ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO I.
DATOS GENERALES

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental.
Privada 19 sur 1907, Colonia Santiago, en Puebla, Puebla. C.P. 72160. Tel: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) se realiza para la actividad de Distribución de Gas Licuado de Petróleo (Gas L.P.) mediante Planta de Distribución, misma que efectúa la empresa “Sonigas, S.A. de C.V.” bajo el amparo del Título de Permiso: Núm. LP/14923/DIST/PLA/2016 y con ubicación en calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, municipio de Mérida, estado de Yucatán.

Actualmente, la distribución de Gas L.P. mediante planta de distribución se lleva a cabo con una capacidad instalada de almacenamiento temporal de 750,000 litros equivalentes a 443,865 kg, distribuidos en tres recipientes del tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad individual de 250,000 litros al 100 % agua. Además, de forma complementaria, la empresa cuenta con una flotilla de autotanques y vehículos de reparto a fin de realizar la distribución. Por lo anterior, la actividad efectuada por “Sonigas, S.A. de C.V.” es considerada altamente riesgosa.

De acuerdo con el oficio 513.DOS/PER-III-0046/14 emitido por Dirección General de Gas L.P. esta planta inició operaciones el 11 de febrero de 2014 bajo el amparo del Título de Permiso de Distribución mediante Planta de Distribución de Gas L.P. No. PAD-YUC-04130442 para una capacidad de almacenamiento de 500,000 litros agua al 100% en dos recipientes.

La instalación cuenta con autorización en materia de impacto y riesgo ambiental mediante oficio No. SGPA/DGIRA/DG/03258, emitida por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental con fecha del 17 de mayo de 2013. Además, cuenta con la aprobación del Programa para la Prevención de Accidentes mediante oficio No. DGGIMAR.710/004656 emitido por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas con fecha del 03 de junio de 2014.

Posteriormente, en junio de 2019, la empresa llevó a cabo modificaciones al proyecto, relacionadas con el aumento de la capacidad de almacenamiento de Gas L.P. de 500,000 litros, distribuidos en dos recipientes con capacidad individual de 250,000 litros a 750,000 litros, distribuidos en tres tanques de 250,000 litros, modificación autorizada mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/8361/2019, emitido por la Dirección General de Gestión Comercial y fechado el 04 de septiembre de 2019. Asimismo, la empresa obtuvo la aprobación de la modificación del permiso de distribución de gas licuado de petróleo mediante planta de distribución por el aumento de capacidad de las instalaciones, de acuerdo con el resolutivo Núm. RES/1460/2019 emitido por la Comisión Reguladora de Energía.

El presente estudio integra técnicas de análisis para la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos de procesos, con el objetivo de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los escenarios de riesgo generados en la etapa operativa de la actividad de distribución de Gas L.P. mediante planta de distribución. Los escenarios de riesgo determinados se analizan para conocer los efectos y la vulnerabilidad hacia el personal, población, medio ambiente e instalaciones. Como resultado del análisis en conjunto, se proponen recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción del riesgo a un nivel tan bajo como sea razonablemente factible.

I.1 Nombre o razón social de la empresa u organismo.

"SONIGAS, S.A. DE C.V."

Consultar Anexo 002. Aspectos legales, en donde se encuentra el acta constitutiva de la empresa.

I.2 Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.

S O N 9 9 0 5 1 1 M I 0

En el Anexo 002. Aspectos Legales se integra una copia de la Cédula de identificación Fiscal de la empresa.

I.3 Actividad productiva principal del establecimiento.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución, con Título de Permiso LP/14923/DIST/PLA/2016.

En el Anexo 003. Autorizaciones y permisos, se integra el título de permiso y la carátula emitidas por la CRE.

I.4 Clave del Catálogo MAP.

623094: Comercio de Gas Licuado de Petróleo en Tanques Portátiles o Estacionarios, de acuerdo con la Clasificación Mexicana de actividades y Productos 1999 (CMAP)

I.5 Código ambiental.

Clave Única de Registro del Regulado (CURR): A S E A - S O S 1 8 1 3 4 L
Número de Registro Ambiental: S O N 3 1 0 5 0 0 0 1 0 8

I.6 Domicilio del establecimiento.

