 m máxima y mínima de 1.20 m medidas del piso a la parte más alta del extintor
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			Se cuenta con un gabinete debidamente señalizado, que contiene el equipo de protección personal para dos personas. Que consiste en: casco con protección facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero.

Tabla I.17. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014

Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014				
4.2.4.3.1.1	Distribución de extintores:				
	Ubicación	Cantidad	Cumple	No cumple	No aplica
	Tomas de recepción	1 por cada toma	X		
	Tomas de carburación de autoconsumo	1 por cada toma	X		
	Tomas de suministro	1 por cada toma	X		
	Muelle de llenado para recipientes transportables	1 por cada 5 llenaderas	X		
	Fuente de calor del sistema de sellado	1			X
	Zona de almacenamiento	1 por cada recipiente	X		
	Bombas y compresores para Gas L.P.	1 por cada equipo	X		
	Bombas para agua contra incendio	1 por cuarto de bombas	X		
	Generador de energía eléctrica	1			X
	Talleres	1 por taller	X		
	Almacenes	1 por almacén	X		
	Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	1 por cada 10 cajones o fracción	X		
	Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta de distribución	1 por cada 15 cajones o fracción	X		
	Sistema de vaciado de Gas L.P.	1	X		
	Patín de recepción	1			X
	Caseta del patín de recepción	1 en cada entrada			X
	Caseta de vigilancia	1	X		
	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.18. 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.19. 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			Título de Permiso de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución Núm. LP/19918/DIST/PLA/2017, emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 02 de marzo de 2017.
	Aviso de inicio de operaciones.			X	Aun no se encuentra en operación la Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V."
	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			
	Autorización de la DGGLP para realizar modificaciones al diseño básico de la planta.			X	
	Certificado de fabricación del recipiente de almacenamiento o dictamen de evaluación conforme a la NOM-013-SEDG-2002.	X			El tanque de almacenamiento fue fabricado en julio de 2018, por ello, en 2028 Sonigas, S.A. de C.V. deberá obtener el dictamen de evaluación conforme a lo establecido en dicha norma.
	Dictamen vigente de conformidad con la NOM-001-SESH-2014.	X			Dictamen Técnico 001/PLA.001/VALLADOLID/2021, en cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Planta de distribución de gas L.P., Distribución, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación, emitido por la UVSELP 036-C, emitido por el Ing. Luis Miguel Bucio Angeles, con fecha de 04 de enero de 2021.
	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	
5.2	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	
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			

Tabla I.19. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014 (Continuación)

Numeral de la NOM	Buenas prácticas de ingeniería en las plantas de distribución de GLP.	Sí	No	No aplica	Más información
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		El tanque cuenta con un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro
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			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 considera protección ignífuga en las bases de los recipientes de almacenamiento.		X		
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 la Planta de Distribución de GLP – propiedad de **Sonigas, 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.

- 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 deberá 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.

- **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 flotará 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.

- **Cantidad de GLP almacenada.**

Se ha definido que el GLP es la única sustancia que será empleada en el proceso operativo en la **Planta de Distribución de GLP**, propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. Este combustible será almacenado en un tanque de 150,000 litros al 100 % agua, instalado en la planta de distribución.

Sin embargo, por buenas prácticas, así como por seguridad, sólo se almacenará el GLP al 80% de su capacidad total de almacenamiento, es decir que el tanque se encontrará a un volumen máximo de 71,216 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 desarrollarán, 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.20 Condiciones de operación

Trayecto	Presión kg/cm²		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	
De la toma de recepción de semirremolques al tanque de almacenamiento.	7 - 10	21	Ambiente
Del tanque a la toma de suministro de auto-tanques	7-10	21	Ambiente
Del tanque a la tomas de carburación de autoconsumo	7-10	21	Ambiente
Del tanque al muelle de llenado.	7-10	21	Ambiente

Por lo anteriormente expuesto se puede observar que será 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 de las instalaciones y vaciado de recipientes transportables puede representar peligros por su mal funcionamiento o posible falla del mismo. Entre los equipos considerados riesgosos se encuentran:

- Tanques de almacenamiento (uno).
- Compresor (uno).
- Bombas (cinco).

Vaciado de recipientes transportables

- Recipiente (uno)

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.

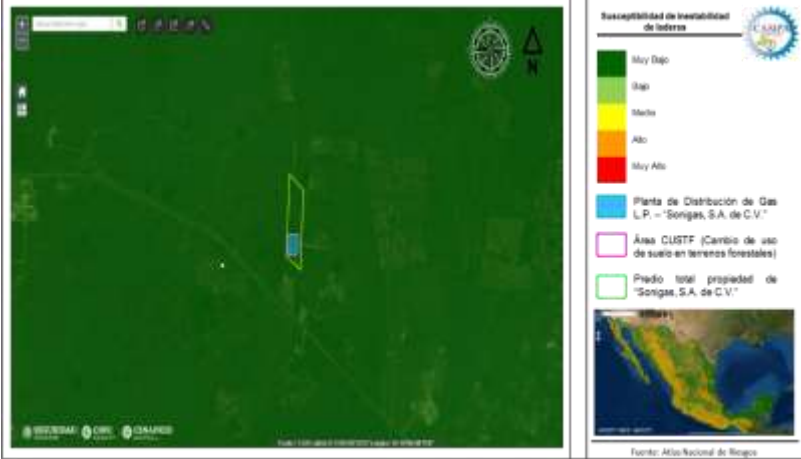
Asimismo, debido a las agresiones (desgastes, corrosiones, decadencias, etc.) a las que estarán expuestas diferentes partes de la instalación por su uso y por la acción de los factores internos (mantenimiento preventivo, correctivo, etc.) y externos (factores ambientales), se pueden producir averías 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 lleva 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.

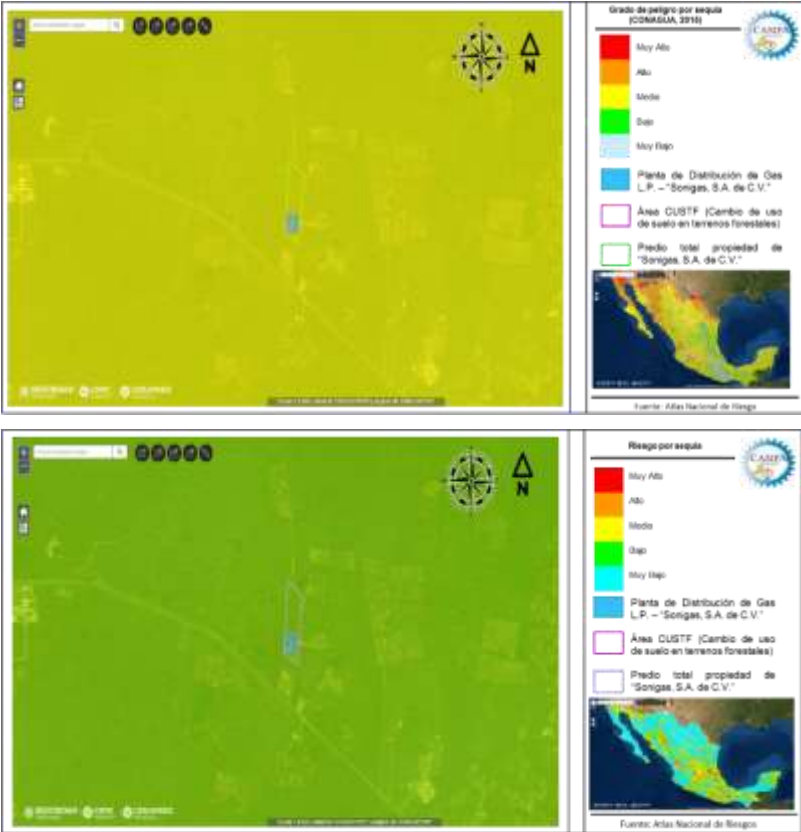
- **Otras condiciones.**

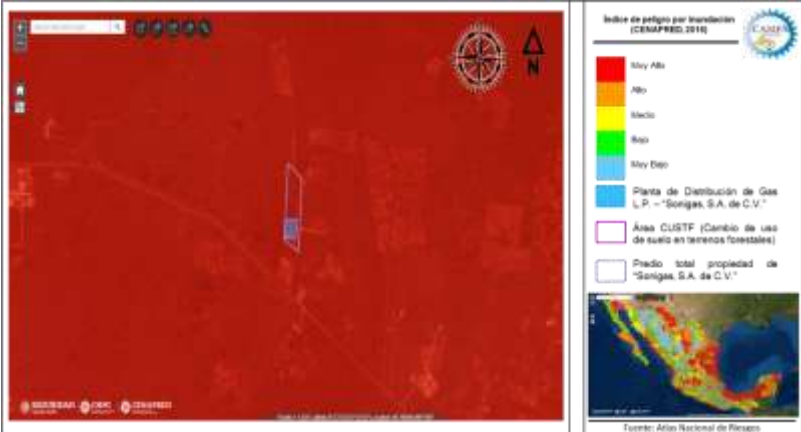
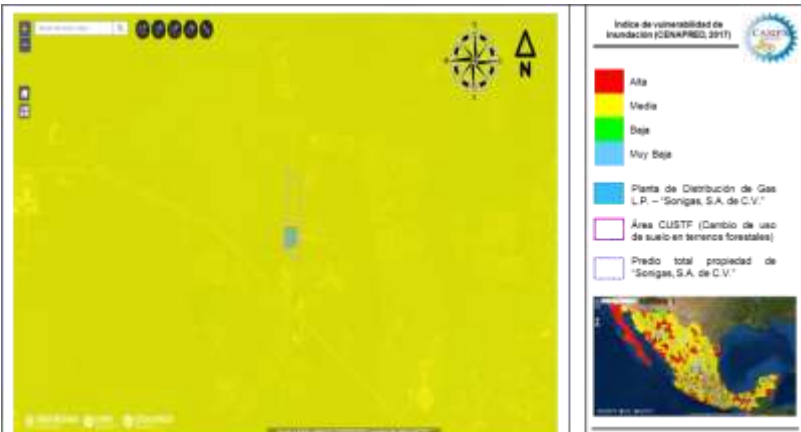
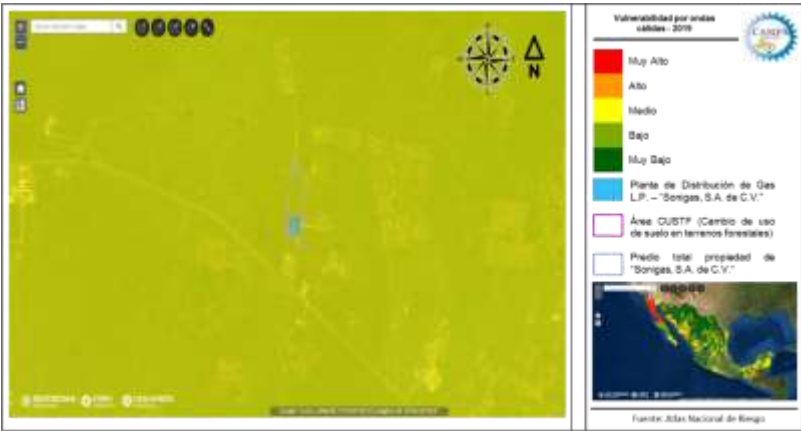
Existe una diversidad de factores que pueden hacer que los riesgos de una instalación sean mayores o menores, o de lo contrario potencializar sus posibles efectos. Entre estos factores se encuentran los sistemas y equipos de seguridad empleados, las características del entorno (medio físico, natural 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 reciban a través del entrenamiento y/o los simulacros.

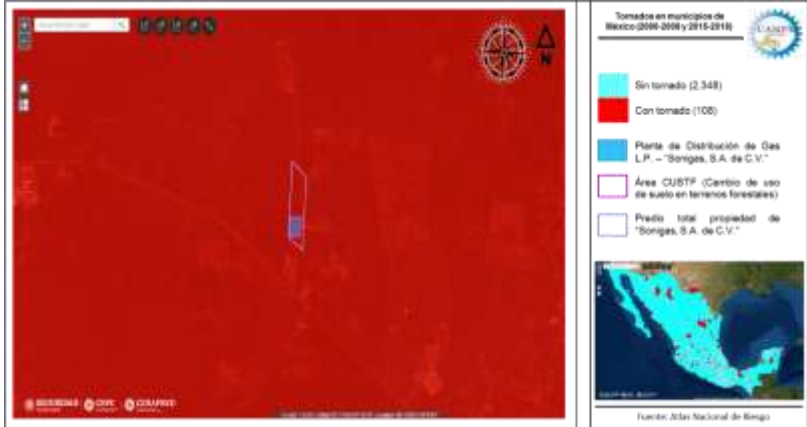
Reconocimiento y valoración de los daños probables por fenómenos de tipo geológico, hidrometeorológico, químico tecnológico, sanitario-ecológico y socio-organizativos.

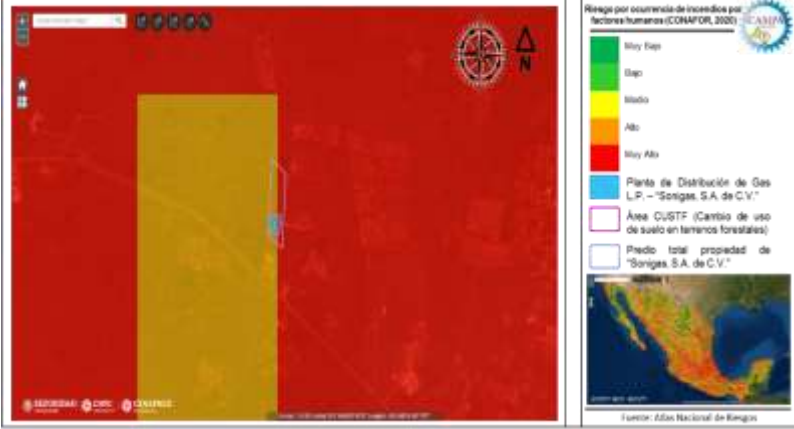
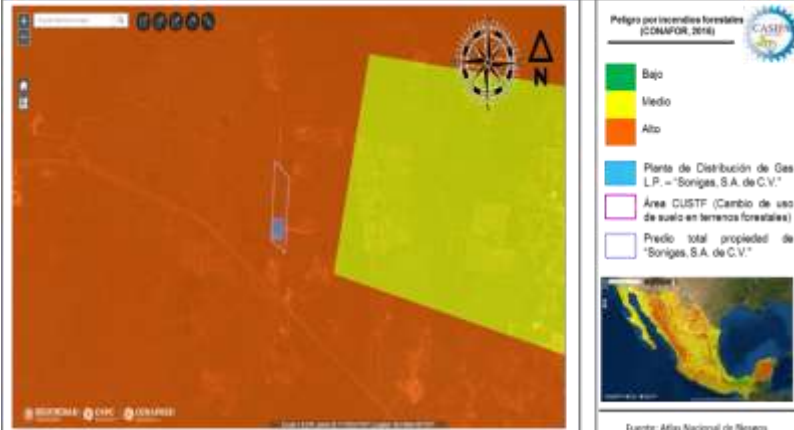
Con base en información extraída de las siguientes fuentes: base nacional de datos en línea denominada “Atlas Nacional de Riesgos”, editado por el Subsistema de información sobre riesgos, peligros y vulnerabilidad del CENAPRED; Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, 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 ubica la Planta de Distribución de Gas L.P.

Fenómenos de origen geológico			
Tipo de riesgo	Si	No	Descripción
Deslizamiento de laderas		X	En la zona donde se encuentra la Planta de Distribución de Gas L.P., se cataloga como una zona con “Muy Baja” susceptibilidad por laderas. 
Terremotos/sismos		X	La Planta de Distribución de Gas L.P. se localiza dentro de la zona A - Bajo de la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015), donde los registros históricos indican que no se han reportado sismos de gran intensidad y las aceleraciones del terreno que se podrían esperar serían menores al 10% del valor de la gravedad (g). 

Karst	X		La Planta de Distribución de Gas L.P. se ubican dentro de la zona clasificada como karst Península de Yucatán. El karst de Yucatán es un paisaje único cuyas características lo hacen ser un ambiente de gran interés geológico, hidrológico, biológico y económico (Estrada-Medina, et al. 2019). 
Fenómenos de origen hidrometeorológicos			
Tipo de riesgo	Si	No	Descripción
Sequías	X		La Planta de Distribución se encuentra en una zona clasificada con un riesgo "Bajo" y grado de peligro "Medio" por sequías. 
Tormentas eléctricas		X	La Planta de Distribución de Ga L.P. se encuentra en una zona catalogada con un riesgo "Muy Bajo" por tormentas eléctricas.
Tormentas de granizo		X	La Planta de Distribución de Ga L.P. se encuentra en una zona catalogada con un riesgo "Muy Bajo" por tormentas de granizo.

Tormentas de nieve		X	La Planta de Distribución de Ga L.P. se encuentra en una zona catalogada con un riesgo “Muy Bajo” por tormentas de nieve.
Inundaciones	X		La Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en una zona catalogada con un índice de peligro “Muy Alto” y un índice de vulnerabilidad “Medio” por sequías.  
Bajas temperaturas		X	La Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en una zona catalogada con un riesgo “Muy Bajo” por bajas temperaturas.
Ondas cálidas	X		La Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en una zona catalogada con un índice de vulnerabilidad “Medio” por ondas cálidas. 
Ciclones tropicales	X		El estado de Yucatán, así como el municipio de Valladolid por su ubicación y características geográficas, forman parte de una región

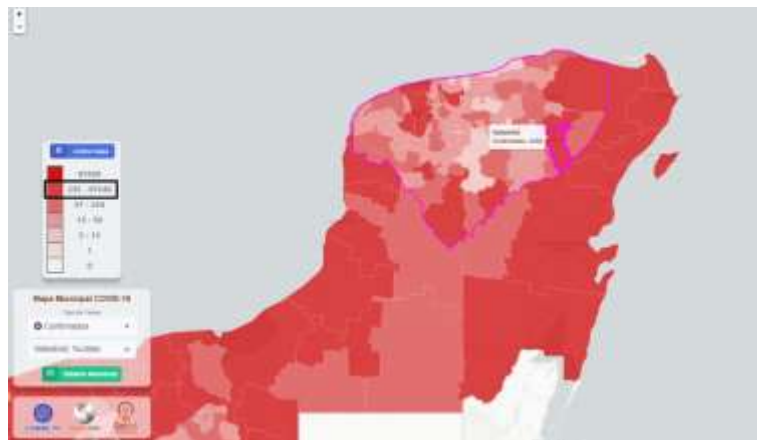
		expuesta a diversos peligros y riesgos naturales derivados de fenómenos que implican ocurrencia de desastres. Por otra parte, también algunas amenazas a las que se enfrenta el Estado son las numerosas ondas tropicales que se presentan anualmente en la zona y que provocan lluvias extraordinarias, así como algunas considerables inundaciones en la capital del Estado y comunidades de los municipios del Oriente y Sur de esta. En fechas recientes se han presentado los huracanes Isidore, Emily, Wilma y Dean, con vientos extremadamente fuertes y lluvias torrenciales que trajeron como consecuencia fuertes inundaciones y marejadas ciclónicas en áreas costeras las cuales fueron dañadas de forma significativa (Atlas de Peligros Naturales del Estado de Yucatán, 2007) (Atlas de Peligros Naturales de Valladolid, 2012). En la siguiente figura se muestran los huracanes que han afectado a la Península de Yucatán desde el año 1851, donde se ubican las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P. 
Tornados	X	La Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en una zona en la cual hay registros de tornados entre el año 2000 – 20008 y 2015 – 2018. 
Fenómenos de origen químico – tecnológico		
Tipo de riesgo	Si	No
		Descripción
Incendios forestales	X	De acuerdo a CONAFOR, 2020 la zona donde se encuentra la Planta de Distribución de Gas L.P. es catalogada con un riesgo “Muy Alto y Alto” por incendios forestales por factores humanos

			 Riesgo por ocurrencia de incendios por factores humanos (CONAFOR, 2006) Muy Bajo Bajo Medio Alto Muy Alto Planta de Distribución de Gas L.P. - "Sonigas, S.A. de C.V." Área CUSTF (Cambio de uso de suelo en terrenos forestales) Predio total propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V." Fuente: Atlas Nacional de Riesgos
			La Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra en una zona catalogada con un índice de peligro "Alto" por incendios forestales. (CONAFOR, 2016)  Peligro por incendios forestales (CONAFOR, 2016) Bajo Medio Alto Planta de Distribución de Gas L.P. - "Sonigas, S.A. de C.V." Área CUSTF (Cambio de uso de suelo en terrenos forestales) Predio total propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V." Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

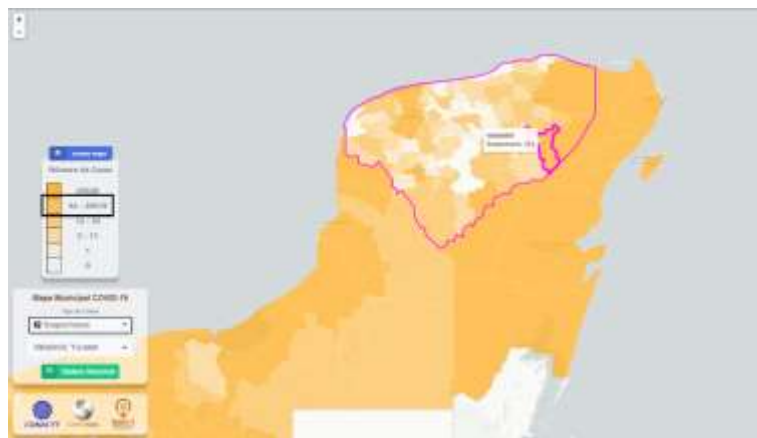
Fenomenos de origen sanitario – ecologico			
Tipo de riesgo	Si	No	Descripción
Contaminación de agua (Coliformes fecales)		X	La Planta de Distribución de Gas L.P., se encuentra en una zona catalogada con un indice de “Muy Bajo” por contaminación de agua de coliformes fecales.
Epidemias COVID-19	X		El 31 de diciembre de 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recibió reportes de presencia de neumonía, de origen desconocido, en la ciudad de Wuhan, en China. Rápidamente, a principios de enero, las autoridades de este país identificaron la causa como una nueva cepa de coronavirus. La enfermedad ha ido expandiéndose hacia otros continentes como Asia, Europa y América. El brote de coronavirus ha sido ampliamente reportado en los noticieros del mundo y la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo ha declarado oficialmente como una pandemia, desde el pasado 11 de marzo. Esto significa que la enfermedad se está extendiendo en varios países de todo el mundo, al mismo tiempo afectando a cientos de miles de personas en todos los continentes, causando un número de muertes que, a la fecha, sigue en ascenso. Por lo que las autoridades sanitarias han establecido un sistema de monitoreo para la regulación del uso del espacio público de acuerdo con el riesgo de contagio de COVID-19 para frenar su expansión y efectos en la población denominado semáforo de riesgo epidemiológico para transitar hacia una nueva normalidad. Rojo/Máximo: Se permitirán únicamente las actividades económicas esenciales, asimismo se permitirá también que las personas puedan salir a caminar alrededor de sus domicilios durante el día. Naranja/Alto: Además de las actividades económicas esenciales, se permitirá que las empresas de las actividades económicas no esenciales trabajen con el 30% del personal para su funcionamiento, siempre tomando en cuenta las medidas de cuidado máximo para las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19, se abrirán los espacios públicos abiertos con un aforo (cantidad de personas) reducido. Amarillo/Medio: 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. Verde/Bajo: Se permiten todas las actividades, incluidas las escolares. De acuerdo al semáforo de riesgo epidemiológico del 29 de marzo al 15 de abril de 2021, reportado por la Secretaria de Salud, el municipio de Valladolid, Estado de Yucatán, se encuentra en semáforo naranja.



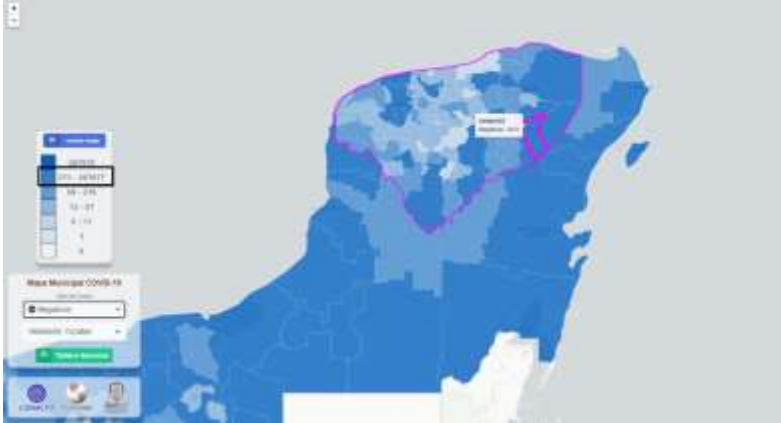
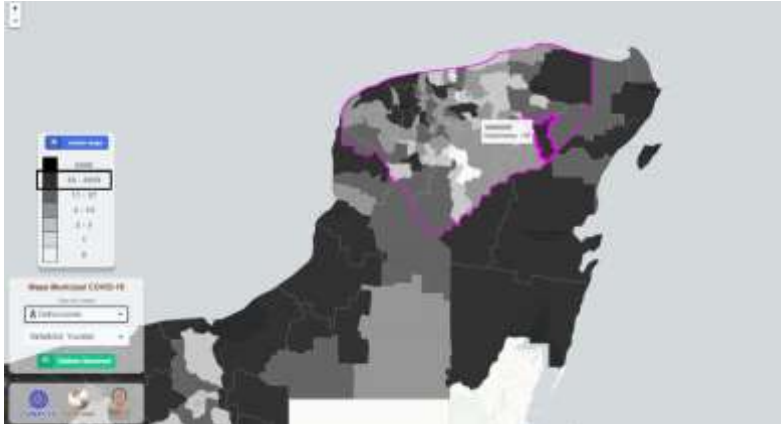
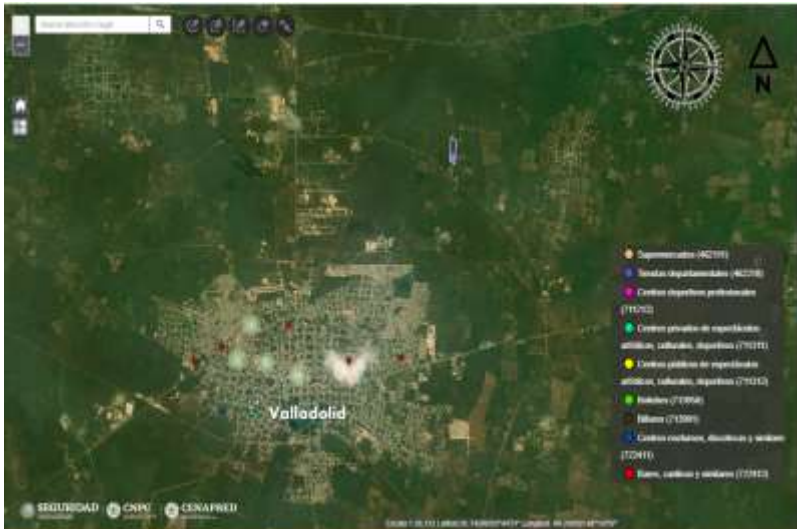
Casos confirmados: **2 458**



Casos sospechosos: **274**



Casos negativos: **4 271**

			 Defunciones: 128 
Fenomenos de origen socio – organizativos			
Tipo de riesgo	Si	No	Descripción
Centros de concentraciones masivas de población (INEGI, 2016)		X	La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V." se encuentra lejos de zonas densamente pobladas, tal es el caso de Valladolid y Tzucuba que se encuentra a más de 1.5 km respecto al límite de la Planta. 

De acuerdo a lo anterior se puede decir que los principales peligros y amenazas lo constituyen los fenómenos de origen hidrometeorológico, principalmente las fuertes lluvias que dan lugar a inundaciones y sequías, así como la presencia de tornados, que azotan esporádicamente la región, estos ocasionan grandes desastres en el medio natural y la población.

Asimismo, si bien, el municipio de Valladolid se caracteriza por ser un lugar de peligrosidad **media baja**, por lo que para la construcción de la planta se consideraron los criterios generales de diseño arquitectónico y estructural que se ven afectados por el lugar donde se encuentra la planta y que son los referentes a los cálculos de los elementos estructurales, como son cimentaciones, columnas, etc., donde se han considerado la susceptibilidad a los fenómenos naturales antes mencionados.

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*”.

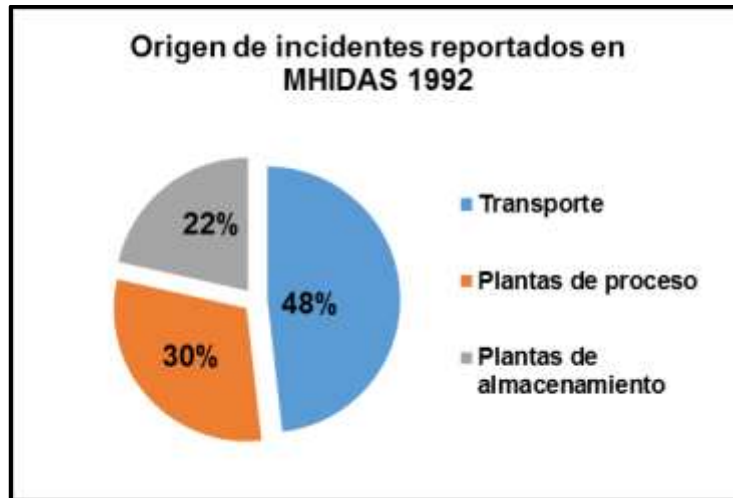


A su vez los incendios y explosiones se pueden dividir en:

Explosión	Tipo de incidente
	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 considera 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:

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

Causas específicas por impacto:

- XII. Vías de ferrocarril 35.2 %.
- XIII. Carreteras 25.1 %.
- XIV. Otro vehículo 12.7 %.
- XV. Objeto pesado.
- XVI. Proyectoil.
- XVII. Grúa.
- XVIII. Equipo de excavación.
- XIX. Colisión entre barcos.
- XX. Colisión entre barco y tierra.

Causas específicas por falla mecánica:

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

Causas específicas por factores humanos:

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

- Mangueras.
- Válvulas.
- Bombas.
- Compresor.
- Tubería.
- Tanques presurizados.

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.

SONIGAS, S.A. DE C.V., es una organización que se dedica a la distribución de Gas L.P. en México. Pretende operar la Planta de Distribución de Gas L.P. en el Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán la cual cuenta con una capacidad máxima de almacenamiento de 150,000 litros al 100 % agua, en un tanque cilíndrico horizontal.

En los registros históricos de accidentes con GLP en nuestro país destacan los siguientes accidentes o incidentes:

No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	1984	San Juan Ixhuatepec, Ciudad de México	Explosión de varios de los contenedores de gas LP que produjo un incendio de una magnitud tal que los efectos continuaron manifestándose durante varios días posteriores, aún en la zona residencial aledaña. El accidente ocurrió a 20 km hacia el norte de la ciudad de México donde Pemex tenía un almacenamiento y centro de distribución grande de GLP.	Gas LP. Todos los tanques contenían esencialmente propano y butano presurizados.	2 esferas de 2,400m ³ . 4 esferas de 1,600m ³ , 4 cilindros de 270m ³ . 14 cilindros de 180m ³ , 21 cilindros de 36m ³ . 6 cilindros de 54m ³ . 3 cilindros de 45m ³ . El cuarto de control, la casa de bombas y las bombas contraincendios.	No existe información clara que explique el inicio del accidente. Se cree que uno de los contenedores de 54 m ³ fue sobrellenado y produjo una ruptura en una tubería de 20 cm de diámetro conduciendo el gas de alimentación que venía desde refinerías remotas. Los registros definitivamente mostraron una disminución en la presión iniciando a las 5:10am.	La explosión dejó un cráter de 200 m de radio con, oficialmente, 503 personas muertas y 7,000 heridas y con cerca de 1 km de radio de afectación a viviendas.	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.	López-Molina, Antioco, Vázquez-Román, Richart, & Díaz-Ovalle, Christian. (2012). Aprendizajes del Accidente de San Juan Ixhuatepec-México. <i>Información tecnológica</i> , 23(6), 121-128. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000600013
2	1986	Tabasco, México	Escape tóxico.	Gas L.P	Información disponible no	Fuga en una tubería de gas natural cerca de Cárdenas.	Dos personas intoxicadas, y más de 20,000 evacuadas.	Información disponible no	Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. CENAPRED 2014.
3	1997	Tijuana. México.	Compañía de Gas de Tijuana centro de distribución en el boulevard Lázaro Cárdenas sin número y boulevard Federico Benítez López, delegación La Mesa.	Propano.	Planta de distribución de gas licuado.	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.	Falleció un trabajador y otro sufrió lesiones considerables.	Información disponible no	Gaceta Parlamentaria, Número 3875-VI.

No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
4	2015	Cuajimalpa, México	Explosión de una pipa con Gas L.P.	Gas L.P	Hospital de Maternidad Cuajimalpa, D.F	Fuga en una manguera de la pipa, muy cercana a la pipa, en una válvula" generando una nube de gas.	3 muertos y 39 personas hospitalizadas, 18 reportadas como graves y la destrucción del 70% de la instalación del hospital de maternidad.	Al detectarse la fuga se da aviso al cuerpo de bomberos y se comenzó a evacuar al hospital. Ocurre la explosión, pero no todas las personas logran ser evacuadas. Los bomberos combaten el fuego y se localizan víctimas.	Redacción por periódico el "ECONOMISTA". 31 de enero de 2015. https://www.eleconomista.com.mx/politica/Cronologia-de-la-explosion-en-el-hospital-de-Cuajimalpa-20150131-0010.html
5	2019	Saltillo, Coahuila	Explosión de cilindro de gas de 20 kg.	Gas L.P	Área de muelle de llenado de cilindros de la gasera Gon Gas.	Debido a las malas condiciones del cilindro (oxidado y viejo) hubo un desprendimiento de la base del tanque de 20 kilos.	Una persona lesionada, presentó heridas de primer grado por congelamiento.	El accidente fue reportado al 911, y al lugar acudieron unidades de protección civil y bomberos los cuales brindaron primeros auxilios al lesionado.	Redacción del periódico "EL UNIVERSAL" fechado 30 de junio 2019. https://www.eluniversal.com.mx/estados/captan-momento-en-que-explota-tanque-de-gas-trabajador-en-salttillo
6	1998	México	Liberación de butano en una instalación de gas licuado.	Butano. Cantidad implicada: aproximadamente 150 L.	Planta de suministro de gas licuado	Falla en una válvula de sobre flujo causó la liberación de cerca de 150 l de butano líquido. 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) y daños a la instalación.	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.	—

No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
7	1996	México	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).	Tubería de 6" instalada debajo de un tanque esférico vacío de 6000 m ³	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.	—
8	2001	México	Liberación de Gas LP en fase gas de la conexión de una de dos válvulas de seguridad.	Gas L.P.	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.	El accidente causó daño a los dispositivos de seguridad del tanque y la pérdida de 12.5 toneladas de Gas LP.	Inmediatamente alerto 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. La instalación fue cerrada por la autoridad judicial local competente y posteriormente se llevó a cabo una investigación técnica	—

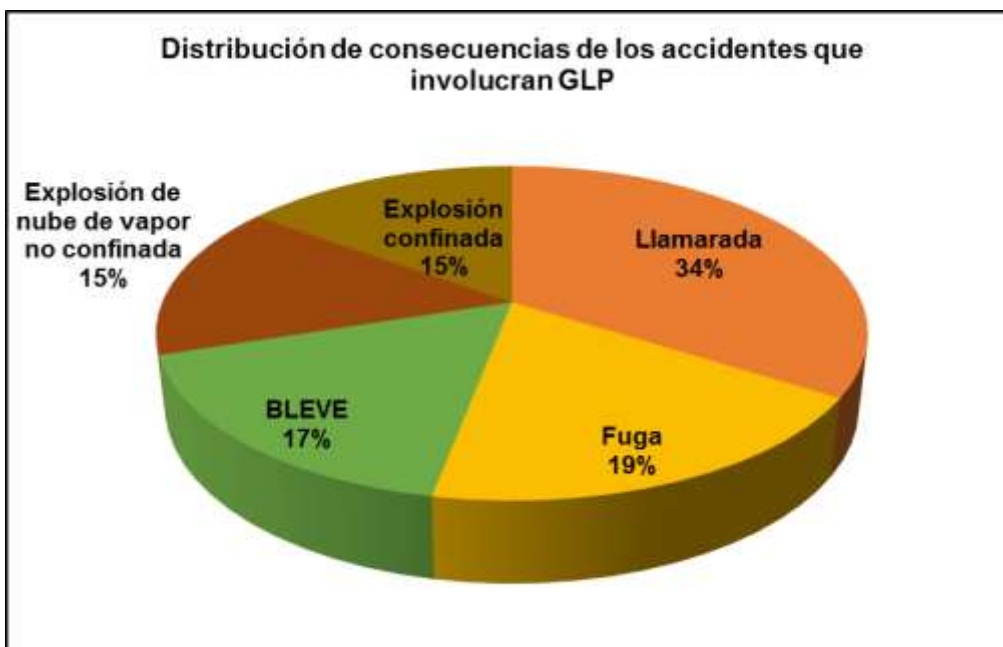


No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
9	2002	México	Ruptura de una válvula de bola instalada en la tubería de descarga del tanque.	Gas LP. Cantidad liberada: 15,000 a 16,000L, correspondientes a un total de 120m 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. Posteriormente, las válvulas similares fueron substituidas también en los otros tanques, las nuevas válvulas instaladas tienen un diseño mejorado de seguridad (una mejor tecnología).	—

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 el tanque 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 del tanque 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 (recipientes transportables y tanques 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 (poolfire).

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.21. Análisis preliminar de peligros.

Grupo de trabajo: Arturo Irving Tecaxco Mancilla – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – Yazmin Calzeta López. Fecha de reunión: Abril, 2021. 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	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.21. Análisis preliminar de peligros. (Continuación)

Grupo de trabajo: Arturo Irving Tecaxco Mancilla – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – Yazmin Calzeta López. Fecha de reunión: Abril, 2021. Área: Almacenamiento GLP				
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Almacenamiento de 150,000 L de GLP en un 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 del recipiente de almacenamiento de GLP.
	Sobrepresión/sobrellenado Falla del medidor de nivel. Alta temperatura.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Capacitación al personal en procedimientos de emergencia.
	Corrosión.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	Registro de pruebas de espesores del recipiente de almacenamiento de GLP. Mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo.
	Falla soldadura del tanque de almacenamiento	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.21. Análisis preliminar de peligros. (Continuación)

Grupo de trabajo: Arturo Irving Tecaxco Mancilla – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – Yazmin Calzeta López. Fecha de reunión: Abril, 2021. Área: Suministro de auto-tanques				
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Suministro a auto-tanques y tanques montados vehículos automotores (trasiego de GLP por medio de la bomba I, II y III)	Deficiencia en 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	
	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.21. Análisis preliminar de peligros. (Continuación)

Grupo de trabajo: Arturo Irving Tecaxco Mancilla – Ismael Esteban Romero Jiménez – José Morales Ku – Yazmin Calzeta López. Fecha de reunión: Abril, 2021. 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 la bomba IV y V) 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 si? (*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.

Esta 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 limitan 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 – *checklist* – 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 Planta de Distribución de GLP propiedad de **SONIGAS, 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 llevarán 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...?

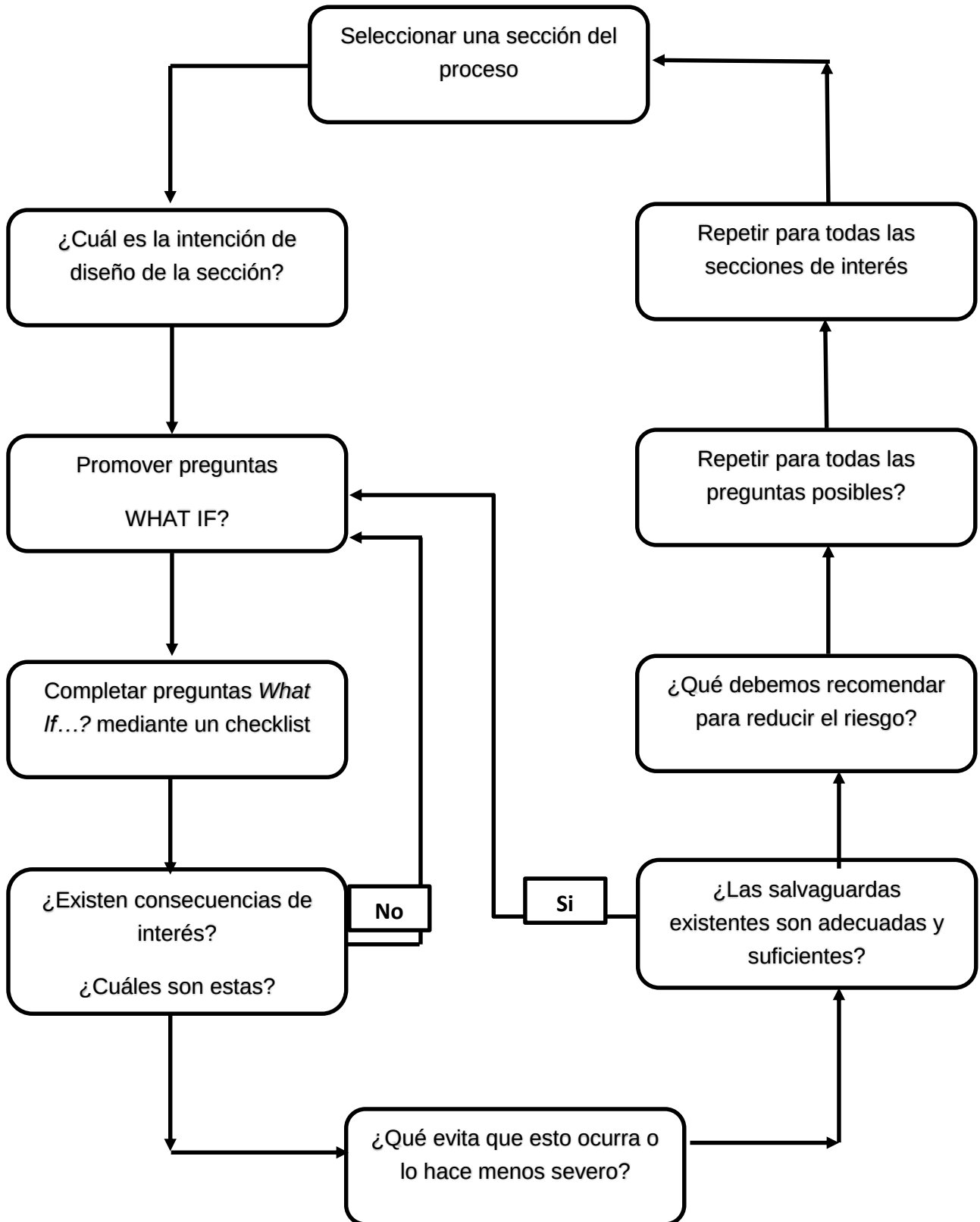
Como su nombre sugiere, el método consiste en cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades 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 de la Planta de Distribución de GLP propiedad de **SONIGAS, 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:

- **Zona de almacenamiento de GLP** – un recipiente con capacidad de almacenamiento de 150,000 litros al 100% agua.
- Tomas de recepción (descarga de **semirremolques**).
- Tomas de suministro (carga de **auto-tanques**).
- Toma de carburación de auto-abasto.
- **Muelle de llenado de recipientes transportables** (distribución de GLP, venta a usuarios finales).
- 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.22. 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.23. 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.24. 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.25. 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.26. 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 90 días 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 **SONIGAS, S.A DE C.V.**

INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE RESULTADOS

Tabla I.27. Matriz de riesgo de fatalidades

Fatalidades						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M	M	A 1.1.4, 1.1.5 a	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.5 b, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1 a, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 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, 1.3.2 b, 1.3.4 a, 3.4.2	A 1.1.2, 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 1.2.1 b, 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, 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
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.28. Matriz de riesgo por lesionados

Lesionados						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M	M 1.1.4, 1.1.5 a	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1 a, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 1.1.2, 1.1.5 b, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.11, 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 3.3.2, 3.4.2	M 1.3.2 b, 1.3.4 a, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	A	A
3	10^{-2} a 10^{-3}	B 1.2.1 b, 1.2.4, 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	A
4	10^{-3} a 10^{-4}	B 3.1.2, 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
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.29. 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, 1.1.5 a	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.5 b, 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, 1.3.2 b, 1.3.4 a, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 3.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	M 1.1.2, 1.2.1 a, 1.4.1	M 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 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 b, 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 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						

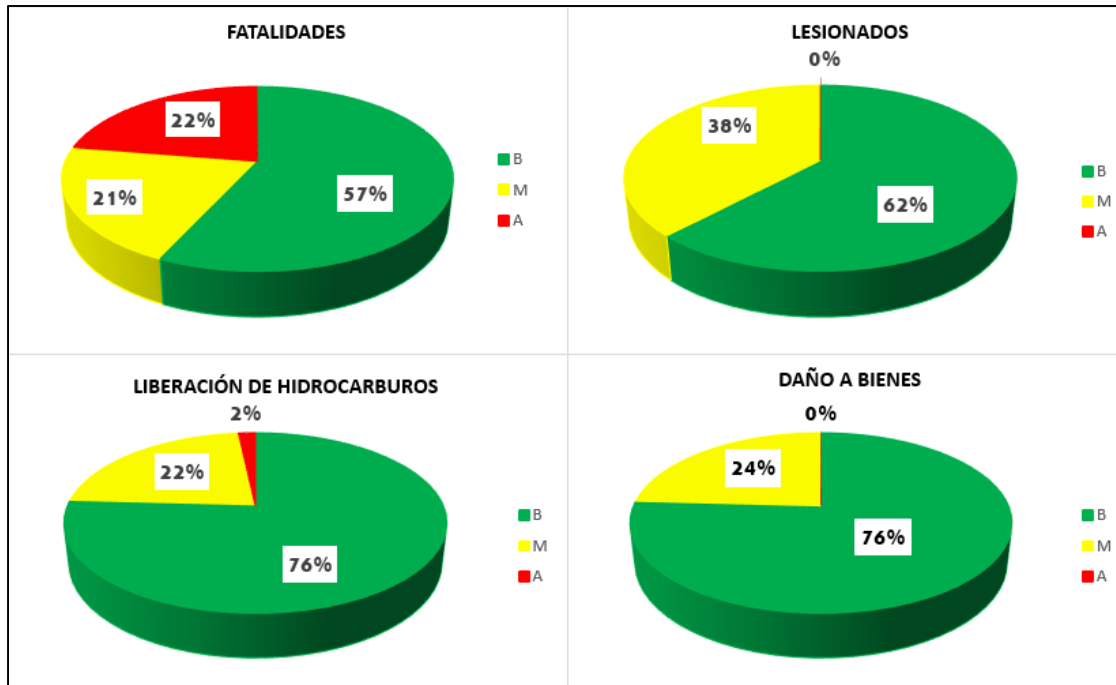
Tabla I.30. Matriz de riesgo de daño a bienes

Daño a bienes						
Clase de Probabilidad	Rango	5	4	3	2	1
1	$>10^{-1}$	M 1.1.4, 1.1.5 a	M	A	A	A
2	10^{-1} a 10^{-2}	B 1.1.1, 1.1.5 b, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.1.12, 1.2.1 a, 1.2.1, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.2 b, 1.3.4 a, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 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 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 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 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 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 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						

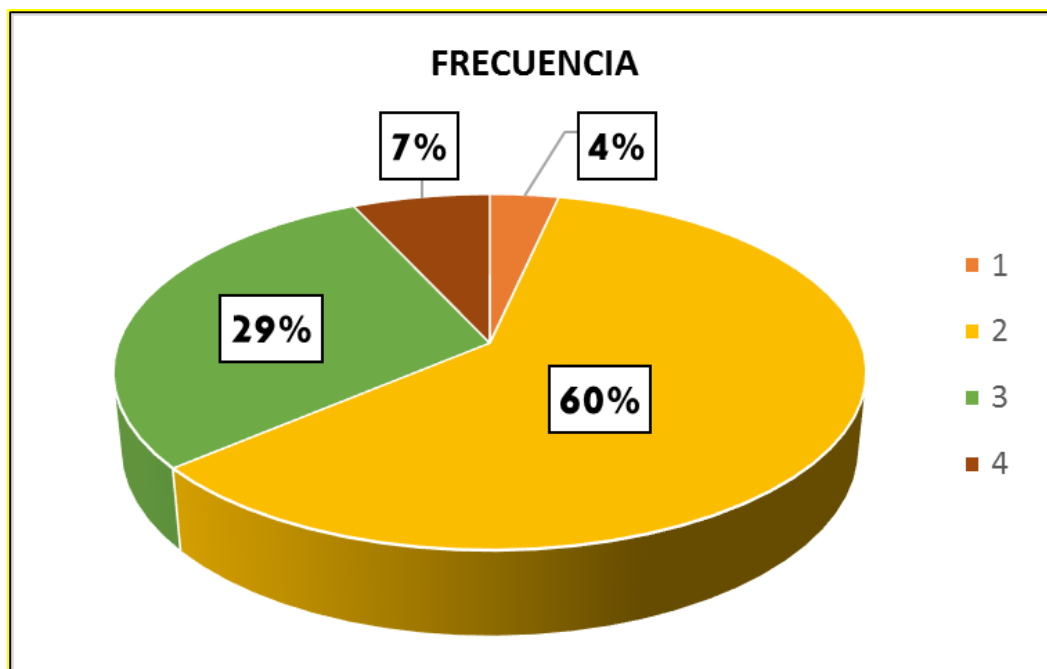
De acuerdo a los resultados, el porcentaje de casos que se encuentran en el nivel de riesgo no tolerable no rebasa el 22%, siendo este el valor más alto para fatalidades, es decir, el 22% de los casos presentarían fatalidades siendo que el porcentaje de riesgo medio para liberación de hidrocarburo se encuentra por el 22%, 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 38% 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 38% 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.31. Eventos con frecuencia 2

Casos	Riesgo
1.1.1, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.1, 1.3.6, 1.3.7, 1.3.9, 1.4.2, 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 5.1.1, 5.1.2, 5.4.1	B
1.1.5 b, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.11, 1.2.1 a, 1.3.2 b, 1.3.4 a	M B
1.4.1, 1.4.3, 1.4.4	A M B
1.1.2, 1.3.2 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8	M A
3.3.2, 3.4.2	M

Tabla I.32. Clasificación de los casos conforme a la causa.

Casos	Causa
1.1.1 1.1.8 1.1.9 1.1.10 1.1.12 1.3.1 1.3.2 a 3.1.3.2 b 1.3.3 1.3.4 a 1.3.4 b 1.4.1 1.4.3 3.4.2	Error humano durante trasiego
1.2.1 a 1.3.7 1.4.2 1.4.4	Falta de mantenimiento o error humano
1.1.2 1.1.5 b 1.1.6 1.1.7 1.2.2 1.2.3 1.3.5 1.3.6 1.3.8 1.3.9 3.3.2 4.1.1 4.1.2 5.1.1 5.1.2 5.4.1	Falta de mantenimiento o fuera de especificación

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 a, 1.3.3, 1.3.4 b, 1.3.5, 1.3.8, 1.4.1, 1.4.3, 1.4.4, 3.3.2 y 3.4.2** 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.

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
1.1.2	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 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 4 0.1 - 1 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 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 - 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
		3 x 2 = M			
		3 x 2 = M			
		3 x 3 = M			
1.1.4	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 a		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			

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
1.1.8	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			
1.1.9		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			
1.1.11		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		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			

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 a	006	2 x 2 = A	Suministro a auto- tanques y vehículos de la propia empresa.	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			
1.3.2 b	007	2 x 3 = M	Suministro a auto- tanques y vehículos de la propia empresa.	2 (De una vez en 10 años a una vez en 100 años)	Fatalidades - 3 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 5 0 persona lesionada 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			
1.3.3		2 x 2 = A	Suministro a auto- tanques y vehículos de la propia empresa.	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 - 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			
1.3.4 a		2 x 3 = M	Suministro a auto- tanques y vehículos de la propia empresa.	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			
1.3.4 b		2 x 2 = A	Suministro a auto- tanques y vehículos de la propia empresa.	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			

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	007	2 x 2 = A	Suministro a auto- tanques y vehículos de la propia empresa.	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			
1.3.8	007	2 x 2 = A	Suministro a auto- tanques y vehículos de la propia empresa.	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 - 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			
1.4.1	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 a10 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 a10 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 a10 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			

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	
3.1.3	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				
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)	Fatalidades - 4 0 personas fallecidas No. Accidentes con lesiones - 4 1 persona lesionada Liberación de hidrocarburos - 3 1 a10 toneladas Daño a bienes - 3 100 000 a 1 000 000 dólares
			2 x 4 = M			
			2 x 3 = M			
			2 x 3 = M			
3.4.1	001 002 003 004	3 x 3 = M	Hidrantes	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 - 5 <0.1 toneladas Daño a bienes - 4 10 000 a 100 000 dólares	
		3 x 4 = B				
		3 x 5 = B				
		3 x 4 = B				
3.4.2	006 007 009 010	2 x 3 = M	Hidrantes	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 - 4 10 000 a 100 000 dólares	
		2 x 4 = M				
		2 x 5 = B				
		2 x 4 = M				

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	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
	002	3 x 4 = B			
	003	3 x 4 = B			
	004	3 x 4 = B			
	005	3 x 4 = B			
3.5.2	006	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
	007	3 x 4 = B			
	008	3 x 4 = B			
	009	3 x 4 = B			
	010	3 x 4 = B			
4.2.1	004	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
	008	3 x 4 = B			
	009	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. OCASIONADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO DURANTE EL TRASIEGO DE GAS L.P. AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Si durante la descarga de gas l.p. el operador realizara una conexión o acoplamiento inadecuado de la manguera que va de la válvula de descarga del semirremolque al acoplador de llenado para líquido de la toma de recepción está podría soltarse, provocando la liberación de material inflamable correspondiente al contenido de la manguera y del tramo de tubería de gas líquido hasta el punto de cierre automático otorgado por la válvula el indicador de flujo tipo mirilla con función de no retroceso.

Consideraciones:

- Ante el desprendimiento de la manguera se considera que simultáneamente se activa el paro de emergencia del compresor, dejando de inyectar vapor hacia el semirremolque.
- La válvula de exceso de flujo del semirremolque durante la descarga es activada automáticamente, es decir, que el flujo alcanza el valor de cierre.
- 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 tipo de liberación es instantánea, formándose una nube "puff".

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 la válvula de control remoto con actuador tipo neumático. 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. A TRAVÉS DE LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO MIENTRAS EL COMPRESOR SIGUE FUNCIONANDO.

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 es marca Blackmer modelo LB-601 con una capacidad nominal de líquido de 1,177 LPM y con desplazamiento de vapor de 91.6 m³/hr.

La emisión de Gas L.P. 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 formará 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.

BLEVE del semirremolque a causa de la radiación térmica derivada del dardo de fuego originado por la ignición de la emisión de Gas L.P., 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 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.

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 DE 150,000 LITROS.

BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 150,000 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** 120,000 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. OCASIONADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO DURANTE EL TRASIEGO DE GAS L.P. A UN AUTOTANQUE.

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y el operador no conectara correctamente el acoplador de la manguera de líquido con la válvula ubicada en la parte posterior del auto tanque provocando el desprendimiento de la manguera, y que ante este súbito desprendimiento *la válvula de exceso de flujo instalada en la línea de líquido no cerrara oportunamente* se tendría la fuga de GLP, equivalente al contenido atrapado en la manguera y a la capacidad nominal de la tubería de gas líquido, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando **378 LPM**, a una presión de **3 kg/cm²**.

Consideraciones:

- La actuación (cierre automático) de las válvulas de exceso de flujo tiene sus limitaciones, una vez que existen diversas causas de falla en el cierre las cuales pueden deberse a restricciones en el sistema de tuberías, rotura o daño en la línea corriente abajo no suficiente para cerrar la válvula, válvula de cierre en la línea parcialmente abierta, presión de gas l.p. corriente arriba de la válvula de exceso de flujo no suficientemente alta para producir un volumen de flujo de cierre, o bien, materia foránea alojada en la válvula que no permite el cierre. *ECCI Engineered Controls International, Inc. REGO Guía L-102-SV*
- Tiempo de respuesta equivalente a medio minuto, debido a que en la línea se cuenta con una válvula de cierre de emergencia con actuador eléctrico, proporcionando el cierre automático, por lo que se considera este tiempo razonable para realizar la modelación.
- Por las características del incidente, la masa fugada de GLP saldrá disparada como chorro horizontal

De la emisión que resulta del funcionamiento de la bomba y en caso de que exista una fuente de ignición en el punto de escape, se generaría un dardo de fuego. Asimismo, 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 L.P. a través del sello mecánico de la bomba Blackmer LGL3E. El diámetro equivalente de fuga es de 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 10 minutos, en función al tipo de sistema de detección y al tipo de sistema de aislamiento al que se refiere el diseño de la planta. *API Publication 581, Risk-Based Inspection*
- El tipo de liberación es continua.

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.

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 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.

Se considera un diámetro de fuga de 0.6" 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.

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 010.1: 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 Gas L.P. 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.

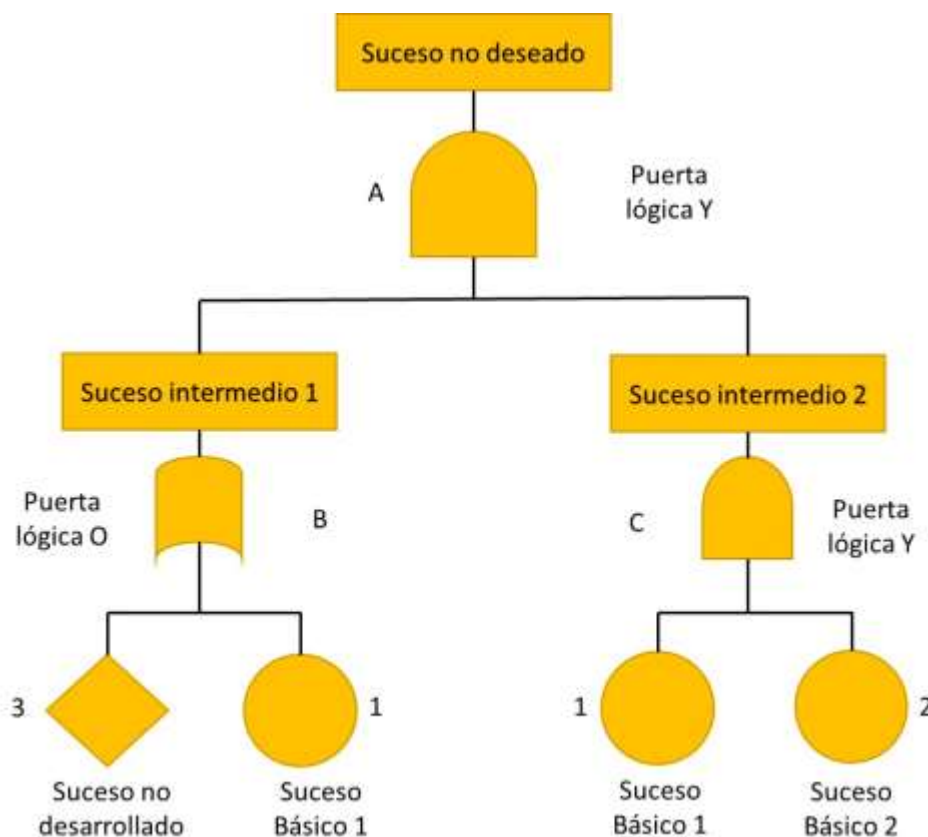


Figura I.16. Representación de un árbol de fallas.

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

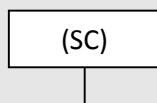
Se emplean símbolos lógicos para expresar relaciones e interacciones. A continuación, se definen las más usuales:

Relación causa – efecto: líneas _____

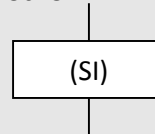
Sucesos:

- 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.

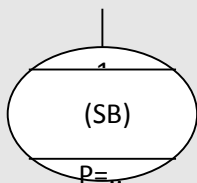
Suceso capital:



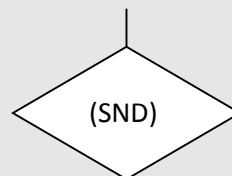
Suceso intermedio:



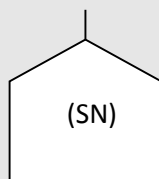
Suceso básico iniciador o causal:



Suceso no desarrollado:



Suceso normal o externo:

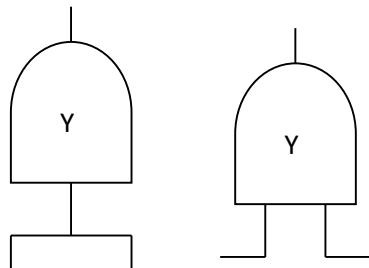


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

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.

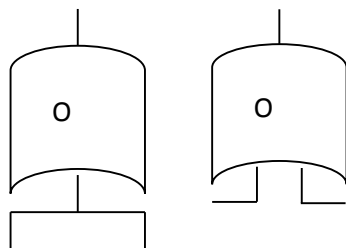


PUERTAS “Y”

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”.

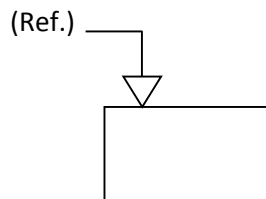
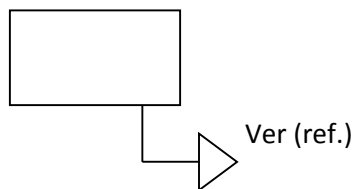


PUERTAS “O”

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 de la Planta de Distribución de Gas L.P. y los planos de la ingeniería de detalle, se identificaron las siguientes áreas de riesgo:

- ⇒ Tomas de recepción de semirremolques.
- ⇒ Almacenamiento de Gas L.P.
- ⇒ Tomas de suministro de Gas L.P. para llenado de auto-tanques.
- ⇒ Toma de carburación de autoconsumo.
- ⇒ Muelle de llenado de recipientes transportables.

De manera general se puede definir que los “*eventos tope*” para 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.33. 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 **SONIGAS, 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.34. Frecuencias de ocurrencia de los eventos de riesgo evaluados

Evento No.	Escenario	Probabilidad de ocurrencia
001 002	Explosión de una nube de vapor no confinada por el desprendimiento de manguera en el área de Recepción de semirremolques .	2.14×10^{-4}
003	BLEVE por calentamiento de un semirremolque (explosión mecánica del recipiente tipo no transportable) para el transporte de GLP	1.04×10^{-8}
004	Explosión de una nube de vapor no confinada de GLP derivada de la fuga a través de válvulas o instrumentos	3.52×10^{-2}
005	BLEVE del recipiente de almacenamiento de la instalación de 89,020 litros al 100% causada por sobrepresión	2.30×10^{-8}
006	Explosión de una nube de vapor no confinada por el desprendimiento de manguera en el área de Suministro de auto-tanques	2.14×10^{-4}
007	Explosión de una nube de vapor no confinada proveniente de la fuga a través del sello de una de las bombas	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 cuenta 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:

$$Probabilidad = \frac{CERO - BLEVE - en - empresas - privadas}{En - 100 - años}$$

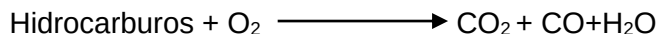
$$Daño = \frac{CERO - Victimas}{Por - BLEVE - en empresas - privadas}$$

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 (Fire Ball).
-  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.20, 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.

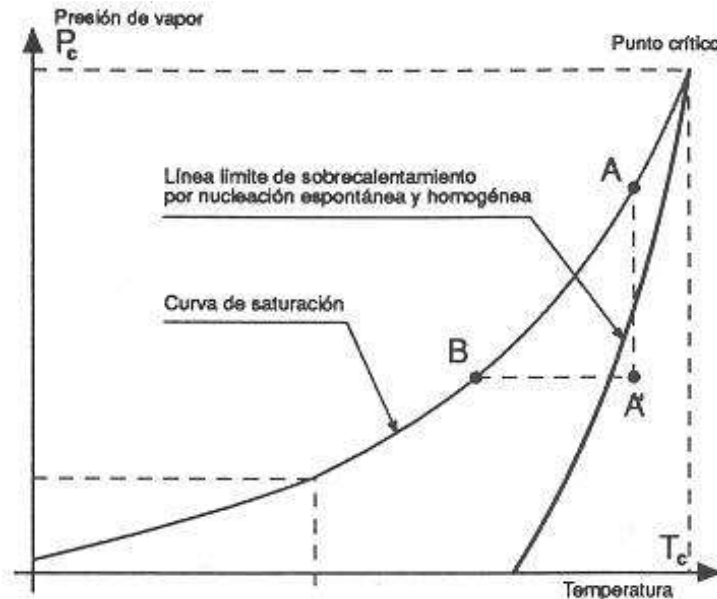


Figura I.17. Curva de saturación presión-temperatura

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.17 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:

- **Radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)**
- **Fragmentos producidos por la falla del tanque (efecto puntual y direccional)**
- **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.

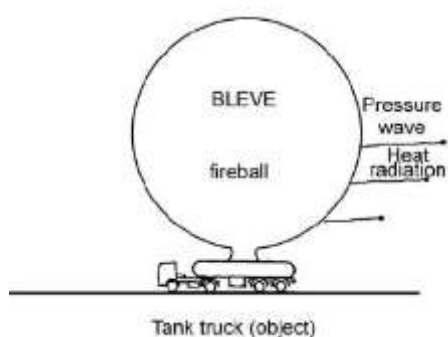


Figura I.18. Representación de una bola de fuego (fireball).

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

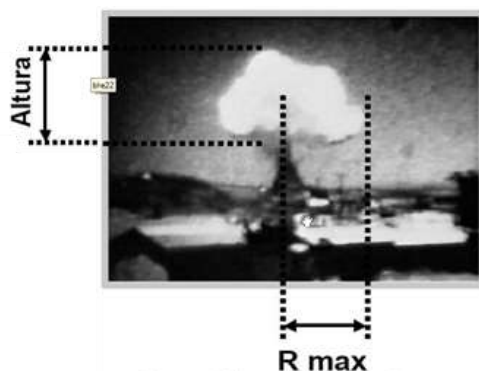


Figura I.19. Características de la bola de fuego.

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.35. Límites de intensidad de radiación térmica (Banco Mundial 1988)

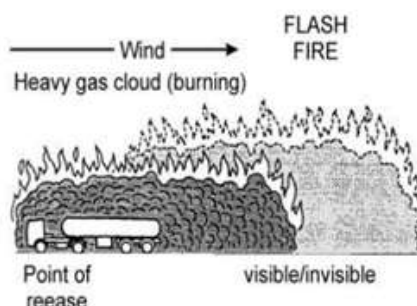
INTENSIDAD (kW/m ²)	EFFECTOS SOBRE MATERIALES	EFFECTOS SOBRE HUMANOS
37.5	Daño a equipo de proceso.	100% de letalidad en 1 minuto. 1% de letalidad en 10 segundos.
25	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con exposición prolongada.	100% de letalidad en 1 minuto. Lesiones graves en 10 segundos.
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, barriando 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.

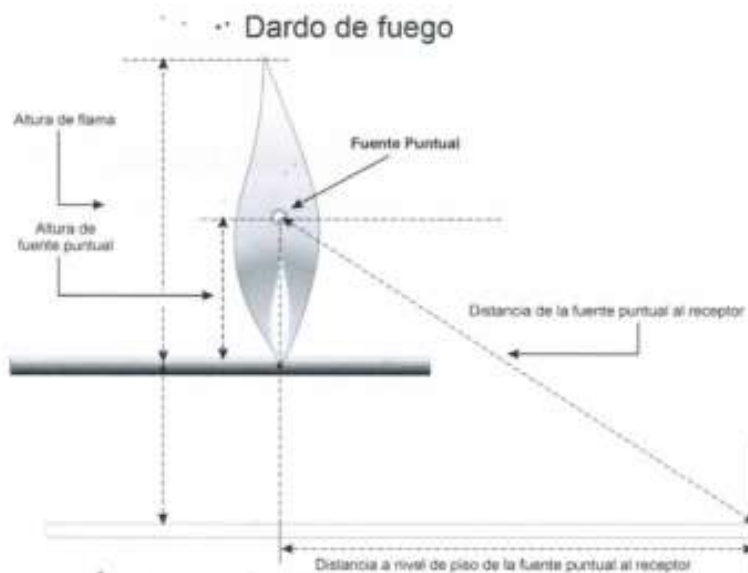


Figura I.20. Características de un dardo de fuego (jetfire).

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.

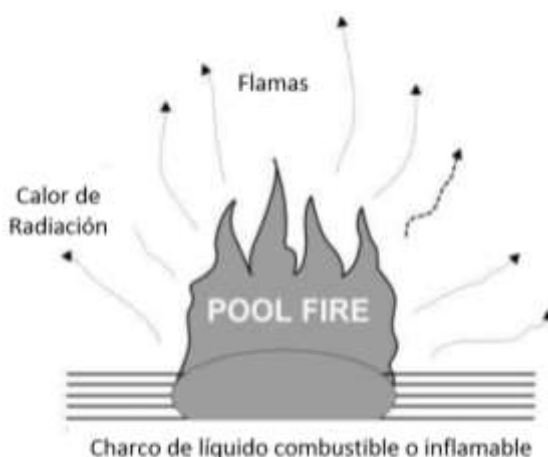


Figura I.21. Características de un charco de fuego (pool fire) proveniente de un líquido inflamable que entra en contacto con una fuente de ignición.

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

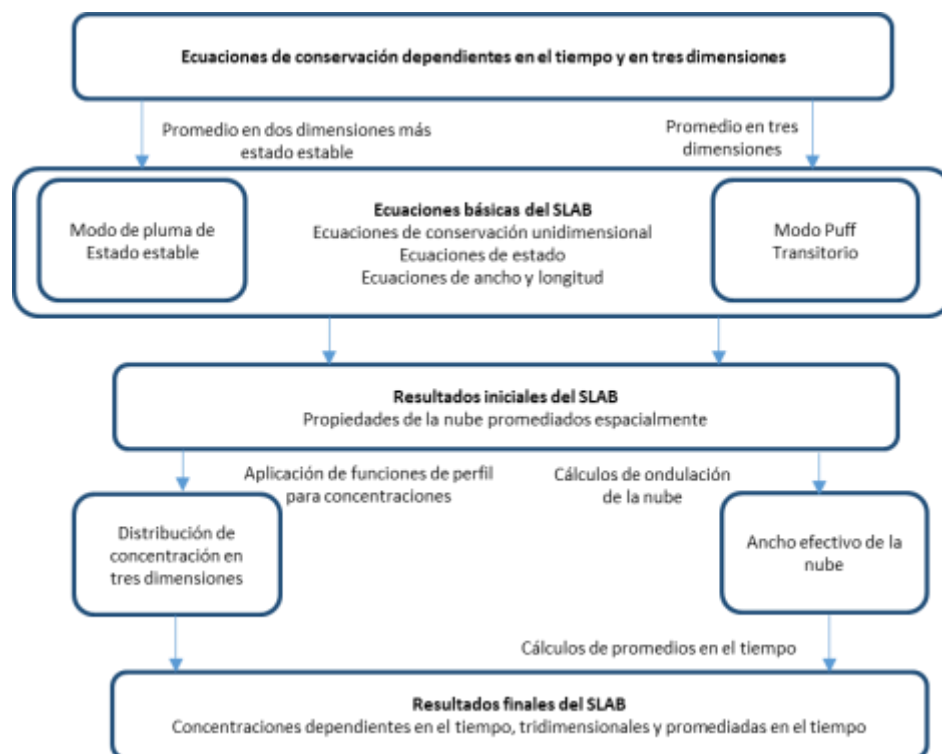
Los modelos de dispersión describen el transporte de los materiales en el aire y proporcionan una estimación del área afectada y las concentraciones de interés a ciertas distancias donde puedan existir conjunto de personas y que se pueda provocar un daño a las mismas.

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 despreciar 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

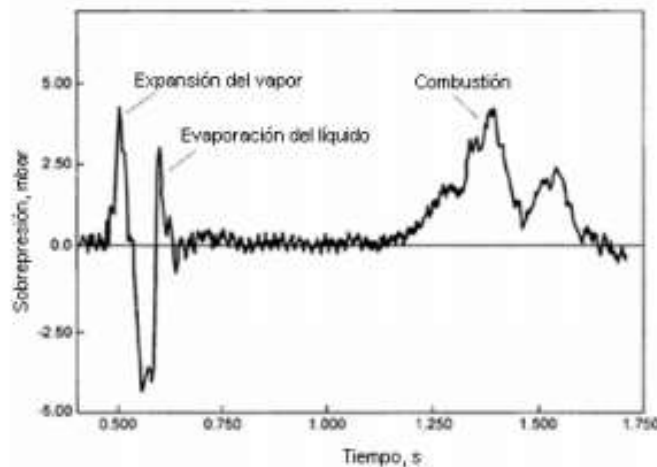


Figura I.22. Relación que existe entre la onda de sobrepresión y el tiempo de viaje de la onda.

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.36. 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.36. Efectos de una explosión a diferentes sobrepresiones (Continuación)

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 de **SONIGAS, 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 AMBIENTAL

MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

CAPÍTULO II

**Descripción de las Zonas de Protección en
Torno a las Instalaciones.**



SoniGas

Sonigas, S.A. de C.V.

**Pedio con Número de Tablaje Catastral 12967, Periférico
Noreste, C.P. 97782.**

Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán.

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

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 alterno:** 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 la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **SONIGAS S.A. de C.V. Valladolid, Yucatán.**

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 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 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 (m³/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/m³)	591.82	582.51	602.41
Densidad del gas a temperatura de ebullición (kg/m³)	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 estequiometría (%)	--	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 continua: 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:

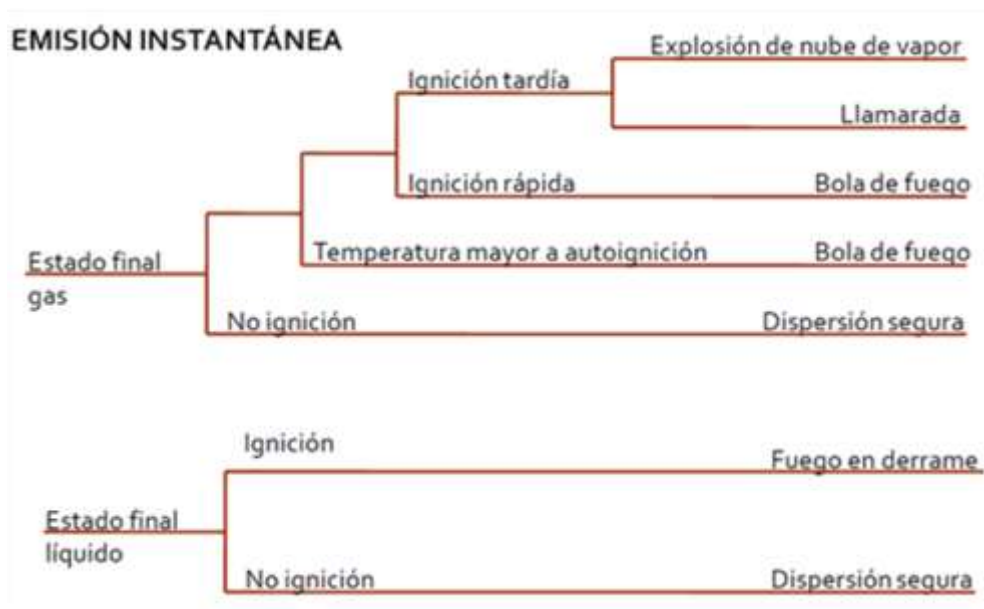


Figura II.1 Esquematzación del desarrollo de una emisión instantánea.

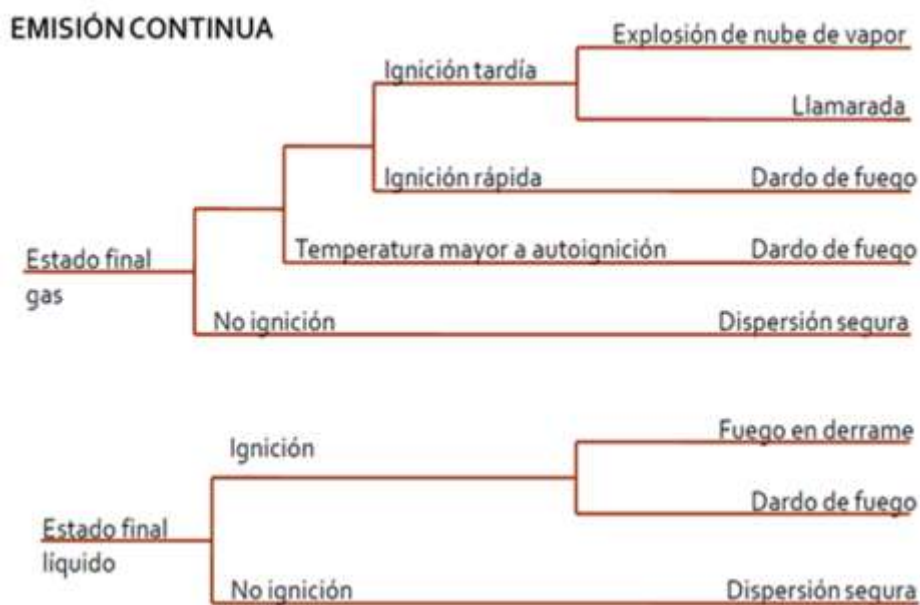


Figura II.2 Esquematzación del desarrollo de una emisión continua.

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, bomba, válvulas e incluso por la apertura de una válvula de seguridad que descargue a la atmósfera, como se muestra en la siguiente figura:

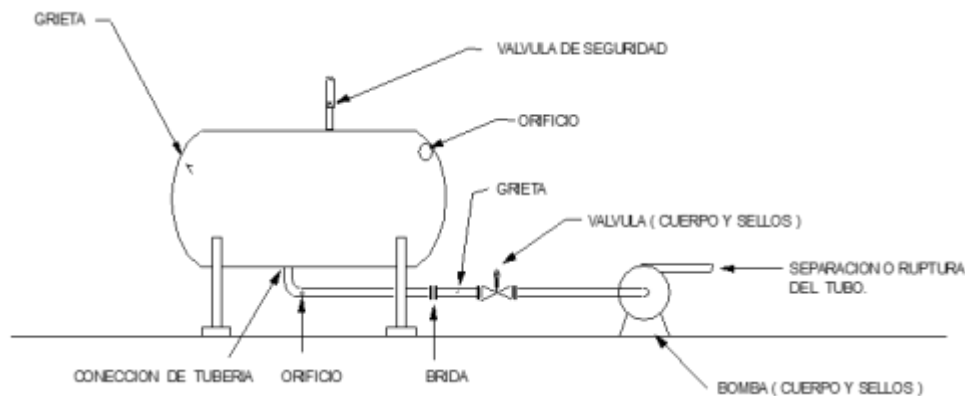


Figura II.3. Esquematzación de las diferentes fuentes de emisión.

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	27.2	°C
Velocidad y dirección del viento. (Este)	u	4.26	m/s
Humedad relativa del sitio.	H _w	75	%
Presión atmosférica.	P _A	1.015	bar

Fuentes: Temperatura: Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en la Estación Meteorológica número 00031036, municipio de Valladolid, con ubicación de 088°12' 15" longitud Oeste y 20°41' 24" latitud. Humedad, velocidad, dirección de viento y presión atmosférica: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, Digital, 2017).

▪ **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
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.			

Tabla II.6 Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
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
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
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.			

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede afirmar que, dadas las medidas de seguridad con las que cuenta la planta de distribución de gas l. 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 alterno), 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.

En el Apartado “A” se integra el Anexo 2. Datos de Especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados.

ESCENARIO 001.
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: 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.	$\rho_{\text{líquido.}}$	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: $(\pi d^2 / 4) \text{ m}^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.051 \text{ m})^2}{4} = 0.00204 \text{ m}^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{\text{Liq-tubería}} = LA$$

$$v_{\text{Liq-tubería}} = LA = (3.0 \text{ m})(0.0020428 \text{ m}^2) = 0.00613 \text{ m}^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{\text{Liq-mang}} = LA$$

$$v_{\text{Liq-manguera}} = LA = (7 \text{ m})(0.0020428 \text{ m}^2) = 0.01430 \text{ m}^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen \text{ total} = 0.00613 \text{ m}^3 + 0.01430 \text{ m}^3 = 0.02043 \text{ m}^3$$

Masa de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right| 0.0204281 \text{ m}^3 = 12.0898 \text{ kg}$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE)

Se supone que el escape accidental de **12.0898 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:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.02 hasta 8.27 m	4.07 m	8.27 m
L.I.I. 1.8%	0.00 hasta 4.01 m	3.00 m	4.01 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 4.01 m. El 0.5 L.I.I. alcanzará hasta los 8.27 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 8.27 m y fatalidades en un radio de 4.01 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)			
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
8.85	18.06	41.22	70.06

ESCENARIO 002
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: 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.	$\rho_{\text{líquido}}$	591.820	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
Diámetro de la válvula de descarga.	$\emptyset$	2	ln
Capacidad nominal de líquido del compresor.	L	1,177	L/min
Tiempo de respuesta.	t	30	s

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la tubería y la manguera: $(\pi d^2 / 4) \text{ m}^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.051 \text{ m})^2}{4} = 0.00204 \text{ m}^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{\text{Liq-tubería}} = LA$$

$$v_{\text{Liq-tubería}} = LA = (3.0 \text{ m})(0.0020428 \text{ m}^2) = 0.00613 \text{ m}^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{\text{Liq-mang}} = LA$$

$$v_{\text{Liq-manguera}} = LA = (7 \text{ m})(0.0020428 \text{ m}^2) = 0.01430 \text{ m}^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen \text{ total} = 0.00613 \text{ m}^3 + 0.01430 \text{ m}^3 = 0.02043 \text{ m}^3$$

Masa de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right| 0.0204281 \text{ m}^3 = 12.0898 \text{ kg}$$

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 marca Blackmer LB-601 tiene una capacidad nominal de líquido de 1,177 LPM.

Masa de Gas L.P. que se fuga por la acción del compresor:

$$(\rho_{liq})(V)(t) = masaGasL.P.fugada compresor$$

$$Capacidad nominal del líquido del compresor 1,177 L/min = 1.177 m^3/min \\ = 11.6095 kg/s$$

$$\left(591.82 \frac{kg}{m^3}\right) (1.177 m^3/min)(0.5 min) = 348.2861 kg$$

Masa total liberada:

$$masaGasL.P.fugada compresor + masaGasL.P.manguera + tubería \\ masa_{total-liberada} = 360.3759 kg$$

a) 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.

Tasa de emisión (QS):

Caudal de la masa de la fuente.	11.609	Kg/s

Área de la fuente (AS)

0.1783	m ²

$$AS = \frac{RHOSL * A_r}{\rho_m}$$

Altura de la fuente (HS)

0.7	m

(Para un chorro horizontal es la altura a la que se encuentra la emisión)

Temperatura del material de la fuente (TS)

274.99	K

$$TS = \left(\frac{1}{\gamma}\right) * \left[1 + (\gamma - 1) * \left(\frac{P_a}{P_{st}}\right)\right] * T_{st}$$

Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)

Adimensional

0.7060

$$CMEDO = 1.0 - CPSL * \left[\frac{(T_{ST} - TBP)}{DHE} \right]$$

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})=

288.75 K

Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)=

0.7708

gamma (Cp/CV) radio de calores específicos (γ)=

1.11

Presión atmosférica ambiental (Pa)=

101500.00 Pa

Presión de almacenamiento (P_{st})=

686465.5 Pa

Temperatura de almacenamiento (T_{st})=

300.35 K

Temperatura del material en la fuente (TS)=

274.9865 K

Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)=

0.7060

Densidad del líquido del material en la fuente (RHOSL)=

591.82 kg/m³

Densidad del vapor del material a temperatura de ebullición TBP

(RHOS)=

2.01 kg/m³

Densidad de la mezcla vapor-liquido (pm)=

6.7823 kg/m³

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:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.65 hasta 64.73 m	13.13 m	64.73 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.92 hasta 39.68 m	8.25 m	39.68 m
Para L.S.I. 9.3%	2.10 hasta 9.05 m	1.13 m	9.05 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento del compresor con capacidad nominal de **1,177 L.P.M.** alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.65 hasta los 64.73 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 64.73 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 64.73 m y fatalidades en un radio de 39.68 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 la válvula de descarga del semirremolque equivalente a **11.6095 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
18.59 m	31.45 m	48.77 m	89.69 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 **360.3759 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)			
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
27.43 m	55.99 m	127.80 m	217.24 m

ESCENARIO 003
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: 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.

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	348.2463	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	Hv	406.5244	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}	103.2676	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
18.17 m	37.09 m	84.66 m	143.91 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/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
169.75 m	328.71 m	527.49 m	984.88 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/m ²	Dosis (W/m ²) ^{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	587.21	574.23
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	398.71	379.34
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	310.91	285.64
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	189.05	143.75

ESCENARIO 004
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: 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	300.35 °K
Presión de vapor del líquido a T_s	p_s	565262.4116 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:

$$p_h = \max(p_a, p_s) + \rho_s g H_l$$

$p_a =$	101,500	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)
$p_s =$	565,262.4116	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)
$p_h =$	565,262.4116	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:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} \quad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1} \quad \begin{array}{ll} A_0 = & 8.10732E-05 \\ A_1 = & 1 \\ \beta^4 = & 8.10732E-05 \end{array}$$

$$\begin{aligned} C &= 0.65 && \text{Coeficiente de descarga (adimensional)} \\ \beta^4 &= 6.57286\text{E-}09 \\ K &= 0.65000 \end{aligned}$$

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0 [2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned} A_0 &= 8.10732\text{E-}05 && \text{Área del agujero (m}^2\text{)} \\ \rho_s &= 591.82 && \text{Densidad en almacenamiento (kg/m}^3\text{)} \\ p_h &= 408373.1159 && \text{Presión en el agujero (Pa)} \\ p_a &= 101,500 && \text{Presión ambiental (Pa)} \\ K &= 0.6500 && \text{Adimensional} \\ E &= 1.0043 && \text{Tasa de emisión (kg/s)} \end{aligned}$$

Considerando un **tiempo de respuesta de 10 minutos** se tendrá una **masa emitida de 740.7975 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 **1.2347 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:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.64 hasta 17.72 m	1.92 m	17.72 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.67 hasta 8.06 m	0.96 m	8.06 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 1.67 hasta los 8.06 m. El 0.5 L.I.I. desde 1.64 hasta los 17.72 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 17.72 m y fatalidades en un radio de 8.06 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 de la toma de recepción equivalente a **1.2347 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
6.34 m	10.76 m	16.68 m	30.69 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 **740.7975 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
34.88 m	71.19 m	162.50 m	276.22 m

ESCENARIO 005
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: 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.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen del recipiente al 100%		150,000	L
% de operación		0.8	x 100
Volumen en operación	V_r	120,000	L
	V_r	120	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	30000	L
	V_l	30	m ³
Masa del volumen en operación	m_l	71018.4000	kg
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	60.3	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	300.350	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	H_v	406.5244	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}	122.4278	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
19.25 m	39.28 m	89.66 m	152.41 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
193.94 m	403.88 m	657.72 m	1235.85 m

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máxima diámetro de la bola de fuego	240.19 m
Altura al centro de la bola de fuego	180.14 m
Duración de la bola de fuego	16.73 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (t=10.01 s)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m ²) ^{2/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ^{2/3} s	3.39	85.00	815.18	795.02
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{2/3} s	7.60	250.00	553.51	523.37
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{2/3} s	12.78	500.00	431.62	392.23
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{2/3} s	36.15	2000.00	262.45	190.86

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: 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	378	L/min
Densidad de la fase líquida.	ρ_{liq}	591.82	kg/m ³
Longitud de la tubería.	L_t	3	m
Diámetro de la tubería.	$\varnothing_t$	0.051	m
Longitud de la tubería.	L_t	3.5	m
Diámetro de la tubería.	$\varnothing_t$	0.076	m
Longitud de la manguera	L_m	7.00	m
Diámetro de la manguera.	$\varnothing_m$	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: $(\pi d^2 / 4) \text{ m}^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.051 \text{ m})^2}{4} = 0.00204 \text{ m}^2$$

Área transversal de la tubería de 76 mm: $(\pi d^2 / 4) \text{ m}^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.076 \text{ m})^2}{4} = 0.00454 \text{ m}^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA; v_{Liq-manguera} = LA = (7.0 \text{ m})(0.00204282 \text{ m}^2) = 0.01430 \text{ m}^3$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería de 51 mm:

$$v_{Liq-tubería} = LA = (7 \text{ m})(0.00204 \text{ m}^2) = 0.0143 \text{ m}^3$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería de 76 mm:

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3 \text{ m})(0.00454 \text{ m}^2) = 0.0136 \text{ m}^3$$

Volumen total: $= 0.0363 \text{ m}^3$

Peso de este volumen: $\left| 591.82 \frac{kg}{m^3} \right| 0.0363 m^3 = 21.4865 kg$

Masa de Gas L.P. que se fuga por la bomba:

$$(\rho_{liq})(V)(t) = masa\ GasL.P.fugadabomba$$

$$Capacidad\ de\ la\ bomba\ 378 \frac{L}{min} = \frac{0.378m^3}{min} = 3.7285 kg/s$$

$$\left(591.82 \frac{kg}{m^3} \right) (0.378 m^3/min)(0.5 min) = 111.8540 kg$$

Masa total liberada: $masaGasL.P.fugadabomba + masaGasL.P.tubería$

$$masa_{total-liberada} = 133.3405 kg$$

a) 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:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.00 hasta 29.19 m	7.85 m	29.19 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.00 hasta 14.58 m	5.87 m	14.58 m
Para L.S.I. 9.3%	1.06 hasta 2.77 m	2.77 m	2.82 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de 378 LPM alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.00 hasta 14.58 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.00 hasta 29.19 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 29.19 m y fatalidades en un radio de 14.58 m en dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Considerando que durante las operaciones de suministro de GLP a los auto-tanques, se desprende la manguera del auto-tanque, emitido **3.7285 kg/s**, en función de la capacidad de la bomba (378 L/min), dicha emisión continua se supone tiene contacto con una fuente de ignición, generándose un dardo de fuego (jet-fire)

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
10.78 m	18.26 m	28.32 m	52.08 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)			
<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
19.69 m	40.19 m	91.75 m	155.96 m

ESCENARIO 007
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 3: SUMINISTRO A AUTOTANQUES.

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	5	seg
Diámetro del orificio.	$\emptyset$	0.25	ln

*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 =	300.35	Temperatura de almacenamiento (K)
p_s =	565262.4116	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 =	101500.00	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 =	565262.4116	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)
p_h =	565262.4116	Presión en el agujero (Pa)

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} \quad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

$A_0 = 3.1669E-05$
 $A_1 = 1$
 $\beta^4 = 3.1669E-05$

$C = 0.65$ Coeficiente 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)
 $p_h = 565262.4116$ Presión en el agujero (Pa)
 $p_a = 101,500.00$ Presión ambiental (Pa)
 $K = 0.65$ Adimensional
 $E = 0.4823$ Tasa de emisión (kg/s)

Considerando un tiempo de respuesta de 30 minutos se tendrá una masa emitida de **868.1220 kg.**

A) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE)

El flujo de descarga de Gas LP a través de una abertura de 1/4" en el sello de la bomba es de 0.4823 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:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para 1/2 L.I.I. (Zona de quemado)	1.25 hasta 8.00 m	1.11 m	8.00 m
Para L.I.I. 1.8 %	2.79 hasta 2.79 m	0.15 m	2.79 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La nube de gas alcanzará el 0.5 L.I.I. desde los 1.25 hasta los 8.00 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 8.00 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 un orificio de 1/4" en el sello de la bomba, 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.

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
4.05 m	6.86 m	10.64 m	19.57 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 868.12 kg se 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)			
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
36.78 m	75.05 m	171.32 m	291.22 m

ESCENARIO 008
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.

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 PRECEDIMIENTOS, LA VÁLVULA DE BOLA RECTA UBICADA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE QUE SE ENCUENTRA CERRADA.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ_{liq}	591.82	kg/m ³
Tiempo de fuga equivalente*.	t	10	min
Diámetro equivalente de la fuga	$\varnothing_t$	0.6	in
Altura	H	0.5	m

*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 =	300.35	Temperatura de almacenamiento (K)
p_s =	565,262.4116	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 =	101500.00	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 =	565,262.4116	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)
p_h =	565,262.4116	Presión en el agujero (Pa)

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} \quad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1}$$

$A_0 = 18.2415E-05$
 $A_1 = 1$
 $\beta^4 = 18.241E-05$

$C = 0.65$ Coeficiente de descarga (adimensional)
 $\beta^4 = 3.3275E-08$
 $K = 0.65$

Calculando la tasa de emisión del gas l.p. a través del agujero:

$$E = KA_0 [2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

$A_0 = 1.82415E-04$ Área del agujero (m^2)
 $\rho_s = 591.82$ Densidad en almacenamiento (kg/m^3)
 $p_h = 565,262.4116$ Presión en el agujero (Pa)
 $p_a = 101500.00$ Presión ambiental (Pa)
 $K = 0.65$ Adimensional
 $E = 2.7780$ Tasa de emisión (kg/s)

Considerando un tiempo de respuesta de 10 minutos se tendrá una masa emitida de **1,666.7943 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 es de 2.7780 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:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.59 hasta 30.02 m	3.52 m	30.02 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.69 hasta 15.70 m	1.70 m	15.70 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal alcanzará el Límite Inferior de Inflamabilidad L.I.I. desde 1.69 hasta los 15.70 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde los 1.59 hasta los 30.02. 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 daños graves a equipos en un radio de 30.02 m y fatalidades en un radio de 15.70 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 un orificio de 0.6", equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (3") en el sello de la bomba *Blackmer* equivalente a **2.7780 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.

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
9.37 m	15.86 m	24.60 m	45.24 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 **1,666.7943 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)			
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
45.71 m	93.28 m	212.93 m	361.95 m

ESCENARIO 009
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

FUGA DE GAS L.P. OCASIONADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MAGUERA DE LÍQUIDO DURANTE EL TRASIEGO DE GAS L.P. A RECIPIENTE TRANSPORTABLE.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ_{liq}	591.82	kg/m ³
Tiempo de fuga equivalente*.	t	10	min
Diámetro del orificio.	$\emptyset_o$	0.6	In

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera de 13mm

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.013m)^2}{4} = 0.0001327 \text{ m}^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA; v_{Liq-manguera} = LA = (2.00 \text{ m})(0.0001327 \text{ m}^2) = 0.0002655 \text{ m}^3$$

Masa de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 \text{ kg}}{m^3} \right| 0.0002655 \text{ m}^3 = 0.1571 \text{ kg}$$

a) 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 **0.1571 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)			
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	4.25 m	9.69 m	16.47 m.

ESCENARIO 010
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

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.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Masa fugada	m	30	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:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.02 hasta 13.62 m	6.36 m	13.62 m
L.I.I. 1.8%	0.02 hasta 7.08 m	4.85 m	7.08 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 a la fuga de contenido total de un recipiente transportable, alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.02 m hasta 7.08 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.02 m hasta 13.62 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 13.62 m y fatalidades en un radio de 7.08 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)			
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
11.98 m	24.45 m	55.80 m.	94.86 m.

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de “SONIGAS S.A. de C.V.”
Valladolid, Yucatán.

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			
		RADIO POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
1	Recepción de semirremolques.	8.85	18.06	41.22	70.06
2	Recepción de semirremolques.	27.43 m	55.99 m	127.80 m	217.24 m
4	Recepción de semirremolques.	34.88 m	71.19 m	162.50 m	276.22 m
6	Suministro a auto-tanques	19.69 m	40.19 m	91.75 m	155.96 m
7	Suministro a auto-tanques/bomba	36.78 m	75.05 m	171.32 m	291.22 m
8	Llenado de recipientes transportables	45.71 m	93.28 m	212.93 m	361.95 m
9	Llenado de recipientes transportables	2.08 m	4.25 m	9.69 m	16.47 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			
		RADIO 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.	18.59 m	31.45 m	48.77 m	89.69 m
4	Recepción de semirremolques.	6.34 m	10.76 m	16.68 m	30.69 m
6	Suministro a auto-tanques	10.78 m	18.26 m	28.32 m	52.08 m
7	Suministro a auto-tanques/bomba	4.05 m	6.86 m	10.64 m	19.57 m
8	Llenado de recipientes transportables	9.37 m	15.86 m	24.60 m	45.24 m

DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DE UN RECIPIENTE. (TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y SEMIRREMOLQUE)

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.	18.17 m	37.09 m	84.66 m	143.91 m
5.1	Almacenamiento	19.25 m	39.28 m	89.66 m	152.41 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.	176.55 m	338.75 m	542.49 m	1011.99 m
5.1	Almacenamiento	193.94 m	403.88 m	657.72 m	1235.85 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 5.1 ALMACENAMIENTO GLP
Diámetro [$D_{max} = 5.8M^{1/3}$]	163.71 m	240.19 m
Altura [$H = 0.75D_{max}$]	122.79 m	180.14 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	16.73 s

En el Anexo “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			
		RADIO 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 4.01 m	Distancia X=	Desde 0.02 hasta 8.27 m
		Y de exclusión=	3.00 m	Y de exclusión=	4.07 m
		Dist. Máx=	4.01 m	Dist. Máx=	8.27 m
2	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.92 hasta 39.68 m	Distancia X=	Desde 1.65 hasta 64.73 m
		Y de exclusión=	8.25 m	Y de exclusión=	13.13 m
		Dist. Máx=	39.68 m	Dist. Máx=	63.73 m
4	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.67 hasta 8.06 m	Distancia X=	Desde 1.64 hasta 17.72 m
		Y de exclusión=	0.96 m	Y de exclusión=	1.92 m
		Dist. Máx=	8.06 m	Dist. Máx=	17.72 m
6	Suministro a auto-tanques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.00 hasta 14.58 m	Distancia X=	Desde 1.00 hasta 29.19 m
		Y de exclusión=	5.87 m	Y de exclusión=	7.85 m
		Dist. Máx=	14.58 m	Dist. Máx=	29.19 m
7	Suministro a auto-tanques/ Bomba (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 2.79 hasta 2.79 m	Distancia X=	Desde 1.25 hasta 8.00 m
		Y de exclusión=	0.15 m	Y de exclusión=	1.11 m
		Dist. Máx=	2.79 m	Dist. Máx=	8.00 m
8	Llenado de recipientes transportables	Distancia X=	Desde 1.69 hasta 15.70 m	Distancia X=	Desde 1.59 hasta 30.02 m
		Y de exclusión=	1.70 m	Y de exclusión=	3.52 m
		Dist. Máx=	15.70 m	Dist. Máx=	30.02 m
10	Llenado de recipientes transportables	Distancia X=	Desde 0.02 hasta 7.08 m	Distancia X=	Desde 0.02 hasta 13.62 m
		Y de exclusión=	4.85 m	Y de exclusión=	6.36 m
		Dist. Máx=	7.08 m	Dist. Máx=	13.62 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
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.			

Tabla II.14. Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
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
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
Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cazzani; 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.			

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.

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.

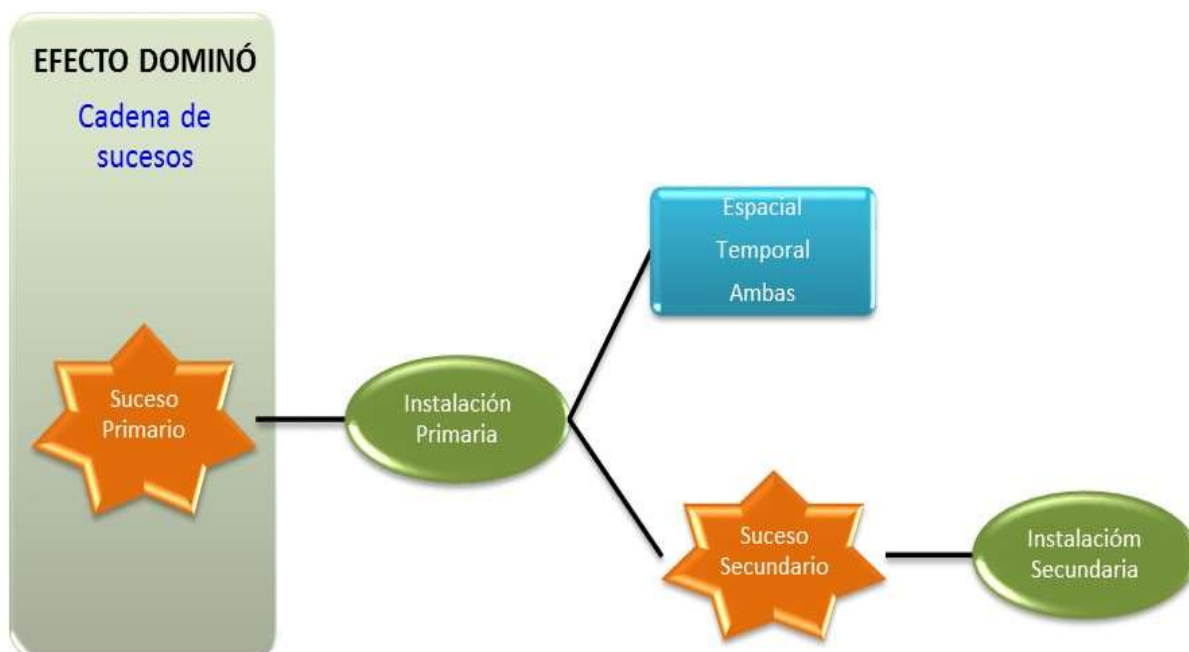


Figura II.4. Esquematzación del desarrollo del Efecto Dominó.

Reiners and Cozzani. 2013, 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 vario 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.

Considerando que el evento dominó es aquel que incrementa las consecuencias del evento primario o iniciador, así también como aquel que incrementan la frecuencia que ocurra un accidente en el unidad objetivo o blanco, en este apartado se presenta de manera cualitativa las posibles interacciones de riesgo o efectos dominó que pudieran presentarse con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones que se encuentran dentro de las Zonas de Alto Riesgo.

Es importante mencionar que de acuerdo a varios autores (Genserik y Cozzani, 2013), el efecto dominó que se han presentado en la industria lo han hecho 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 siguientes: Explosión -> fuego (27.6 %); Fuego → explosión (27.5 %) y 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 Domino (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** en la Planta de Distribución de GLP 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**. Conforme 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

De acuerdo a la tabla II.17, 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, 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, 3.0 y 1.0 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.

Tabla II.18 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.	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

Cabe mencionar que a 5.0 Kw/m² no se registran daños sobre materiales o equipos de proceso. En tanto que a 1.0 psi de presión se prevé la demolición parcial de estructuras y falla en conexiones.

De manera particular, dichos valores pueden ser encontrados en las inmediaciones de los eventos primarios, por lo que evidentemente las instalaciones y equipos principalmente dañados serían aquellos ubicados en las áreas que integran la planta de distribución de gas l.p., tales como: área de almacenamiento, toma de recepción, tomas de suministro, y muelle de llenado. En este caso las posibles interacciones de riesgo serían a causa de la alta radiación emitida por los dardos de fuego, lo que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes que contienen gas licuado e incendios secundarios. En tanto que las ondas de sobrepresión derivan principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.

Sin embargo, aun cuando existe posibilidad de interacciones de riesgo entre las propias áreas de la planta, dentro del presente estudio se presentaron y evaluaron eventos en cada una de ellas, 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.

Sin embargo, aun cuando existe posibilidad de interacciones de riesgo entre las propias áreas de la planta, dentro del presente estudio se presentaron y evaluaron eventos en cada una de ellas, 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 un evento dominó (escenario 003), una vez que esta deriva de un evento alterno (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. Cabe mencionar que la ocurrencia de la BLEVE 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 semirremolque 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).

En este sentido se prevé que unos de los fragmentos 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. Por lo que se identifica al escenario 005, como aquel que pudiera potencializar el riesgo a través de un efecto domino con instalaciones o equipos ajenos a la instalación, por ser el que arroja los radios de afectación con mayor dimensionamiento. En este caso 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.19. Zonas totales de afectación originadas por la BLEVE del recipiente.

	Sobrepresión		Radiación Térmica	
Zona de amortiguamiento	0.5 psi	152.41 m	1.4 kW/m ²	1235.85 m
Zona de alto riesgo	1.0 psi	89.66 m	5.0 kW/m ²	657.72 m
Zona de alto riesgo por daño a equipos	3.0 psi	39.28 m	12.5 kW/m ²	403.88 m
	10.0 psi	19.25 m	37.5 kW/m ²	193.94 m

Asimismo, *Cozzani et al (2004)* expone que los equipos e instalaciones dentro del radio que abarca la bola de fuego son propensos a ser dañados por la radiación, sobre todo los recipientes atmosféricos, ya que la radiación en esta zona es por la exposición directa a las llamas y mientras alcancen un valor de radiación de 100 kW/m². Fuera del área determinada por el radio de la bola de fuego, los daños por radiación indirecta son ocasionados a los recipientes atmosféricos teniendo en cuenta un valor mayor a 100 kW/m². En cuanto a recipientes sujetos a presión, el autor, expone que debido a que dichos recipientes son usualmente diseñados con la intención de poseer resistencia suficiente a la radiación se descarta la escalación de eventos este tipo de recipientes.

Cabe mencionar que dentro del diámetro de la bola de fuego equivalente a 240.19 m (Figura II.9) además de los propios recipientes con los que cuenta la planta no se ubica ningún otro recipiente del tipo atmosférico o presurizado ajeno a la planta que pudiera ser dañado por la radiación térmica generada por la bola de fuego. Asimismo, en un radio de 193.94 m, en donde se alcanzaría una radiación térmica de hasta 37.5 kW/m² no se ubican otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones, sin embargo, se encuentra una fracción del Rancho San José 1 (Figura II.5). **Por lo que en este sentido se descarta un efecto domino por los efectos de la radiación térmica generada por la bola de fuego de la BLEVE de un tanque de 150,000 litros con otras áreas o equipos ajenos a la instalación.**

No obstante, en un radio de hasta 403.88 m (12.5 kW/m²), en donde se ubican en su mayoría zonas de selva subcaducifolia y pastizal cultivado, así como el Rancho San José 1, el paradero “Los Pepes” y los asentamientos humanos sin registrar 1 y 2, en donde se prevé el desarrollo de incendios secundarios, suponiendo que los elementos vulnerables del tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos son incendiados. (Figura II.7). En tanto que en un radio de hasta 657.72 m donde se ubica el rancho San José 2, localidad Sagrado Corazón y Periférico Noreste, se alcanzaría una radiación de 5.0 kW/m², sin embargo, estas no resultarían

afectadas por la radiación térmica, una vez que a este nivel de radiación no se reportan daños a estructuras y materiales.

Es importante mencionar que el Rancho “El Sacrificio”, localidad Chan Kop Dzadz y localidad “Santa María (Xpetzuuc)”, quedan confinadas dentro de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2). No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.

En cuanto a los efectos por las ondas de sobrepresión derivadas de la 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, cabe mencionar que dentro de las zonas de alto riesgo por daño a equipos además de los propios equipos de la planta **no se ubican instalaciones o equipos de proceso ajenos a la empresa que pudieran verse dañados.**

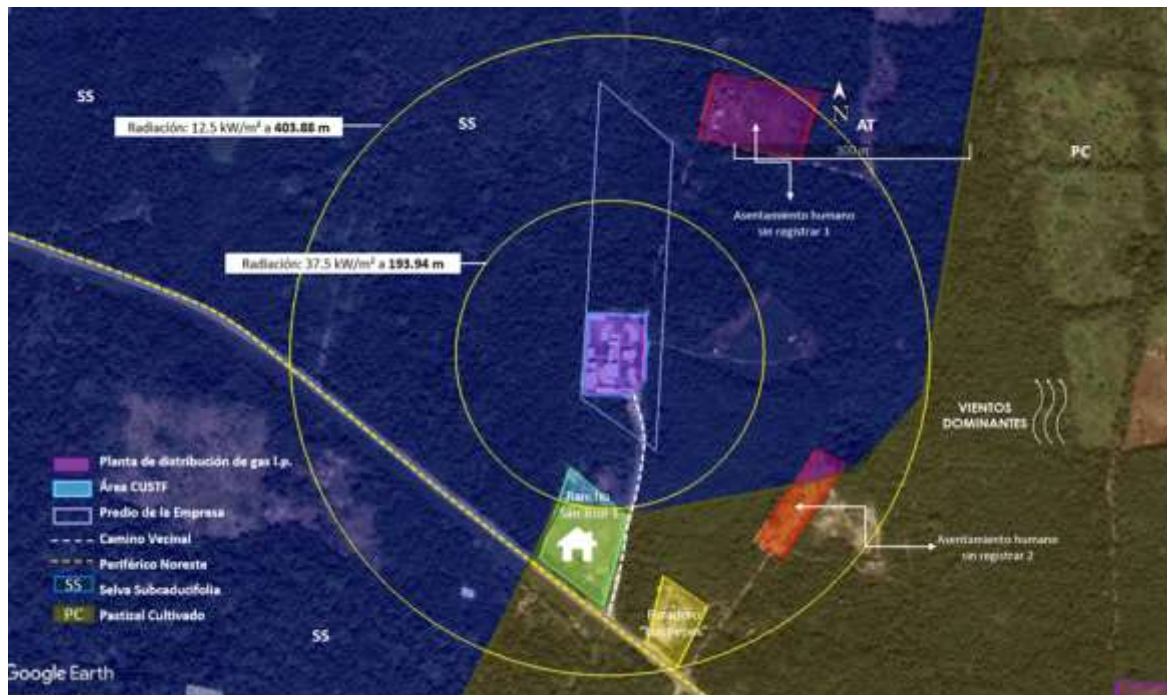


Figura II.5. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos derivadas de la radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la BLEVE del tanque con capacidad de $150,000 \text{ m}^3$

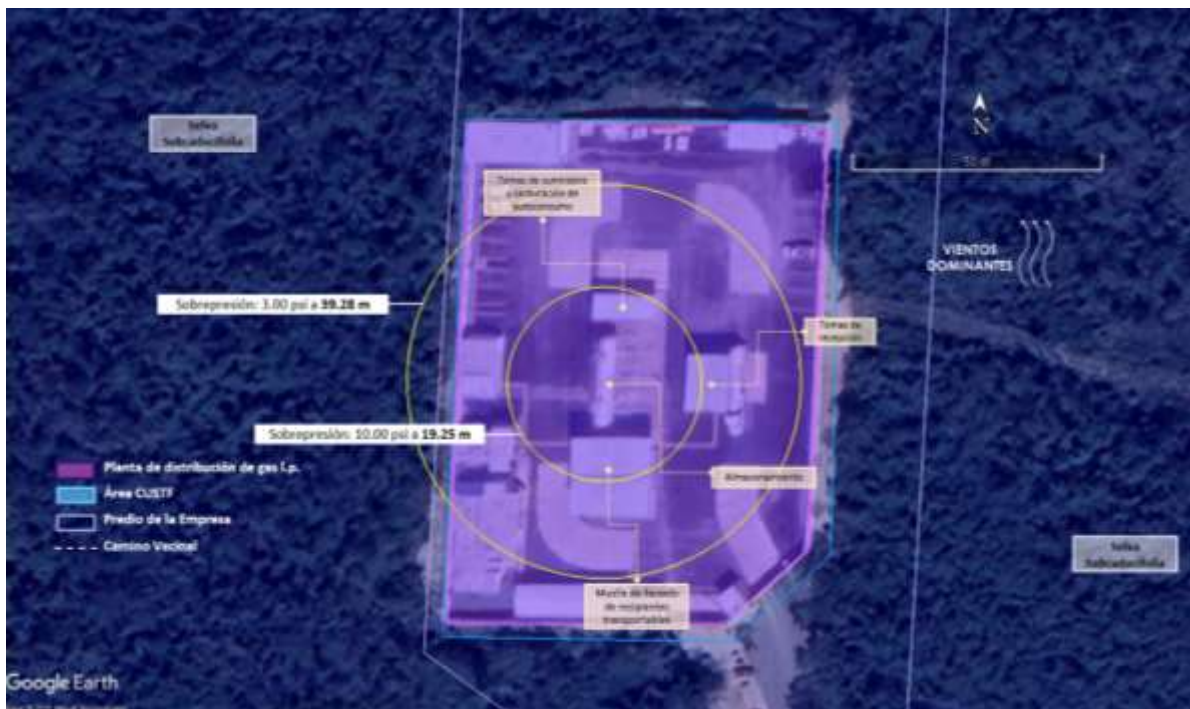


Figura II.6. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión del tanque con capacidad de 150,000 m³ a causa de la expansión del vapor contenido en este.



Figura II.7. Zonas de Alto Riesgo derivadas de la radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la BLEVE de un tanque con capacidad de 150,000 m³

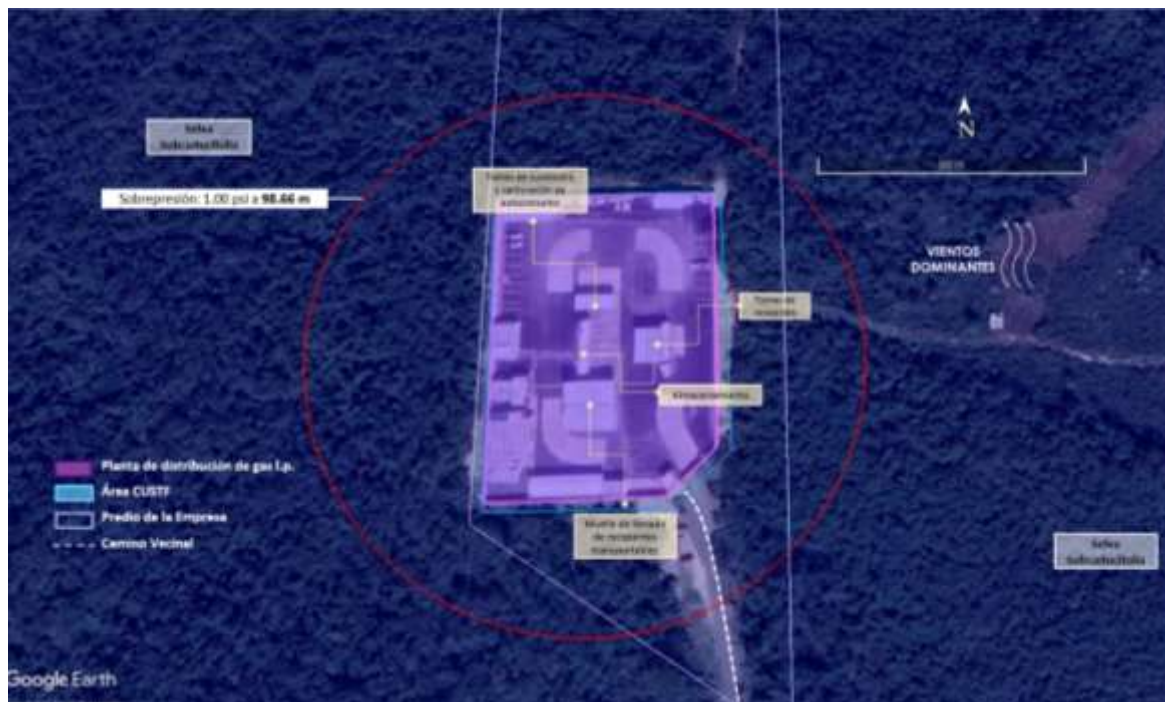


Figura II.8. Zonas de Alto Riesgo debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión de un tanque con capacidad de 150,000 m³ a causa de la expansión del vapor contenido en este.



Figura II.9. Máximo diámetro de la Bola de Fuego originada por la BLEVE de un tanque de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 150,000 m³

Cabe mencionar, que 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; en tanto que para las llamaradas si bien, el contacto de una persona con la llamarada producida es letal, no se considera la posibilidad de escalación debido a su corta duración.

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.20. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
001	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	8.85 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción.	- Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación de autoconsumo 23.67 m Almacenamiento 20.52 m Muelle de llenado 25.71 m Bombas (Norte) 23.32 m Compresor 17.03 m Bombas (Sur) 27.66 m	Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos juegos de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido la que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y posteriormente se ensancha a 101 mm Ø (4") diámetro, además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1½") de diámetro para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm Ø (2") de diámetro. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). En la toma para gas-líquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática y un accesorio de no-retroceso tipo mirilla. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo recta, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, siendo estos accesorios de 51 mm Ø (2") de diámetro. - Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia	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 apearse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración. En los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente al Trabajo, Capítulo 2, Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal tiene 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.
					18.06 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Almacenamiento, tomas de suministro y carburación de autoconsumo, compresor de trasiego de Gas L.P. y muelle de llenado de recipientes transportables.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	41.22 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, áreas de circulación, tomas de suministro y carburación de autoconsumo, sistema de vaciado de recipientes transportables y bombas de trasiego de Gas L.P.			
002	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	27.43 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación.	- Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación de autoconsumo 23.67 m Bombas (Norte) 23.32 m Bombas (Sur) 27.66 m Compresor 17.03 m Almacenamiento 20.52 m Muelle de llenado 25.71 m Oficinas 51.81 m Caseta de vigilancia 41.80 m Cuarto de tablero eléctrico 9.89 m E.C.I. 46.77 m Sistema de vaciado de recipientes transportables... 27.79 m Taller mecánico 43.09 m Taller de mantenimiento de recipientes transportables 49.93 m		
					55.99 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Oficinas, E.C.I., caseta de vigilancia, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación. .			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	18.59 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			
					31.45 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., tomas de suministro y carburación de autoconsumo, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	127.80 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Taller mecánico y áreas de circulación			
					48.77 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Oficinas, E.C.I., caseta de vigilancia, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación.			
				Radiación (5.0 kW/m²)					

Tabla II.20. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (Continuación...).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
003	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	18.17 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.	- Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación de autoconsumo 23.67 m Bombas (Norte) 23.32 m Bombas (Sur) 27.66 m Compresor 17.03 m Almacenamiento 20.52 m Muelle de llenado 25.71 m Oficinas 51.81 m Caseta de vigilancia 41.80 m Cuarto de tablero eléctrico 49.89 m Sistema de vaciado de recipientes transportables. 27.79 m Taller mecánico 43.09 m Taller de mantenimiento de recipientes transportables 49.93 m E.C.I. 46.77 m	Los semirremolques cuentan con válvulas de globo angular de acción manual. - Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. Se contará con Procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá elaborar una lista de verificación para asegurar que los semirremolques conservan su utilidad y son seguros, que incluya la revisión de las condiciones mecánicas y de los equipos de comunicación los cuales deben ser adecuados para trabajar en atmósferas peligrosas. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con 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. Las operaciones deberán controladas y monitoreadas de forma continua. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Se deberá establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. La cisterna de seguridad deberá cuando menos mantener el 70% de su capacidad. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo, Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique.
					37.09 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	169.75 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.			
					328.71 m	No se localiza ningún equipo o instalación industrial en este radio de afectación			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	84.66 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Caseta de vigilancia, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, E.C.I., oficinas, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación.			
				Radiación (5.0 kW/m²)	527.49 m	No se localiza ningún equipo o instalación industrial en este radio de afectación			
004	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	34.88 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables y área de circulación.	- Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación de autoconsumo 23.67 m Bombas (Norte) 23.32 m Bombas (Sur) 27.66 m Compresor 17.03 m Almacenamiento 20.52 m Muelle de llenado 25.71 m Oficinas 51.81 m Caseta de vigilancia 41.80 m Cuarto de tablero eléctrico 49.89 m E.C.I. 46.77 m Taller de mantenimiento de recipientes transportables 49.93 m Taller mecánico 43.09 m	En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este, entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (½") de diámetro. - Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. Se contará con Procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo, Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con 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.
					71.19 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Oficinas, caseta de vigilancia, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	6.34 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción.			
					10.76 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	162.50 m	No se localiza ningún equipo o instalación industrial en este radio de afectación			
				Radiación (5.0 kW/m²)	16.68 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			

Tabla II.20. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación...).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
005	Almacenamiento	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	19.25 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Almacenamiento, tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación.	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción 20.52 m Tomas de suministro y carburación de autoconsumo 14.16 m Muelle de llenado 17.96 m Compresor 3.54 m Bombas (Norte) 08.99 m Bombas (Sur) 10.22 m Oficinas 36.36 m E.C.I. 25.91 m Cuarto de tablero eléctrico 28.79 m Caseta de vigilancia 58.93 m Sistema de vaciado de recipientes transportables 13.09 m Taller mecánico 25.66 m Taller de mantenimiento de recipientes transportables 58.30 m	El recipiente de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios: - Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro - Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula. - Un manómetro Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1.5") de diámetro de carátula. - Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (¼") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente. - Cinco válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. - Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-líquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. - Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas –vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA. - Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292C de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho. - Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. - Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs. - Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs - Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra". - Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero óxida 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora. ⇒ Sistema de aspersión: El recipiente cuenta con tres tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba del recipiente, que se derivan de una tubería central transversal de 101 mm (4") de diámetro. El rociado es mediante las boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de las tuberías, colocando 52 boquillas en total para el riego del recipiente. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm². ⇒ Extintores: Se cuenta con 2 extintores tipo manual de polvo químico seco de 9 kg, clase ABC y 1 extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, en la zona de almacenamiento. ⇒ Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberá realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco de conformidad con la normatividad aplicable. Se debe mantener el área libre de materiales combustibles. Se deberá verificar de manera periódica el funcionamiento del equipo contra incendio. Se deberá mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general y de mantenimiento de la planta. Se deberá mantener el original del programa de mantenimiento del sistema de trasiego. El cual debe incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión.
					39.28 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Oficinas, E.C.I., cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	193.94 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.			
					403.88 m	No se localiza ningún equipo o instalación industrial en este radio de afectación			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	89.66 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Caseta de vigilancia, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación			Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Los programas de mantenimiento deberán estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
				Radiación (5.0 kW/m²)	657.72 m	No se localiza ningún equipo o instalación industrial en este radio de afectación			

Tabla II.20. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación...).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
006	Suministro a auto-tanques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	19.69 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción 23.67 m Muelle de llenado 31.74 m Compresor 11.78 m Bombas (Norte) 4.86 m Bombas (Sur) 24.45 m Almacenamiento 14.16 m Oficinas 48.16 m E.C.I. 30.88 m Cuarto de tablero eléctrico 36.07 m Caseta de vigilancia 61.97 m Sistema de vaciado de recipientes transportables 27.07 m Taller mecánico 42.70 m Taller de mantenimiento de recipientes transportables 44.81 m	Los auto-tanques cuentan con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto.	Se deberá implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente.
					40.19 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Toma de recepción, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur), cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., sistema de vaciado de recipientes transportables, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación.		- Tomas de suministro: Para la carga de auto-tanques, se cuenta con dos juegos de tomas, constando cada una, de una boca terminal de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido que se conecta a la tubería principal; además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de suministro de auto-tanques, cuentan en su boca terminal con un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull - away) En la toma para gas-liquido se cuenta con dos válvulas para alivio de presiones hidrostática, una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, siendo estos accesorios de 51 mm Ø (2") de diámetro. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo recta y una válvula de no retroceso de cierre automático, ambos accesorios con 32 mm (1 ¼") de diámetro	Los choferes de los auto-tanques deberán apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	10.78 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur), almacenamiento y áreas de circulación.		- Toma de carburación de autoconsumo: Para la carga de tanques montados en vehículos propiedad de la misma empresa, que utilizan el Gas L.P. como carburante del motor, se cuenta con una toma de carburación de autoconsumo, con la que se realiza el llenado por medio de la bomba No. 3; se cuenta para esto, con una boca terminal de 25 mm Ø (1") acondicionada con manguera especial para conducir Gas L.P. La toma de carburación de autoconsumo, cuenta en su boca terminal con una válvula de globo de cierre rápido, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away).	Se deberá mantener el área libre de material combustible.
					18.26 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, almacenamiento, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.		En la toma para gas-liquido se cuenta con dos válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de bola, una válvula de cierre a control remoto con actuador eléctrico (solenoid), siendo estos accesorios de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro. Extintores: Se cuenta con tres extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.	Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos)
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	91.75 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Oficinas, caseta de vigilancia y áreas de circulación.		En la toma para gas-liquido se cuenta con dos válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de bola, una válvula de cierre a control remoto con actuador eléctrico (solenoid), siendo estos accesorios de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro. Extintores: Se cuenta con tres extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.	Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo, Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique.
				Radiación (5.0 kW/m²)	28.32 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, tomas de recepción, E.C.I., bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y áreas de circulación		Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con 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.

Tabla II.20. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación...).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
007	Suministro a auto-tanques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	36.78 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación.	- Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción 23.47 m Muelle de llenado 27.07 m Compresor 11.25 m Almacenamiento 9.21 m Tomas de suministro y carburación de autoconsumo 5.86 m Bombas (Sur) 24.45 m Oficinas 47.08 m E.C.I. 25.89 m Cuarto de tablero eléctrico 31.45 m Caseta de vigilancia 58.26 m Taller de mantenimiento de recipientes transportables 44.81 m Taller mecánico 42.70 m Sistema de vaciado de recipientes transportables 27.07 m	Las bombas cuentan con válvula de alivio interna de la bomba. - Extintores: Se cuenta con tres extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Además, se cuenta con un extintor de PQS de 9kg en cada bomba de trasiego. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. 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. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles.
					75.05 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, oficinas, caseta de vigilancia y área de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m ²)	4.05 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y almacenamiento.			
					6.86 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación, almacenamiento y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	171.32 m	No se localiza ningún equipo o instalación industrial en este radio de afectación			
				Radiación (5.0 kW/m ²)	10.64 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento y áreas de circulación.			
008	Llenado de recipientes transportables	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	45.71 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, oficinas, caseta de vigilancia, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación.	- Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción 25.59 m Tomas de suministro y carburación de autoconsumo 31.27 m Bombas (Norte) 26.90 m Bombas (Sur) 7.88 m Compresor 20.21 m Almacenamiento 17.76 m Oficinas 30.38 m Caseta de vigilancia 35.64 m Cuarto de tablero eléctrico 29.29 m E.C.I. 35.18 m Taller de mantenimiento de recipientes transportables 79.29 m	El múltiple de llenado, consta de cuatro salidas de 13 mm (1/2"), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2") de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm ² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm ² de 6.4 mm (1/4") de diámetro en su entrada y caratula de 6.4 mm (2 1/2") de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica 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. Extintores: se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y tres en el muelle de llenado. Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.
					93.28 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m ²)	9.37 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Muelle de llenado de recipientes transportables y bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur).			
					15.86 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Almacenamiento, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	212.93 m	No se localiza ningún equipo o instalación industrial en este radio de afectación			
				Radiación (5.0 kW/m ²)	24.60 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, oficinas, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			

Tabla II.20. Interacciones de Riesgo y descripción de los posibles receptores de Riesgo (continuación...).

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
009	Llenado de recipientes transportables.	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	2.08 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Muelle de llenado de recipientes transportables.	- Infraestructura interna de las instalaciones: Almacenamiento 17.76 m Sistema de vaciado de recipientes transportables 7.23 m Bombas (Sur) 7.88 m	Válvula de cierre rápido Extintores: se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y tres en el muelle de llenado. Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas 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. Se deberán eliminar fuentes de ignición. Se recomienda instalar detectores portátiles de mezclas explosivas. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. 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.
					4.25 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Muelle de llenado de recipientes transportables.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	9.69 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables y bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur).			
010	Llenado de recipientes transportables.	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	11.98 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas de trasiego de Gas .P. (Sur) y sistema de vaciado de recipientes transportables.	- Infraestructura interna de las instalaciones: Toma de recepción 25.59 m Tomas de suministro y carburación de autoconsumo 31.27 m Bombas (Norte) 26.90 m Bombas (Sur) 7.88 m Compresor 20.21 m Almacenamiento 17.16 m Oficinas 30.38 m Caseta de vigilancia 37.23 m Sistema de vaciado de recipientes transportables 7.23 m E.C.I. 31.17 m Cuarto de tablero eléctrico 30.42 m	Válvula de manual de cierre de emergencia en cada una de las derivaciones de llenaderas. Sistema de llenado automático. Extintores: se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y tres en el muelle de llenado. Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tienen 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, deberán comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018 Se recomienda la instalación de detectores portátiles de detección de mezclas explosivas.
					24.45 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción, almacenamiento, oficinas, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	55.80 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte), E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, caseta de vigilancia, oficinas y áreas de circulación.			

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 cuenta con dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

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 instalado en la planta como máximo se llenarán 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 está 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 recipiente cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro
- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula.
- Un manómetro Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1.5") de diámetro de carátula.
- Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- Cinco válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas –vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292C de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho.
- Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs.
- Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora.

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 consideradas:

- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula.
- Sistema 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 recipiente cuenta con tres tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba del recipiente, que se derivan de una tubería central transversal de 101 mm (4") de diámetro.

El rociado es mediante las boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de las tuberías, colocando 52 boquillas en total para el riego del recipiente. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. y 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 deberán obtenerse para los tres recipientes el dictamen para la evaluación de la conformidad con dicha Norma, de tal forma que se asegure de que estos son aptos para operar.

Es importante mencionar que el tanque de almacenamiento, fue fabricado en 2018, debido a ello, la planta 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

Determinación y justificación de la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de “**Sonigas, S.A. de C.V.**” se encuentra ubicada en el Predio con No. de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste, C.P. 97782. Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán.



Figura II.10. Ubicación de la Planta de Distribución de GLP
Fuente: INEGI, Espacio y Datos de México.

De acuerdo con las escrituras del predio, la superficie total con la que cuenta la empresa es de 38,129 m², de los cuales 7,666 m² fueron sometidos a Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF), ocupando 7,000 m² para la instalación de la planta y 666 m² para acceso, estacionamiento de la empresa y guardarraya.

A continuación, se representan las coordenadas correspondientes a la delimitación del predio y planta:

Tabla II.21. Coordenadas del predio total propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”

Vértice	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Latitud Norte	Longitud Oeste	X	Y
1	20°43'15.77"	88°10'29.162"	377676.023646	2291719.418399
2	20°43'27.316"	88°10'27.071"	377739.026766	2292073.976904
3	20°43'29.32"	88°10'29.79"	377660.823107	2292136.163168
4	20°43'17.779"	88°10'29.79"	377597.819588	2291781.758591



Figura II.11. Superficie del predio total de la empresa, propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V.".

Tabla II.22. Coordenadas del área que ocupa la Planta de Distribución de Gas L.P.

Vértice	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM	
	Latitud Norte	Longitud Oeste	X	Y
1	20°43'21.00"	88°10'31.29"	377615.58	2291880.67
2	20°43'20.992	88°10'28.94"	377683.55	2291879.87
3	20°43'17.87"	88°10'29.21"	377675.05	2291784.00
4	20°43'17.90"	88°10'31.90"	377597.24	2291785.48

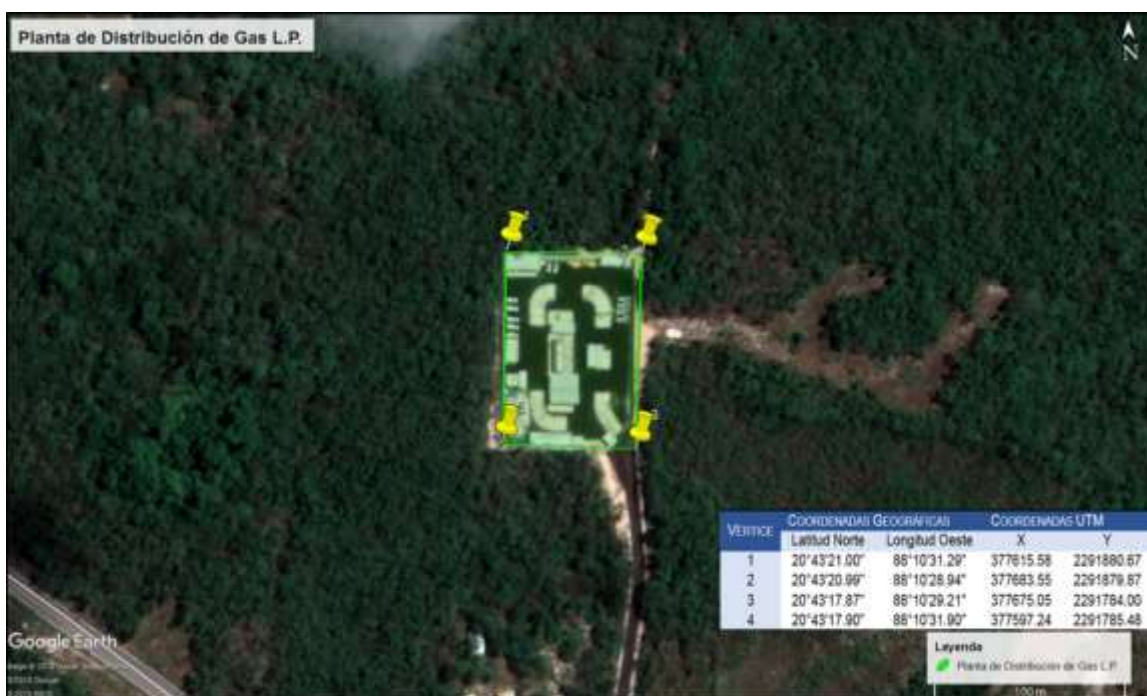


Figura II.12. Área de la planta de distribución de gas l.p. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V.

La selección de la zona donde se ubican las instalaciones de Sonigas S.A. de C.V. fue un factor importante a considerar en las bases de diseño de la instalación, ya que se consideró que esta contara con la infraestructura necesaria para llevar a cabo sus actividades, tales como energía eléctrica y vías de comunicación (**Tabla II.23.**), que al predio no lo cruzan líneas eléctricas de alta tensión, ya sean aéreas o ductos bajo tierra, ni tampoco cruzan ductos bajo tierra que transporten hidrocarburos, además de encontrarse alejada de zonas densamente pobladas, no obstante, es importante mencionar que dentro de radio de 500 m se encuentran los siguientes asentamientos humanos:

Tabla II.23 Proximidades con zonas vulnerables de población en un radio de 500 m

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación
Asentamientos humanos	Sin registro 1	Noreste	425.98 m
	Sin registro 2	Noreste	253.34 m
	Sin registro 3	Sureste	240.94 m
Rancho	Rancho "San José A"	Suroeste	120.06 m
	Rancho "San José B"	Sur	439.22 m

Tabla II.24 Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m

Tipo de infraestructura	Nombre/ Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación (m)
Vialidad	Camino de acceso	Sur	Inmediato a las instalaciones
	Periférico Noreste	Sur	215.76 m

De acuerdo a lo señalado por el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la Planta no incide en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Humedales, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni en Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción Municipal, Estatal o Federal.

Respecto al uso de suelo y vegetación actual en el sitio donde se encuentra la Planta, corresponde a **Selva subcaducifolia** de acuerdo a la Serie VI 2017 de INEGI. Subrayando que la Planta se encuentra totalmente construida, por ello, se considera que los componentes bióticos y abióticos de sitio ya han sido alterados.

Tabla II.25. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Tipo de vegetación/Vegetación secundaria
Norte	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia
Noreste	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia
	Pastizal cultivado	Pastizal cultivado
Noroeste	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia
Sur	Pastizal cultivado	Pastizal cultivado
Sureste	Pastizal cultivado	Pastizal cultivado
Suroeste	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia
	Pastizal cultivado	Pastizal cultivado



Figura II.13. Zonas Vulnerables de Población en Torno a un Radio de 500 m.



Figura II.14. Infraestructura en Torno a un Radio de 500 m.

Asimismo, de acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA) y Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE), así como decretos en el Diario Oficial de la Federación y el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, la Planta está vinculada con los siguientes Programas Reguladores de Uso de Suelo:

Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados (generales del territorio, regionales, marinos o locales).	Publicado en el Diario Oficial
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	7 de septiembre de 2012
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán	26 de julio de 2007

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, tiene como objeto 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.

En relación al territorio nacional, México se encuentra constituido por 145 unidades denominadas, unidades ambientales biofísicas (UAB), las cuales comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental estas a su vez integran las regiones ecológicas. Con este antecedente se verificó que el proyecto incide en la Región Ecológica 17.33, que comprende la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo, cuya política ambiental es de **Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable**. (Ver Tabla II.26 y Figura II.15)

Por lo que las actividades de distribución y trasiego de gas l.p. que pretende realizar la empresa, mediante planta de distribución de gas l. p. son compatibles con las políticas que se establecen en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, una vez que la empresa buscará que durante las etapas de operación y mantenimiento la instalación se integre al medio, con la finalidad de no impactar el paisaje y sus recursos.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (Diario Oficial del Estado, 26 de julio de 2007).**

De acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) la Planta de Distribución de Gas L.P. se ubica en la UGA 1.2 E denominada Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul, la cual tiene política ambiental de **aprovechamiento sustentable**, con uso principal de agricultura. (Ver Tabla II.27 y Figura II.16)

Es importante señalar que de acuerdo al análisis técnico de la Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías terrestres esta determino con base en el Programa Director de Desarrollo Urbano de la ciudad de Valladolid que el predio donde se encuentra la planta tiene un uso Permitido-Condicionado, otorgándole la Licencia de Uso de Suelo mediante oficio DU-04889-21, emitida por el H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Estado de Yucatán (Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías Terrestres) con fecha del 08 de febrero de 2021

Tabla II.26. Características de la Región Ecológica 17.33, UAB 62 donde se ubica el proyecto.

Región Ecológica	17.33
U A B	62. Karst de Yucatán y Quintana Roo
Localización	Oeste, centro, norte y este de Yucatán, Centro, norte y noreste de Quintana Roo.
Política ambiental	17. Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable
Superficie en Km²	59,542.35 km ²
Población Total:	2,982,494 hab
Población Indígena	Maya
Escenario 2033:	Inestable a crítico
Rectores del desarrollo	Preservación de Flora y Fauna – Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Desarrollo Social –Forestal
Asociados del desarrollo	Agricultura – Ganadería
Otros sectores de interés	Pueblos Indígenas
Estrategias sectoriales:	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44
Estado Actual de Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km ²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera
Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012)	



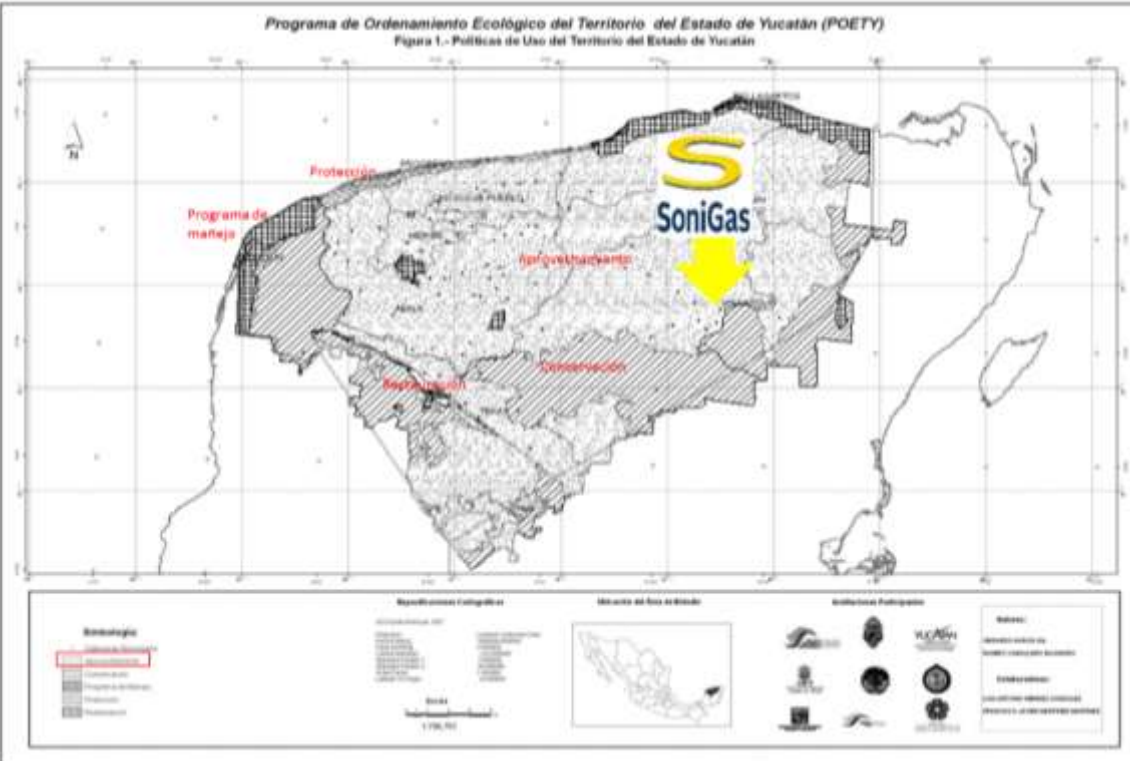


Figura II.15. Ubicación de la empresa dentro de la Región Ecológica 17.33 UAB 62



Figura II.16. Localización de la Planta de Distribución en la UGA 1.2 E del POEY.

Tabla II.27. Características de la UGA 1.2 E

<i>Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)</i> Figura 1.- Políticas de Uso del Territorio del Estado de Yucatán 			
UGA	1.2 E Planicie Sotuta- Valladolid - Calotmul		
Política ambiental	Aprovechamiento sustentable	Uso Predominante	Agricultura
Población total	119,455	Localidades	441
Uso actual principal y tipo de vegetación	Apicultura, agricultura de temporal, asentamientos humanos y selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria	Uso Compatible	Asentamientos humanos, turismo alternativo, actividades cinegéticas y agroforestería
Aptitud secundaria	Apicultura, asentamientos humanos.	Uso Incompatibles	Bancos de extracción de materiales pétreos y porcicultura.
Uso Condicionado	Industria y ganadería extensiva		
Criterios y recomendaciones de manejo	Protección: 1, 2, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16 Conservación: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13 Aprovechamiento: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16 Restauración: 1, 5, 6, 8, 9.		

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorio del Estado de Yucatán, 2007.

Asimismo, se pudo constatar mediante herramientas digitales y visita de campo a las instalaciones, que las actividades que se desarrollan en las colindancias inmediatas a la Planta de Distribución de Gas L.P., no se contraponen con las actividades que se pretenden realizar en las instalaciones y son las siguientes:

- **Sur:** Terreno propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.” usado como acceso
- **Norte:** Terreno propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”
- **Este:** Terreno propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”
- **Oeste:** Terreno propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”

Cabe destacar que no existen elementos externos que contravengan lo indicado en el numeral 4.2.1.26 de la NOM-001-SESH-2014, referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia.



Figura II.17. Distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

- Delimitación del área de estudio.

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) se define como el espacio físico donde ocurre la interacción de los componentes abióticos, bióticos, económicos y sociales con las actividades desarrolladas por la empresa en cada etapa del proyecto. La guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular menciona 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.

El área donde se ubica la Planta de Distribución de Gas L.P. se rige por dos programas que fueron descritos en el capítulo III del Manifiesto de Impacto Ambiental, Modalidad Particular (MIA-P) del cual se desprende la siguiente información:

Tabla II.28. Relación de las superficies de los programas de ordenamiento que rigen el área del proyecto

Programa	UAB/UGA	Superficie de la UAB/ UGA	Superficie de la planta	Porcentaje
Programa de Ordenamiento General del Territorio	62 karst de Yucatán y Quinta Roo	5,954,235 ha	0.7 ha	1.7563E-05
Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán	1.2 E Planicie Sotuta- Valladolid- Calotmul	508472 ha		1.3766E-04

En base a lo observado se considera que las superficies delimitadas por estos programas (UAB/UGA) corresponden a grandes extensiones con respecto a la superficie que aprovecha la planta de distribución de gas l.p., para sus actividades (0.7 ha.), siendo menos del 1% de la superficie total, por lo que sus características no representan los rasgos medio ambientales ni sociales que interactúan con el área del proyecto, por lo que no fue posible hacer uso de esta regionalización para el establecimiento del Sistema Ambiental.

Por lo que a fin de determinar la mejor delimitación del Sistema Ambiental para este proyecto se tomó en consideración los efectos supuestos que la operación de la planta de distribución de gas l.p. tendría sobre el medio natural, en caso de suscitarse un evento inesperado, tomando en cuenta que la empresa realiza actividades altamente riesgosas, por sobrepasar 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, obtenida a través de la evaluación de los eventos propuestos en el estudio de riesgo ambiental que se presenta y que fueron evaluados a través de modelos matemáticos y de simulación, considerando daños por sobrepresión y radiación térmica.

A continuación, se realiza una descripción del *área del proyecto y de la delimitación del Sistema Ambiental* para este estudio.

- Área del Proyecto.

El área donde se encuentra la Planta de Distribución de Gas L.P., es delimitada por medio de la superficie ocupada por la Planta de Distribución de Gas L.P. Valladolid, Yucatán, correspondiente a **7,000 m²**, partiendo del hecho de que las actividades operativas de la

empresa serán desarrolladas únicamente dentro de sus instalaciones y que no existen procesos ni transformación de materia que pudieran generar emisiones y/o derrames que afecten las zonas colindantes.

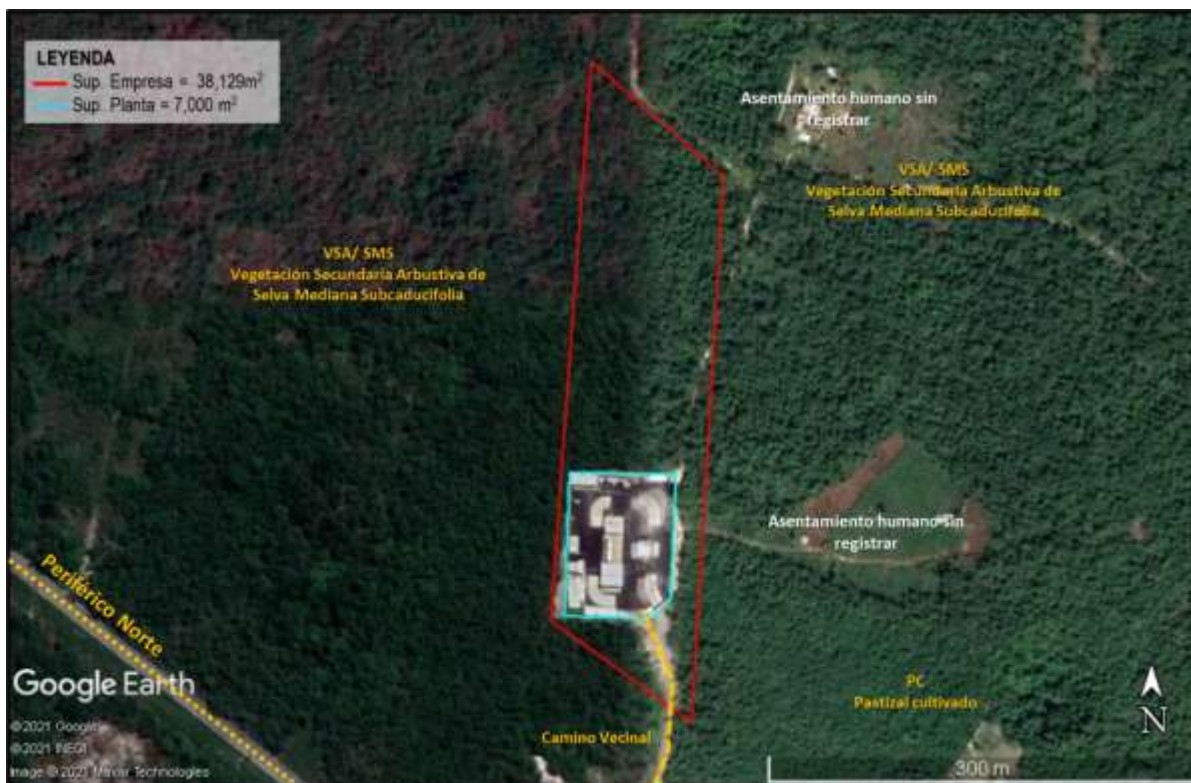


Figura II.18. Área de la planta de distribución de gas l.p.

- Sistema Ambiental.

Para la delimitación del Sistema Ambiental se tomó en consideración las actividades realizadas por el promovente y los efectos supuestos en caso de suscitarse un evento inesperado, en donde el SA se consideró a través de la zona de alto riesgo (AR) y el radio de la zona de amortiguamiento (AM) del evento tipo BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosión) del tanque con capacidad de almacenamiento de 150,000 litros base agua, el cual es el suceso de mayores daños, pero de menor probabilidad de ocurrencia identificado en el Estudio de Riesgo Ambiental que acompaña la presente MIA-P.

Área de alto riesgo (AR): será aquella área que por las actividades del proyecto pueda verse afectada, y corresponda al radio de afectación de la zona de alto riesgo de 657.72 m, considerando los daños por radiación térmica de la bola de fuego por la capacidad total de almacenamiento de 150,000 litros, obtenido del Análisis de Riesgo correspondiente, en lo consiguiente se denominará **Área de Influencia**.

Zona de amortiguamiento (AM): La zona de amortiguamiento es definida en la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo como el Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente restringiendo el incremento de la población asentada; siendo ésta para la radiación emitida por la bola de fuego formada al momento de la BLEVE el sitio donde se encuentre un valor de radiación térmica equivalente a 1.4 kW/m² y a través del análisis de

consecuencias presentado en el Análisis de Riesgo dicho valor de radiación térmica tiene un radio de 1235.85 m, en lo posterior se denominará área del **Sistema Ambiental**.

Para determinar las características, bióticas y abióticas del SA, se realizó un análisis a partir de la ubicación geográfica del área comprendida, la valoración de las tendencias de la situación socio-ambiental, a través de herramientas como el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) puesto a disposición por parte de SEMARNAT, Censo General de Población y Vivienda 2010, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), Inventario Nacional de Vivienda (INV) de INEGI.

A continuación, se muestra la delimitación del SA y las características generales del sitio:



Figura II.19. Sistema Ambiental correspondiente a un radio de 1235.85 m

ASPECTOS ABIÓTICOS

- Temperatura

Se obtuvo información de la Estación Meteorológica del municipio de Valladolid del Servicio Meteorológico Nacional (000031036), siendo la más cercana al área del sistema ambiental y que actualmente se encuentra activa, ubicándose en 88°12'15" Longitud Oeste y 20°41'24" Latitud Norte, a una altura de 23 msnm, a continuación, se presentan las Normales Climatológicas en el periodo comprendido entre 1951-2010. La temperatura media anual del sitio es de 27.2°C, una temperatura máxima de 33.9°C y mínima normal de 20.6°C. Los datos de temperatura corresponden a 59 años de observación, el periodo de registros comprende de 1951 a 2010.

Tabla II. 29. Temperatura (°C) para el periodo de 1951-2010.

Parámetro Mes	Temperatura °C						
	M á x i m a			M e d i a	M í n i m a		
	Normal	Mensual	Diaria		Normal	Mensual	Diaria
Enero	30.0	32.4	36.0	23.3	16.7	14.3	9.0
Febrero	32.1	35.7	40.0	25.0	18.0	15.9	9.0
Marzo	34.5	37.9	43.0	26.8	19.0	16.6	8.0
Abril	36.5	38.3	43.0	28.7	21.0	19.5	11.0
Mayo	37.2	40.9	43.0	29.8	22.4	19.9	12.0
Junio	36.0	37.7	40.0	29.6	23.2	22.3	18.0
Julio	35.4	37.3	40.0	29.1	22.8	22.1	19.0
Agosto	35.5	37.0	40.0	29.1	22.7	22.0	20.0
Septiembre	35.3	37.3	40.0	28.9	22.5	21.4	19.0
Octubre	33.2	36.4	39.0	27.4	21.5	20.1	14.5
Noviembre	31.4	32.9	39.0	28.9	19.3	18.0	8.5
Diciembre	29.9	31.4	38.0	23.7	17.5	14.4	8.0

Fuente: SMN. Normales Climatológicas, Estación meteorológica 00031036, Valladolid (OBS).

- Precipitación

En el área del sistema ambiental se presenta una precipitación media anual 1,099.1 mm, los meses más húmedos son de mayo a septiembre llegando hasta los 189.1 mm diarios en el mes de junio.

Tabla II.30. Régimen de precipitación pluvial para el Sistema Ambiental. Periodo 1951-2010.

Parámetro	Precipitación mm		
Meses	Normal	Máxima mensual	Máxima diaria
Enero	37.3	198.3	82.2
Febrero	30.2	74.6	63.5
Marzo	20.2	79.4	38.6
Abril	39.6	143.4	65.3
Mayo	68.4	271.1	125.4
Junio	189.1	318.4	116.5
Julio	165.1	261.6	78.5
Agosto	160.7	270.2	75.3
Septiembre	174.1	291.6	75.5
Octubre	125.2	359.8	75.4
Noviembre	43.5	238.4	121.3
Diciembre	45.7	165.6	148.2

Fuente: SMN. Normales Climatológicas, Estación meteorológica 00031036, Valladolid (OBS).

- Zonificación Karst Península de Yucatán

El área donde se ubica la planta de distribución de gas l.p., así como el SA se encuentran dentro de la zona clasificada como **karst Península de Yucatán**, el cual tiene su origen en los arrecifes coralinos y sedimentos marinos que, al exponerse a la superficie, formaron la roca caliza. Los procesos de solubilización-precipitación de esta roca han promovido la ausencia de corrientes de agua superficiales, un relieve ligeramente ondulado con planicies, depresiones y montículos, afloramientos y presencia de cenotes. Los diferentes grados de porosidad y dureza de la roca han permitido la formación desde pequeñas oquedades y acumulaciones de suelo, hasta complejos sistemas de cuevas secas y húmedas. El manejo de este tipo de áreas debe partir del conocimiento de su origen, morfología y biología para garantizar el uso sustentable de los recursos naturales. Se requiere especial atención en el manejo de la extracción de roca caliza, las actividades turísticas y productivas relacionadas con el uso de agua del acuífero, así como el volumen y calidad de las descargas de aguas residuales al suelo, cenotes y el mar.

El karst de Yucatán es un paisaje único cuyas características lo hacen ser un ambiente de gran interés geológico, hidrológico, biológico y económico (Estrada-Medina, et al. 2019).



Figura II.20. Zonificación Karst Península de Yucatán donde se ubica el SA.

- Hidrología superficial

Las características hidrológicas del sistema ambiental se presentan en la siguiente tabla:

Tabla II.31. Rasgos Hidrológicos del área del sistema ambiental.

Región Hidrológica	Cuenca	Subcuenca	Microcuenca
32 Yucatán Norte	Yucatán	Menda 1	Valladolid

FUENTE: SIGEIA, 2021.

La región hidrológica Yucatán Norte (32) es la principal en el Estado, ya que ocupa 94.10% de la superficie de la entidad, la RH32 abarca parte de los estados de Yucatán, Campeche y

Quintana Roo, comprende una extensión total de 56 443 km²; en el Estado comprende las porciones Centro, Este y Norte, sus límites en la entidad son: al Norte el Golfo de México, al Este Quintana Roo, al Sur la RH33 y al Oeste Campeche y el Golfo de México. Dentro de esta región, se presentan las cuencas Yucatán y Quintana Roo, siendo la más importante la cuenca Yucatán donde se ubica el área del sistema ambiental.

La característica más notoria del Estado en lo particular y de la península en lo general, es la ausencia de corrientes superficiales, ya que la mayor parte del agua de lluvia se evapora o es absorbida por plantas y suelos, el resto satura al terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en cavernosidades laberínticas y pluvimorfas, favorecidas por el escaso relieve, el pequeño espesor de los suelos y la espesa cobertura vegetal, siendo los únicos cuerpos de agua superficiales las lagunas que se encuentran junto al cordón litoral como la Rosada y Flamingos; los esteros Celestún, Yucalpetén, Río Lagartos y algunas distribuidas en toda la cuenca.

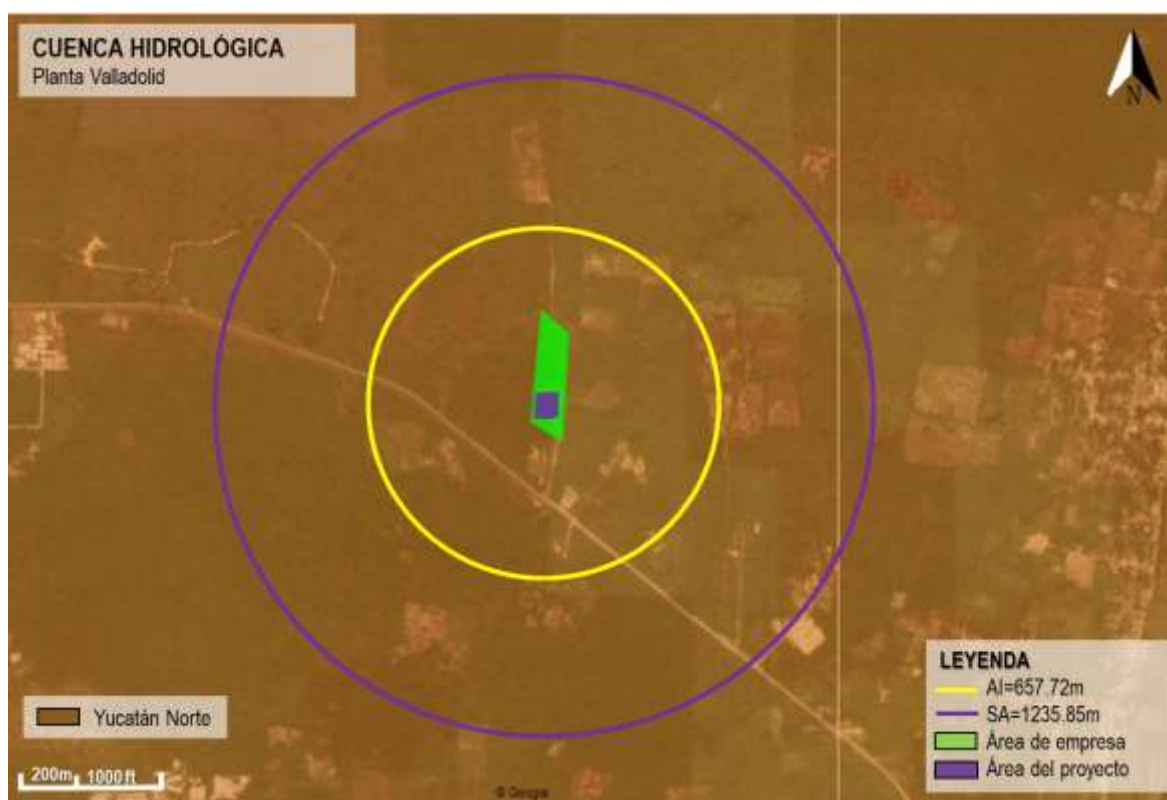


Figura II. 21. Cuencas hidrológicas del área del lugar y el sistema ambiental.

- **Hidrología subterránea.**

Los mantos acuíferos subterráneos son continuos en casi toda la extensión del Estado. La infiltración de la precipitación pluvial se realiza a través de un sistema cavernoso que forma el subsuelo, para dar origen a los mantos cuyas profundidades se estiman entre los 80 y 120 m. en la parte más alta de la entidad (en el vértice Sur) y entre 2 y 3 metros en la parte más baja (cordón litoral); abundando los cenotes (pozos cársticos) y aguadas superficiales por el hundimiento de los techos de las cavernas que dejan al descubierto (Inventario Estatal Forestal y de Suelos, Yucatán, 2013). Particularmente el área del sistema ambiental se ubica sobre el acuífero 3105 denominado Península de Yucatán.

Tabla II.32. Rasgos Hidrológicos Subterráneos del área del sistema ambiental.

Clave del Acuífero	Nombre	Disponibilidad	Sobreexplotado
3105	Península de Yucatán	Con disponibilidad de agua subterránea D.O.F. 31/01/2003	No

FUENTE: SIGEIA, 2018.

El acuífero de Yucatán es de tipo costero, que al iniciarse el bombeo y alterar las condiciones naturales que previamente existían, se produce una reducción del flujo de agua dulce hacia el mar y como consecuencia, el avance tierra adentro de la intrusión salina. Por esta razón, es importante controlar la cantidad, distribución y gasto máximo permisible de los aprovechamientos para reducir a un mínimo aceptable los efectos nocivos de la contaminación producida por el avance del agua de mar, tierra adentro. En general cualquier variación en las condiciones de flujo al interior del acuífero de agua dulce origina movimientos en la interfaz salina. Por lo expresado anteriormente y para evitar que el alumbramiento, extracción y aprovechamiento del acuífero ponga en riesgo la calidad de las aguas subterráneas o de sobrepasar su capacidad explotable, cuya conservación y protección es de interés público, se estableció veda por tiempo indefinido en el estado de Yucatán el 13 de septiembre de 1984, mediante decreto publicado el 20 del mismo mes.

Para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas, de acuerdo a la actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán, publicado el 20 de abril de 2015, donde se aplica el procedimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla II.33. Características de los acuíferos presentes en el área del proyecto.

R*	DNC	VECAS*	DMA*
21,813.40	14,542.2	1,511,978.972	38.417970

*Cifras en Millones de metros cúbicos anuales. R: recarga media anual ($\text{hm}^3/\text{año}$); DNC: descarga natural comprometida ($\text{hm}^3/\text{año}$); VECAS: volumen concesionado de aguas subterráneas (m^3 anuales); DMA: disponibilidad media anual de agua subterránea ($\text{hm}^3/\text{año}$).



Figura II.22. Acuífero del área del lugar y el sistema ambiental.

ASPECTOS BIÓTICOS

- Vegetación terrestre

En el estado de Yucatán predominan las selvas secas y subhúmedas que se localizan al centro y noroeste de la entidad; en las zonas costeras se desarrolla vegetación acuática como manglares y tulares. De la superficie estatal, 22% está destinado a la agricultura, destaca el cultivo de pastizales para el consumo del ganado.

Particularmente en el municipio de Valladolid donde se ubica el sistema ambiental presenta una de las comunidades vegetativas más representativas, la selva mediana subcaducifolia, que se extiende en una amplia franja que se origina al Noreste del Estado y se prolonga con rumbo Suroeste, pasando por el centro hasta internarse en la porción Norte del Estado de Campeche, tipifica junto con las selvas bajas, la fisonomía vegetal de Yucatán, está conformada por un estrato arbóreo cuya altura promedio oscila entre 10 y 15 metros y en la época de secas de 50 a 75% de sus árboles dejan caer sus hojas.

En la mayor parte de su superficie se presenta como una selva secundaria, principalmente en fases arbórea y arbustiva, con agricultura nómada, la densidad de los árboles es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias; sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir fuertemente la incidencia de la luz solar en el suelo.

Entre las especies más representativas de este tipo de selva son:

Enterolobium cyclocarpum, *Ceiba pentandra*, *Ficus spp.* *Acacia cornígera*, *Acacia pennatula*, *Annona reticulata*, *Bursera simaruba*, *Bucida buceras*, *Cedrela odorata*, *Cochlospermum*

vitifolium, Gliricidia maculata, Enterolobium cyclocarpum, Caesalpinia gaumeri, Guazuma ulmifolia, Gymnopodium floribundum, Gyrocarpus americanus, Havardia albicans, Lysiloma latisiliquum, Mimosa bahamensis, Metopium brownei, Sapindus saponaria, Piscidia piscipula, Pithecellobium dulce, Simarouba glauca, Sphinga platyloba, Spondias mombin, Trema micrantha y Vitex gaumeri.

Las formas de vida epífitas y las plantas trepadoras, así como el estrato herbáceo, son reducidas y se encuentran representadas por especies como *Anthurium tetragonum*, bromeliáceas como *Tillandsia brachycaulos* y orquídeas como *Catasetum integerrimum*, que se distribuyen principalmente a lo largo de la vertiente Sur del Pacífico (Atlas de Riesgo de Yucatán, 2013).

- Uso de suelo y vegetación

En relación al uso de suelo y vegetación, de acuerdo al Prontuario Nacional de INEGI, en el año 2005, el 88.78% del municipio presentaba características de vegetación de selva mediana subcaducifolia, el 9.11% de Pastizal Cultivado y únicamente el 2.11% de zona urbana.

De manera particular, el área del sistema ambiental de acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), consultada en el 2021 arrojó la siguiente información acerca del uso del suelo y vegetación del sitio:

Tabla II.34. Uso de suelo y vegetación en el sistema ambiental.

Clave (Uso de suelo y/o tipo de vegetación)	Grupo de vegetación	Tipo de vegetación	Tipo de veg. / veg. sec.	CUSF
Planta de Distribución de Gas L.P.				
VSa/SMS	Selva subcaducifolia	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	Si
Superficie de la empresa				
VSa/SMS	Selva subcaducifolia	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	Si
Área de Influencia (Zona de alto riesgo)				
PC	Pastizal cultivado	No aplicable	Pastizal cultivado	No
VSA/SMS	Selva subcaducifolia	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	Si
Sistema Ambiental (Zona de amortiguamiento)				
PC	Pastizal cultivado	No aplicable	Pastizal cultivado	No
VSA/SMS	Selva subcaducifolia	Selva subcaducifolia	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	No

Es importante mencionar que se cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por una superficie de 0.7666 hectáreas, oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/0896/2018, bitácora 09/DSA0002/12/17. Emitido por la Dirección General de Gestión Comercial el 25 de enero de 2018.

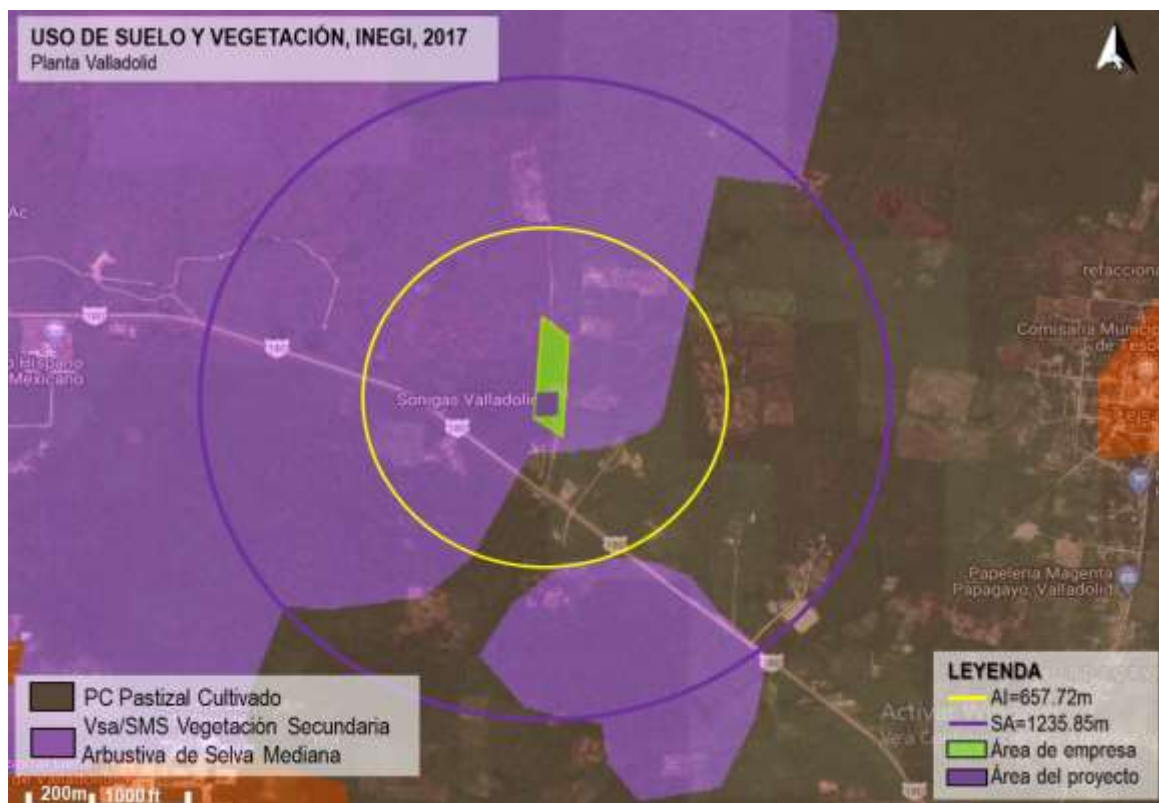


Figura II. 23. Uso de Suelo de tipo selva subcaducifolia presente en el SA.

- **Flora del área del Proyecto.**

Por medio de un recorrido en las inmediaciones que conforman el área de la Planta de Distribución de Gas L.P., donde se pretenden llevar a cabo las actividades operativas, se pudieron identificar pequeñas áreas verdes con presencia de herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además se observaron individuos de las especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca).

- **Flora en el Sistema Ambiental.**

La empresa cuenta con una superficie total de 38,129 m², de los cuales 7,666 m² fueron sometidos a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) para la instalación de la Planta de Distribución de Gas L.P., destacando que el resto del área será mantenida como área de conservación ya que se encuentra provista de vegetación natural de tipo Selva Mediada Subcaducifolia.

Para determinar la composición florística del área de la empresa y del sistema ambiental, se consultó la información descrita en el resolutive No. ASEA/UGSIVC/DGGC/0896/2018, donde se establece la metodología llevada a cabo la caracterización florística de la Cuenca Hidrológica Forestal delimitada como área de estudio, en dicho resolutive se describen los muestreos realizados en campo.

Además, a fin de complementar dicha información se llevó a cabo revisiones bibliográficas de las especies registradas en el municipio de Valladolid, con apoyo de la herramienta: Enciclopedia-CONABIO, y que por ende son susceptibles de localizarse en el Sistema Ambiental, esto con la finalidad de enriquecer los datos obtenidos. A continuación, se muestra el listado florístico de las especies susceptibles a ubicarse en el área del sistema ambiental.

Tabla II.35. Especies de flora registradas en el área de la empresa.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Acanthaceae	<i>Ruellia nudiflora</i>	Hierba de la Calentura	No presente	No presente
Acanthaceae	<i>Megaskepasma erythrochlamys</i>	Pavoncillo Rojo	No presente	No presente
Alismataceae	<i>Sagittaria lancifolia</i>	Cola de Golondrina	No presente	No presente
Amaranthaceae	<i>Gomphrena globosa</i>	Eternas Encarnadas	No presente	Nativo
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitum</i>	Amaranto Púrpura	No presente	Nativo
Amaryllidaceae	<i>Urceolina sp.</i>		No presente	No presente
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	No presente	No presente
Apocynaceae	<i>Thevetia ahouai</i>	Acotope	No presente	No presente
Apocynaceae	<i>Dictyanthus yucatanensis</i>		No presente	No presente
Apocynaceae	<i>Allamanda cathartica</i>	Copa de Oro	No presente	Nativo
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Cacalosúchil	No presente	Nativo
Araceae	<i>Epipremnum aureum</i>	Poto Asiático	No presente	Nativo
Araceae	<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuguilla Africana de Agua	No presente	Nativo
Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Cola de Faisán	No presente	No presente
Araliaceae	<i>Aralia elata</i>		No presente	No presente
Arecaceae	<i>Chamaedorea sp.</i>	Palmas Xate	No presente	No presente
Arecaceae	<i>Sabal sp.</i>	Palmas de Guano	No presente	No presente
Asparagaceae	<i>Agave vivipara</i>	Maguey Espadín	No presente	Nativo
Asparagaceae	<i>Agave desmettiana</i>	Maguey de Pita	No presente	
Asparagaceae	<i>Sansevieria hyacinthoides</i>	Espada Sudafricana	No presente	Nativo
Asparagaceae	<i>Asparagus setaceus</i>	Espárrago	No presente	No presente
Asparagaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Bacanora	No presente	Nativo
Asparagaceae	<i>Dracaena fragrans</i>	Tronco de Brasil	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Bidens sp.</i>	Aceitillas o Mozotes	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Zinnia elegans</i>	Mal de Ojo	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>	Hierba del Toro	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Cosmos sulphureus</i>	Mirasol Amarillo	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Tagetes erecta</i>	Cempasúchil	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Calypocarpus vialis</i>	Garañona	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Hierba del Golpe	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Cyanthillium cinereum</i>	Pequeña Hierba de Hierro	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Melanthera nivea</i>	Totalquelite	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i>	Acahual	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Pseudogynoxys chenopodioides</i>	Árnica	No presente	Nativo
Asteraceae	<i>Ageratum gaumeri</i>	Flor de San Juan	No presente	No presente
Begoniaceae	<i>Begonia sp.</i>	Begonias	No presente	No presente
Bignoniaceae	<i>Cydista potosina</i>	Ekichil	No presente	No presente
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Algodón Silvestre	No presente	No presente
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Achiote	No presente	Nativo
Boraginaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Hierba de Fuego	No presente	
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Mandimbo	No presente	Nativo
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Bojon	No presente	No presente
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia L.</i>	Beek	No presente	No presente
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	No presente	Nativo
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i>	Piña	No presente	No presente
Bromeliaceae	<i>Bromelia sp.</i>		No presente	No presente

Bromeliaceae	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Gallito	No presente	No presente
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo Mulato	No presente	No presente
Cactaceae	<i>Cylindropuntia sp.</i>	Choyas Y Cardenches	No presente	No presente
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta	No presente	Nativo
Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i>	Nopal de Caballo	No presente	No presente
Cactaceae	<i>Opuntia cochenillifera</i>	Nopal de la Cochinilla	No presente	No presente
Cactaceae	<i>Opuntia monacantha</i>		No presente	No presente
Caricaceae	<i>Carica sp.</i>	Papayas	No presente	No presente
Commelinaceae	<i>Callisia sp.</i>	Callisia sp.	No presente	No presente
Commelinaceae	<i>Tradescantia pallida</i>	Niña En Barco	No presente	Nativo
Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>	Magueyito Morado	No presente	No presente
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Cantillo	No presente	No presente
Convolvulaceae	<i>Ipomoea crinicalyx</i>		No presente	No presente
Convolvulaceae	<i>Cuscuta sp.</i>	Cabellos de Ángel	No presente	No presente
Convolvulaceae	<i>Ipomoea hederifolia</i>	Frijolillo	No presente	No presente
Crassulaceae	<i>Kalanchoe laetivirens</i>	Madre de Miles	No presente	No presente
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i>	Melón	No presente	No presente
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i>	Zapallo Angola	No presente	No presente
Dioscoriaceae	<i>Dioscorea alata</i>	Bejuco de culebra	No presente	No presente
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	Golondrina	No presente	
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla del Mediterráneo	No presente	Nativo
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i>	Nochebuena Silvestre	No presente	No presente
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	Mala Mujer	No presente	No presente
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Piñón	No presente	No presente
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mendezii</i>	Hierba de la Golondrina	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sp.</i>	Chaperno	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Chamaecrista nictitans</i>	Guajito	No presente	Nativo
Fabaceae	<i>Indigofera trita</i>		No presente	No presente
Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i>	Frijol Terciopelo	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Senna racemosa</i>	Retama Peninsular	No presente	
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Tepeguaje Dormilón	No presente	Nativo
Fabaceae	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Bigotillo	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de Oro Asiática	No presente	Nativo
Fabaceae	<i>Desmodium sp.</i>	Pegapegas o Amores Secos	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Centrosema sp.</i>		No presente	No presente
Fabaceae	<i>Senna pallida</i>	Abejón	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Erythrostemon mexicanus</i>	Comalillo	No presente	Nativo
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> Lam.	Bakalche	No presente	
Fabaceae	<i>Platymiscium aff yucatanensis</i>	Chobenché	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Havardia albicans</i>	Chucum	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	katsim	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Acacia pennatula</i>	Shimai	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Diphyssa carthagenensis</i>	Tzutzuc	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Xanatsim	No presente	No presente
Fabaceae	<i>Bauhinia sp.</i>	Pata de vaca	No presente	No presente
Goodeniaceae	<i>Scaevola sp.</i>		No presente	No presente
Heliconiaceae	<i>Heliconia rostrata</i>	Platanillo	No presente	No presente
Lamiaceae	<i>Salvia coccinea</i>	Mirto Coral	No presente	No presente
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Nance Agrio	No presente	No presente
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	No presente	Nativo
Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	No presente	Nativo
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i>	Árbol Botella	No presente	Nativo

Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de Cuautote	No presente	Nativo
Malvaceae	<i>Ceiba schottii</i>	Ceiba Yucateca	No presente	Nativo
Malvaceae	<i>Melochia nodiflora</i>	Aquiche Chiquito	No presente	No presente
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Jol	No presente	No presente
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	No presente	Nativo
Menyanthaceae	<i>Nymphoides sp.</i>	Estrellas de Agua	No presente	No presente
Musaceae	<i>Musa × paradisiaca</i>	Plátano	No presente	No presente
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Arayán	No presente	No presente
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>	Maravilla	No presente	Nativo
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i>	Golondrina	No presente	Nativo
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea ampla</i>	Flor de Agua	No presente	No presente
Orchidaceae	<i>Catasetum sp.</i>		No presente	No presente
Orchidaceae	<i>Encyclia sp.</i>		No presente	No presente
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea	No presente	No presente
Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Amapolilla	No presente	Nativo
Passifloraceae	<i>Turnera ulmifolia</i>	Hierba Damiana	No presente	No presente
Phyllanthaceae	<i>Bridelia sp.</i>		No presente	No presente
Picramniaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Belsimilchek	No presente	No presente
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Hierba Santa	No presente	Nativo
Plumbaginaceae	<i>Plumbago zeylanica</i>	Aretitos	No presente	No presente
Poaceae	<i>Cenchrus sp.</i>	Zacates	No presente	No presente
Poaceae	<i>Melinis repens</i>	Pasto Africano Rosado	No presente	Nativo
Poaceae	<i>Chloris virgata</i>	Barbas de Indio	No presente	Nativo
Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i>	Coralita	No presente	No presente
Polygonaceae	<i>Campyloneurum sp.</i>		No presente	No presente
Polygonaceae	<i>Coccoloba aff spicata</i>	Boob	No presente	No presente
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitsilché	No presente	No presente
Pontederiaceae	<i>Pontederia sp.</i>	Lirios Acuáticos	No presente	No presente
Portulacaceae	<i>Portulaca grandiflora</i>	Amor de Un Día	No presente	Nativo
Portulacaceae	<i>Portulaca pilosa</i>	Chisme	No presente	No presente
Pteridaceae	<i>Pteris sp.</i>	Helechos Alados	No presente	No presente
Pteridaceae	<i>Adiantum tenerum</i>	Culantrillo de Agua	No presente	No presente
Pteridaceae	<i>Myriopteris scabra</i>		No presente	Nativo
Rosaceae	<i>Prunus americana</i>	Ciruela	No presente	No presente
Rutaceae	<i>Murraya sp.</i>		No presente	No presente
Rutaceae	<i>Citrus × limon</i>	Limón Persa	No presente	No presente
Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Tajmúi	No presente	No presente
Sapindaceae	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Guaya Cubana	No presente	No presente
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kan shu nut	No presente	No presente
Sapotaceae	<i>Pouteria sapota</i>	Mamey Zapote	No presente	Nativo
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	No presente	No presente
Saururaceae	<i>Houttuynia cordata</i>		No presente	No presente
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Xpa'sak'chee	No presente	No presente
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i>	Chile	No presente	Nativo
Solanaceae	<i>Datura sp.</i>	Toloches	No presente	No presente
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i>	Jitomate	No presente	No presente
Solanaceae	<i>Petunia sp.</i>	Petunias	No presente	No presente
Solanaceae	<i>Solanum tridynamum</i>	Berenjena	No presente	Nativo
Solanaceae	<i>Brunfelsia americana</i>		No presente	No presente
Talinaceae	<i>Talinum sp.</i>		No presente	No presente
Tectariaceae	<i>Tectaria heracleifolia</i>	Lengua de Ciervo	No presente	No presente
Urticaceae	<i>Pilea sp.</i>		No presente	No presente
Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Guarumos	No presente	No presente
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i>		No presente	No presente
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos	No presente	No presente
Verbenaceae	<i>Glandularia sp.</i>		No presente	No presente
Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i>	Bejuco de Ajo	No presente	No presente
Vitaceae	<i>Vitis aestivalis</i>		No presente	No presente

Zingiberaceae	<i>Alpinia purpurata</i>	Hawaiana	No presente	Nativo
Zygophyllaceae	<i>Kallstroemia maxima</i>	Abrojo de Flor Amarilla	No presente	No presente

Del listado obtenido no se registró ninguna especie enlistaba bajo algún estatus de conservación de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no se prevé afectación al factor ambiental flora, por las actividades pretendidas por la empresa.

- Fauna.

La selva mediana subcaducifolia es el hogar y refugio de gran cantidad de mamíferos, algunos de ellos de hábitos arborícolas como mono araña (*Ateles geoffroyi*) y mono aullador (*Alouatta palliata*), coatí (*Nasua narica*), hormiguero (*Tamandua mexicana*), martucha (*Potos flavus*), mico dorado (*Ciclopes didactylus*), mapache (*Procyon lotor*), y otros terrestres como venado temazate (*Mazama americana*) y venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), jabalí (*Pecari tajacu*), musaraña (*Cryptotis parva*), nutria (*Lontra longicaudis*), tapir (*Tapirus bairdii*), tepescuintle (*Agouti paca*) y tlacuache dorado (*Caluromys derbianus*).

Entre las aves más vistosas destacan el águila solitaria (*Harpyhaliaetus solitarius*), guacamaya roja (*Ara macao*), hocofaisán (*Crax rubra*), pava cojolita (*Penelope purpurascens*), perico verde (*Aratinga holochlora*), tucán real (*Ramphastos sulfuratus*), tucán de collar (*Pteroglossus torquatus*) y zopilote rey (*Sarcoramphus papa*). También la habitan reptiles como tortuga casquito (*Kinosternon scorpioides*), tortuga jicotea (*Trachemys scripta*), iguana (Iguana iguana), boa (*Boa constrictor*), víbora mano de piedra (*Atropoides nummifer*), cascabel (*Crotalus durissus*) y varias especies de ranas, sapos y salamandras. En los límites con otros ecosistemas vive el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*). Además de mamíferos, aves y reptiles, en las selvas húmedas viven una gran diversidad de anfibios, de insectos, particularmente escarabajos, hormigas, mariposas, abejas y otros invertebrados.

- Fauna del área de la empresa y del sistema ambiental

Con la finalidad de determinar las especies de fauna presente en el área de la empresa y del sistema ambiental, se llevó a cabo la misma metodología llevada a cabo para la caracterización florística del sitio, haciendo uso de la resolución del CUST de la empresa, así como una revisión bibliográfica para complementar la información, obteniendo el siguiente listado de especies susceptibles a ubicarse en las áreas de interés.

Tabla II.36. Especies de fauna registrada en el área de la empresa.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endemismo
Aves				
Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>	Halcón Murcielaguero	No presente	No presente
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	No presente	No presente
Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto Cejas Azules	No presente	No presente
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	No presente	Nativo
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	No presente	Nativo
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	No presente	No presente
Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Canela	No presente	No presente
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de Collar Turca	No presente	Introducida
Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara Verde	No presente	No presente
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azulgris	No presente	No presente
Turdidae	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	No presente	No presente
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma Doméstica	No presente	Introducida
Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canelo	No presente	No presente

Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja	No presente	No presente
Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	No presente	No presente
Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	Tangara Alas Amarillas	No presente	No presente
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle Tropical	No presente	No presente
Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	Chipe Garganta Amarilla	No presente	No presente
Momotidae	<i>Momotus lessonii</i>	Momoto Corona Negra	No presente	No presente
Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón Selvático de Collar	Sujeta a protección especial	Nativo
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garcita Verde	No presente	No presente
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	No presente	No presente
Thraupidae	<i>Eucometis penicillata</i>	Tangara Cabeza Gris	Sujeta a protección especial	No presente
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño	No presente	No presente
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo	No presente	No presente
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental	No presente	No presente
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Sujeta a protección especial	Nativo
Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	No presente	No presente
Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	No presente	No presente
Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador	No presente	No presente
Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Tirano Dorso Negro	No presente	No presente
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	No presente	No presente
Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho Café	No presente	No presente
Cuculidae	<i>Dromococcyx phasianellus</i>	Cuclillo Faisán	No presente	No presente
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Aninga Americana	No presente	No presente
Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí Garganta Negra	No presente	No presente
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal Rojo	No presente	Nativo
Icteridae	<i>Icterus spurius</i>	Calandria Castaña	No presente	No presente
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Calandria Dorso Negro Mayor	No presente	No presente
Thraupidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Gris	No presente	No presente
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín Sietecolores	Sujeta a protección especial	No presente
Thraupidae	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero Patas Rojas	No presente	No presente
Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano Cuir	No presente	No presente
Strigidae	<i>Megascops guatemalae</i>	Tecolote Sapo	No presente	No presente
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de Campanario	No presente	No presente
Parulidae	<i>Setophaga striata</i>	Chipe Cabeza Negra	No presente	No presente
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	No presente	No presente
Mamíferos				
Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla Yucateca	No presente	Nativo
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Miotis de Piernas Peludas	No presente	No presente
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago Frutero	No presente	No presente
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago Vampiro	No presente	No presente
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	No presente	No presente
Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	Martucha	Sujeta a protección especial	No presente
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache Sureño	No presente	No presente
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache Norteño	No presente	No presente

Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata Negra	No presente	Introducida
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago Orejón Brasileño	No presente	No presente
Molossidae	<i>Molossus rufus</i>	Murciélago Mastín Negro	No presente	No presente
Vespertilionidae	<i>Rhogeessa aeneus</i>	Murciélago Amarillo Yucateco	No presente	No presente
Mephitidae	<i>Spilogale angustifrons</i>	Zorrillo Manchado	No presente	No presente
Anfibios y reptiles				
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo Pardo del Caribe	No presente	Introducida
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana Negra de Cola Espinosa	Amenazada	No presente
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque Rayado	No presente	Nativo
Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana Arborícola	No presente	No presente
Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona Asiática	No presente	Introducida
Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra Lagartijera Común	No presente	No presente
Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo Costero	No presente	Nativo
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fragilis</i>	Rana de Bigotes	No presente	Nativo
Colubridae	<i>Leptodeira frenata</i>	Culebra Ojo de Gato de Selva	No presente	No presente
Viperidae	<i>Agkistrodon russeolus</i>	Cantil Yucateco	No presente	No presente
Hylidae	<i>Triprion petasatus</i>	Rana Cabeza de Pala	Sujeta a protección especial	No presente
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana Termitera	No presente	No presente
Colubridae	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra Rayada Yucateca	No presente	No presente
Colubridae	<i>Coniophanes meridanus</i>	Culebra Sin Rayas Peninsular	No presente	Nativo
Colubridae	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Culebra Caracolera de Oriente	No presente	No presente
Colubridae	<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra Ratonera	No presente	No presente
Emydidae	<i>Terrapene carolina</i>	Tortuga de Caja	No presente	No presente
Hylidae	<i>Tlalocohyla loquax</i>	Rana Arbórea Locuaz	Sujeta a protección especial	No presente
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija Espinosa de Puntos Amarillos	No presente	No presente
Colubridae	<i>Sibon sanniolus</i>	Culebra Caracolera Pigmea	No presente	No presente
Colubridae	<i>Imantodes tenuissimus</i>	Culebra Cordelilla Yucateca	Sujeta a protección especial	No presente
Colubridae	<i>Lampropeltis abnorma</i>	Falsa Coralillo Real Centroamericana	No presente	No presente
Colubridae	<i>Pseudelaphe phaescens</i>		No presente	No presente

En el área del proyecto no se identificaron especies de fauna listados en algún régimen de protección que establece la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, asimismo no se considera la afectación de especies fauna por la etapa operativa de la Planta de Distribución de Gas L.P.

En el área del sistema ambiental se registró la posible presencia de 4 especies de aves, 1 especie de mamífero y 3 anfibios y reptiles bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial”, y 1 especie amenazada del grupo de reptiles, sin embargo estos registros fueron obtenidos mediante revisión bibliográfica de observaciones en sitios cercanos al SA, pero no se observaron durante el trabajo de campo realizado para el levantamiento del Cambio de Uso

de Suelo de Terrenos Forestales, además al tener la empresa una superficie suficientemente amplia y contar con un área que no será perturbada se asegura que no existirá afectación a estas especies y/o alguna de las otras registradas.

- **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 desarrolladas.

El valor del paisaje en el sitio de estudio es medio alto, toda vez que el área del Sistema Ambiental en su mayor proporción se encuentra conservado con presencia de vegetación de tipo selva media subcaducifolia, con excepción de la región sur donde se observa flora de pastizal cultivado, además se tiene un camino vecinal desprovisto de vegetación, donde la visibilidad del sitio se ha ido modificando principalmente por la apertura de áreas destinadas como rancherías, sin embargo de forma general el área del SA aún conserva de forma características originales de vegetación.

De esta manera podemos afirmar que las condiciones ambientales actuales (visibilidad) del sistema ambiental son propicias para el desarrollo de las actividades que pretende realizar la planta, toda vez que el promovente cuenta con los permisos en relación al uso de suelo del sitio, así como la autorización en materia de uso de suelo (CUSTF), donde se establece que el daño visual al paisaje es mínimo, además de no observarse factores que pudieran afectarse por la etapa operativa de la planta.

- **Medio Socioeconómico.**

La inclusión del medio socioeconómico de la Manifestación de Impacto Ambiental radica en la influencia que se tiene en el sistema ambiental por la instalación de la infraestructura, considerando que las condiciones biofísicas y sociales están estrechamente relacionados.

A fin de caracterizar el área del sistema ambiental en su factor socioeconómico se hizo uso de las herramientas y bases de datos disponibles de INEGI y CONEVAL tales como, Espacio y Datos, Inventario Nacional de Viviendas (INV) y Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), así como del Censo Nacional de Población y Vivienda (ITER) del año 2020.

A partir de lo cual se obtuvo que particularmente dentro del área del sistema ambiental se ubican únicamente pequeñas rancherías denominadas: Sagrado Corazón, Rancho San José 1 y 2, Rancho Sacrificio, Rancho Santa María (Xpetzuuc) y Chan Kop, encontrándose el resto cubierto por áreas de pastizal cultivado y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia.

Cabe destacar que dentro del Censo de Población Nacional de Población y Vivienda (ITER del Estado de Yucatán) únicamente se reconoce como localidades a Sagrado Corazón y Rancho San José 1 y 2, aportando únicamente información de la población total y número de viviendas de estas. Por lo que en lo subsecuente se omite el nombre de las rancherías y únicamente se presenta información del municipio de Valladolid ya que el proyecto interactúa de forma directa con este y por ser el que se ve influenciado directamente por las actividades pretendidas por el promovente.



Figura II.24. Ubicación de las rancherías del SA.

- **Población.**

Tabla II. 37. Ficha básica del municipio de Valladolid y rancherías.

Entidad	Municipio Valladolid	Rancho San José 1	Rancho San José 2	Sagrado Corazón
Clave de localidad	0000	876	775	875
Población total	85460	4	1	2
Vivienda de viviendas	30221	1	1	1

Fuente: INEGI. Principales resultados por localidad, ITER. Yucatán, 2020.

Valladolid presenta la mayor tasa de crecimiento poblacional entre las zonas urbanas más importantes del Estado, ya que en la década de 2000 a 2010 la tasa de crecimiento fue de 2.6% anual, superando la media del Estado que fue del 1.5%. Según el último censo de población y vivienda 2020, Valladolid tiene un total de 85,460 habitantes: 37,583 son mujeres y 36,624 son hombres, de la población total los hombres representan el 50.94% y el 49.06% hace referencia a población femenina (ITER- INEGI, 2020).

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.

- a) Llamarada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
- b) 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	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: Es importante mencionar que la Planta de distribución de Gas L.P. cuenta con áreas verdes en donde se encuentran herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además se observaron individuos de las especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca).

Así mismo, los radios sobrepasan los límites de la Planta, donde el uso de suelo pertenece a **selva subcaducifolia** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020). Destacan principalmente las especies faunísticas Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras.

No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.35.

Fauna: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Es posible encontrar especies bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris
	Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Passerina ciris	Colorín Sietecolores
Mamíferos	Potos flavus	Martucha

Anfibios y reptiles	Tripion petasatus	Rana Cabeza de Pala
	Tlalocohyla loquax	Rana Arbórea Locuaz
	Imantodes tenuissimus	Culebra Cordelilla Yucateca

Para mayor información consultar la Tabla II.36.

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas (Norte y Sur) y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia)**
- **Vialidades:** Camino vecinal.

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.

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de suministro y carburación de autoconsumo	23.67 m
Almacenamiento	20.52 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	25.71 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	27.66 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte)	23.32 m
Compresor de trasiego de Gas L.P.	17.03 m
Sistema de vaciado de recipientes transportables	27.79 m
Oficinas	51.81 m
Caseta de vigilancia	41.80 m
Cuarto de tablero eléctrico	49.89 m
E.C.I.	46.77 m
Taller mecánico	43.09 m
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	49.93 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	53.43 m
Vialidades	
Camino vecinal	45.03 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 **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 4.01 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.02 hasta los 8.27 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 8.27 m y fatalidades en un radio de 4.01 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación por sobrepresión.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
001	Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 8.85 – 18.06 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Cabe destacar que es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estas especies se desplazan de un lugar a otro. Desde el origen hasta una distancia de 8.85 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 18.06 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1. - Dispositivos y accesorios de seguridad: Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos juegos de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2”) de diámetro para conducir gas-liquido la que se ensancha a 76 mm Ø (3”) diámetro y posteriormente se ensancha a 101 mm Ø (4”) diámetro, además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1¼) de diámetro para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm Ø (2”) de diámetro. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). En la toma para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática y un accesorio de no-retroceso tipo mirilla. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo recta, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, siendo estos accesorios de 51 mm Ø (2”) de diámetro.	Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberán llevar los registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, 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. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique.
			Alto Riesgo (1.0 psi) 41.22 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), en donde se prevé el derribo total o parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé que a una distancia de 41.22 m las especies presenten traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	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 deberá colocar 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.	
			Amortiguamiento (0.5 psi) 70.06 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es selva subcaducifolia , donde se prevén afectaciones menores (derribo parcial del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé la caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 70.06 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3. - Calzas de seguridad. En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éste se encuentre realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad.	
	Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 8.85 – 18.06 m	El personal de Sonigas S.A. de C.V. expuesto en un radio de 8.85 m (tomas de recepción) puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 18.06 m (almacenamiento, tomas de suministro y carburación de autoconsumo, compresor de trasiego de Gas L.P. y muelle de llenado de recipientes transportables) se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.	4. - Manuales de operación. La instalación contará con un 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.	
			Alto Riesgo (1.0 psi) 41.22 m	El personal de Sonigas S.A. de C.V. que se encuentre a 41.22 m (muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, áreas de circulación, tomas de suministro y carburación de autoconsumo, sistema de vaciado de recipientes transportables y bombas de trasiego de Gas L.P.) podrá sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.	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.	
			Amortiguamiento (0.5 psi) 70.06 m	Las personas de pie o caminando en la planta de Sonigas S.A. de C.V. que se encuentre en la caseta de vigilancia, oficinas, E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación, pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque. Así como la probabilidad de que entre el 50 y 90% del personal expuesto sufra ruptura de tímpano.	6. - Mantenimiento. Se contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. 7. - Sistema contra incendio: - Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta.	
	Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 3.0 psi) 8.85 -18.06 m	Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 8.85 m, se encontrarán las tomas de recepción. Donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irre recuperables en estructuras, y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 18.06 m se encuentra el tanque de almacenamiento, tomas de suministro y carburación de autoconsumo, compresor de trasiego de Gas L.P. y muelle de llenado de recipientes transportables, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado, 50% de daño a equipos de proceso y ruptura del tanque de almacenamiento.	Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia.	
			Alto Riesgo (1.0 psi) 41.22 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, áreas de circulación, tomas de suministro y carburación de autoconsumo, sistema de vaciado de recipientes transportables y bombas de trasiego de Gas L.P.	Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	
			Amortiguamiento (0.5 psi) 70.06 m	En este radio de afectación se encuentra la caseta de vigilancia, oficinas, E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, la cual podría presentar afectaciones menores a las instalaciones (vidrios rotos en un 90% y marcos dañados), además de encontrarse el camino vecinal donde no se prevén daños.		

ESCENARIO 002

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.

- a) Llamarada (flash fire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible.
- b) Dardo de fuego por la ignición de la fuga en el punto de salida.
- c) 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/m ²	12.5 kW/m ²	10.0 psi	3.0 psi
	18.59 m	31.45 m	27.43 m	55.99 m
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m ²		1.0 psi	
	48.77 m		127.80 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²		0.5 psi	
	89.69 m		217.24 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: Es importante mencionar que la Planta de distribución de Gas L.P. cuenta con áreas verdes en donde se encuentran herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además se observaron individuos de las especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca).

Así mismo, los radios sobrepasan los límites de la Planta, donde el uso de suelo pertenece a **selva subcaducifolia y pastizal cultivado**, de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020). Destacan principalmente las especies faunísticas Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras.

No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.35.

Fauna: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Es posible encontrar especies bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris
	Falco peregrinus	Halcón Peregrino

	Passerina ciris	Colorín Sietecolores
Mamíferos	Potos flavus	Martucha
Anfibios y reptiles	Tripriorion petasatus	Rana Cabeza de Pala
	Tlalocohyla loquax	Rana Arbórea Locuaz
	Imantodes tenuissimus	Culebra Cordelilla Yucateca

Para mayor información consultar la Tabla II.36.

Zonas vulnerables por la llamarada (flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia).**
- **Vialidades:** Camino vecinal

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia y pastizal cultivado).**
- **Asentamientos humanos:** Rancho San José 1
- **Vialidades:** Camino vecinal

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Afectación relevante hasta **217.24 m**, debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de suministro y carburación de autoconsumo	23.67 m
Almacenamiento	20.52 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	25.71 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	27.66 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte)	23.32 m

Compresor de trasiego de Gas L.P.	17.03 m
Sistema de vaciado de recipientes transportables	27.69 m
Oficinas	51.81 m
Caseta de vigilancia	41.80 m
Cuarto de tablero eléctrico	49.89 m
E.C.I.	46.77 m
Taller mecánico	43.09 m
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	49.93 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	53.43 m
Asentamientos humanos	
Rancho San José 1	158.76 m
Vialidades	
Camino vecinal	45.03 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 **11.60958 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 1.92 m hasta los 39.68 m. El 0.5 L.I.I. desde 1.665 m hasta los 64.73 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 39.68 m y fatalidades en un radio de 64.73 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (atmósfera, cuerpos de agua, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación por sobrepresión y radiación.



Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
002	Población	Sobrepresión	Amortiguamiento (0.5 psi) 217.24 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque, cabe destacar que existe la probabilidad de que entre el 50 y 90% de las personas expuestas sufran ruptura de tímpano, dentro de este radio de afectación se encuentra el Rancho San José 1.	1.Dispositivos y accesorios de seguridad. Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos juegos de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas– liquido la que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y posteriormente se ensancha a 101 mm Ø (4") diámetro, además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1¼) de diámetro para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm Ø (2") de diámetro. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). En la toma para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática y un accesorio de no-retroceso tipo mirilla. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo recta, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, siendo estos accesorios de 51 mm Ø (2") de diámetro. 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 encuentren realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. 4.Manuales de operación. La instalación contará con un 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 deberán establecer los procedimientos a seguir para realizar cada una de las operaciones de trasiego. Cada uno	Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. Se deberá mantener el área libre de material combustible. Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). Se deberán llevar los registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, 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. Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m² 18.59 m – 31.45 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Cabe destacar que es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estas especies se desplazan de un lugar a otro. Se tendría el 100% de mortalidad en un minuto desde el origen del incendio hasta una distancia de 11.12 m y se prevé el 1% de mortalidad hasta una distancia de 18.83 m. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Alto Riesgo 5.0 kW/m² 48.77 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA), donde se prevén incendios de intensidad media con una devastación del 50 al 70% de la flora presente. Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Dolor si la exposición es mayor a 20 segundos y quemadura de 1er grado en mamíferos. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Amortiguamiento 1.4 kW/m² 89.69 m	Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA), en donde se prevén incendios de baja intensidad. Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): No se prevé daños trascendentales.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi 24.01 – 49.01 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna: - 10.00 psi: Desde el origen hasta una distancia de 27.43 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos, donde es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estas especies se desplazan de un lugar a otro. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i>, <i>tangara cabeza gris</i>, <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i>; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. - 3.00 psi: Así mismo, se prevé que a una distancia de 55.99 m se vea afectada un 50% de la fauna presente (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i>, <i>tangara cabeza gris</i>, <i>halcón peregrino</i>, <i>colorín siete colores</i>, <i>martucha</i>, <i>rana de cabeza de pala</i>, <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i>, las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Flora: - 10.00 psi: Dentro de este radio de afectación, serán afectadas las áreas verdes con las que cuenta la Planta de Distribución de Gas L.P., en donde se encuentran especies de herbáceas principalmente de la familia Poaceae y especies <i>Adonidia merrilli</i> (Palma de manila) y <i>Washingtonia robusta</i> (Palma blanca). En donde se prevé e derribo total de del elemento (un factor principal determinante será la altura del elemento) - 3.00 psi: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), en donde se prevé el derribo total o parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento).		
			Alto Riesgo 1.0 psi 127.80 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), donde se prevé el derribo parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé que a una distancia de 127.80 m las especies presenten traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Amortiguamiento 0.5 psi 217.24 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es selva subcaducifolia, donde se prevén afectaciones menores (derribo parcial del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé la caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 217.24 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		



	Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m² 18.59 – 31.45 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre en las tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación., es decir desde el origen del incendio hasta una distancia de 18.59 m. Se prevé el 1% de mortalidad de 1er grado en 10 segundos al personal que se encuentre a 31.45 m (almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., tomas de suministro y carburación de autoconsumo, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación).	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. Se contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. 7.Sistema contra incendio: - Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique.
			Alto Riesgo 5.0 kW/m² 48.77 m	Al personal de Sonigas S.A. de C.V. que se encuentre en las oficinas, E.C.I., caseta de vigilancia, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación. pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
			Amortiguamiento 1.4 kW/m² 89.69 m	En este radio de 89.69 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V., que se encuentre en caseta de vigilancia, taller mecánico y áreas de circulación, incluso durante una exposición prolongada.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10.0 – 3.0 psi 27.43 – 55.99 m	En un radio de 27.43 m el personal que se encuentre en las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación, puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 55.99 m, se encuentran las oficinas, E.C.I., caseta de vigilancia, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación, donde se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo 1.0 psi 127.80 m	El personal de Sonigas, S.A. de C.V. que se encuentre a una distancia de 127.80 m (taller mecánico y áreas de circulación), puede sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m² 18.59 – 31.45 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 18.59 m se encuentran las tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación (propiedad de Sonigas S.A. de C.V.) en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque con severos daños. Y a una distancia de 31.45 m, se encuentra el tanque de almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., tomas de suministro y carburación de autoconsumo, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación. (pertenencia de Sonigas S.A. de C.V.), donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos. Además, se encuentra el camino vecinal donde prevé el debilitamiento del pavimento con una severidad media.		
			Alto Riesgo 5.0 kW/m² 48.77 m	A una distancia de 48.77 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encontrarán estructuras las cuales serán parcialmente afectadas: oficinas, E.C.I., caseta de vigilancia, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación. propias de Sonigas S.A. de C.V. Además, se encuentra el camino vecinal donde se prevé el debilitamiento del pavimento (severidad baja).		
			Amortiguamiento 1.4 kW/m² 89.69 m	Dentro de este radio se encuentra el taller mecánico y áreas de circulación, donde no se prevén afectaciones considerables. Además, se encuentra el camino vecinal donde no se prevé daños.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi 27.43 – 55.99 m	Dentro de este radio de afectación (27.43 m) se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, tanque de almacenamiento, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (semirremolque y tanque de almacenamiento destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 55.99 m se encuentran las oficinas, E.C.I., caseta de vigilancia, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso. Además, se encuentra el camino vecinal con posible formación de un cráter en el suelo y por consecuente el cierre de circulación.		
			Alto Riesgo 1.0 psi 127.80 m	En este radio de afectación por la onda de sobrepresión se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentra el taller mecánico y áreas de circulación en donde se prevé que se pudiera presentar falla en conexiones y finalmente el posible cierre de circulación del camino vecinal.		
			Amortiguamiento 0.5 psi 217.24 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión se ubica el camino vecinal, donde no se prevén daños pero si un posible cierre de circulación.		

ESCENARIO 003

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.

- a) Radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE.
- b) 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.

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	10.0 psi	3.0 psi
	169.75 m	328.71 m	18.17 m	37.09 m
Zona de Alto Riesgo	5 kW/m ²		1.0 psi	
	527.49 m		84.66 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²		0.5 psi	
	984.88 m		143.91 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **selva subcaducifolia y pastizal cultivado** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020). Destacan principalmente las especies faunísticas Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.35.

Fauna: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Es posible encontrar especies bajo el estatus de **“Sujeta a Protección Especial”** de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris
	Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Passerina ciris	Colorín Sietecolores
Mamíferos	Potos flavus	Martucha
Anfibios y reptiles	Triprion petasatus	Rana Cabeza de Pala
	Tlalocohyla loquax	Rana Arbórea Locuaz
	Imantodes tenuissimus	Culebra Cordelilla Yucateca

Para mayor información consultar la tabla II.36

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia)**
- **Vialidades:** Camino vecinal

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia y pastizal cultivado)**
- **Asentamientos humanos:** Asentamiento humano sin registrar 1 y 2, Rancho “El Sacrificio” y localidades Rancho San José 1 y 2, Sagrado Corazón, Chan Kop Dzadz.
- **Actividades industriales, comerciales y de servicio:** Paradero “Los Pepes”
- **Vialidades:** Camino vecinal y Periférico Noreste

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE RECEPCIÓN) A:

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de suministro y carburación de autoconsumo	23.67 m
Almacenamiento	20.52 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	25.71 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	27.66 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte)	23.32 m
Compresor de trasiego de Gas L.P.	17.03 m
Sistema de vaciado de recipientes transportables	27.79 m
Oficinas	51.81 m
Caseta de vigilancia	41.80 m
Cuarto de tablero eléctrico	49.89 m
E.C.I.	46.77 m
Taller mecánico	43.09 m
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	49.93 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	53.49 m

Asentamientos humanos	
Asentamiento humano sin registrar 1	324.46 m
Asentamiento humano sin registrar 2	291.17 m
Rancho San José 1	158.76 m
Rancho San José 2	222.59 m
Rancho "El Sacrificio"	819.77 m
Localidad Sagrado Corazón	514.54 m
Localidad Chan Kop Dzadz	685.45 m
Actividades industriales, comerciales y de servicio	
Paradero "Los Pepes"	337.32 m
Vialidades	
Camino vecinal	45.03 m
Periférico Noreste	331.01 m

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
003	Población	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5–12.5 kW/m²) 169.75 – 328.71 m	Dentro del radio de afectación de 37.5 kW/m² se encuentran una fracción del Rancho San José 1, donde se prevé el 100% de mortalidad en un minuto. Dentro del radio de afectación de 12.5 kW/m² se el Rancho San José 1, asentamiento humano sin registrar 1 y 2, en donde se prevé el 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos en las personas expuestas en dichos lugares. *Se anexa diagrama de afectación por quemaduras.	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 serán 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 semirremolque 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.	-Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie. -Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. -Se debe establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. -La cisterna de almacenamiento de agua deberá contener, cuando menos, el 70% de su capacidad. -Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos).
			Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 527.49 m	Dentro de esta zona se encuentra las localidades Rancho San José 2 y Sagrado Corazón, las personas expuestas en estos lugares pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, es factible la formación de ampollas en la piel. Asimismo, se prevé que se puedan presentar quemaduras de primer grado. *Se anexa diagrama de afectación por quemaduras.		
			Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 984.88 m	Dentro de esta zona se encuentra confinada la zona de amortiguamiento, donde se ubica la localidad Chan Kop Dzadz y Rancho el Sacrificio. No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5–12.5 kW/m²) 169.75 – 328.71 m	Suelo: Como consecuencia de la radiación térmica generada por la bola de fuego se puede generar el desarrollo de incendios secundarios hasta un radio de 328.71 m los cuales quemaran el material combustible situado sobre la superficie del suelo afectando este componente, sufriendo cambios en sus propiedades junto con la desaparición temporal de la cubierta vegetal. Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Flora: Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2021). El uso de suelo es selva subcaducifolia y pastizal cultivado. En un radio de hasta 328.71 m se prevé se tendría el desarrollo de incendios secundarios , lo que implicaría desde el deterioro de la cubierta vegetal hasta la devastación total o parcial de la flora presente. Fauna: Se tendría el 100% de mortalidad en un minuto desde el origen del incendio hasta una distancia de 169.75 m y se prevé el 1% de mortalidad hasta una distancia de 328.71 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordelilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos juegos de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido la que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y posteriormente se ensancha a 101 mm Ø (4") diámetro, además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1¼) de diámetro para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm Ø (2") de diámetro. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). En la toma para gas-liquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática y un accesorio de no-retroceso tipo mirilla. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo recta, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, siendo estos accesorios de 51 mm Ø (2") de diámetro.	Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. Se deberán obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con 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.
			Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 527.49 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Flora: Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2021) el uso de suelo es selva subcaducifolia, en donde se prevén incendios de baja intensidad. Fauna: A una distancia de 527.49 m se prevé dolor si la exposición es mayor de 20 segundos y quemadura de 1er grado en mamíferos. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordelilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 984.88 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0-3.0 psi) 18.17 – 37.09 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: En el radio de afectación de 3.00 psi, se encuentran las áreas verdes dentro de la planta donde destaca principalmente especies de la familia Poaceae, Adonidia merrilli (Palma de manila) y Washingtonia robusta (Palma blanca), así mismo es importante mencionar que este radio sobrepasa los límites de la Planta, donde se cuenta con un uso de suelo es selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA), donde se encuentra vegetación perteneciente al uso se suelo selva subcaducifolia, donde se prevé la derribo total o parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna (Aves): Desde el origen hasta una distancia de 18.17 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 37.09 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. En donde es posible encontrar <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín setecolores</i> , los cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010		
					4. Equipo obligatorio. - Seis metros de cable flexible No. 6 con pinzas de bronce para 50 amps, con el fin de conectarse a tierra.	

			Alto Riesgo (1.0 psi) 84.66 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: El uso de suelo es selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA), donde se prevé el derribo parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, anfibios y reptiles): Se prevé que a una distancia de 84.66 m las especies presenten traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. En donde es posible encontrar <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> , los cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	- 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 rotagage 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 el tanque 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. 6. Equipo contra incendio - Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.
			Amortiguamiento (0.5 psi) 143.91 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: El uso de suelo es selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA), donde se prevén afectaciones menores (derribo parcial del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, anfibios y reptiles): Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 143.91 m. En donde es posible encontrar <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> , los cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	
	Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 -12.5 kW/m²) 169.75 – 328.71 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre en la planta de Sonigas S.A. de C.V. en todas sus áreas. Asimismo, se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos al personal que se encuentre en el camino vecinal.	
			Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 3.0 psi) 18.17 – 31.09 m	En un radio de 18.17 m, el personal que se encuentre en las tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación; puede presentar la muerte por lesiones pulmonares. A una distancia de 37.09 m, se prevé que el personal expuesto en las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación; presenten daños severos por heridas en la piel.	
			Alto Riesgo (1.0 psi) 84.66 m	El personal de Sonigas, S.A. de C.V. que se encuentre a una distancia de 84.66 m, (caseta de vigilancia, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, E.C.I., oficinas, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación) pueden sufrir daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.	
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 12.5 kW/m²) 169.75 – 328.71 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 169.75 m únicamente se encuentra la infraestructura propia de la planta propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V.", en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolques, autotanques y tanque de almacenamiento con severos daños. Asimismo, dentro del radio de afectación de 328.71 m se encuentra el camino vecinal y Periférico Noreste, donde prevé el debilitamiento del pavimento con una severidad media.	
			Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 527.49 m	A una distancia de 527.49 m se encuentra el Periférico Noreste, donde prevé el debilitamiento del pavimento con una severidad baja.	
			Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 84.88 m	En este radio se encuentra la carretera Periférico Noreste, donde no se prevé daños.	
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 3.0 psi) 18.17 – 37.09 m	Dentro de este radio de afectación (18.17 m) se encuentran las tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación., en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 37.09 m se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación., en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso. Además, se encuentra el camino vecinal con posible formación de un cráter en el suelo y por consecuente el cierre de circulación.	
			Alto Riesgo (1.0 psi) 84.66 m	En este radio de afectación por la onda de sobrepresión se ubica la caseta de vigilancia, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, E.C.I., oficinas, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación, se prevé daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, y finalmente el posible cierre de circulación del camino vecinal.	
			Amortiguamiento (0.5 psi) 143.91 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión se ubica el camino vecinal, donde no se prevén daños pero si un posible cierre de circulación.	

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:

Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personas que se encuentren expuestas en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %) 143.75 m	Planta de distribución de gas L.P. propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V."
	Rancho San José 1
	Camino Vecinal
	Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia)
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %) 285.64 m	Asentamiento humano sin registrar 1
	Asentamiento humano sin registrar 2
	Paradero "Los Pepes"
	Camino Vecinal
	Carretera Periférico Noreste
	Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia y pastizal cultivado)
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. 379.34 m	Rancho San José 2
	Localidad Sagrado Corazón
	Camino Vecinal
	Carretera Periférico Noreste
	Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia y pastizal cultivado)
ZONA 1 Dolor en piel desnuda. 574.23 m	Localidad Chan Kop Dzadz
	Rancho "El Sacrificio"
	Camino Vecinal
	Carretera Periférico Noreste
	Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia y pastizal cultivado)

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/m ²)	Dosis (W/m ²) ^{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	587.21	574.23
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	398.71	379.34
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	310.91	285.64
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	189.05	143.75

ESCENARIO 003-B.1. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (QUEMADURAS OCASIONADAS POR LA BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE).



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.

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.

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	10.0 psi	3.0 psi
	6.34 m	10.76 m	34.88 m	71.19 m
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m ²		1.0 psi	
	16.68 m		162.50 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²		0.5 psi	
	30.69 m		276.22 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: Es importante mencionar que la Planta de distribución de Gas L.P. cuenta con áreas verdes en donde se encuentran herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además se observaron individuos de las especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca).

Así mismo, los radios sobrepasan los límites de la Planta, donde el uso de suelo pertenece a **selva subcaducifolia y pastizal cultivado** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020). Destacan principalmente las especies faunísticas Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras.

No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.35.

Fauna: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Es posible encontrar especies bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris
	Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Passerina ciris	Colorín Sietecolores
Mamíferos	Potos flavus	Martucha
Anfibios y reptiles	Triprion petasatus	Rana Cabeza de Pala
	Tlalocohyla loquax	Rana Arbórea Locuaz
	Imantodes tenuissimus	Culebra Cordelilla Yucateca

Para mayor información consultar la Tabla II.36.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de la planta:** Tomas de recepción y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación
- **Vialidades:** Camino vecinal

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Asentamientos humanos:** Rancho San José 1 y asentamiento humano sin registrar 2
- **Vialidades:** Camino vecinal y Periférico Noreste
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia y pastizal cultivado)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMAS DE RECEPCIÓN) A:

Afectación relevante hasta **276.22 m**, debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de suministro y carburación de autoconsumo	23.67 m
Almacenamiento	20.52 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	25.71 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	27.66 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte)	23.32 m
Compresor de trasiego de Gas L.P.	17.03 m

Sistema de vaciado de recipientes transportables	27.79 m
Oficinas	51.81 m
Caseta de vigilancia	41.80 m
Cuarto de tablero eléctrico	49.89 m
E.C.I.	46.77 m
Taller mecánico	43.09 m
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	49.93 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	53.43 m
Asentamientos humanos	
Asentamiento humano sin registrar 2	291.17 m
Rancho San José 1	158.76 m
Vialidades	
Camino vecinal	45.03 m
Periférico Noreste	271.66 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

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 **1.2347 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.I.I desde 1.67 hasta los 8.06 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.64 m hasta los 17.72 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 17.72 m y fatalidades en un radio de 8.06 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.



Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
004	Población	Sobrepresión	Amortiguamiento (0.5 psi) 26.22 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque, cabe destacar que existe la probabilidad de que entre el 50 y 90% de las personas expuestas sufran ruptura de tímpano, cabe destacar que en este radio se encuentra el Rancho San José 1 y asentamiento humano sin registrar 1 y 2.	Dispositivos y accesorios de seguridad. Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos juegos de tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido la que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y posteriormente se ensancha a 101 mm Ø (4") diámetro, además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1¼) de diámetro para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm Ø (2") de diámetro. Las tomas de descarga de los semirremolques, cuentan en su boca terminal con una válvula de globo recta, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). En la toma para gas-líquido se cuenta con una válvula de cierre manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática y un accesorio de no-retroceso tipo mirilla. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo recta, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, siendo estos accesorios de 51 mm Ø (2") de diámetro. 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. Calzas de seguridad. En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentre realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. Manuales de operación. La instalación contará con un 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. 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.	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador debe acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. Se deben llevar los registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, 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.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m² 16.68 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): A una distancia de 16.68 m se prevé dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeta a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Amortiguamiento 1.4 kW/m² 30.69 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10.0 – 3.0 psi 34.88 – 71.19 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna: - 10.00 psi: Desde el origen hasta una distancia de 34.88 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos, donde es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estás especies se desplazan de un lugar a otro. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i>, <i>tangara cabeza gris</i>, <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i>; las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeta a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. - 3.00 psi: Así mismo, se prevé que a una distancia de 71.19 m se vea afectada un 50% de la fauna presente (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i>, <i>tangara cabeza gris</i>, <i>halcón peregrino</i>, <i>colorín siete colores</i>, <i>martucha</i>, <i>rana de cabeza de pala</i>, <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordelilla yucateca</i>, las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Flora: - 10.00 psi: Dentro de este radio de afectación, serán afectadas las áreas verdes con las que cuenta la Planta de Distribución de Gas L.P., en donde se encuentran especies de herbáceas principalmente de la familia Poaceae y especies <i>Adonidia merrilli</i> (Palma de manila) y <i>Washingtonia robusta</i> (Palma blanca). En donde se prevé el derribo total de del elemento (un factor principal determinante será la altura del elemento) - 3.00 psi: El uso de suelo pertenece a <i>selva subcaducifolia</i> de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), en donde se prevé el derribo total o parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento).		
				Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. Flora: El uso de suelo pertenece a <i>selva subcaducifolia</i> de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), se prevé el derribo parcial del elemento. (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna: Se prevé que a una distancia de 162.50 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordelilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Alto Riesgo 1.0 psi 162.50 m			
			Amortiguamiento 0.5 psi 276.22 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: El uso de suelo pertenece a <i>selva subcaducifolia</i> de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), se prevén afectaciones menores (derribo parcial de elemento). Fauna: Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 276.22 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana</i>		

				<i>albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “ Sujeto a Protección Especial ” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Mantenimiento. Se contará con un programa calendarizado de mantenimiento preventivo a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general. Sistema contra incendio: - Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: ✓ Alarmas audibles y visibles. ✓ Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	
	Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m² 6.34 – 10.76 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre desde el origen del incendio hasta una distancia de 6.34 m, donde se encuentran las tomas de recepción. En tanto el personal que se encuentre a una distancia de 10.76 m (tomas de recepción y áreas de circulación.), se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado.		
			Alto Riesgo 5.0 kW/m² 16.68 m	El personal de Sonigas S.A. de C.V. que se encuentra en la zona de afectación (compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.) puede presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
			Amortiguamiento 1.4 kW/m² 30.69 m	En este radio de 30.69 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V. que se encuentre en las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, y áreas de circulación) incluso durante una exposición prolongada.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10.0 – 3.0 psi 34.88 – 71.19 m	En un radio de 34.88 m (zona de afectación: tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables y área de circulación) el personal de Sonigas, puede presentar la muerte por lesiones pulmonares. A una distancia de 71.19 m (zona de afectación: oficinas, caseta de vigilancia, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación.) se prevé que el personal que se encuentra ahí presente daños severos por heridas en la piel.		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 - 12.5 kW/m²) 6.34 – 10.76 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 6.34 m se encuentran las tomas de recepción (propiedad de Sonigas S.A. de C.V.) en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque con severos daños. Y a una distancia de 10.76 m, se encuentra las tomas de recepción y áreas de circulación, (pertenencia de Sonigas S.A. de C.V.), donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
			Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 16.68 m	A una distancia de 16.68 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encuentra el compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.		
			Amortiguamiento 1.4 kW/m² 30.69 m	En este radio de afectación se encuentra el sistema de vaciado de recipientes transportables, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P., tomas de suministro y carburación y áreas de circulación, donde no se prevén afectaciones considerables		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 3.0 psi) 34.88 – 71.19 m	Dentro de este radio de afectación (34.88 m) se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables y área de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 71.19 m se encuentran las oficinas, caseta de vigilancia, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso. Además, se encuentra el camino vecinal con posible formación de un cráter en el suelo y por consecuente el cierre de circulación.		
			Alto Riesgo (1.0 psi) 162.50 m	En este radio de afectación por la onda de sobrepresión se encuentra el camino vecinal, donde se prevé el posible cierre de circulación.		
			Amortiguamiento (0.5 psi) 276.22 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión se ubica el camino vecinal y Periférico Noreste, donde no se prevén daños pero si un posible cierre de circulación.		

E S C E N A R I O 0 0 5

BLEVE del tanque de almacenamiento con capacidad de 150,000 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 un incendio y que incide en la parte baja de este.

- a) Ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del tanque de almacenamiento 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) Radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.

RADIO DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	10.0 psi	3.0 psi
	193.94 m	403.88 m	19.25 m	39.28 m
Zona de Alto Riesgo	5 kW/m ²		1.0 psi	
	657.72 m		89.66 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²		0.5 psi	
	1235.85 m		152.41 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: El uso de suelo pertenece a **selva subcaducifolia y pastizal cultivado** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020). Destacan principalmente las especies faunísticas Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.35.

Fauna: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Es posible encontrar especies bajo el estatus de **“Sujeta a Protección Especial”** de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris
	Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Passerina ciris	Colorín Sietecolores
Mamíferos	Potos flavus	Martucha
Anfibios y reptiles	Triprion petasatus	Rana Cabeza de Pala
	Tlalocohyla loquax	Rana Arbórea Locuaz
	Imantodes tenuissimus	Culebra Cordelilla Yucateca

Para mayor información consultar la Tabla II.36.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Vialidades:** Camino vecinal
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia)**

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Asentamientos humanos:** Asentamiento sin registrar 1 y 2, Rancho “El Sacrificio”, y localidades Rancho San José 1 y 2, Chan Kop Dzadz, Santa María (Xpetzuuc) y Sagrado corazón.
- **Actividades industriales, comerciales y de servicio:** Paradero “Los Pepes”
- **Vialidades:** Camino vecinal y Periférico Noreste
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia y pastizal cultivado)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (ALMACENAMIENTO) A:

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	20.52 m
Tomas de suministro y carburación de autoconsumo	14.16 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	17.96 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	10.22 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte)	8.99 m
Compresor de trasiego de Gas L.P.	3.54 m
Sistema de vaciado de recipientes transportables	13.09 m
Oficinas	36.36 m
Caseta de vigilancia	51.18 m
Cuarto de tablero eléctrico	28.79 m
E.C.I.	25.91 m
Taller mecánico	25.66 m
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	58.30 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	64.09 m
Asentamientos humanos	

Asentamiento humano sin registrar 1	332.02 m
Asentamiento humano sin registrar 2	324.46 m
Rancho San José 1	219.87 m
Rancho San José 2	512.15 m
Rancho "El Sacrificio"	838.54 m
Localidad Sagrado Corazón	520.98 m
Localidad Chan Kop Dzadz	679.57 m
Localidad Santa María (Xpetzuuc)	1118.20 m
Actividades industriales, comerciales y de servicio	
Paradero "Los Pepes"	341.74 m
Vialidades	
Camino vecinal	45.03 m
Periférico Noreste	330.76 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.



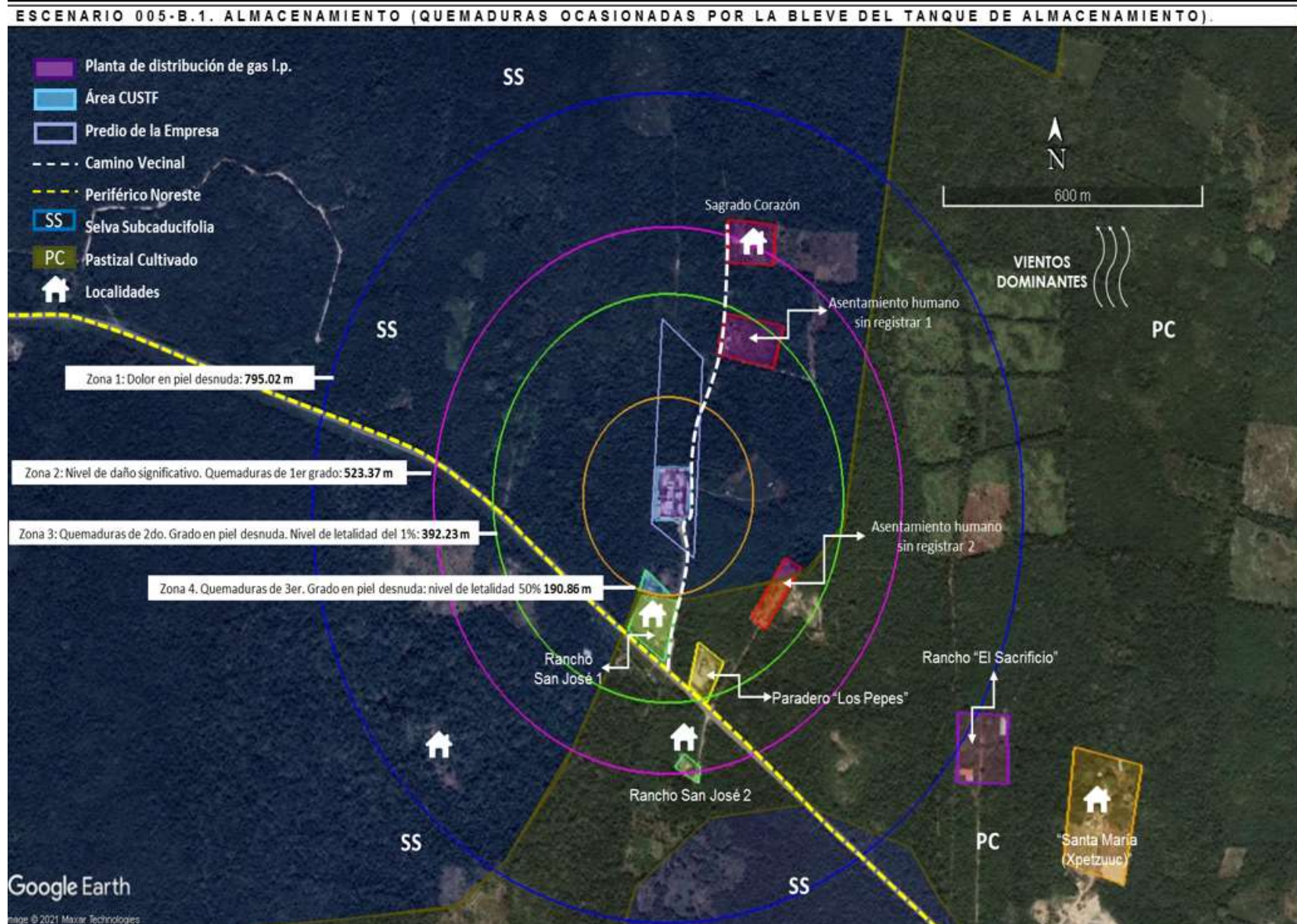
Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
005	Población	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5–12.5 kW/m²) 193.94 – 403.88 m	Dentro del radio de afectación de 37.5 kW/m² se encuentran una fracción del Rancho San José 1, donde se prevé el 100% de mortalidad en un minuto. Dentro del radio de afectación de 12.5 kW/m² se el Rancho San José 1, asentamiento humano sin registrar 1 y 2, en donde se prevé el 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos en las personas expuestas en dichos lugares.* Se anexa diagrama de afectación por quemaduras.	Limitación de presión excesiva. El tanque de almacenamiento cuenta dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.	Se deberá verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado.
			Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 657.72 m	Dentro de esta zona se encuentran las localidades Rancho San José 2 y Sagrado Corazón, las personas expuestas en estos lugares pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, es factible la formación de ampollas en la piel. Asimismo, se prevé que se puedan presentar quemaduras de primer grado. * Se anexa diagrama de afectación por quemaduras.	Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. El tanque cuenta con los siguientes accesorios:	Se deberá establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.
			Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 1235.85 m	Dentro de esta zona se encuentra confinada la zona de amortiguamiento, donde se ubica la localidad Chan Kop Dzadz, localidad Santa María (Xpetzuuc) y Rancho el Sacrificio. No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.	- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro - Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula. - Un manómetro Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1.5") de diámetro de carátula. - Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (¼") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente. - Cinco válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-líquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. - Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-líquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA. - Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas –vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA. - Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292C de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho. - Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. - Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs. - Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs - Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra". - Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora.	Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten:
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5–12.5 kW/m²) 193.94 – 403.88 m	Suelo: Como consecuencia de la radiación térmica generada por la bola de fuego se puede generar el desarrollo de incendios secundarios hasta un radio de 403.88 m los cuales quemaran el material combustible situado sobre la superficie del suelo afectando este componente, sufriendo cambios en sus propiedades junto con la desaparición temporal de la cubierta vegetal. Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Flora: Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2021). El uso de suelo es selva subcaducifolia y pastizal cultivado. En un radio de hasta 403.88 m se prevé se tendría el desarrollo de incendios secundarios , lo que implicaría desde el deterioro de la cubierta vegetal hasta la devastación total o parcial de la flora presente. Fauna (Aves, mamíferos, anfibios y reptiles): Se tendría el 100% de mortalidad en un minuto desde el origen del incendio hasta una distancia de 193.94 m y se prevé el 1% de mortalidad hasta una distancia de 403.88 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	- Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292C de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho. - Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. - Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs. - Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs - Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra". - Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora.	Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. 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.
			Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 657.72 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Flora: Conforme a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2021) el uso de suelo es selva subcaducifolia y pastizal cultivado, en donde se prevén incendios de baja intensidad. Fauna (Aves, mamíferos, anfibios y reptiles): A una distancia de 657.72 m se prevé dolor si la exposición es mayor de 20 segundos y quemadura de 1er grado en mamíferos. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	- Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura. - Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs. - Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs - Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra". - Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora.	Se deberá verificar que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector.
			Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 1235.85 m	Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA), en donde se prevén incendios de baja intensidad. Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): No se prevé daños trascendentales.	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	Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles.
	Sobrepresión		Alto Riesgo por daño a equipos (10.0-3.0 psi) 19.25 – 39.28 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarán el componente atmósfera. Flora: - 3.00 psi: En el radio de afectación se encuentran las áreas verdes dentro de la planta donde destaca principalmente especies de la familia Poaceae, Adonidia merrilli (Palma de manila) y Washingtonia robusta (Palma blanca), así mismo es importante mencionar que este radio sobrepasa los límites de la Planta, donde se cuenta con un uso de suelo es selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA), donde se encuentra vegetación perteneciente al uso de suelo selva subcaducifolia, donde se prevé la derribo total o parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento).		
				Fauna: - 10.00 psi: Desde el origen hasta una distancia de 19.25 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos, donde es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estás especies se desplazan de un lugar a otro. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i>, <i>tangara cabeza gris</i>, <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i>; las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. - 3.00 psi: Así mismo, se prevé que a una distancia de 39.28 m se vea afectada un 50% de la fauna presente (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i>, <i>tangara cabeza gris</i>, <i>halcón peregrino</i>, <i>colorín siete colores</i>, <i>martucha</i>, <i>rana de cabeza de pala</i>, <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i>, las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		

			Alto Riesgo (1.0 psi) 89.66 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: El uso de suelo es selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEIA), donde se prevé el derribo parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, anfibios y reptiles): Se prevé que a una distancia de 89.66 m las especies presenten traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	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.	
			Amortiguamiento (0.5 psi) 152.41 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: El uso de suelo es selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEIA), donde se prevén afectaciones menores (derribo parcial del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, anfibios y reptiles): Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 143.91 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
Personal		Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 12.5 kW/m²) 93.94 –403.88 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre en la planta de Sonigas S.A. de C.V. en todas sus áreas. Asimismo, se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos al personal que se encuentre en el camino vecinal.	Cabe mencionar que el tanque de almacenamiento fue fabricado en julio 2018, por tanto, el recipiente deberá ser sometido a Pruebas de Ultrasonido en julio de 2028 para determinar si es apto para seguir operando, y posteriormente cada 5 años se deberá obtener su respectivo dictamen de acuerdo a lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002.	
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 3.0 psi) 19.25 – 39.28 m	En un radio de 18.17 m, el personal que se encuentre en las tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación; puede presentar la muerte por lesiones pulmonares. A una distancia de 37.09 m, se prevé que el personal expuesto en las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación; presenten daños severos por heridas en la piel.		
			Alto Riesgo (1.0 psi) 89.66 m	El personal de Sonigas, S.A. de C.V. que se encuentre a una distancia de 84.66 m, (caseta de vigilancia, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, E.C.I., oficinas, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación) pueden sufrir daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 12.5 kW/m²) 93.94 –403.88 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 169.75 m únicamente se encuentra la infraestructura propia de la planta propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”, en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolques, autotankers y tanque de almacenamiento con severos daños. Asimismo, dentro del radio de afectación de 328.71 m se encuentra el camino vecinal y Periférico Noreste, donde prevé el debilitamiento del pavimento con una severidad media.	Sistema contra incendio - Sistema de aspersión: El recipiente cuenta con tres tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba del recipiente, que se derivan de una tubería central transversal de 101 mm (4”) de diámetro. El rociado es mediante las boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de las tuberías, colocando 52 boquillas en total para el riego del recipiente. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½”-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm². - Extintores: Se cuenta con 2 extintores tipo manual de polvo químico seco de 9 kg, clase ABC y 1 extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, en la zona de almacenamiento. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 657.72 m	A una distancia de 527.49 m se encuentra el Periférico Noreste, donde prevé el debilitamiento del pavimento con una severidad baja.			
		Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 1235.85 m	En este radio se encuentra la carretera Periférico Noreste, donde no se prevé daños.			
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 3.0 psi) 19.25 – 39.28 m	Dentro de este radio de afectación (18.17 m) se encuentran las tomas de recepción, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación., en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irre recuperables en estructuras, y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 37.09 m se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación., en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso. Además, se encuentra el camino vecinal con posible formación de un cráter en el suelo y por consecuente el cierre de circulación.			
		Alto Riesgo (1.0 psi) 89.66 m	En este radio de afectación por la onda de sobrepresión se ubica la caseta de vigilancia, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, E.C.I., oficinas, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación, se prevé daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, y finalmente el posible cierre de circulación del camino vecinal.			
		Amortiguamiento (0.5 psi) 152.41 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión se ubica el camino vecinal, donde no se prevén daños pero si un posible cierre de circulación.			
						Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.

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:

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 %) 190.86 m	Planta de distribución de gas L.P. propiedad de "Sonigas, S.A. de C.V." Rancho San José 1 Camino vecinal
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %) 392.23 m	Rancho San José 1 Asentamiento sin registrar 1 Asentamiento sin registrar 2 Paradero "Los Pepes" Carretera Periférico Noreste Camino vecinal
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. 523.37 m	Rancho San José 2 Localidad Sagrado Corazón Carretera Periférico Noreste Camino vecinal
ZONA 1 Dolor en piel desnuda. 795.02 m	Rancho "El Sacrificio" Carretera Periférico Noreste Camino vecinal

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 16.73 s)				
Efecto	Radiación (kW/m ²)	Dosis (W/m ²) ^{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	3.38	85.00	815.18	795.02
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	7.60	250.00	553.51	523.37
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	12.78	500.00	431.62	392.23
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	36.15	2000.00	262.45	160.36



ESCENARIO 006

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y el operador no conectara correctamente el acoplador de la manguera de líquido con la válvula ubicada en la parte posterior del auto tanque provocando el desprendimiento de la manguera, y que ante este súbito desprendimiento la válvula de exceso de flujo instalada en la línea de líquido no cerrara oportunamente se tendría la fuga de GLP, equivalente al contenido atrapado en la manguera y a la capacidad nominal de la tubería de gas líquido, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando 378 LPM, a una presión de 5 kg/cm².

- a) Llamada (flashfire) causada por la rápida ignición de la nube de material combustible. Emisión Continua.
- b) Dardo de fuego por la ignición de la fuga en el punto de salida.
- c) 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/m ²	12.5 kW/m ²	10.0 psi	3.0 psi
	10.78	18.26	19.69 m	40.19 m
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m ²		1.0 psi	
	28.32		91.75 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²		0.5 psi	
	52.08		155.96 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: Es importante mencionar que la Planta de distribución de Gas L.P. cuenta con áreas verdes en donde se encuentran herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además se observaron individuos de las especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca).

Así mismo, los radios sobrepasan los límites de la Planta, donde el uso de suelo pertenece a **selva subcaducifolia** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020). Destacan principalmente las especies faunísticas Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras.

No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.35.

Fauna: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Es posible encontrar especies bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris
	Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Passerina ciris	Colorín Sietecolores
Mamíferos	Potos flavus	Martucha
Anfibios y reptiles	Triprion petasatus	Rana Cabeza de Pala
	Tlalocohyla loquax	Rana Arbórea Locuaz
	Imantodes tenuissimus	Culebra Cordelilla Yucateca

Para mayor información consultar la Tabla II.36.

Zonas vulnerables por la llamarada (flash-fire)

- **Infraestructura propia de la planta.** Tomas de suministro y carburación de autoconsumo y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Vialidades:** Camino vecinal

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Vialidades:** Camino vecinal
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMA DE SUMINISTRO) A:

Afectación relevante hasta **155.96 m**, debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	23.67 m
Almacenamiento	14.16 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	31.74 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	24.45 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte)	4.86 m
Compresor de trasiego de Gas L.P.	11.68 m

Sistema de vaciado de recipientes transportables	27.07 m
Oficinas	48.16 m
Caseta de vigilancia	61.97 m
Cuarto de tablero eléctrico	30.88 m
E.C.I.	30.88 m
Taller mecánico	42.70 m
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	44.81 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	52.94 m
Vialidades	
Camino vecinal	45.03 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 **3.7285 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 de la bomba alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.00 hasta los 14.58 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.00 hasta los 29.19 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 29.19 m y fatalidades en un radio de 14.58 m en dirección perpendicular a la del viento.

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
006	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m² 10.78 – 18.26 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Cabe destacar que es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estas especies se desplazan de un lugar a otro. Se tendría el 100% de mortalidad en un minuto desde el origen del incendio hasta una distancia de 10.78 m y se prevé el 1% de mortalidad hasta una distancia de 18.26 m. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1. Dispositivos y accesorios de seguridad. - Tomas de suministro: Para la carga de auto-tanques, se cuenta con dos juegos de tomas, constando cada una, de una boca terminal de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conecta a la tubería principal; además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1 ¼") de diámetro para conducir gas-vapor. Las tomas de suministro de auto-tanques, cuentan en su boca terminal con un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P. y un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull - away) En la toma para gas-líquido se cuenta con dos válvulas para alivio de presiones hidrostática, una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, una válvula de exceso de flujo de cierre automático, siendo estos accesorios de 51 mm Ø (2") de diámetro. En la toma para gas-vapor se cuenta con una válvula de globo recta y una válvula de no retroceso de cierre automático, ambos accesorios con 32 mm (1 ¼") de diámetro - Toma de carburación de autoconsumo: Para la carga de tanques montados en vehículos propiedad de la misma empresa, que utilizan el Gas L.P. como carburante del motor, se cuenta con una toma de carburación de autoconsumo, con la que se realiza el llenado por medio de la bomba No. 3; se cuenta para esto, con una boca terminal de 25 mm Ø (1") acondicionada con manguera especial para conducir Gas L.P. La toma de carburación de autoconsumo, cuenta en su boca terminal con una válvula de globo de cierre rápido, un tramo de manguera especial para conducir Gas L.P., un acoplador de llenado; como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull-away). En la toma para gas-líquido se cuenta con dos válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, una válvula de bola, una válvula de cierre a control remoto con actuador eléctrico	Se implementará un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. Los choferes de los auto-tanques deberán apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración. Entre los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica. Se mantendrá el área libre de material combustible. Se mantendrá completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) Se brindará capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra
			Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 28.32 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Cabe destacar que es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estas especies se desplazan de un lugar a otro. Podrían presentar dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 52.08 m	Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA), en donde se prevén incendios de baja intensidad. Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): No se prevé daños trascendentales.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 - 3.0 psi) 19.69 – 40.19 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna: - 10.00 psi: Desde el origen hasta una distancia de 19.69 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos, donde es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estas especies se desplazan de un lugar a otro. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. - 3.00 psi: Así mismo, se prevé que a una distancia de 40.19 m se vea afectada un 50% de la fauna presente (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Flora: - 3.00 psi: Dentro de este radio de afectación, serán afectadas las áreas verdes con las que cuenta la Planta de Distribución de Gas L.P., en donde se encuentran especies de herbáceas principalmente de la familia Poaceae y especies <i>Adonidiamerrilli</i> (Palma de manila) y <i>Washingtonia robusta</i> (Palma blanca). En donde se prevé el derribo total o parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento).		
			Alto Riesgo (1.0 psi) 91.75 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), donde se prevé el derribo parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé que a una distancia de 91.75 m las especies presenten traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Amortiguamiento (0.5 psi) 155.96 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es selva subcaducifolia , donde se prevén afectaciones menores (derribo parcial del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé la caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 155.96 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de</i>		

				cabeza de pala, rana albórea locuaz y culebra cordellila yucateca, las cuales se encuentran bajo el estatus de “ Sujeto a Protección Especial ” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	(solenoides), siendo estos accesorios de 32 mm Ø (1 ¼”) de diámetro.	incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique.
Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m² 10.78 – 18.26 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre en las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur), almacenamiento y áreas de circulación, es decir desde el origen del incendio hasta una distancia de 10.78 m. Se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos al personal que se encuentre a 18.26 m (zona de afectación: tomas de recepción, almacenamiento, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.)	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 colocará al frente del vehículo un letreo 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 serán 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. 6. Sistema contra incendio: - Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia	Obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con 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.	
		Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 28.32 m	El personal de Sonigas S.A. de C.V. que se encuentre dentro de este radio 28.32 m (muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, tomas de recepción, E.C.I., bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y áreas de circulación) puede presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.			
		Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 52.08 m	En este radio de 52.08 m (Zona de afectación: oficinas, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación) el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V., que se encuentre las áreas de circulación incluso durante una exposición prolongada.			
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 3.0 psi) 19.69 – 40.19 m	En un radio de 19.69 m (zona de afectación: tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación) el personal puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 40.19 m (zona de afectación: toma de recepción, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur), cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., sistema de vaciado de recipientes transportables, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación.) se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.			
Alto Riesgo (1.0 psi) 91.75 m		El personal de Sonigas, S.A. de C.V. que se encuentre a una distancia de 91.75 m, (zona de afectación: oficinas, caseta de vigilancia y áreas de circulación) puede sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles. El personal que se encuentre de pie o caminando puede caer al suelo por el impacto de la onda de choque.				
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 12.5 kW/m²) 10.78 – 18.26 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 10.78 m se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur), almacenamiento y áreas de circulación (propiedad de Sonigas S.A. de C.V.) en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras, auto-tanque y tanque de almacenamiento con severos daños. Y a una distancia de 18.26 m, se encuentran las tomas de recepción, almacenamiento, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación (propiedad de Sonigas S.A. de C.V.), donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.			
		Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 28.32 m	A una distancia de 28.32 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, tomas de recepción, E.C.I., bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y áreas de circulación.			
		Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 52.08 m	No se presentan afectaciones considerables en las oficinas, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, cuarto de tablero eléctrico y áreas de circulación de la planta de distribución. Además, se encuentra el camino vecinal donde no se prevé daños.			
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 3.0 psi) 19.69 m – 40.19 m	Dentro de este radio de afectación (19.69 m) se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas (Norte) y compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irre recuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (auto-tanque, semirremolque y tanque de almacenamiento destruido) y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 40.19 m se encuentran las tomas de recepción, muelle de llenado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur), cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., sistema de vaciado de recipientes transportables, taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.			
		Alto Riesgo (1.0 psi) 91.75 m	Dentro de este radio de afectación por la onda de sobrepresión se ubican las oficinas, caseta de vigilancia y áreas de circulación, las cuales podrán presentar daños menores, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos. Además, se encuentra el camino vecinal, donde se prevé un posible cierre de circulación.			
		Amortiguamiento (0.5 psi) 155.96 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión no se ubican otras instalaciones que se puedan ver afectadas. Sin embargo, se encuentra el camino vecinal, con posible cierre de circulación.			

ESCENARIO 007

Fuga continúa de gas LP en el área de bombas, debido a falla del sello mecánico de la bomba. Diámetro equivalente de fuga 1/4".

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	10.0 psi	3.0 psi
	4.05 m	6.86 m	36.78 m	75.05 m
Zona de Alto Riesgo	5.0 kW/m ²		1.0 psi	
	10.64 m		171.32 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²		0.5 psi	
	19.57 m		291.22 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: Es importante mencionar que la Planta de distribución de Gas L.P. cuenta con áreas verdes en donde se encuentran herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además se observaron individuos de las especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca).

Así mismo, los radios sobrepasan los límites de la Planta, donde el uso de suelo pertenece a **selva subcaducifolia y pastizal cultivado**, de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020). Destacan principalmente las especies faunísticas Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras.

No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.35.

Fauna: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Es posible encontrar especies bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris
	Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Passerina ciris	Colorín Sietecolores
Mamíferos	Potos flavus	Martucha
Anfibios y reptiles	Triprion petasatus	Rana Cabeza de Pala
	Tlalocohyla loquax	Rana Arbórea Locuaz

	Imantodes tenuissimus	Culebra Cordelilla Yucateca

Para mayor información consultar la Tabla II.36.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de la planta.** Bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte), tomas de suministro y carburación de autoconsumo.

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de la planta.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de la planta.** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Predio total**
- **Asentamientos humanos:** Localidad Rancho San José 1
- **Vialidades:** Camino vecinal y Periférico Noreste
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (TOMAS DE SUMINISTRO/BOMBAS) A:

Afectación relevante hasta **291.22 m**, debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	23.43 m
Tomas de suministro y carburación de autoconsumo	5.40 m
Almacenamiento	8.65 m
Muelle de llenado de recipientes transportables	26.95 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	19.26 m
Compresor de trasiego de Gas L.P.	8.91 m
Sistema de vaciado de recipientes transportables	22.13 m
Oficinas	45.84 m
Caseta de vigilancia	57.75 m
Cuarto de tablero eléctrico	24.75 m
E.C.I.	24.75 m
Taller mecánico	27.79 m
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	50.84 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	57.25 m
Asentamientos humanos	
Rancho San José 1	159.48 m
Vialidades	
Camino vecinal	44.31 m

Carretera Periférico Noreste

264.35 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 **0.4823 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 1.56 hasta los 2.79 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.25 m hasta los 8.00 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 8.00 m y fatalidades en un radio de 2.79 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
007	Población	Sobrepresión	Amortiguamiento (0.5 psi) 361.95 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque, cabe destacar que existe la probabilidad de que entre el 50 y 90% de las personas expuestas sufran ruptura de tímpano, cabe destacar que en este radio se encuentra el Rancho San José 1.	Dispositivos y accesorios de seguridad. El diseño de las bombas de trasiego es adecuado para el manejo de gas l.p. Asimismo, el conjunto motor-bomba se encuentran 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 cople flexible. A la descarga de cada bomba se tiene instalado un control automático de 51 mm (2") de diámetro para las bombas 1, 2, 4 y 5 y de 32 mm. (1 ¼") de diámetro para la bomba 3, para retorno de gas-liquido excedente al recipiente de almacenamiento; éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm ² (71 lb/in ²). Para evitar la acumulación de cargas estáticas cada bomba de trasiego se encuentra conectada al sistema general de "tierras" Capacitación. El entrenamiento y capacitación continua serán factores de vital importancia durante la operación de la planta. La capacitación considera la operación segura y la respuesta adecuada y rápida a las emergencias. Mantenimiento. La planta de distribución de Gs L.P. 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 llevará una bitácora con todos los trabajos de mantenimiento realizados de acuerdo al inciso (i) del punto 5.1 de la NOM-001-SESH-2014. Equipo contra incendio Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de suministro y un extintor de fosfato monoamónico en la toma de carburación de autoconsumo. Además, se cuenta con un extintor de PQS de 9 kg en cada bomba de trasiego. Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta.	Se deberá verificar que las válvulas de alivio no presenten: - <i>Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.</i> - <i>Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.</i> - <i>Daño físico.</i> - <i>Fuga.</i> - <i>Corrosión.</i> Se deberá incluir la limpieza periódica del filtro en el programa de mantenimiento preventivo. Se recomienda instalar 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.
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m² 4.05 – 6.86 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Cabe destacar que es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estas especies se desplazan de un lugar a otro. Se tendría el 100% de mortalidad en un minuto desde el origen del incendio hasta una distancia de 4.05 m y se prevé el 1% de mortalidad hasta una distancia de 6.86 m. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeta a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Alto Riesgo 5.0 kW/m² 10.64 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): A una distancia de 10.64 m se prevé dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeta a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
			Amortiguamiento 1.4 kW/m² 19.57 m	No se prevén daños al suelo, aire, flora y fauna a este nivel de radiación.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10.0 – 3.0 psi 36.78 – 75.05 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna: - 10.00 psi: Desde el origen hasta una distancia de 36.78 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos, donde es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estas especies se desplazan de un lugar a otro. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i>, <i>tangara cabeza gris</i>, <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i>; las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeta a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. - 3.00 psi: Así mismo, se prevé que a una distancia de 75.05 m se vea afectada un 50% de la fauna presente (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i>, <i>tangara cabeza gris</i>, <i>halcón peregrino</i>, <i>colorín siete colores</i>, <i>martucha</i>, <i>rana de cabeza de pala</i>, <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordelilla yucateca</i>, las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Flora: - 3.00 psi: Dentro de este radio de afectación, serán afectadas las áreas verdes con las que cuenta la Planta de Distribución de Gas L.P., en donde se encuentran especies de herbáceas principalmente de la familia Poaceae y especies <i>Adonidiamerrilli</i> (Palma de manila) y <i>Washingtonia robusta</i> (Palma blanca). Es importante mencionar que el radio sobrepasa los límites de la Planta, en donde el uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020). Se prevé el derribo total o parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento).		
			Alto Riesgo 1.0 psi 171.32 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases y partículas que afectarían el componente atmósfera. Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020), se prevé el derribo parcial del elemento. (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna: Se prevé que a una distancia de 171.32 m se presente traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordelilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de "Sujeto a Protección Especial" de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		

			Amortiguamiento 0.5 psi 291.22 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia y pastizal cultivado de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020), se prevén afectaciones menores (derribo parcial de elemento). Fauna: Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 291.22 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i>, <i>tangara cabeza gris</i>, <i>halcón peregrino</i>, <i>colorín siete colores</i>, <i>martucha</i>, <i>rana de cabeza de pala</i>, <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordelilla yucateca</i>, las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	
	Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m² 4.05 – 6.86 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre desde el origen del incendio hasta una distancia de 4.05 m, donde se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y almacenamiento. En tanto el personal que se encuentre a una distancia de 6.86 m (tomas de suministro y carburación, almacenamiento y áreas de circulación), se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado.		
			Alto Riesgo 5.0 kW/m² 10.64 m	El personal de Sonigas S.A. de C.V. que se encuentra en la zona de afectación (tomas de suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento y áreas de circulación) puede presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
			Amortiguamiento 1.4 kW/m² 19.57 m	En este radio de 19.57 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V. que se encuentre en las tomas de recepción, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y áreas de circulación, incluso durante una exposición prolongada.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10.0 – 3.0 psi 36.78 – 75.05 m	En un radio de 36.78 m (zona de afectación: tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación) el personal de Sonigas, puede presentar la muerte por lesiones pulmonares. A una distancia de 75.05 m (zona de afectación: taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, oficinas, caseta de vigilancia y área de circulación) se prevé que el personal que se encuentra ahí presente daños severos por heridas en la piel.		
	Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m² 4.05 – 6.86 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 4.05 m se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y almacenamiento en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolque con severos daños.		
				Y a una distancia de 6.86 m, se encuentran las tomas de suministro y carburación, almacenamiento y áreas de circulación, donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
				A una distancia de 10.64 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento y áreas de circulación		
		Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10.0 – 3.0 psi 36.78 – 75.05 m	En este radio de afectación se encuentran las tomas de recepción, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y áreas de circulación, donde no se prevén afectaciones considerables		
				Dentro de este radio de afectación (36.78 m) se encuentran las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación, en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 75.05 m se encuentra el taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, oficinas, caseta de vigilancia y área de circulación., en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso. Además, se encuentra el camino vecinal con posible formación de un cráter en el suelo y por consecuente el cierre de circulación.		
				En este radio de afectación por la onda de sobrepresión se encuentra el camino vecinal, donde se prevé el posible cierre de circulación.		
			Amortiguamiento (0.5 psi) 291.22 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión se ubica el camino vecinal y Periférico Noreste, donde no se prevén daños pero si un posible cierre de circulación.		

ESCENARIO 008

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.

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.

- Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)
- Radiación térmica. (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN				
	Inflamabilidad (Radiación Térmica)		Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	10.0 psi	3.0 psi
	9.37 m	15.86 m	45.71 m	93.28 m
Zona de Alto Riesgo	5 kW/m ²		1.0 psi	
	24.60 m		212.93 m	
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m ²		0.5 psi	
	45.24 m		361.95 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: Es importante mencionar que la Planta de distribución de Gas L.P. cuenta con áreas verdes en donde se encuentran herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además se observaron individuos de las especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca).

Así mismo, los radios sobrepasan los límites de la Planta, donde el uso de suelo pertenece a **selva subcaducifolia y pastizal cultivado** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020). Destacan principalmente las especies faunísticas Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras.

No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.35.

Fauna: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Es posible encontrar especies bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris

	Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Passerina ciris	Colorín Sietecolores
Mamíferos	Potos flavus	Martucha
Anfibios y reptiles	Triprion petasatus	Rana Cabeza de Pala
	Tlalocohyla loquax	Rana Arbórea Locuaz
	Imantodes tenuissimus	Culebra Cordelilla Yucateca

Para mayor información consultar la Tabla II.36.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables, tomas de suministro y carburación, bombas de trasiego de Gas L.P., almacenamiento y áreas de circulación

Zonas vulnerables por radiación térmica:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I. y áreas de circulación.
- **Vialidades:** Camino vecinal
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia)**

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Asentamientos humanos:** Asentamiento humano sin registrar 1 y 2 y localidad Rancho San José.
- **Actividades industriales, comerciales y de servicio:** Paradero “Los Pepes”
- **Vialidades:** Camino vecinal y Periférico Noreste
- **Cuerpo de agua intermitente**
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia y pastizal cultivado)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES) A:

Afectación relevante hasta **361.95 m**, debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	25.71 m
Tomas de suministro y carburación de autoconsumo	31.74 m
Almacenamiento	10.95 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	7.88 m

Compresor de trasiego de Gas L.P.	18.45 m
Sistema de vaciado de recipientes transportables	7.23 m
Oficinas	27.07 m
Caseta de vigilancia	37.23 m
Cuarto de tablero eléctrico	30.42 m
E.C.I.	31.17 m
Taller mecánico	68.45 m
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	79.29 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	68.03 m
Asentamientos humanos	
Asentamiento humano sin registrar 1	332.64 m
Asentamiento humano sin registrar 2	272.71 m
Rancho San José 1	202.63 m
Vialidades	
Camino vecinal	45.04 m
Carretera Periférico Noreste	313.08 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

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 **2.7780 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, alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.69 hasta los 15.70 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.59 m hasta los 30.02 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 30.02 m y fatalidades en un radio de 15.70 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

Evento	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
008	Población	Sobrepresión	Alto Riesgo (1.0 psi) 212.93 m	Dentro de este radio de afectación se encuentra el Rancho San José 1, donde se prevén lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles. Además de la demolición parcial de casas, estas se vuelven inhabitables.	Válvulas de relevo hidrostático. En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este, entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (½") de diámetro.	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-213-SCFI-2018 Se recomienda instalar detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. 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. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. 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.
			Amortiguamiento (0.5 psi) 361.95 m	El Rancho San José 1, asentamiento humano 1 y 2, queda confinado dentro de la zona de amortiguamiento. No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada. Así mismo, se prevé un daño menor a la estructura de casas.		
	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m²) 9.37 – 15.86 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Cabe destacar que es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estás especies se desplazan de un lugar a otro. Se tendría el 100% de mortalidad en un minuto desde el origen del incendio hasta una distancia de 9.37 m y se prevé el 1% de mortalidad hasta una distancia de 15.86 m. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Muelle de llenado de recipientes transportables. El múltiple de llenado, consta de cuatro salidas de 13 mm (1/2"), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½") de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼") de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 ½") de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica 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. 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. Equipos a prueba de explosión. Las luminarias y botoneras son del tipo APDE		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 24.60 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Cabe destacar que es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estás especies se desplazan de un lugar a otro. Dichas especies pueden presentar dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.			
		Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 45.24 m	Flora: En este radio de afectación se encuentran las áreas verdes de la planta en donde se encuentran especies de herbáceas principalmente de la familia Poaceae y especies <i>Adonidia merrilli</i> (Palma de manila) y <i>Washingtonia robusta</i> (Palma blanca), además en este radio de afectación sobrepasa los límites de la planta, donde se cuenta con un uso de suelo perteneciente a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEIA), en donde se prevén incendios de baja intensidad. Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): No se prevé daños trascendentales.			
	Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 45.71 – 93.28 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna: - 10.00 psi: Desde el origen hasta una distancia de 45.71 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos, donde es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estás especies se desplazan de un lugar a otro. Es importante mencionar, que es probable encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. - 3.00 psi: Así mismo, se prevé que a una distancia de 93.28 m se vea afectada un 50% de la fauna presente (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordelilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Flora: - 10.00 psi: Dentro de este radio de afectación, serán afectadas las áreas verdes con las que cuenta la Planta de Distribución de Gas L.P., en donde se encuentran especies de herbáceas principalmente de la familia Poaceae y especies <i>Adonidia merrilli</i> (Palma de manila) y <i>Washingtonia robusta</i> (Palma blanca). En donde se prevé e derribo total de del elemento (un factor principal determinante será la altura del elemento) - 3.00 psi: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEIA, 2020), en donde se prevé el derribo total o parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento).		
			Alto Riesgo (1.0 psi) 212.93 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Flora: El uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEIA, 2020), donde se prevé el derribo parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé que a una distancia de 212.93 m las especies presenten traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordelilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeto a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		



			Amortiguamiento (0.5 psi) 361.95 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es selva subcaducifolia , donde se prevén afectaciones menores (derribo parcial del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé la caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 361.95 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> , <i>colorín siete colores</i> , <i>martucha</i> , <i>rana de cabeza de pala</i> , <i>rana albórea locuaz</i> y <i>culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “ Sujeto a Protección Especial ” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D).
Personal	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 – 12.5 kW/m²) 9.37 – 15.86 m	Se tendrá el 100% de mortalidad en 1 minuto al personal que se encuentre desde el origen del incendio hasta una distancia de 9.37 m (zonas de afectación: muelle de llenado de recipientes transportables y bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)). A una distancia 15.86 m (zonas de afectación: almacenamiento, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación) se prevé el 1% de mortalidad, quemaduras de 1er grado en 10 segundos.	Dispositivos de seguridad. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½”) de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼”) de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 ½”) de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Procedimientos por escrito. En el andén de llenado de recipientes transportables se tiene un letrero que contiene los procedimientos de operación de dichos recipientes. Mantenimiento. Se deberá contar con un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistema eléctrico, etc. Sistema contra incendio. - Extintores: se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y dos en el muelle de llenado. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	
		Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 24.60 m	El personal que se encuentre en las tomas de recepción, oficinas, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación, pueden presentar dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo, es factible la formación de ampollas en la piel.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 45.24 m	En este radio de 45.24 m el nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación al personal de Sonigas, S.A. de C.V., que se encuentre en las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, cuarto de tablero eléctrico, oficinas, caseta de vigilancia, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y áreas de circulación, incluso durante una exposición prolongada.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 45.71 – 93.28 m	En un radio de 45.71 m (zona de afectación: tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, oficinas, caseta de vigilancia, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación), se prevé la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto. A una distancia de 93.28 m (zona de afectación: taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación), se prevé que el personal expuesto presente daños severos por heridas en la piel.		
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos (37.5 12.5 kW/m²) 9.37 – 15.86 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 9.37 m se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables y bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)., en donde se pueden presentar afectaciones a los equipos de proceso, el colapso y destrucción total de estructuras. Y a una distancia de 15.86 m, se encuentra el almacenamiento, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación, donde se podrían presentar daños severos a equipos de instrumentación; así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
		Alto Riesgo (5.0 kW/m²) 24.60 m	A una distancia de 24.60 m se prevén daños moderados a ligeros en estructuras, dentro de este radio se encuentran las tomas de recepción, oficinas, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.		
		Amortiguamiento (1.4 kW/m²) 45.24 m	No se presentan afectaciones considerables en las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, cuarto de tablero eléctrico, oficinas, caseta de vigilancia, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte) y áreas de circulación. Además, se encuentra el camino vecinal donde no se prevé daños.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 - 3.0 psi) 45.71 – 93.28 m	Dentro de este radio de afectación (45.71 m) se encuentra las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, oficinas, caseta de vigilancia, sistema de vaciado de recipientes transportables y áreas de circulación., en donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irre recuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total (auto-tanque y semirremolque destruido), tanque de almacenamiento con daños severos y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. A una distancia de 93.28 m se encuentran el taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación., en donde se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso. Además, se encuentra el camino vecinal con posible formación de un cráter en el suelo y por consecuente el cierre de circulación.		
		Alto Riesgo (1.0 psi) 212.93 m	En este radio de afectación por la onda de sobrepresión se encuentra el camino vecinal, donde se prevé el posible cierre de circulación.		
		Amortiguamiento (0.5 psi) 361.95 m	Dentro de las zonas de afectación por la onda de sobrepresión se ubica el camino vecinal y Periférico Noreste, donde no se prevén daños pero si un posible cierre de circulación.		

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.

- Ondas de sobrepresión (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN		
	Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	10.0 psi	3.0 psi
	2.08 m	4.25 m
Zona de Alto Riesgo	1.0 psi	
	9.69 m	
Zona de Amortiguamiento	0.5 psi	
	16.47 m	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: Es importante mencionar que la Planta de distribución de Gas L.P. cuenta con áreas verdes en donde se encuentran herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además se observaron individuos de las especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca). No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III.

Fauna: Aves

Es posible encontrar especies bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris
	Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Passerina ciris	Colorín Sietecolores

Para mayor información consultar la Tabla II.36.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas (Sur) de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación.

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES) A:

- Afectación relevante por sobrepresión hasta 16.47 m.

Infraestructura propia de las instalaciones	
Almacenamiento	10.95
Sistema de vaciado de recipientes transportables	7.23
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	7.88

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

No.	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
009	Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 2.08 – 4.25 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Cabe destacar que es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estás especies se desplazan de un lugar a otro. Desde el origen hasta una distancia de 2.08 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 4.25 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas. Es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	Válvulas de relevo hidrostático. En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este, entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (½”) de diámetro. Muelle de llenado de recipientes transportables. El múltiple de llenado, consta de cuatro salidas de 13 mm (1/2”), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½”) de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼”) de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 ½”) de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica 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. 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.	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-213-SCFI-2018 Se deberán instalar detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. 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. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. 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.
			Alto Riesgo (1.0 psi) 9.69 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Se prevé que a una distancia de 9.69 m la fauna afectada presente hemorragias, contusiones y fracturas. Es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010	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). Dispositivos de seguridad. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½”) de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼”) de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 ½”) de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Procedimientos por escrito. En el andén de llenado de recipientes transportables se tendrá un letrero que contendrá los procedimientos de operación de dichos recipientes. Mantenimiento. Se deberá contar con un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistema eléctrico, etc. Sistemas contra incendio: - Extintores: se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y dos en el muelle de llenado. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	
			Amortiguamiento (0.5 psi) 16.47 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 16.47 m. Es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar</i> , <i>tangara cabeza gris</i> , <i>halcón peregrino</i> y <i>colorín sietecolores</i> ; las cuales se encuentran bajo el estatus de “Sujeta a Protección Especial” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010		
	Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 2.08 – 4.25 m	En un radio de 2.08 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en el área del muelle de llenado de recipientes transportables. A una distancia de 4.25 m el personal expuesto en el muelle de llenado de recipientes transportables; presentarán daños severos por heridas en la piel.	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). Dispositivos de seguridad. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½”) de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼”) de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 ½”) de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Procedimientos por escrito. En el andén de llenado de recipientes transportables se tendrá un letrero que contendrá los procedimientos de operación de dichos recipientes. Mantenimiento. Se deberá contar con un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistema eléctrico, etc. Sistemas contra incendio: - Extintores: se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y dos en el muelle de llenado. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	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-213-SCFI-2018 Se deberán instalar detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. 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. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. 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.
			Alto Riesgo (1.0 psi) 9.69 m	El personal que se encuentre en el muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables y bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur, podrían presentar daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.		
			Amortiguamiento (0.5 psi) 16.47 m	Las personas de pie o caminando en almacenamiento y áreas de circulación, pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque. Así como la probabilidad de que entre el 50 y 90% del personal expuesto sufra ruptura de tímpano.		
	Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 2.08 – 4.25 m	Desde el origen hasta una distancia de 2.08 m se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, en donde se prevé la demolición total y daños irrecuperables en estructura y 100% de daño sobre el equipo de la planta. Y en un radio de 4.25 m se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, en el cual se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y 50% de daño a equipos de proceso.	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). Dispositivos de seguridad. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½”) de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼”) de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 ½”) de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Procedimientos por escrito. En el andén de llenado de recipientes transportables se tendrá un letrero que contendrá los procedimientos de operación de dichos recipientes. Mantenimiento. Se deberá contar con un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistema eléctrico, etc. Sistemas contra incendio: - Extintores: se cuenta con un extintor del tipo clase ABC junto la bomba de trasiego y dos en el muelle de llenado. - Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	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-213-SCFI-2018 Se deberán instalar detectores portátiles de detección de mezclas explosivas. 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. Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. 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.
			Alto Riesgo (1.0 psi) 9.69 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones y estructuras, en esta zona se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables y bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur).		
			Amortiguamiento (0.5 psi) 16.47 m	En este radio de afectación se encuentran el almacenamiento y áreas de circulación, la cuales podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones y tanque de almacenamiento.		

ESCENARIO 010

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**).

- ◆ Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.
- ◆ Ondas de sobrepresión (Efecto radial)

RADIOS DE AFECTACIÓN		
	Explosividad (Sobrepresión)	
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	10.0 psi	3.0 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	

COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS Y/O ZONAS VULNERABLES

Atmósfera y Paisaje.

Flora: Es importante mencionar que la Planta de distribución de Gas L.P. cuenta con áreas verdes en donde se encuentran herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además se observaron individuos de las especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca).

Así mismo, los radios sobrepasan los límites de la Planta, donde el uso de suelo pertenece a **selva subcaducifolia** de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020). Destacan principalmente las especies faunísticas Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras.

No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Para mayor información consultar la Tabla II.35.

Fauna: Aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

Es posible encontrar especies bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	Especie	Nombre común
Aves	Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar
	Eucometis penicillata	Tangara Cabeza Gris
	Falco peregrinus	Halcón Peregrino
	Passerina ciris	Colorín Sietecolores
Mamíferos	Potos flavus	Martucha
Anfibios y reptiles	Triprion petasatus	Rana Cabeza de Pala
	Tlalocohyla loquax	Rana Arbórea Locuaz

	Imantodes tenuissimus	Culebra Cordelilla Yucateca

Para mayor información consultar la Tabla II.36.

Zonas vulnerables por la llamarada (Flash fire):

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Muelle de llenado de recipientes transportables, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur), almacenamiento y áreas de circulación.

Zonas vulnerables por la onda de sobrepresión:

- **Infraestructura propia de las instalaciones:** Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, almacenamiento, muelle de llenado de recipientes transportables, sistema de vaciado de recipientes transportables, bombas y compresor de trasiego de Gas L.P., oficinas, caseta de vigilancia, cuarto de tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados y áreas de circulación.
- **Vialidades:** Camino vecinal
- **Terrenos sin actividad (selva subcaducifolia)**

DISTANCIAS APROXIMADAS MEDIDAS DEL ORIGEN DEL EVENTO (MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES) A:

Afectación relevante hasta **94.86 m**, debido a las ondas de sobrepresión (efecto radial).

Infraestructura propia de las instalaciones	
Tomas de recepción	25.71 m
Tomas de suministro y carburación de autoconsumo	31.74 m
Almacenamiento	10.95 m
Bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur)	7.89 m
Compresor de trasiego de Gas L.P.	18.45 m
Sistema de vaciado de recipientes transportables	7.70 m
Oficinas	27.07 m
Caseta de vigilancia	37.23 m
Cuarto de tablero eléctrico	30.42 m
E.C.I.	31.17 m
Taller mecánico	68.45 m
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	79.29 m
Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados	68.03 m
Vialidades	
Camino vecinal	45.04 m

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

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 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 0.02 m de la fuga hasta los 7.08 m. El 0.5 L.I.I. desde 0.02 hasta los 13.62 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 13.62 m y fatalidades en un radio de 7.08 m en dirección perpendicular a la dirección del viento. **La zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%.**

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones), dentro de los radios de las zonas de Alto Riesgo por daño a equipos, Alto Riesgo y de Amortiguamiento. Destacando principalmente lesiones, fracturas y quemaduras a personas, daño a estructuras y casas, afectación a vialidades, así como la afectación al medio ambiente (cuerpos de agua, atmosfera, fauna y flora) inmersos dentro de los radios de afectación.

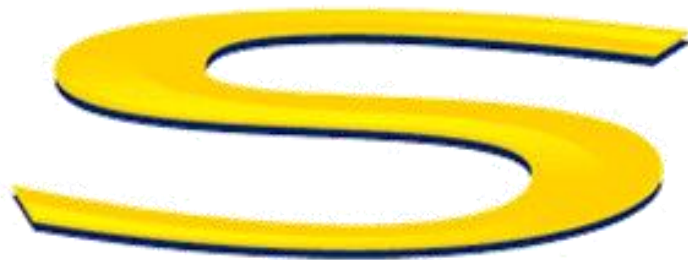


No.	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
010	Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 11.98 – 24.45 m	Aire: Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Fauna (Aves): Cabe destacar que es posible encontrar aves en la Planta de Distribución de Gas L.P., debido a su naturaleza estas especies se trasladan a diversos sitios. Las especies susceptibles a encontrarse, <i>el halcón selvático de collar, tangara cabeza gris, halcón peregrino y colorín sietecolores</i> ; de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentran bajo el estatus de “ Sujeta a Protección Especial ”. Así mismo, desde el origen hasta una distancia de 11.98 m se tendría la devastación de un 50% a 90% de la fauna presente, con amputación total de miembros o la apertura de cavidades, con la consiguiente evisceración de órganos. Así mismo, se prevé que a una distancia de 24.45 m se vea afectada un 50% de la fauna presente, la cual puede presentar hemorragias, contusiones y fracturas.		Válvulas de relevo hidrostático. En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este, entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm², capacidad de descarga de 22 m³/min y son de 13 mm (½”) de diámetro. Muelle de llenado de recipientes transportables. El múltiple de llenado, consta de cuatro salidas de 13 mm (1/2”), donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables.	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-213-SCFI-2018
			Alto Riesgo (1.0 psi) 55.80 m	Aire: Emisión de gases, humos y ruido que afectarán temporalmente la calidad del aire. Flora: Dentro de este radio de afectación, serán afectadas las áreas verdes con las que cuenta la Planta de Distribución de Gas L.P., en donde se encuentran especies de herbáceas principalmente de la familia Poaceae y especies <i>Adonidia merrilli</i> (Palma de manila) y <i>Washingtonia robusta</i> (Palma blanca), además es importante mencionar que dicho radio sobrepasa los límites de la Planta, donde se cuenta con un uso de suelo pertenece a selva subcaducifolia de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGEIA, 2020). Se prevé el derribo total o parcial del elemento (Un factor principal determinante será la altura del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé la caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 55.80 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar, tangara cabeza gris, halcón peregrino, colorín siete colores, martucha, rana de cabeza de pala, rana albórea locuaz y culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “ Sujeto a Protección Especial ” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½”) de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼”) de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 ½”) de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión. Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios: ✓ Una válvula de globo de 13 mm de diámetro. ✓ Una válvula eléctrica 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.	
			Amortiguamiento (0.5 psi) 94.86 m	Aire: Debido a la explosión se tendrían emisión de gases, partículas y ruido que afectarían el componente atmósfera. Flora: De acuerdo a lo reportado en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el uso de suelo presente es selva subcaducifolia , donde se prevén afectaciones menores (derivo parcial del elemento). Fauna (Aves, mamíferos, reptiles y anfibios): Se prevé la caída al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 94.86 m. Es importante mencionar que es posible encontrar especies de <i>halcón selvático de collar, tangara cabeza gris, halcón peregrino, colorín siete colores, martucha, rana de cabeza de pala, rana albórea locuaz y culebra cordellilla yucateca</i> , las cuales se encuentran bajo el estatus de “ Sujeto a Protección Especial ” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.		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. 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). Dispositivos de seguridad. El múltiple de llenado cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½”) de diámetro, calibrada a una presión de apertura de 28.01 kg/cm² (398.4 psi) y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (¼”) de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm (2 ½”) de diámetro, el cual va antecedido por una válvula de aguja de acero al carbón de alta presión.	
	Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 11.98 – 24.45 m	En un radio de 11.98 m se puede presentar la muerte por lesiones pulmonares al personal expuesto en el área del muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y sistema de vaciado de recipientes transportables. A una distancia de 24.45 m el personal expuesto en las tomas de recepción, almacenamiento, oficinas, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación; presentarán daños severos por heridas en la piel.		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.	
			Alto Riesgo (1.0 psi) 55.80 m	El personal que se encuentre en las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte), E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, caseta de vigilancia, oficinas y áreas de circulación, podrían presentar daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.			
			Amortiguamiento (0.5 psi) 94.86 m	Las personas de pie o caminando en el taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación, pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque. Así como la probabilidad de que entre el 50 y 90% del personal expuesto sufra ruptura de tímpano.			
	Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos (10.0 – 3.0 psi) 11.98 – 24.45 m	Desde el origen hasta una distancia de 11.98 m se encuentra el muelle de llenado de recipientes transportables, almacenamiento, bombas de trasiego de Gas L.P. (Sur) y sistema de vaciado de recipientes transportables, en donde se prevé la demolición total y daños irre recuperables en estructuras, recipientes transportables con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. Y en un radio de 24.45 m se encuentran las tomas de recepción, almacenamiento, oficinas, compresor de trasiego de Gas L.P. y áreas de circulación, en las cuales se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado, 50% de daño a equipos de proceso, así mismo serán severamente afectadas las unidades en circulación (autotanques y semirremolques) y tanque de almacenamiento.		Se deberá mantener el área libre de materiales combustibles. 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.	
			Alto Riesgo (1.0 psi) 55.80 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentran las tomas de suministro y carburación de autoconsumo, bombas de trasiego de Gas L.P. (Norte), E.C.I., cuarto de tablero eléctrico, caseta de vigilancia, oficinas y áreas de circulación. Además de encontrarse el camino vecinal con posible cierre de circulación.			
			Amortiguamiento (0.5 psi) 94.86 m	En este radio de afectación se encuentra el taller mecánico, taller de mantenimiento de recipientes transportables y áreas de circulación, la cuales podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones (vidrios rotos en un 90% y marcos dañados), vehículos y autotanques. Además, se encuentra el camino vecinal, con posible cierre de circulación.			
						Además, se cuenta con: - Alarmas audibles y visibles. - Paro de emergencia. Se contará con procedimientos y brigadas de emergencia.	

**ESTUDIO DE RIESGO
AMBIENTAL
MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO**

CAPÍTULO III

**DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN
TORNO A LAS INSTALACIONES**



SoniGas
Sonigas, S.A. de C.V.

**Predio con Número de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste,
C.P. 97782. Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán.**

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Recomendaciones derivadas de la aplicación de la identificación de peligros mediante la metodología “What If?”

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación	Nivel de Riesgo		
				No.	Descripción				
R1	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 apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración	Recepción de semirremolques	<u>Elemento X.</u> <u>Control de actividades y procesos</u> Los procedimientos deberán obedecer los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.	1.1.1	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	Responsables: Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones.	TOLERABLE “C”		
		Suministro de GLP a auto-tanques y vehículos de la misma empresa		1.3.1	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		TOLERABLE “C”		
R2	En los procedimientos se deberá incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea	Recepción de semirremolques	<u>Elemento X.</u> <u>Control de actividades y procesos</u>	1.1.1	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.		TOLERABLE “C”		
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”		
R3	Se deberá mantener el área libre de material combustible.			1.1.1	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.		TOLERABLE “C”		
				1.1.2	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería		NO TOLERABLE “A”		
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”		
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		ALARP B		
				1.1.5 b			TOLERABLE C		
				1.3.1	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		TOLERABLE “C”		
	Suministro de GLP a auto-tanques y vehículos de la misma empresa								

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o período de implementación.	Nivel de Riesgo	
				No.	Descripción			
R4	Se deberá brindar capacitación al personal operativo en Programa Específico de Seguridad e Higiene para el Manejo, Transporte, Almacenamiento de sustancias químicas peligrosas y Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde deberá ser teórico-práctico, según aplique. Se deberá mantener evidencia de la capacitación impartida.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento VI.</u> <u>Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.</u>	1.1.1	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	Responsables: De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	TOLERABLE “C”	
				1.1.2	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.5 b			ALARP “B”	
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		TOLERABLE “C”	
		Vaciado de recipientes transportables		1.3.1	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		TOLERABLE “C”	
				2.1.1	Objeto golpea el recipiente de almacenamiento		TOLERABLE “C”	
				2.2.1	Durante el vaciado de recipientes transportables se desprendiera la manguera		TOLERABLE “C”	
				Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa			1.3.6	Presión menor en la bomba
R5	Se deberá elaborar un Programa Mensual de detección de fugas, así mismo se debe verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios.	Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa	<u>Elemento IX.</u> <u>Mejores prácticas y estándares</u>	1.3.7	Flujo reducido en la bomba		TOLERABLE “C”	
				1.3.8	Cavitación en la bomba		NO TOLERABLE “A”	
R6	Se deberá elaborar una lista de verificación para asegurar que los semirremolques conservan su utilidad y son seguros, que incluya la revisión de las condiciones mecánicas y de los equipos de comunicación los cuales deben ser adecuados para trabajar en atmósferas peligrosas.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”	

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación.	Nivel de Riesgo	
				No.	Descripción			
R7	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos Además, se debe verificar que las válvulas de alivio no presenten: ✓ <i>Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.</i> ✓ <i>Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.</i> ✓ <i>Daño físico.</i> ✓ <i>Fuga.</i> ✓ <i>Corrosión.</i>	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y</u> <u>aseguramiento de la calidad</u>	1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar	Responsables: De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones	NO TOLERABLE “A”	
				1.1.5 b			ALARP “B”	
				1.1.7	Durante la transferencia de GLP la válvula de cierre rápido que se encuentra en la línea de gas vapor está cerrada		TOLERABLE C	
				1.1.8	Durante la descarga la válvula de cierre rápido que se encuentra en una de las líneas de gas líquido se encuentra cerrada		ALARP B	
				1.1.10	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		ALARP B	
				1.1.11	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando		TOLERABLE C	
		Almacenamiento de Gas L.P.		1.1.12	La válvula de 4 vías del compresor se encuentra en la posición para cargar (suministrar) líquido		ALARP B	
								1.2.1 a
				1.2.1 b	TOLERABLE “C”			
				Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa	1.3.2 a		Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas	NO TOLERABLE “A”
					1.3.2 b			ALARP B
					1.3.3		Si al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta	NO TOLERABLE “A”
				1.3.7	Flujo reducido en la bomba		TOLERABLE “C”	
R8	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. Así como de la NOM-005-SESH-2010 Equipos de carburación de Gas L.P. en motores de combustión interna. Instalación y mantenimiento.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y</u> <u>aseguramiento de la calidad</u>	1.1.2	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería	Gerente de las Instalaciones.	NO TOLERABLE “A”	
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.5 b			ALARP “B”	
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		TOLERABLE “C”	
				1.3.1	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		TOLERABLE “C”	
				NO TOLERABLE “A”				
R9	Se recomienda 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.	Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa	<u>Elemento IX.</u> <u>Mejores prácticas y</u> <u>estándares</u>	1.3.2 a	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas		ALARP “B”	
				1.3.2 b			TOLERABLE “C”	
				1.3.6	Presión menor en la bomba		NO TOLERABLE “A”	
				1.3.8	Cavitación en la bomba		NO TOLERABLE “A”	

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación.	Nivel de Riesgo	
				No.	Descripción			
R10	Se deberán mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal deben 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.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento VI.</u> <u>Competencia del personal, capacitación y entrenamiento.</u>	1.1.1	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	Responsables: De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones.	TOLERABLE “C”	
				1.1.10	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando		TOLERABLE “C”	
				1.1.11	La válvula de 4 vías del compresor se encuentra en la posición para cargar (suministrar) líquido		ALARP “B”	
				1.1.12	La válvula de 4 vías se encuentra en posición para recuperar vapores		TOLERABLE “C”	
		1.2.1 a		Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento	ALARP “B”			
		1.2.1 b			TOLERABLE “C”			
		1.3.3		Si al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta	NO TOLERABLE “A”			
		1.4.3		Desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado	NO TOLERABLE “A”			
R11	Las válvulas de relevo hidrostático y las válvulas de seguridad del semirremolque, deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.4	Flujo mayor de descarga	Responsables: De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones.	NO TOLERABLE “A”	
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		1.1.9	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		ALARP “B”	
				1.3.2 b	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas		ALARP “B”	
				1.3.4 a	La válvula de desvío (bypass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba		ALARP “B”	
				1.3.5	Presión excesiva en la bomba		NO TOLERABLE “A”	
				1.3.6	Presión menor en la bomba		TOLERABLE “C”	
		Llenado de recipientes transportables		1.4.1	Durante el trasiego de GLP la válvula de bola recta ubicada a la entrada del múltiple se encontrara cerrada		ALARP “B”	
		R12		Se deberán llevar los registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, 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.	Recepción de semirremolques		<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.2
1.1.4	Flujo mayor de descarga		NO TOLERABLE “A”					
1.1.9	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		ALARP “B”					

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación.	Nivel de Riesgo		
				No.	Descripción				
R13	En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego deberán 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.	Almacenamiento de Gas L.P.	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.2.3	Elevación de la temperatura del líquido almacenado	Responsables: De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones. Gerente de las Instalaciones.	TOLERABLE “C”		
	R14						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.	Llenado de recipientes transportbles	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>
R15	Se recomienda instalar detectores portátiles de mezclas explosivas.	Llenado de recipientes transportbles	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.4.3	Desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado		TOLERABLE “C”		
				1.4.4	El recipiente transportable presentara falla en la soldadura del fondo (uniones) durante el llenado		NO TOLERABLE “A”		
R16	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			1.4.3	Desprendimiento de la punta pol del acoplador de llenado		TOLERABLE “C”		
R17	Los recipientes transportables que adquiera la empresa se les deberá comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018			1.4.4.	El recipiente transportable presentara falla en la soldadura del fondo (uniones) durante el llenado		NO TOLERABLE “A”		
R18	Se deberá mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos)			Recepción de semirremolques	<u>Elemento IX.</u> <u>Mejores prácticas y estándares</u>		1.1.1	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	TOLERABLE C
							1.1.2	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería	NO TOLERABLE A
		1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego				NO TOLERABLE A		
		1.1.5 a	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar				NO TOLERABLE A		
		1.1.5 b				ALARP B			
		1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque			TOLERABLE “C”			
		Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa	1.3.1	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores el vehículo se moviera e inesperadamente		TOLERABLE “C”			

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables/Fecha o periodo de implementación.	Nivel de Riesgo	
				No.	Descripción			
R19	Se deberán mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Los programas de mantenimiento deberán estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración. El cual deberá incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricanteincluir el compresor de aire y la limpieza del filtro. La bitácora de mantenimiento deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.2	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería	Responsables: De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones	NO TOLERABLE “A”	
		Almacenamiento de Gas L.P. Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa		1.1.4	Flujo mayor de descarga		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.9	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		ALARP “B”	
				1.2.4	Fractura del recipiente		NO TOLERABLE “A”	
				1.3.7	Flujo reducido en la bomba		TOLERABLE “C”	
				1.3.8	Cavitación en la bomba		NO TOLERABLE “A”	
R20	Bajo condiciones normales se deberá renovar anualmente el sello mecánico.	Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.3.5	Presión excesiva en la bomba		NO TOLERABLE “A”	
R21	Se debe establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. La cisterna de seguridad deberá cuando menos mantener el 70% de su capacidad.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.6	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		TOLERABLE “C”	
R22	Pruebas semanales al sistema contra incendio, en el cual se deben incluir el sistema de aspersión, extintores, hidrantes, etc). En caso de un constante bloqueo, determinar la factibilidad de un suavizador de agua.	Sistema contra incendio	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	3.1.1	El acumulador de la bomba no se encuentra conectado		TOLERABLE “C”	
				3.1.2	Instalación inadecuada de la válvula de alivio de aire		TOLERABLE “C”	
				3.1.3	Falla en la activación de las bombas durante un incendio		TOLERABLE “C”	
				3.3.1	Rociadores bloqueados		ALARP “B”	
				3.3.2	El agua esparcida no es expulsada con suficiente presión ni caudal		ALARP “B”	
				3.4.1	El extremo de la manguera no cuenta con chiflón		ALARP “B”	
R23	Se deberá programa anualmente la recarga de los extintores.		<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	3.5.2	Los extintores no han sido recargados		ALARP “B”	
R24	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, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta. El plan deberá estar conforme a lo señalado en el punto 2 del inciso XIII del Sistema de Administración.		Sistema eléctrico	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	5.1.1		El suministro de la electricidad de la red pública (CFE) falta debido a algún corte, irregularidad o descarga	TOLERABLE “C”
					5.1.2		Descarga parcial en el transformador	TOLERABLE “C”
					5.2.1		Corto circuito	TOLERABLE “C”
R25	Se deberá realizar la revisión que los ensambles de las cajas de del registro de tubo conduit del cableado se encuentre perfectamente sellado.	Sistema eléctrico	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	5.3.1	Durante las operaciones en planta se suscitara una fuga de GLP y que ésta se disperse rápidamente sin que se advierta de ésta y entrase en contacto con las cajas de registro del cableado del alumbrado.		TOLERABLE “C”	
R26	Se deberán realizar mediciones anuales de los valores de resistencia de la puesta a tierra conforme a la NOM-022-STPS-2008.		<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	5.4.1	Inadecuada conexión a tierra		TOLERABLE “C”	

Recomendaciones de carácter general

1. Mantener vigente su 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.*
2. 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. Acción de atención inmediata.

Cabe mencionar que una vez obtenida la Autorización por la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P) y el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) y Sonigas, S.A. de C.V. inicie su etapa operativa deberá realizar un programa calendarizado para la implementación y seguimiento de las recomendaciones derivadas del What if...

III.1.1 Sistemas de seguridad.

Respecto a los accesorios del recipiente, este cuenta con válvulas de relevo de presión, de máximo llenado, indicador de nivel, entre otros.

El recipiente de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios:

- ⇒ Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro
- ⇒ Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula.
- ⇒ Un manómetro Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1.5") de diámetro de carátula.
- ⇒ Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (¼") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- ⇒ Cinco válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ⇒ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- ⇒ Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas –vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- ⇒ Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292C de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho.
- ⇒ Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- ⇒ Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs.
- ⇒ Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs
- ⇒ Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".
- ⇒ Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora.

Asimismo, se cuenta con elementos para poder controlar las operaciones de trasiego de GLP, tales como:

- Controles Manuales:

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

- Controles Automáticos:

A la descarga de cada bomba se tiene instalado un control automático de 51 mm (2") de diámetro para las bombas 1, 2, 4 y 5 y de 32 mm. (1 ¼") de diámetro para la bomba 3, para retorno de gas-liquido excedente al recipiente de almacenamiento; éste control

consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² (71 lb/in²).

- Controles de medición:

Anteriores de las tomas de suministro y carburación, se tienen instalados medidores volumétricos de Gas L.P., para el control interno en el llenado de los recipientes de los auto-tanques y de los tanques de carburación montados en los vehículos propiedad de la empresa, los cuales tienen las siguientes características:

	TOMAS DE SUMINISTRO	TOMA DE CARBURACIÓN
Marca:	Neptune	Neptune
Tipo:	4D	4D
Diámetro de entrada y salida	51 mm	32 mm
Capacidad:	380 L.P.M. (100 G.P.M.) máx. 78 L.P.M. (20 G.P.M.) min	114 L.P.M. (30 G.P.M.) máx. 19 L.P.M. (5 G.P.M.) min
Presión de trabajo	24.6 kg/cm ²	24.6 kg/cm ²
Registro Modelo:	Electrónico	Electrónico

SISTEMA CONTRA INCENDIO

- Extintores manuales:

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio, se tienen en las diferentes áreas de la Planta, extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC, los cuales son de 9 kg de capacidad y están colocados a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.30 m medidos del N.P.T. a la parte más alta del extintor, señalándose el lugar donde estén ubicados de acuerdo a las Normas vigentes.

Adicionalmente se cuenta en el área de almacenamiento con un extintor de carretilla de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC.

En los tableros eléctricos están instalados extintores de bióxido de carbono de 9 kg, cuya ubicación está señalada de acuerdo a Norma

Los extintores están sujetos a mantenimiento llevando un registro con la información de inspección, revisión de cargas y pruebas hidrostáticas.

Los extintores están ubicados en los lugares siguientes:

UBICACION	CANTIDAD
Toma de recepción	Dos
Toma de carburación de autoconsumo	Uno
Tomas de suministro	Tres
Zona de almacenamiento	Dos
Muelle de llenado para recipientes transportables.	Tres
Bombas para agua contra incendio	Uno
Generador de energía eléctrica	-----
Almacenes	Dos
Estacionamiento de vehículos de reparto y/o autotanques	Cuatro
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la Planta de distribución.	Uno

Sistema de vaciado de Gas L.P.	Uno
Caseta de vigilancia	Uno
Oficina	Tres
Comedor	uno
Taller automotriz	Dos
Taller de mantenimiento de recipientes transportables	Uno
Zona de mantenimiento de recipientes transportables rechazados	Uno
Bodegas	Uno

- Extintor de carretilla

Se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, clase ABC, el cual se localiza en el área de almacenamiento.

- Extintor de CO₂

Se cuenta con extintor de CO₂, con capacidad de 9 kg, para protección del tablero eléctrico de bombas y compresor de Gas L.P; y se cuenta con un extintor de CO₂, con capacidad de 9 kg, para protección del tablero eléctrico de bombas para agua contra incendio.

- Accesorios de protección:

A la entrada de la Planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos mata chispas, los que son adaptados en el tubo de escape a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma.

Además, se cuenta con dos trajes completos de bombero, para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio. Los trajes de bombero están dentro de un gabinete el cual se ubica para su resguardo dentro del cuarto contra incendio.

Se cuenta también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operadora sólo en caso de emergencia.

- Alarma:

La alarma instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operarán con corriente eléctrica CA 127V.

- Comunicaciones

Se cuentan 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 correspondiente al área, como Cruz Roja, unidad de emergencias del IMSS más cercana, etc., contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se dan 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:

1. Cisterna de seguridad de 105.00 m³ de agua con las siguientes medidas: Planta 5.00 x 7.00 metros y profundidad de 3.00 m, este recinto se encuentra subterráneo, construido con concreto armado y cuenta con acceso de personal de 0.70 x 0.70 metros, su llenado se realizará a base de pipas.
2. El cuarto de equipo contra incendio es subterráneo y está construido a un costado de la cisterna, sus dimensiones interiores en Planta son de 4.50 x 5.00 metros y a un nivel de 3.00 metros debajo del nivel de piso, y además cuenta con acceso por medio de escalera y pasamanos para acceso del personal autorizado a la maquinaria.

Esta caseta de máquinas estará equipada con los siguientes elementos:

- ✓ Una bomba acoplada a motor de combustión interna de diésel de 85 H.P. y gasto de 3,000 L.P.M. a 6 kg /cm².
 - ✓ Una bomba acoplada a motor eléctrico de 50 H.P. y gasto de 2,850 L.P.M. a 6 kg/cm².
- 3 Red distribuidora, construida con tubo de polietileno de alta densidad termo fundido, clase 14.0 kg/cm² accesorios y conexiones de fierro fundido clase 10.5 kg/cm². Esta tubería está instalada en forma visible y subterránea a 1.00 de profundidad; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 152 mm (6") de diámetro.

Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

- ✓ Cuatro hidrantes con manguera de 2" de diámetro y chiflón en su punta, con una longitud de 30.00 m y una presión de 3 kg/cm².
 - ✓ Para la alimentación al sistema de enfriamiento del recipiente de almacenamiento, se cuenta con válvula de compuerta de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro. La tubería es de acero al carbón cédula 40, en su recorrido visible.
4. Tubería y elementos de aspersión de agua para el recipiente de almacenamiento: El recipiente cuenta con tres tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba del recipiente, que se derivan de una tubería central transversal de 101 mm (4") de diámetro. Estas tuberías centrales longitudinales son de 51 mm de diámetro. Los tubos están instalados a lo largo del recipiente, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado es mediante las boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de las tuberías, colocando 52 boquillas en total para el riego del recipiente.

Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm².

5. Válvulas del sistema de aspersión: La válvula de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua del recipiente de almacenamiento, se localiza al centro del lindero Suroeste de la Planta, cercana a la barda límite del predio. La operación de estas válvulas se realiza de manera manual local, y están identificadas mediante un rótulo.

6. Toma Siamesa: La toma siamesa para bomberos, es una válvula recta con doble entrada, construida a base de fundición de bronce con acabado cromado, localizada por el lindero Sureste de la Planta. Cuenta con dos conexiones de 2 ½" de diámetro con cuerda NST y conexión de salida recta en 4" de diámetro con cuerda NPT., con capacidad para un gasto de 500 G.P.M

Cuenta con una válvula anti-retorno en cada entrada, que permite realizar conexiones de mangueras durante la operación.

- Entrenamiento de personal:

Se impartirán cursos de entrenamiento del personal, que abracarán los siguientes temas:

- ⇒ Posibilidades y limitaciones del sistema
- ⇒ Personal nuevo y su integración
- ⇒ Uso de manuales

a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro

Uso de accesorios de protección.
Uso de los medios de comunicación.
Evacuación de personal y desalojo de vehículos.
Cierre de válvulas estratégicas de gas.
Corte de electricidad.
Uso de extintores.
Uso de hidrantes como refrigerante.
Operación manual del rociado a tanques.
Ahorro de agua

b) Mantenimiento general:

Puntos a revisar.
Acciones diversas y su periodicidad.
Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
Mantenimiento correctivo y agua

c) Prohibiciones

- ⇒ Se prohíbe el uso en la planta de lo siguiente: FUEGO
- ⇒ Para el personal con acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego, se le prohíbe el uso de:
- ⇒ Protectores metálicos en las suelas y tacones de los Zapatos y peines, excepto los de aluminio.
- ⇒ Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que puedan producir chispas.
- ⇒ Toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas, para atmósferas de gas inflamables.

III.1.2 Medidas preventivas.

Como ya se ha mencionado anteriormente la operación de la planta de distribución de GLP será relativamente simple, ya que en ella no se tendrá 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 vehículos propios de la empresa y 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.

Las aguas residuales que serán generadas en la Planta de Distribución de GLP por el uso de los servicios sanitarios, de la limpieza de las instalaciones y los vehículos de la empresa; serán conducidas hacia la fosa séptica ubicada por el lindero Oeste, a la cual se le debe realizar periódicamente mantenimiento, por lo tanto, la empresa deberá contar con los respectivos comprobantes de mantenimiento.

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 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 de 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, Sonigas, 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, la empresa deberá de presentar la Cédula de Operación Anual.

⇒ GESTIÓN DE RESIDUOS.

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** Dentro de las instalaciones de la empresa se contará con contenedores (tambos metálicos de 200 litros) distribuidos de forma estratégica los cuales deberán ser debidamente rotulados y tapados. El

promovente deberá de hacer un convenio con el municipio de Valladolid para la recolección, y acatar los horarios y días establecidos para la recolección, asimismo, para evitar en todo momento la acumulación de los residuos, para impedir la generación de lixiviados y la atracción y desarrollo de fauna nociva.

Se sugiere la reclasificación de éstos residuos y lograr que los inorgánicos sean aprovechados a través de su reutilización o reciclaje.

- **Residuos de Manejo Especial (RME):** En la colindancia Noreste de la Planta se localiza una plancha de concreto de 4 x 4 m, para el almacén temporal de recipientes transportables rechazados. Los cuáles serán entregados a empresas autorizadas para su destrucción.

Asimismo, se deberá considerar un espacio para el almacén temporal de llantas, válvulas y mangueras caducas, papel, cartón y tóner, por ello, el promovente deberá habilitar un espacio donde se realice la separación de este tipo de residuos y posteriormente serán entregados a compañías autorizadas, conservando los manifiestos.

- **Residuos Peligrosos:** Los Residuos Peligrosos (RP) que serán generados en el taller mecánico y taller de mantenimiento de recipientes transportables principalmente serán latas impregnadas de pintura, guantes de carnauba, estopas, brochas, residuos de pintura, botes impregnados de aceite, aditivos, los cuales deberán separarse en depósitos rotulados de acuerdo artículos 82 y 83 del Reglamento de la LGPGIR.

Para su manejo, almacenamiento y disposición final la empresa cuenta con un almacén temporal que se encuentra en cumplimiento con lo establecido a las leyes en la materia y al Reglamento de esta Ley. Así mismo, su disposición final será mediante la contratación del servicio de recolección por empresas o gestores autorizados. La empresa Sonigas, S.A. de C.V. deberá asegurarse de que el manejo de los mismos sea adecuado y por lo tanto deberá contar con el respectivo certificado de destrucción de recipientes transportables rechazados.

⇒ REDUCCIÓN DEL RIESGO DE VERTIDOS ACCIDENTALES

La materia prima para la operación de la planta será el gas licuado de petróleo, se utilizan aceites para el taller mecánico, estos se mantendrán almacenados en recipientes para evitar que se infiltren en el subsuelo.

Es importante mencionar que se maneja combustible para el funcionamiento de la bomba con motor de combustión interna que forma parte del equipo contra incendio, dicho combustible es almacenado en un recipiente que cuenta con un dique de contención que evitará que en caso que se presente un derrame de combustible, éste se filtre y cause afectaciones al suelo y subsuelo.

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 expuesto anteriormente, el tanque cuenta con dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 ½"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

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 está 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 cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor de tipo magnético para nivel de gas líquido Marca Magnatel de 203 mm (8") de diámetro

- Un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula.
- Un manómetro Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm (1.5") de diámetro de carátula.
- Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm (1/4") de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- Cinco válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas-liquido Marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm Ø (3"), con capacidad de 1,136 L.P.M. (300 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para retorno de gas-liquido Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas –vapor Marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 2,512 m³/h (88,700 ft³/h) con actuador neumático cada una, Marca Rego modelo A3212PA.
- Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego modelo A3292C de 51 mm Ø (2"), con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.), con válvula de globo y tapón macho.
- Dos mecanismos multiport bridados Marca Rego modelo A8574G de 102 mm Ø (4"), con cuatro válvulas de seguridad Marca Rego modelo A3149MG de 64 mm Ø (2 1/2"), con capacidad de 262 m³/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Un tapón macho de acero para alta presión de 51 mm (2") de diámetro para 3,000 lbs.
- Un tapón macho de acero para alta presión de 76 mm (3") de diámetro para 3,000 lbs
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente, cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm Ø (3") y de 2.00 metros de altura, y además dichos tubos cuentan con capucha protectora.

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 cuenta la planta:

- El tanque cuenta con un termómetro Marca Rochester con graduación de -50 a +50°C de 12.7 mm (2") de diámetro de carátula.
- Sistema de aspersión: El recipiente cuenta con tres tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba del recipiente, que se derivan de una tubería central transversal de 101 mm (4") de diámetro. Estas tuberías centrales longitudinales son de 51 mm de diámetro.

El rociado es mediante las boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de las tuberías, colocando 52 boquillas en total para el riego del recipiente. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de

cono lleno Modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. y 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.

Es importante mencionar que el tanque de almacenamiento fue fabricado en 2018, es por ello que de acuerdo 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 la superficie del recipiente 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 "**Sonigas, 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 lo 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.*

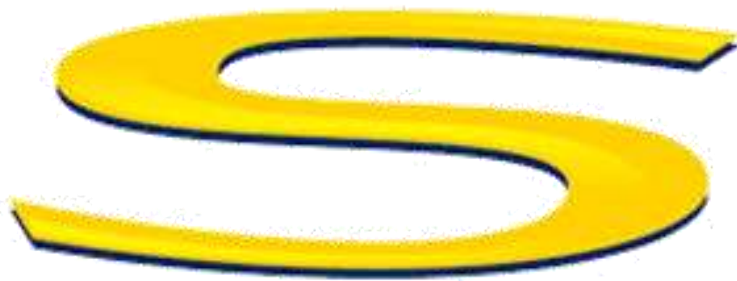
Es importante mencionar que se buscará fortalecer las medidas de mitigación con capacitación del personal que formará parte de los planes de emergencia, desarrollando programas de capacitación en el manejo de GLP, así como de estar en constante contacto con las autoridades correspondientes, logrando de esta manera reducir la probabilidad de que se presente alguna contingencia en la planta de distribución de GLP.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

CAPÍTULO IV

Resumen



SoniGas

Sonigas, S.A. de C.V.

**Predio con Número de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste,
C.P. 97782.**

Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán.

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

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

El presente proyecto que promueve la empresa “Sonigas, S.A. de C.V.”, se refiere a la “Operación y Mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P., Sonigas, Valladolid” - ubicada en el predio con Número de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste, C.P. 97782, en el municipio de Valladolid, estado de Yucatán. Esta planta fue construida conforme a lo requerimientos establecidos en la NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

Previo a la construcción de las instalaciones, el 21 de septiembre de 2016 la empresa realizó el trámite correspondiente para los trabajos de construcción para la Planta de Distribución de Gas L.P. ante la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Valladolid, Yucatán, obteniendo el permiso de obra de construcción de gasera mediante oficio No. DUYOP-01343-16 fechado el 29 de septiembre de 2016, así como el permiso de obra de construcción de barda mediante oficio No. DUYOP-01344-16, ambos emitidos por la Dirección de Desarrollo Urbano y de Obras Públicas del H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Yucatán.

La empresa cuenta con el Título de Permiso de Distribución de Gas L.P. Núm. **LP/19918/DIST/PLA/2017**, emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 02 de marzo de 2017 que autoriza a “Sonigas, S. A. de C. V.” distribuir gas licuado de petróleo (GLP) mediante Planta de Distribución con una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros al 100% agua distribuidos en un solo tanque. No obstante, el 29 de noviembre de 2019 la Comisión Reguladora de Energía, mediante Resolución Núm. RES/1458/2019 autorizó la modificación del permiso de distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución LP/19918/DIST/PLA/2017 por el aumento de capacidad de 76,000 litros a 150,000 litros en un tanque.

Por su parte, la Dirección General de Impacto Social y Ocupacional Superficial, emitió el oficio 117.-DGISOS.222/2019 fechado el 23 de septiembre de 2019 por el cumplimiento de la Evaluación de Impacto Social (EVIS) por aumento de capacidad.

Es importante mencionar que la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, Dirección General de Gestión Comercial mediante oficio **ASEA/UGSIVC/DGGC/0896/2018 de fecha** 25 de enero de 2018 autorizó el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para la instalación de la Planta de Distribución de Gas L.P., por una superficie de 0.7666 hectáreas (7666 m²), dando cumplimiento a las condicionantes establecidas en dicho oficio a través del ingreso y seguimiento del programa de rescate y reforestación, así como el informe semestral de actividades.

Asimismo, es importante mencionar que “Sonigas, S.A. de C.V.” obtuvo resolución procedente en materia de Impacto Ambiental mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018 para una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros base agua, sin embargo, derivado de la alta demanda de gas l.p. en la zona y con el fin de asegurar el suministro de gas l.p., la empresa sustituyó el tanque autorizado por otro de mayor capacidad (150,000 litros al 100% base agua), razón por la cual se llevó a cabo un proceso administrativo para la empresa solicitado la reparación del daño mediante una sanción administrativa consistente en una multa por la cantidad de \$54,500. De la misma forma, y considerando la situación irregular de la planta la DGSIVC resolvió que la empresa debía someter a consideración de la Dirección General de Gestión Comercial las

modificaciones realizadas mediante el trámite ASEA-00-039 “Modificaciones de la Obra, Actividad o Plazos y Términos establecidos a proyectos autorizados en materia de impacto ambiental para actividades del sector hidrocarburos, tal y como se describe en el RESUELVE de la Resolución de Procedimiento Administrativo oficio No. ASEA/USIVI/DGSIVC-AL/1260/2020 de fecha 19 de marzo de 2020 y notificado el 03 de septiembre del mismo año.

Por lo que el 10 de diciembre de 2020, la empresa solicitó la modificación del proyecto denominado “Instalación y operación de una planta de gas l.p., en Valladolid, Yucatán” autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018, no obstante, de acuerdo con el CONSIDERANDO VII del oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/12365/2020, la modificación solicitada afecta el contenido de la autorización otorgada debido a que con el incremento de la capacidad de almacenamiento de gas l.p. convierte al proyecto en una actividad altamente riesgosa, por lo que deberá presentar una manifestación de impacto ambiental conforme a lo establecido en los artículos 28 y 30 de la LGEEPA.

Por lo que el promovente somete a evaluación la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P), presentando los apartados en los que se detallan los impactos susceptibles a generarse, así como las medidas de prevención y mitigación que permitirán minimizar la afectación al ambiente. Además, se incluye el presente Estudio de Riesgo modalidad Análisis de Riesgo, por tratarse de una actividad considerada altamente riesgosa a fin de estar en concordancia con el marco legislativo establecido en esta ley.

Es importante señalar que, la Planta de distribución de Gas L.P. se encuentra totalmente construida, pero sin operar, así mismo, los planos y memorias de la instalación se encuentran de acuerdo con la normatividad vigente en la materia, en los cuales se puede consultar que las instalaciones comprenden las siguientes áreas:

- ⇒ Área de almacenamiento integrada por un tanque con capacidad de 150,000 litros.
- ⇒ Muelle de llenado de recipientes transportables
- ⇒ Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo
- ⇒ Taller de mantenimiento de recipientes transportables rechazados
- ⇒ Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados
- ⇒ Oficinas generales, servicios sanitarios para personal administrativo y de la Planta
- ⇒ Zona de circulación y estacionamiento
- ⇒ Taller mecánico automotriz
- ⇒ Equipo del sistema contra incendio
- ⇒ Área verde

La actividad principal de la instalación será la distribución de Gas L.P. a través de auto-tanques y recipientes transportables. Resaltando que el Promovente cuenta con la documentación que acredita que la Planta cumple con los requerimientos establecidos en la **NOM-001-SESH-2014 - Plantas de distribución de Gas L.P., - Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.**

De acuerdo con las escrituras del predio, la superficie total con la que cuenta la empresa es de 38,129 m², de los cuales 7,666 m² fueron sometidos a Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF), ocupando 7,000 m² para la instalación de la planta y 666 m² para acceso, estacionamiento de la empresa y guardarraya.

La selección de la zona donde se ubican las instalaciones de Sonigas S.A. de C.V. fue un factor importante a considerar en las bases de diseño de la instalación, ya que se consideró que esta contara con la infraestructura necesaria para llevar a cabo sus actividades, tales como energía eléctrica y vías de comunicación (camino de acceso y Periférico Noreste).

Además en el predio no cruzan líneas eléctricas de alta tensión, ya sean aéreas o ductos bajo tierra, ni tampoco cruzan ductos bajo tierra que transporten hidrocarburos, además de encontrarse alejada de zonas densamente pobladas, no obstante, es importante mencionar que dentro de radio de 500 m se encuentra el asentamiento humano sin registrar 1 (425.98 m), asentamiento humano sin registrar 2 (253.34 m), asentamiento humano sin registrar 3 (240.94 m), Rancho San José 1 (120.06 m) y Rancho San José 2 (439.22 m).

De acuerdo a lo señalado por el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA), la Planta no incide en Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Humedales, Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) ni en Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción Municipal, Estatal o Federal.

Respecto al uso de suelo y vegetación actual en el sitio donde se encuentra la Planta, corresponde a **Selva subcaducifolia** de acuerdo a la Serie VI 2017 de INEGI. Subrayando que la Planta se encuentra totalmente construida, por ello, se considera que los componentes bióticos y abióticos del sitio ya han sido alterados. Asimismo, de acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA) y Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE), así como decretos en el Diario Oficial de la Federación y el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, la Planta está vinculada con los siguientes Programas Reguladores de Uso de Suelo:

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.**

La Planta de Distribución de Gas L.P., incide en la Región Ecológica 17.33, que comprende la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo, cuya política ambiental es de **Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable**.

Por lo que las actividades de distribución y trasiego de gas l.p. que pretende realizar la empresa, mediante planta de distribución de gas l. p. son compatibles con las políticas que se establecen en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, una vez que la empresa buscará que durante las etapas de operación y mantenimiento la instalación se integre al medio, con la finalidad de no impactar el paisaje y sus recursos.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (Diario Oficial del Estado, 26 de julio de 2007).**

De acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA) la Planta de Distribución de Gas L.P. se ubica en la UGA 1.2 E denominada

Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul, la cual tiene política ambiental de **aprovechamiento sustentable**, con uso principal de agricultura.

Es importante señalar que de acuerdo al análisis técnico de la Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías terrestres esta determino con base en el Programa Director de Desarrollo Urbano de la ciudad de Valladolid que el predio donde se encuentra la planta tiene un uso Permitido-Condicionado, otorgándole la Licencia de Uso de Suelo mediante oficio DU-04889-21, emitida por el H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Estado de Yucatán (Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías Terrestres) con fecha del 08 de febrero de 2021.

Asimismo, se pudo constatar mediante herramientas digitales y visita de campo a las instalaciones, que las actividades que se desarrollan en las colindancias inmediatas a la Planta de Distribución de Gas L.P., no se contraponen con las actividades que se pretenden realizar en las instalaciones. Además, no existen elementos externos que contravengan lo indicado en el numeral 4.2.1.26 de la **NOM-001-SESH-2014**, referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, por lo que la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia.

Por otra parte, de acuerdo a la metodología de identificación de peligros y jerarquización de riesgos, los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse se presentan durante las operaciones de trasiego de gas l.p. Dichos eventos primarios derivan en **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 consideran 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 definieron 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 del ERA, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse, se presentan durante las operaciones de trasiego de gas l.p. e involucran la conexión o acoplamiento inadecuado de la manguera y el desprendimiento de esta, así como fugas por corrosión o falta de mantenimiento. Asimismo, 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.

Cabe mencionar que a 5.0 Kw/m² no se registran daños sobre materiales o equipos de proceso. En tanto que a 1.0 psi de presión se prevé la demolición parcial de estructuras y falla en conexiones.

De manera particular, dichos valores pueden ser encontrados en las inmediaciones de los eventos primarios, por lo que evidentemente las instalaciones y equipos principalmente dañados serían aquellos ubicados en las áreas que integrarán la planta de distribución de gas l.p., tales como: área de almacenamiento, tomas de recepción y tomas de suministro. En este caso las posibles interacciones de riesgo serían a causa de la alta radiación emitida por los dardos de fuego, lo que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes que contienen gas licuado e incendios secundarios. En tanto que las ondas de sobrepresión derivan principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.

Sin embargo, aun cuando existe posibilidad de interacciones de riesgo entre las propias áreas de la planta, dentro del presente estudio se presentaron y evaluaron eventos en cada una de ellas, 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 un evento dominó (escenario 003), una vez que esta deriva de un evento alterno (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. Cabe mencionar que la ocurrencia de la BLEVE 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 semirremolque 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).

En este sentido se prevé que unos de los fragmentos 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. Por lo que se identifica al escenario 005, como aquel que pudiera potencializar el riesgo a través de un efecto domino con instalaciones o equipos ajenos a la instalación, por ser el que arroja los radios de afectación con mayor dimensionamiento. En este caso 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.

Asimismo, *Cozzani et al (2004)* expone que los equipos e instalaciones dentro del radio que abarca la bola de fuego son propensos a ser dañados por la radiación, sobre todo los recipientes atmosféricos, ya que la radiación en esta zona es por la exposición directa a las llamas y mientras alcancen un valor de radiación de 100 kW/m². Fuera del área determinada por el radio de la bola de fuego, los daños por radiación indirecta son ocasionados a los recipientes atmosféricos teniendo en cuenta un valor mayor a 100 kW/m². En cuanto a recipientes sujetos a presión, el autor, expone que debido a que dichos recipientes son usualmente diseñados con la intención de poseer resistencia suficiente a la radiación se descarta la escalación de eventos este tipo de recipientes.

Cabe mencionar que dentro del diámetro de la bola de fuego equivalente a 240.19 m además de los propios recipientes con los que cuenta la planta no se ubica ningún otro recipiente del tipo atmosférico o presurizado ajeno a la planta que pudiera ser dañado por la radiación térmica generada por la bola de fuego. Asimismo, en un radio de 193.94 m, en

donde se alcanzaría una radiación térmica de hasta 37.5 kW/m^2 no se ubican otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones, sin embargo, se encuentra una fracción del Rancho San José 1. **Por lo que en este sentido se descarta un efecto domino por los efectos de la radiación térmica generada por la bola de fuego de la BLEVE de un tanque de 150,000 litros con otras áreas o equipos ajenos a la instalación.**

No obstante, en un radio de hasta 403.88 m (12.5 kW/m^2), en donde se ubican en su mayoría zonas de selva subcaducifolia y pastizal cultivado, así como el Rancho San José 1, el paradero “Los Pepes” y los asentamientos humanos sin registrar 1 y 2, en donde se prevé el desarrollo de incendios secundarios, suponiendo que los elementos vulnerables del tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos son incendiados. En tanto que en un radio de hasta 657.72 m donde se ubica el rancho San José 2, localidad Sagrado Corazón y Periférico Noreste, se alcanzaría una radiación de 5.0 kW/m^2 , sin embargo, estas no resultarían afectadas por la radiación térmica, una vez que a este nivel de radiación no se reportan daños a estructuras y materiales.

Es importante mencionar que el Rancho “El Sacrificio”, localidad Chan Kop Dzadz y localidad “Santa María (Xpetzuuc)”, quedan confinadas dentro de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2). No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.

En cuanto a los efectos por las ondas de sobrepresión derivadas de la 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, cabe mencionar que dentro de las zonas de alto riesgo por daño a equipos además de los propios equipos de la planta **no se ubican instalaciones o equipos de proceso ajenos a la empresa que pudieran verse dañados.**

Es importante mencionar que el uso de suelo donde se encuentra la Planta de Distribución de Gas L.P. es **selva subcaducifolia**, de acuerdo a la Serie Forestal VI 2017 de INEGI (SIGIEA, 2020), cabe mencionar que en radio de 1235.85 m delimitado para el sistema ambiental se cuenta con uso de suelo de selva subcaducifolia y pastizal cultivado.

Asimismo, destaca que la Planta de Distribución se encuentra lejos de centros de población con alta concentración de habitantes. No obstante, dentro de la delimitación del S.A (1235.85 m) se encuentran los siguientes centros de población (localidades): Rancho San José 1, Tancho San José 2, Chan Kop Dzadz, Santa Maria (Xpetzuuc) y Sagrado Corazón, además de 3 asentamientos humanos sin registrar y Rancho “El Sacrificio”.

Por lo que en caso de suceder la BLEVE del tanque de 150 m^3 la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 16.73 s (afectación de mayor dimensionamiento) causaría quemaduras de 3er grado y una letalidad del 50% de las personas que pudieran estar expuestas desde el origen del evento hasta un radio de 190.86 m, dentro del cual se ubican las instalaciones propias de Sonigas, Rancho San José 1 y camino vecinal. En tanto que en un radio de 392.23 m se podrían presentar quemaduras de 2do grado en piel desnuda y un nivel de letalidad 1%, en donde destaca la presencia de los asentamientos humanos sin registrar 1 y 2, Rancho San José 1 y paradero “Los Pepes”. Mientras que en un radio de 523.37 m donde destaca el Rancho San José 2 y la localidad Sagrado Corazón, las personas expuestas podrían presentar dolor en piel desnuda. En un radio de 795.02 m

las personas podrían presentar solor en piel desnuda, donde destaca la presencia del Rancho “El Sacrificio”

En cuanto a la flora que se encuentra en las áreas verdes de las instalaciones, se pueden encontrar herbáceas principalmente de la familia Poaceae, además especies *Adonidia merrilli* (Palma de manila) y *Washingtonia robusta* (Palma blanca). No se registró ninguna especie enlistada bajo algún estatus de conservación de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que no se prevé afectación al factor ambiental flora, por las actividades pretendidas por la empresa. Así mismo, de acuerdo a la fauna posible a encontrar en las instalaciones son aves, debido a su fácil desplazamiento de un lugar a otro. Es posible encontrarse *halcón selvático de collar*, *tangara cabeza gris*, *halcón peregrino* y *colorín siete colores*, los cuales se encuentran bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La flora susceptible a encontrarse en el Sistema Ambiental, destacan principalmente Apocynaceae, Asparagaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Solanaceae, Verbenaceae, entre otras. No se registra la presencia de especies con algún tipo de status de vulnerabilidad de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de la Modificación del Anexo Normativo III. Respecto a la fauna (aves, mamíferos, reptiles y anfibios) es posible encontrar *halcón selvático de collar*, *tangara cabeza gris*, *halcón peregrino*, *colorín siete colores*, *martucha*, *rana de cabeza de pala*, *rana albórea locuaz* y *culebra cordelilla yucateca*, dichas especies se encuentran bajo el estatus de “**Sujeta a Protección Especial**” de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

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.

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 fundamental para **Sonigas, S.A. de C.V.**, en materia de prevención de riesgos su prioridad es precisamente la seguridad e higiene en cada una de las áreas que conforman la planta, tanto operativa como administrativa, ya que resulta medular 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 que promueve la empresa “Sonigas, S.A. de C.V.”, se refiere a la “Operación y Mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P., Sonigas, Valladolid” - ubicada en el predio con Número de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste, C.P. 97782, en el municipio de Valladolid, estado de Yucatán. Esta planta fue construida conforme a lo requerimientos establecidos en la NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

Previo a la construcción de las instalaciones, el 21 de septiembre de 2016 la empresa realizó el trámite correspondiente para los trabajos de construcción para la Planta de Distribución de Gas L.P. ante la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Valladolid, Yucatán, obteniendo el permiso de obra de construcción de gasera mediante oficio No. DUYOP-01343-16 fechado el 29 de septiembre de 2016, así como el permiso de obra de construcción de barda mediante oficio No. DUYOP-01344-16, ambos emitidos por la Dirección de Desarrollo Urbano y de Obras Públicas del H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Yucatán.

La empresa cuenta con el Título de Permiso de Distribución de Gas L.P. Núm. **LP/19918/DIST/PLA/2017**, emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 02 de marzo de 2017 que autoriza a “Sonigas, S. A. de C. V.” distribuir gas licuado de petróleo (GLP) mediante Planta de Distribución con una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros al 100% agua distribuidos en un solo tanque. No obstante, el 29 de noviembre de 2019 la Comisión Reguladora de Energía, mediante Resolución Núm. RES/1458/2019 autorizó la modificación del permiso de distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución LP/19918/DIST/PLA/2017 por el aumento de capacidad de 76,000 litros a 150,000 litros en un tanque.

Por su parte, la Dirección General de Impacto Social y Ocupacional Superficial, emitió el oficio 117.-DGISOS.222/2019 fechado el 23 de septiembre de 2019 por el cumplimiento de la Evaluación de Impacto Social (EVIS) por aumento de capacidad.

Es importante mencionar que la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, Dirección General de Gestión Comercial mediante oficio **ASEA/UGSIVC/DGGC/0896/2018 de fecha** 25 de enero de 2018 autorizó el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para la instalación de la Planta de Distribución de Gas L.P., por una superficie de 0.7666 hectáreas (7666 m²), dando cumplimiento a las condicionantes establecidas en dicho oficio a través del ingreso y seguimiento del programa de rescate y reforestación, así como el informe semestral de actividades.

Asimismo, es importante mencionara que “Sonigas, S.A. de C.V.” obtuvo resolución procedente en materia de Impacto Ambiental mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018 para una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros base agua, sin embargo, derivado de la alta demanda de gas l.p. en la zona y con el fin de asegurar el suministro de gas l.p., la empresa sustituyó el tanque autorizado por otro de mayor capacidad (150,000 litros al 100% base agua), razón por la cual se llevó a cabo un proceso administrativo para la empresa solicitado la reparación del daño mediante una sanción administrativa consistente en una multa por la cantidad de \$54,500. De la misma forma, y considerando la situación irregular de la planta la DGSIVC resolvió que la empresa

debía someter a consideración de la Dirección General de Gestión Comercial las modificaciones realizadas mediante el trámite ASEA-00-039 “Modificaciones de la Obra, Actividad o Plazos y Términos establecidos a proyectos autorizados en materia de impacto ambiental para actividades del sector hidrocarburos, tal y como se describe en el RESUELVE de la Resolución de Procedimiento Administrativo oficio No. ASEA/USIVI/DGSIVC-AL/1260/2020 de fecha 19 de marzo de 2020 y notificado el 03 de septiembre del mismo año.

Por lo que el 10 de diciembre de 2020, la empresa solicitó la modificación del proyecto denominado “Instalación y operación de una planta de gas l.p., en Valladolid, Yucatán” autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018, no obstante, de acuerdo con el CONSIDERANDO VII del oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/12365/2020, la modificación solicitada afecta el contenido de la autorización otorgada debido a que con el incremento de la capacidad de almacenamiento de gas l.p. convierte al proyecto en una actividad altamente riesgosa, por lo que deberá presentar una manifestación de impacto ambiental conforme a lo establecido en los artículos 28 y 30 de la LGEEPA.

Por lo que el promovente somete a evaluación la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P), presentando los apartados en los que se detallan los impactos susceptibles a generarse, así como las medidas de prevención y mitigación que permitirán minimizar la afectación al ambiente. Además, se incluye el presente Estudio de Riesgo modalidad Análisis de Riesgo, por tratarse de una actividad considerada altamente riesgosa a fin de estar en concordancia con el marco legislativo establecido en esta ley.

Es importante señalar que, la Planta de distribución de Gas L.P. se encuentra totalmente construida, pero sin operar, así mismo, los planos y memorias de la instalación se encuentran de acuerdo con la normatividad vigente en la materia, en los cuales se puede consultar que las instalaciones comprenden las siguientes áreas:

- ⇒ Área de almacenamiento integrada por un tanque con capacidad de 150,000 litros.
- ⇒ Muelle de llenado de recipientes transportables
- ⇒ Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo
- ⇒ Taller de mantenimiento de recipientes transportables rechazados
- ⇒ Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados
- ⇒ Oficinas generales, servicios sanitarios para personal administrativo y de la Planta
- ⇒ Zona de circulación y estacionamiento
- ⇒ Taller mecánico automotriz
- ⇒ Equipo del sistema contra incendio
- ⇒ Área verde

La actividad principal de la instalación será la distribución de Gas L.P. a través de auto-tanques y recipientes transportables. Resaltando que el Promovente cuenta con la documentación que acredita que la Planta cumple con los requerimientos establecidos en la **NOM-001-SESH-2014 - Plantas de distribución de Gas L.P., - Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.**

Por lo que a fin 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 trámite: *recepción evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en la*

modalidad particular del proyecto denominado: “Operación y Mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P., Sonigas, Valladolid” - ubicada en el predio con Número de Tablaje Catastral 12967, Periférico Noreste, C.P. 97782, en el municipio de Valladolid, estado de Yucatán.

Cabe mencionar que se incluye el presente Estudio de Riesgo Ambiental: Modalidad Análisis de Riesgo, ya que la empresa desarrolla 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, “Sonigas, 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.

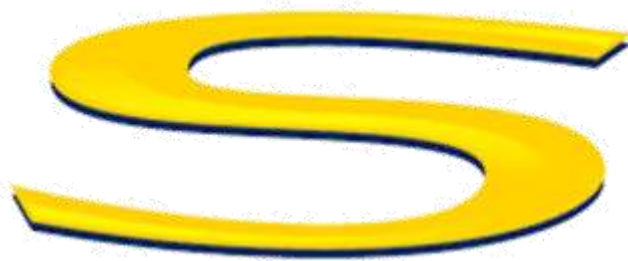
En el apartado “A” se integra el Anexo No. 4 Informe Técnico.

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**



SoniGas

SONIGAS, S.A. DE C.V.

**Predio con Número de Tablaje Catastral 12967, Periférico
Noreste, C.P. 97782.**

Municipio de Valladolid, Estado de Yucatán.

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

V.1.1 Planos de localización.

UBICACIÓN DE LA PLANTA

La Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.” se localiza en el Predio con número de Tablaje Castrol 12967, periférico Noreste. C.P. 97782. Ubicado en el municipio de Valladolid, estado de Yucatán.



Figura V.1. Ubicación de la Planta de Distribución de GLP propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”



Figura V.2. Localización de la Planta de Distribución en la UAB-62.



Figura V.3. Ubicación de la empresa dentro de la Región Ecológica 17.33 UAB 62



Figura V.4. Localización de la Planta de Distribución en la UGA 1.2 E del POETY.

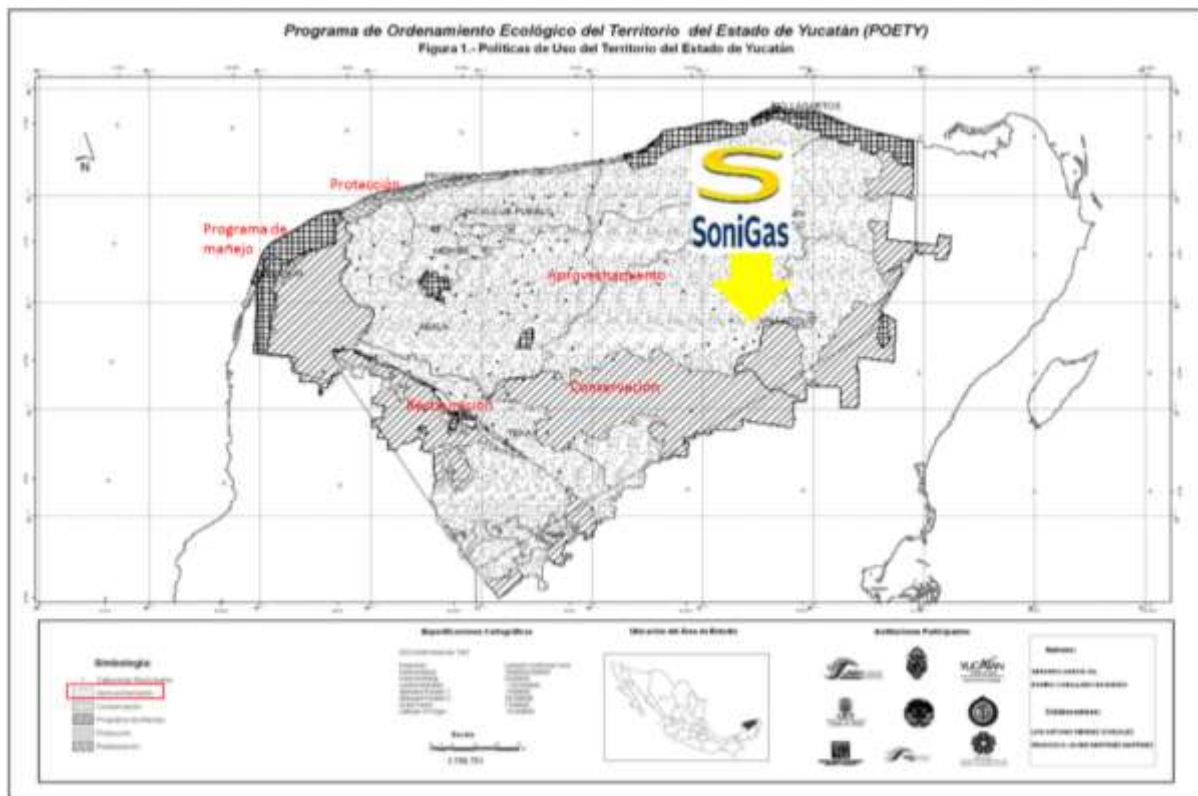


Figura V.5. Políticas de Uso del Territorio del Estado de Yucatán



Figura V.6. Distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente.

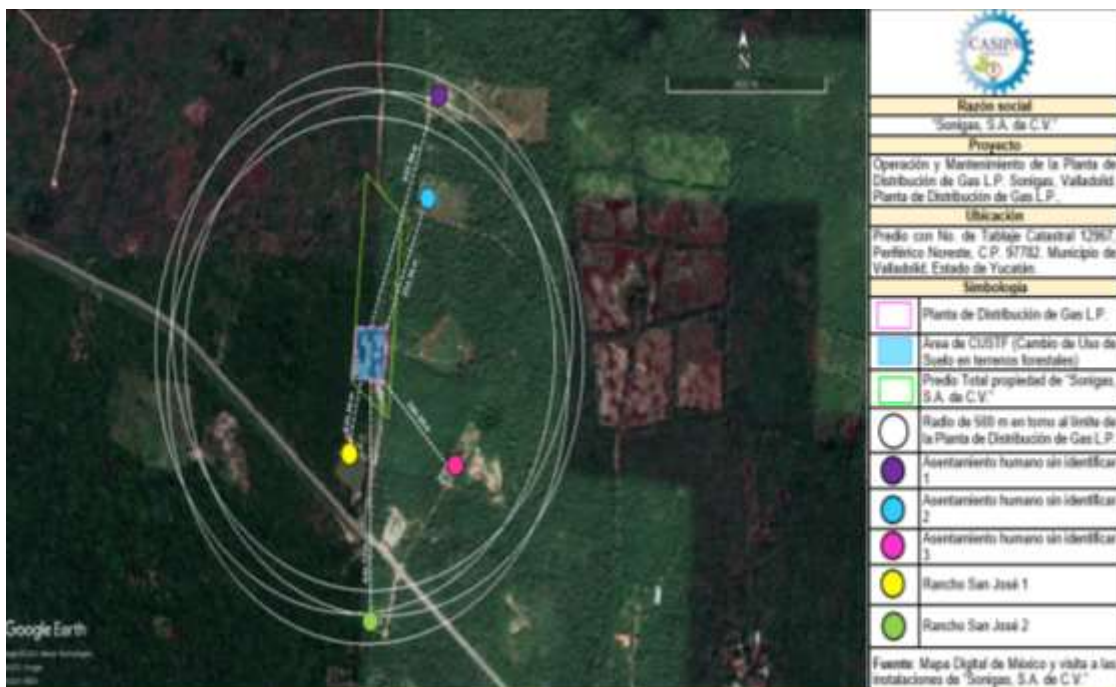


Figura V.7. Zonas Vulnerables de Población en Torno a un Radio de 500 m.

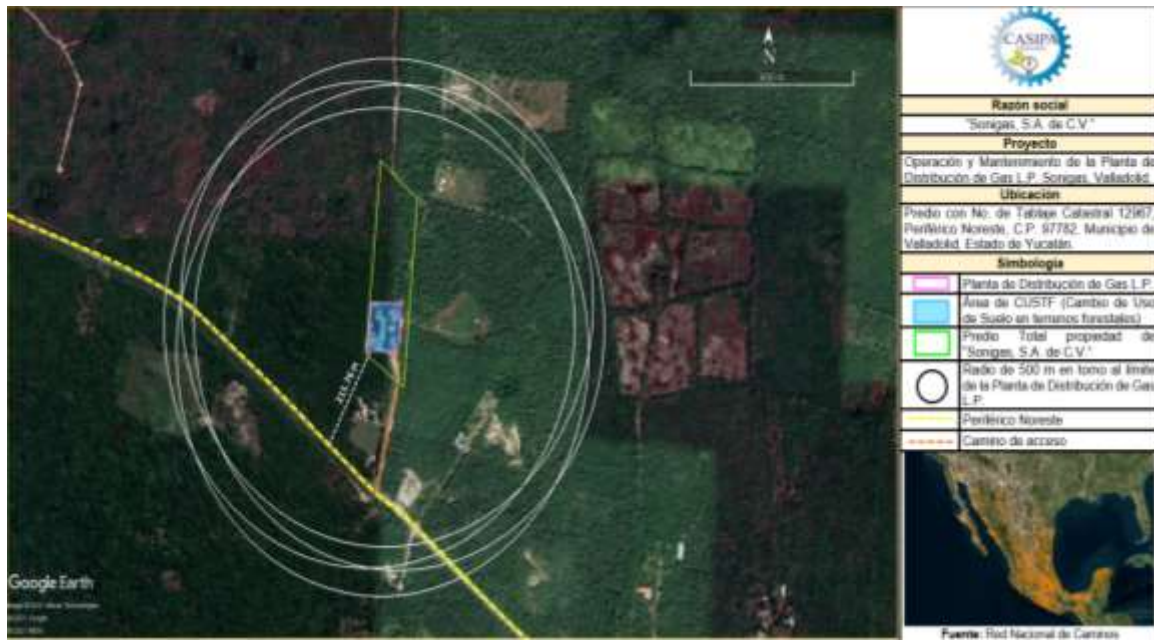


Figura V.8. Zonfraestructura en torno a un Radio de 500 m.



Figura V.9. Uso de Suelo en Torno a un Radio de 500 m.

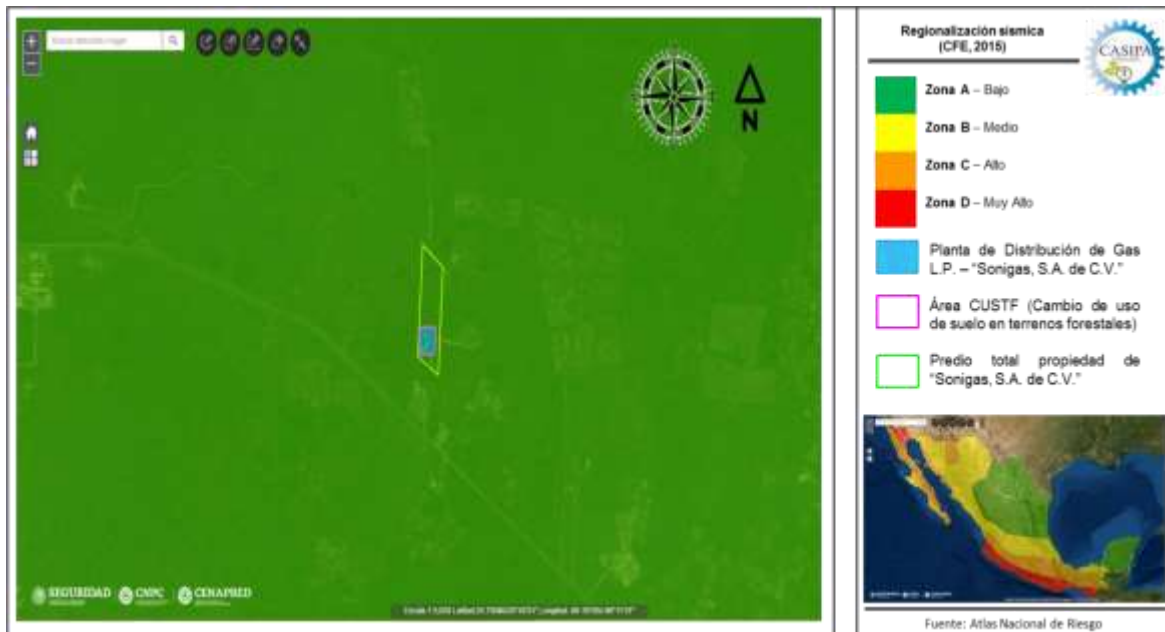


Figura V.10. Regionalización Sísmica.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos. Regionalización sísmica (CFE, 2015).



Figura V.11. Huracanes que se han formado en el Atlántico desde 1851.

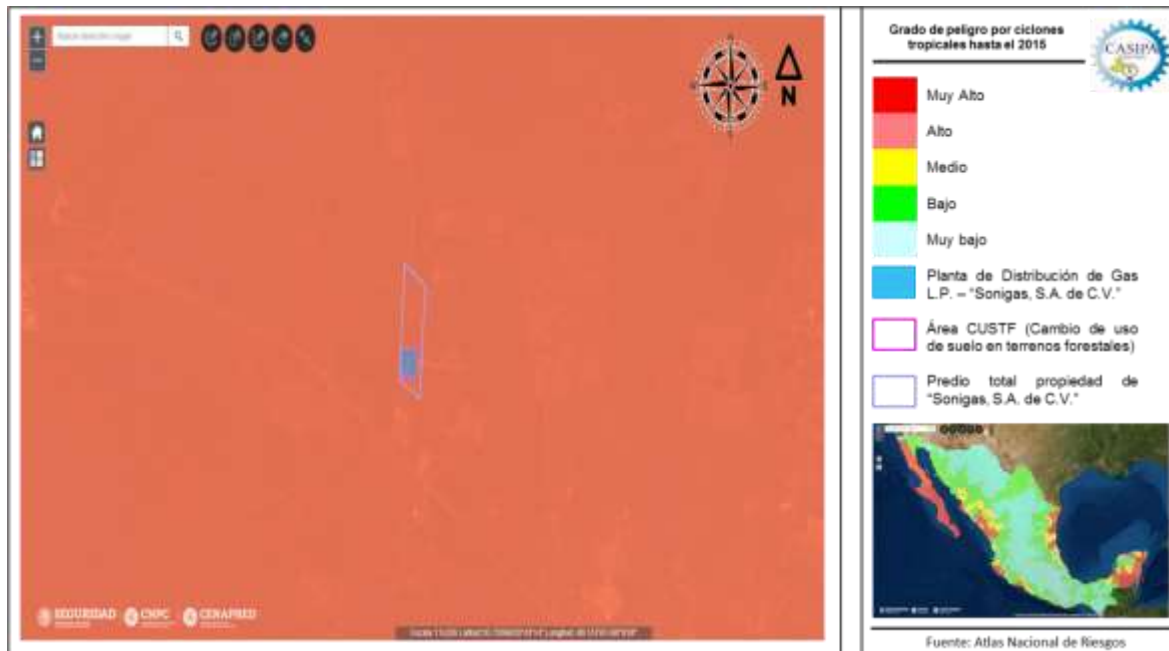


Figura V.12. Grado de peligro por ciclones tropicales hasta el 2015.
Fuente: CENAPRED, 2017.

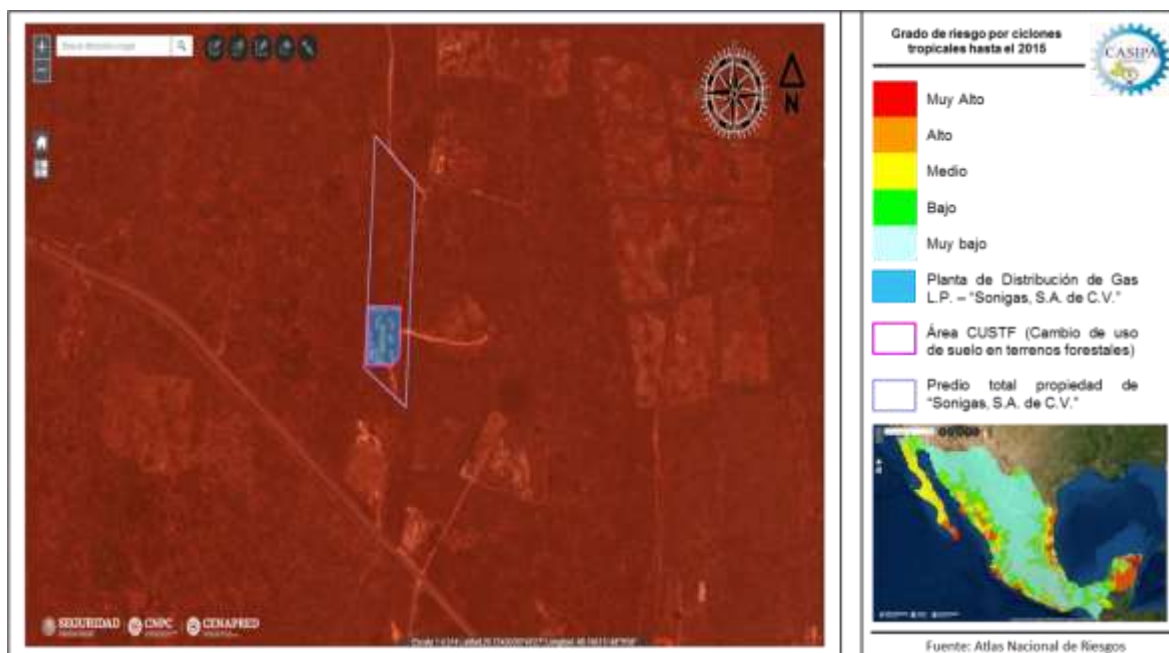


Figura V.13. Grado de riesgo por ciclones tropicales hasta el 2015.
Fuente: CENAPRED, 2017.

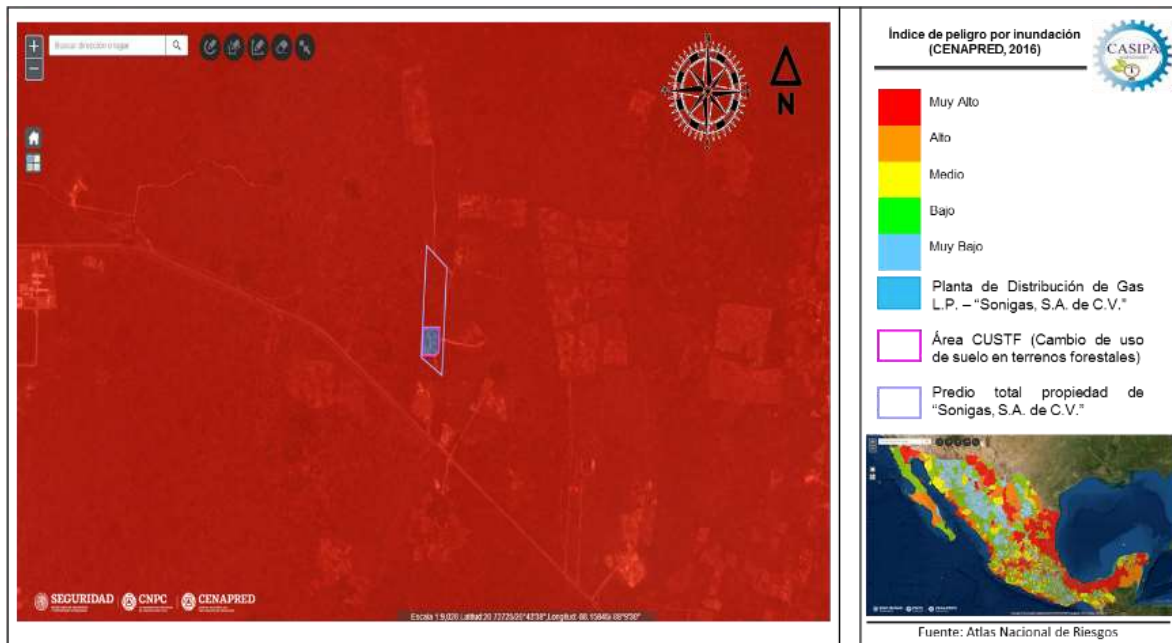


Figura V.14. Índice de peligro por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

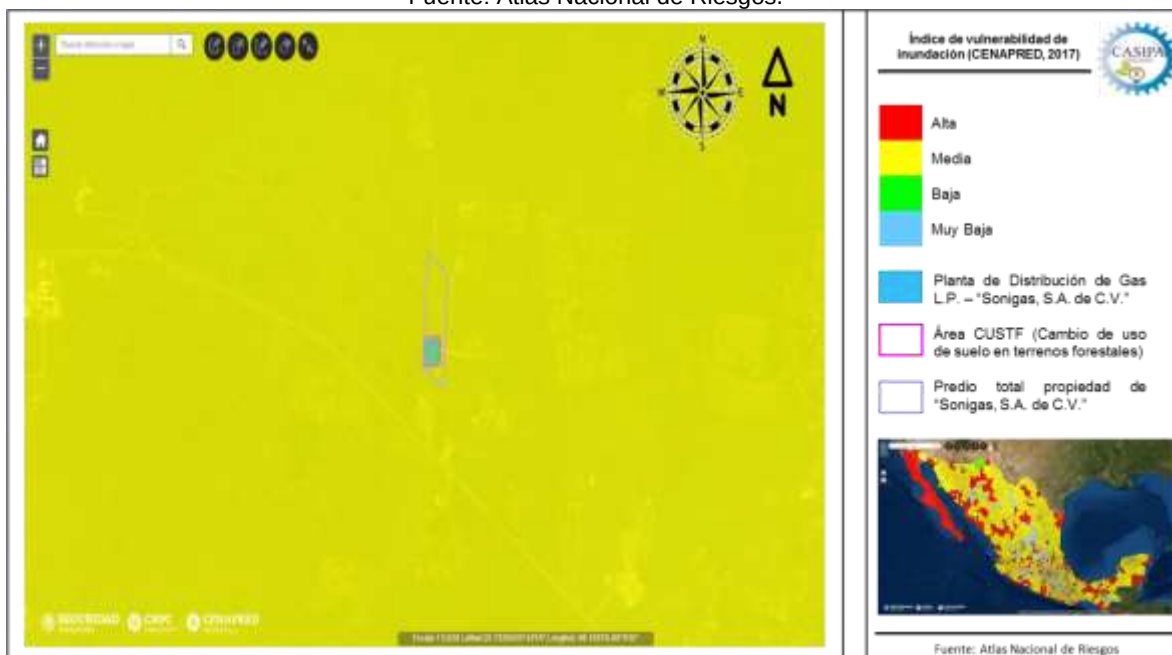


Figura V.15. Índice de vulnerabilidad por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

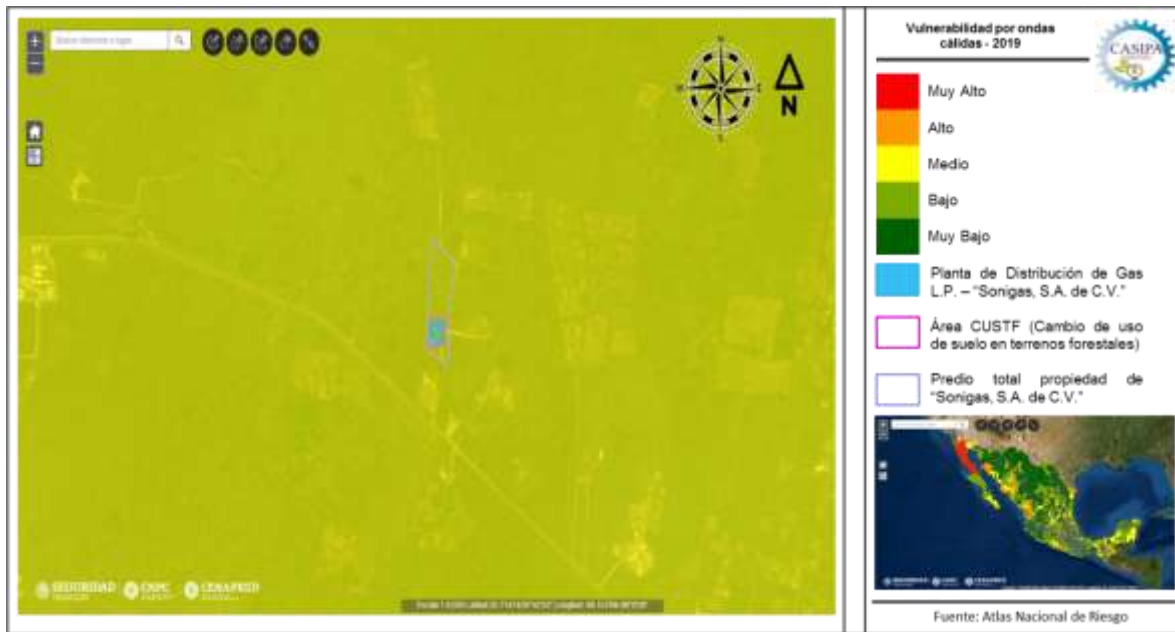


Figura V.16. Vulnerabilidad por ondas cálidas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

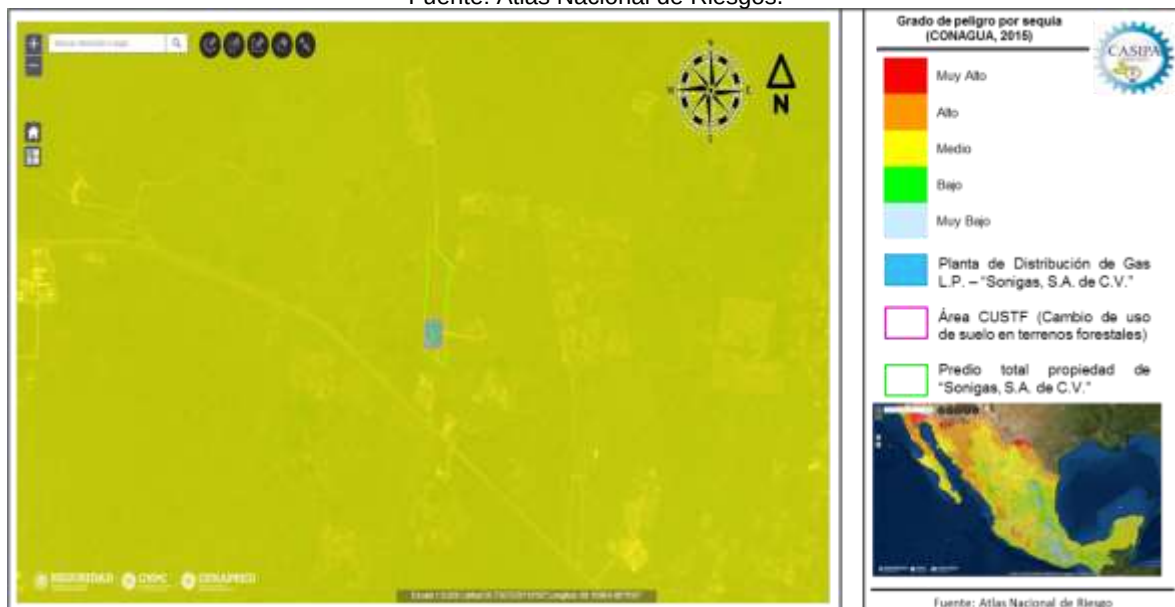


Figura V.17. Grado de peligro por sequías
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

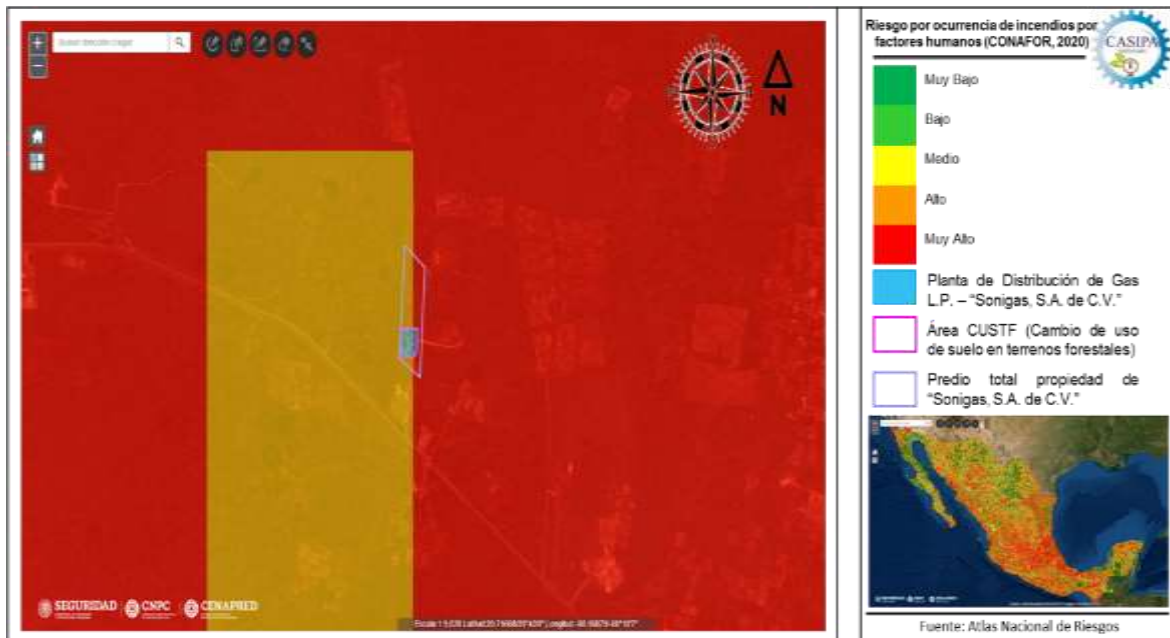
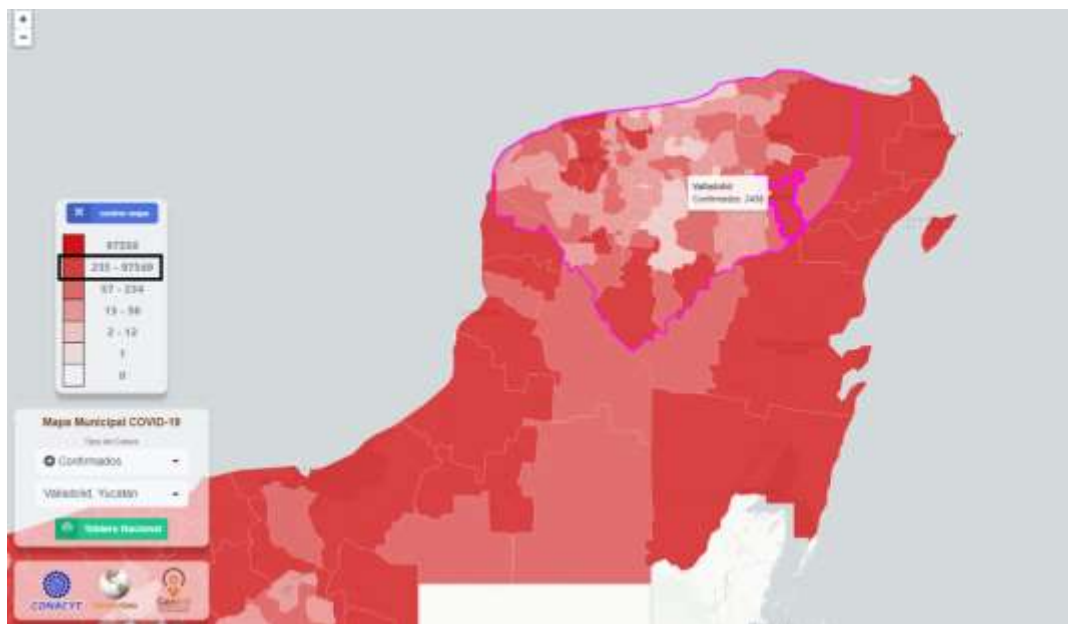


Figura V.18. Grado de vulnerabilidad por sequía
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.



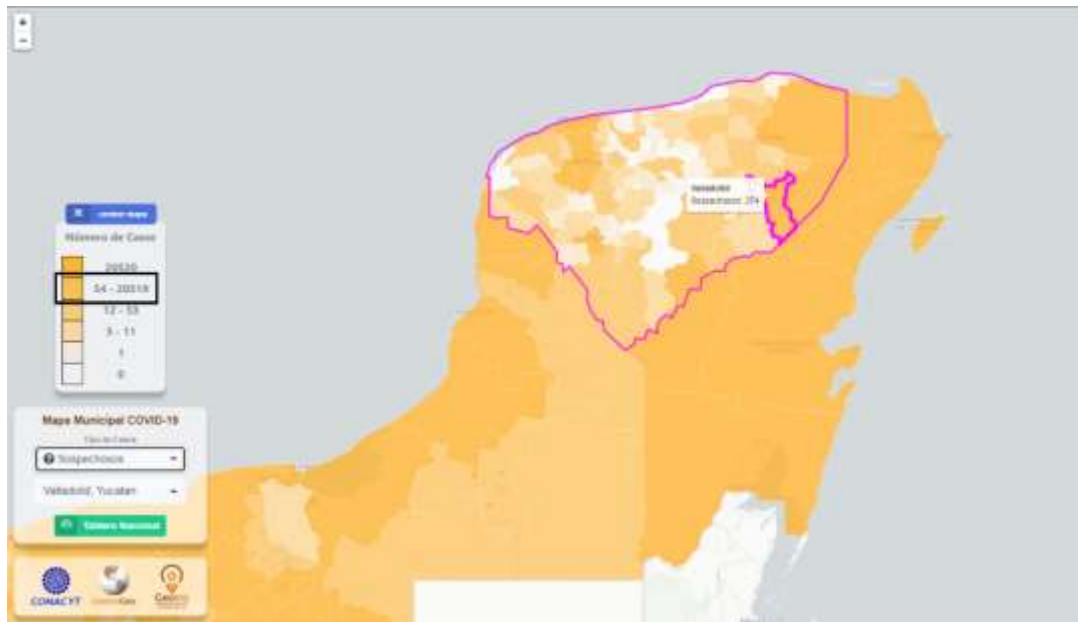


Figura V.20. Casos Sospechosos de Covid-19
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

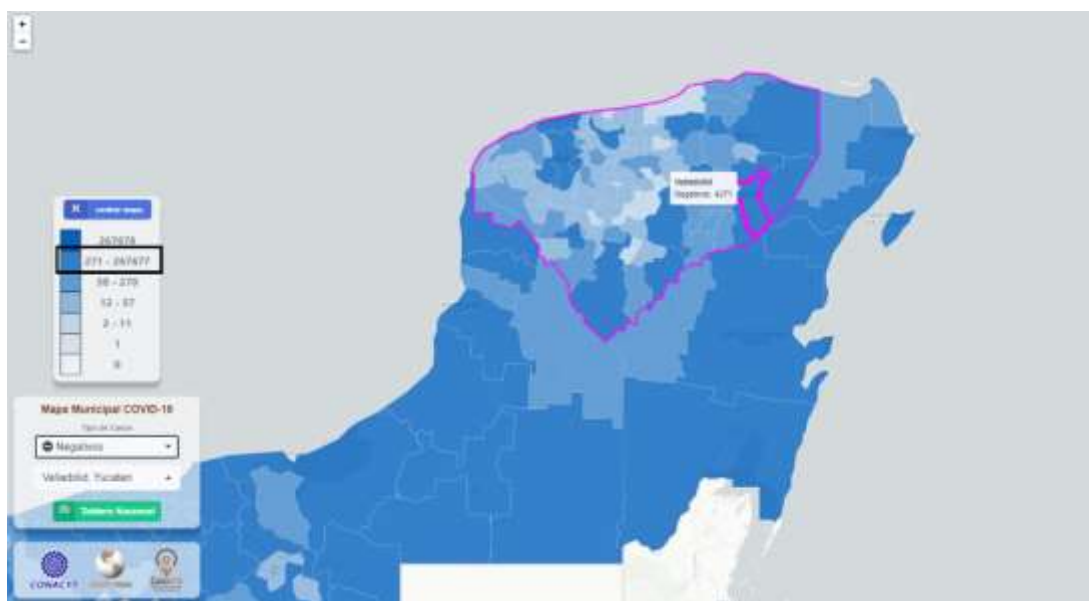


Figura V.21. Casos Negativos de Covid-19
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.

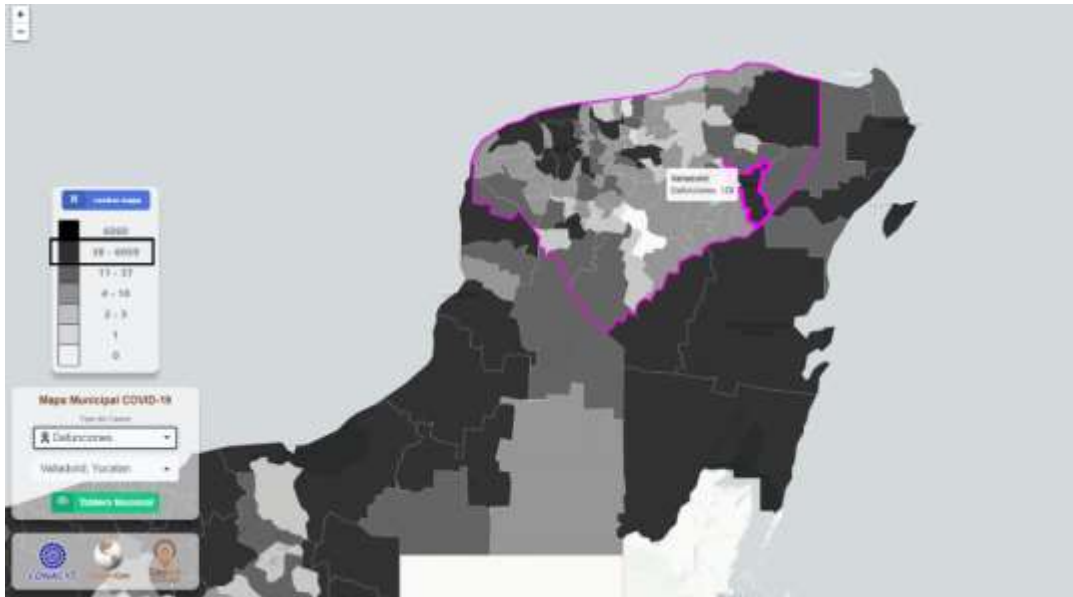


Figura V.22. Defunciones por Covid-19
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos.



Figura V.23. Sistema Ambiental del Proyecto (Radio=1235.85m).

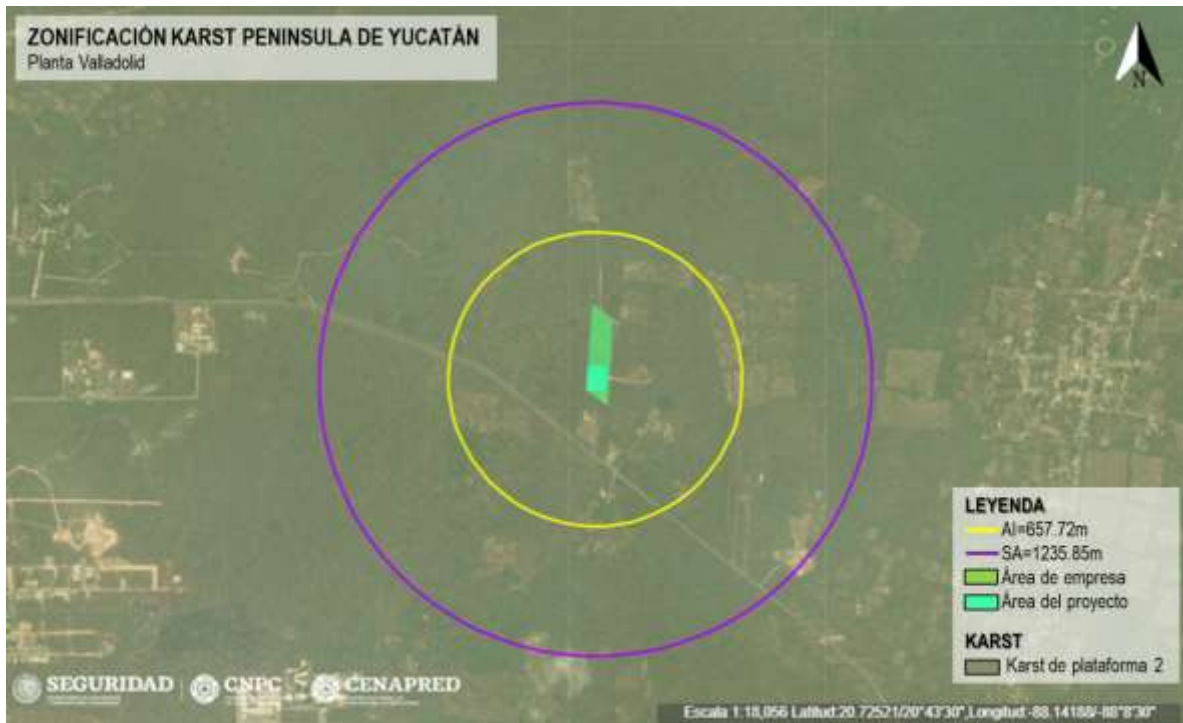


Figura V.24. Zonificación Karst Península de Yucatán donde se ubica el SA.

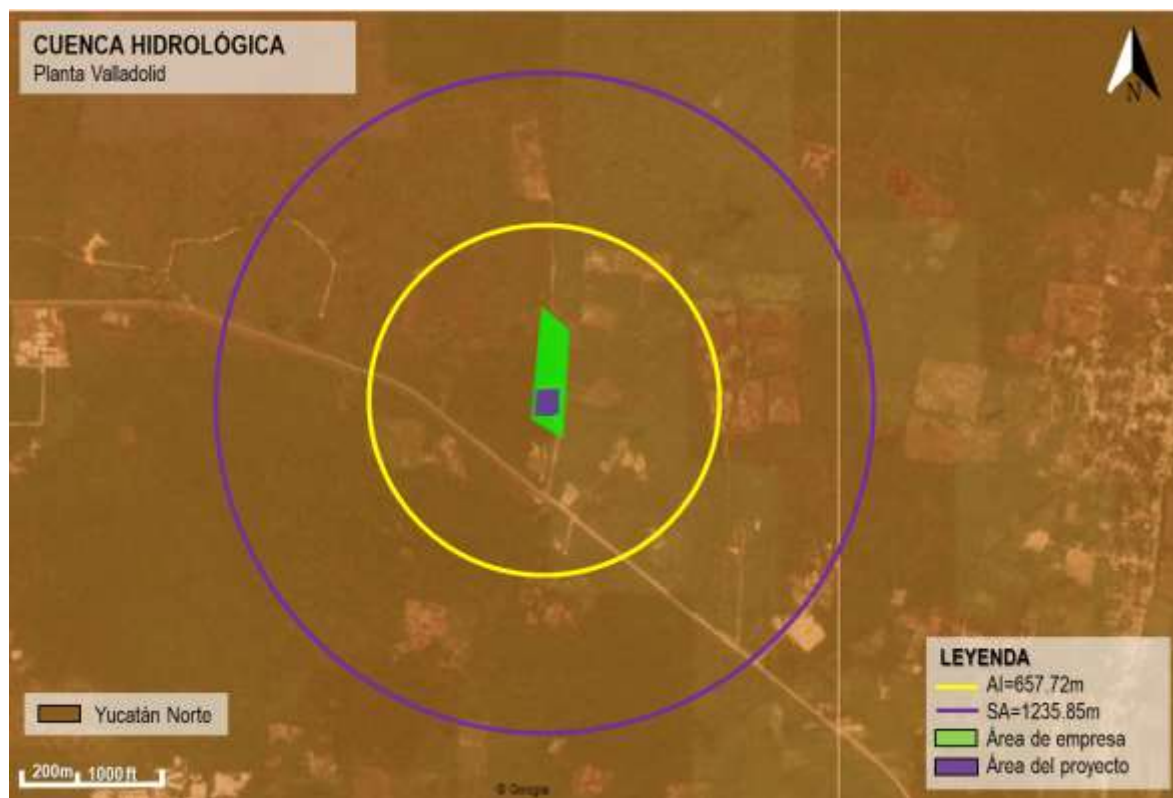


Figura V. 25. Cuencas hidrológicas del área del lugar y el sistema ambiental.



Figura V.26. Acuífero del área del lugar y el sistema ambiental.

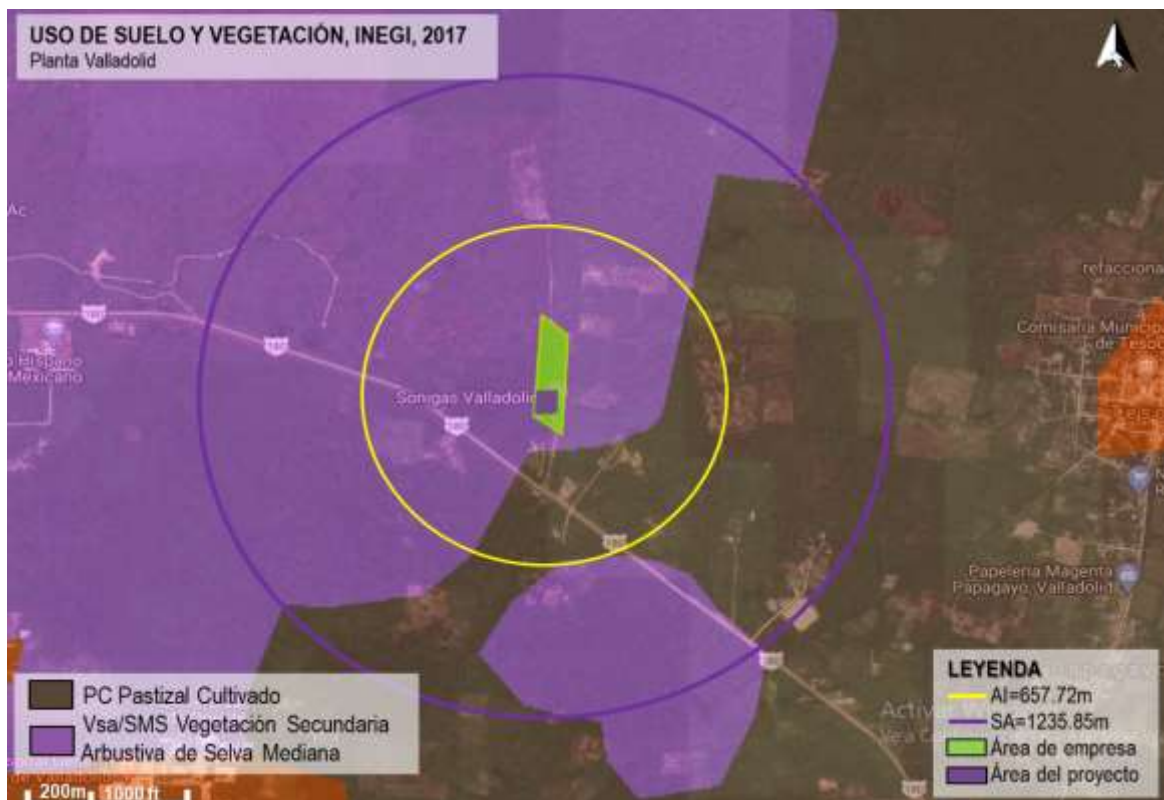


Figura V. 27. Uso de Suelo de tipo selva subcaducifolia presente en el SA.

7



Figura V.28. Ubicación de las rancherías del SA.

V.1.2 Fotografías

FOTOGRAFÍA No. 1 - ACCESOS



Los accesos a la Planta de Distribución de Gas L.P. son en dirección Sur por Periférico Noreste, mientras que por el Este por un camino vecinal.

FOTOGRAFÍA No. 2 – ACCESOS



Por el lindero Sureste, se cuenta con una puerta de 8.00 metros de ancho, la cual es utilizada para entrada y salida de los vehículos propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”. Por el lindero Este se cuenta con otra puerta de 8.00 metros de ancho, la cual es usada como salida de emergencia.



FOTOGRAFÍA No. 3 – COLINDANCIA NORTE

El predio de la empresa colinda al Norte con terreno propiedad de la misma empresa Sonigas, S.A. de C.V. sin actividades, que se encuentra provisto de vegetación natural de tipo Selva Mediana Subcaducifolia.

FOTOGRAFÍA No. 4 – COLINDANCIA SUR

Por el lindero Sur, la Planta de Distribución de Gas L.P. colinda con terrenos propiedad de la misma empresa, y aproximadamente a 100 m se encuentra el Rancho San José 1, Paradero “Los Pepes”, Periférico Noreste (vialidad) y Rancho San José 2.



FOTOGRAFÍA No. 5 – COLINDANCIA ESTE



La empresa por el lindero Este colinda con terrenos de la misma empresa "Sonigas, S.A. de C.V.", además se encuentra el camino vecinal.

FOTOGRAFÍA No. 6 – COLINDANCIA OESTE



Por el lindero Oeste la empresa colinda con terrenos propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.”, donde no se desarrollan actividades que pongan en riesgo las pretendidas actividades en las instalaciones.

FOTOGRAFÍA No. 7 – ALMACENAMIENTO



Se tiene instalado un recipiente de almacenamiento con capacidad para 150,000 litros al 100% de agua con número de serie TP-2299, fabricado en julio de 2018 según NOM-009-SESH-2011 por “Trinity Industries de México, S. de R.L. de C.V.”, el cual cuenta con válvulas internas de líquido y vapor, válvulas de máximo llenado, dos mecanismos multiport, cada uno con cuatro válvulas de seguridad con capacidad de 262 m³/min, manómetro, termómetro y un indicador de nivel tipo magnético.

Como medida de seguridad el recipiente cuenta con un sistema de rociado mediante 52 boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo del recipiente. Las boquillas de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto de cono lleno Modelo ½”-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm².

FOTOGRAFÍA No. 7 – BOMBAS PARA EL TRASIEGO DE GAS L.P.

En la zona de almacenamiento se encuentran instaladas cinco bombas, de las cuales dos de ellas se dirigen a toma de suministro (B-1 y B-2), otra para autoconsumo (B-3) y las otras dos al muelle de llenado (B-4 y B-5).



FOTOGRAFÍA No. 8 – BOMBAS PARA EL TRASIEGO DE GAS L.P.



FOTOGRAFÍA No. 9 – TOMAS DE RECEPCIÓN



Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos juegos de tomas instaladas sobre una isleta en plataforma de concreto; constando cada juego de dos bocas terminales de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-liquido la que se ensancha a 76 mm Ø (3") diámetro y posteriormente se ensancha a 101 mm Ø (4") diámetro, además está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1¼) de diámetro para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm Ø (2") de diámetro.

FOTOGRAFÍA No. 10 – TOMAS DE SUMINISTRO Y CARBURACIÓN DE AUTOCONSUMO

Las tomas de suministro y carburación de autoconsumo están localizadas por el lado Noroeste del recipiente de almacenamiento, y para su mejor protección se encuentran dentro de la misma zona de almacenamiento, estando dichas tomas a una distancia de 6.50 metros del recipiente.



Para la carga de tanques montados en vehículos propiedad de la misma empresa, que utilizan el Gas L.P. como carburante del motor, se cuenta con una toma de carburación de autoconsumo, con la que se realiza el llenado por medio de la bomba No. 3; se cuenta para esto, con una boca terminal de 25 mm Ø (1") acondicionada con manguera especial para conducir Gas L.P.

Para la carga de auto-tanques, se cuenta con dos juegos de tomas instaladas dentro de la zona de protección del área de almacenamiento, constando cada una, de una boca terminal de 51 mm Ø (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conecta a la tubería principal; además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm Ø (1¼") de diámetro para conducir gas-vapor.

FOTOGRAFÍA No. 11 – MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES



El muelle de llenado de recipientes transportables se localiza por el lado Sur del recipiente de almacenamiento. Se cuenta con un múltiple de llenado construido con tubería de acero cédula 40, para alta presión de 76 mm (3") de diámetro y conexiones soldables para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm². Consta de cuatro salidas de 13 mm (1/2"), en donde está habilitada la conexión para el llenado de recipientes transportables.

Sobre el muelle se encuentran instaladas 5 básculas, de las cuales 4 están destinadas para el llenado de recipientes transportables y una para repeso.

FOTOGRAFÍA No. 12 – EQUIPO CONTRA INCENDIO



El cuarto de equipo contra incendio es subterráneo y está construido a un costado de la cisterna. Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

Una bomba acoplada a motor de combustión interna de diesel de 85 H.P. y gasto de 3,000 L.P.M. a 6 kg /cm² y una bomba acoplada a motor eléctrico de 50 H.P. y gasto de 2,850 L.P.M. a 6 kg/cm².



FOTOGRAFÍA No. 13 – OTRAS ÁREAS DE LA PLANTA



Por el lindero Norte se localizan el taller mecánico automotriz, área de lavado de vehículos de reparto de gas l.p., taller de mantenimiento de recipientes transportables (pintura y válvulas), bodegas y zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados.



ALMACÉN DE R.P.

TALLER DE MANTENIMIENTO DE RECIPIENTES
TRANSPORTABLES (PINTURA Y VÁLVULAS)

FOTOGRAFÍA No. 14 – OTRAS ÁREAS DE LA PLANTA



Las construcciones destinadas para oficinas generales, comedor, servicios sanitarios para personal administrativo y de planta, cuarto de controles eléctricos, cuarto de bombas contra incendio y cisterna se localizan por el lindero Oeste.

FOTOGRAFÍA No. 15 – OTRAS ÁREAS DE LA PLANTA



ENTRADA Y SALIDA DE VEHÍCULOS



ESTACIONAMIENTO

Las zonas destinadas para el estacionamiento interior de los vehículos repartidores se localizan en el lindero Este del terreno de la instalación.

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 la empresa SUPER GAS DEL CENTRO, S.A. de C.V. No. 23,775, Volumen 101, con fecha del 11 de mayo de 1999. Notario público No. 94, Lic. Bulmaro Rodolfo Vieyra Anaya, León, Guanajuato.
2. Protocolización del acta de asamblea general extraordinaria de accionistas, donde se acuerda el cambio de denominación de SUPER GAS DEL CENTRO, S.A. DE C.V. a SONIGAS, S.A. DE C.V. No. 26,537, Volumen 131, Notario público No. 94, Lic. Bulmaro Rodolfo Vieyra Anaya, León, Guanajuato. Fechada el 27 de marzo de 2001.
3. Poder Notarial Escritura 36,773 Treinta y seis mil setecientos setenta y tres Volumen 341 a favor del Ing. Maurilio Méndez Rojas, ante el notario público Lic. Bulmaro Rodolfo Vieyra Anaya de la Notaria Pública Número 94, con fecha de 21 de julio de 2009.
4. Registro Federal del Contribuyente de la empresa SONIGAS S.A de C.V.
5. Identificación oficial del representante legal Ing. Maurilio Méndez Rojas.
6. Contrato de compraventa Tomo 57 Cincuenta y siete, Volumen "A"- Página Ciento Noventa y Siete, entre la vendedora la Sra. Sinforiana Pech Moo y el apoderado el C. Maurilio Méndez Rojas, de la finca rustica tablaje catastral N° 12,967, ante el Lic. Manuel Emilio García Ferrón Titular de la Notaría Pública No. 89, Estado de Yucatán, México. Fechado el 26 de agosto de 2016.

AUTORIZACIONES Y PERMISOS

1. Trámite de trabajos de construcción, emitido por la Dirección de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Valladolid, Yucatán. Fechado el 21 de septiembre de 2016.
2. Permiso de obra de construcción de gasera, oficio No. DUYOP-01343-16, emitido por la Dirección de Desarrollo Urbano y de Obras Públicas del H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Yucatán fechado el 29 de septiembre de 2016.
3. Permiso de obra de construcción de barda, oficio No. DUYOP-01344-16, emitido por la Dirección de Desarrollo Urbano y de Obras Públicas del H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Yucatán fechado el 29 de septiembre de 2016.
4. Título de Permiso de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución Núm. LP/19918/DIST/PLA/2017 para una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros en un tanque, emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 02 de marzo de 2017.
5. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por una superficie de 0.7666 hectáreas para el desarrollo del proyecto denominado "Instalación y Operación de una Planta de Distribución de Gas L.P. en Valladolid, Yucatán", oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/0896/2018, bitácora 09/DSA0002/12/17. Emitido por la Dirección General de Gestión Comercial el 25 de enero de 2018.

6. Resolutivo procedente de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P) y el Estudio de Riesgo (ERA), oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/4253/2018 para una capacidad de almacenamiento de 76,000 litros base agua al 100% contenidos en un recipiente. Emitido por Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos el 10 de abril de 2018.
7. Acuse de recepción del Registro de la Confirmación del Sistema de Administración para la Distribución de Gas L.P. y/o Petrolíferos, No. De tramite ASEA-01-006-00005-2019. Emitido por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos con fecha del 10 de enero de 2019.
8. Oficio 117.-DGISOS.222/2019 de la Evaluación de Impacto Social (EVIS), emitido por la Dirección General de Impacto Social y Ocupacional Superficial fechado el 23 de septiembre de 2019.
9. Resolución Núm. RES/1458/2019 por la modificación del permiso de distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución LP/19918/DIST/PLA/2017 por el aumento de capacidad de 76,000 litros a 150,000 en un solo tanque, emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 29 de noviembre de 2019.
10. Licencia de uso de suelo oficio DU-04889-21. Emitida por el H. Ayuntamiento Constitucional de Valladolid, Estado de Yucatán (Dirección de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vías Terrestres) con fecha del 08 de febrero de 2021.

DICTAMENES TÉCNICOS

1. Dictamen de verificación de instalaciones eléctricas No. DVNP12-2019-UVSEIE 477-A/000124, en conformidad con la NOM-001-SEDE-2012, emitido por la Unidad de Verificación en Instalaciones Eléctricas Ing. Felipe Ángel Luna López, No. De Registro UVSEIE 477-A con fecha del 25 de julio de 2019.
2. Dictamen Técnico No. 001/PLA.001/VALLADOLID/2021, en cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Planta de distribución de gas L.P., Distribución, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación, emitido por la UVSELP 036-C, emitido por el Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles, con fecha de 04 de enero de 2021.

EXPEDIENTE ASEA

1. Orden de visita de inspección, No. De expediente ASEA/USIVI/DGSIVC/5S.2.1/964/2019, No. De oficio ASEA/USIVI/DGSIVC/5S.2.1/GLPPLA/YUC/OI-7463/2019. Emitido por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos fechada el 01 de octubre de 2019.
2. Acta circunstanciada de inspección No. ASEA/USIVI/DGSIVC/5S.2.1/GLPPLA/YUC/VNPO-AC-7463/2019, emitida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos fechada el 09 de octubre de 2019.
3. Resolución ASEA Oficio no. ASEA/USIVI/DGSIVC-A1/1260/2020 con no. De expediente ASEA/USIVI/DGSIVC/SS.2.1/964/2019 con fecha del 3 de septiembre del 2020.
4. Oficio no. ASEA/UGSIVC/DGGC/12865/2020 emitido por la Dirección General de Gestión Comercial de fecha 18 de diciembre del 2020.

MEMORIAS TÉCNICAS

- ⇒ MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN CIVIL.
- ⇒ MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN MECÁNICA.
- ⇒ MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN CONTRA INCENDIO.
- ⇒ MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN ELÉCTRICA.

Avaladas por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. L.P. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles, con No de registro UVSELP 036-C, con fecha de junio de 2018.

PLANOS

- ⇒ PLANOMÉTRICO
- ⇒ PLANO CIVIL
- ⇒ PLANO MECÁNICO
- ⇒ PLANO ELÉCTRICO "A"
- ⇒ PLANO ELÉCTRICO "B"
- ⇒ PLANO ELÉCTRICO "C"
- ⇒ PLANO SISTEMA CONTRA INCENDIO "A"
- ⇒ PLANO SISTEMA CONTRA INCENDIO "B"

Avaladas por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. L.P. Ing. Luis Miguel Bucio Ángeles, con No de registro UVSELP 036-C, con fecha de junio de 2018.