Calle 22 No. 321, Col. Ciudad Industrial, municipio de Mérida, estado de Yucatán.

I.7 Domicilio para oír y recibir notificaciones.

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

I.8 Fecha de inicio de operaciones.

De acuerdo con el oficio 513.DOS/PER-III-0046/14 emitido por Dirección General de Gas L.P. esta planta inició operaciones el 11 de febrero de 2014 bajo el amparo del Título de Permiso de Distribución mediante Planta de Distribución de Gas L.P. No. PAD-YUC-04130442.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS INSTALACIONES



SoniGas

Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.
Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14''	20°56'11.26''	20°56'9.62''
Longitud	89°40'49.51''	89°40'51.15''	89°40'55.83''	89°40'53.90''

Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V.



Fuente: Google Earth.

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	05/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.I-1 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.**
02				
03				

I.9 Número de trabajadores por día y por turno laborado.

Tipo de personal	1er Turno
Personal Operativo	10
Personal Administrativo	07
Ventas	04
Personal sindicalizado	56
Total	77

I.10 Participación de capital.

Solo capital mexicano.

I.11 Número de empleos indirectos a generar.

No Aplica.

I.12 Inversión estimada (M.N.)

No Aplica.

I.13 Nombre del gestor o promovente.

Jesús Villanueva Hernández.
Representante Legal.

En el Anexo 002. Aspectos Legales se presenta la escritura del Poder del Representante Legal.

I.14 Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.

VHJ670829DZ7

I.15 Departamento proponente del estudio de riesgo.

Representante Legal.

I.16 Nombre completo y firma del representante legal de la empresa bajo protesta de decir verdad.

Jesús Villanueva Hernández
Representante Legal

I.17 Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental.

I.18 Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

Privada 19 Sur 1907,
Colonia Santiago, Puebla, Puebla
C.P. 76160
Tel.: 01 (222) 281-02-89
Correo electrónico: ahg.consultoresambientales@gmail.com

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO II.
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental.
Privada 19 sur 1907, Colonia Santiago, en Puebla, Puebla. C.P. 72160. Tel: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

II.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

La empresa “Sonigas, S.A. de C.V. efectúa la actividad de Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución, la cual se encuentra ubicada en la calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, en el municipio de Mérida, estado de Yucatán. Asimismo, para llevar a cabo la distribución cuenta con una flotilla de autotanques y vehículos de reparto.

La materia para la operación de la planta, el Gas Licuado de Petróleo (Gas L.P.), definido como el combustible en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas.

La actividad prácticamente se basa en el trasiego del Gas L.P. de un recipiente a otro, es decir, se realiza la recepción de semirremolques para la guarda temporal y su posterior suministro a autotanques y recipientes transportables. Además, del trasiego a instalaciones de aprovechamiento de los usuarios finales.

Las líneas productivas involucran la recepción del Gas L.P. mediante semirremolques a través de dos compresores, para posteriormente llevar a cabo la guarda temporal del gas en tres recipientes del tipo cilíndrico horizontal con capacidad individual de 250,000 litros base agua al 100%, para finalmente por medio de cinco bombas de trasiego se realiza el trasiego de Gas L.P. hacia autotanques y recipientes transportables para su distribución a los usuarios finales. Asimismo, cada autotanque cuenta con su respectiva bomba para el trasiego de Gas L.P. para el suministro a recipientes estacionarios y el regulado, realiza la interconexión de los recipientes transportables a las instalaciones de aprovechamiento de los usuarios finales.

Por lo que de manera general se puede decir que las actividades que se llevan a cabo como parte de la actividad de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.” son relativamente sencillas, ya que no se llevan a cabo procesos de transformación de materiales ni se desarrollan reacciones químicas, aunque si se lleva a cabo el cambio de líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

Resumidamente, para efectuar la distribución de Gas L.P. la empresa hace uso de los siguientes elementos:

- Tomas de recepción de semirremolques mediante dos compresores.
- Zona de almacenamiento mediante tres recipientes de 250,000 L al 100 % agua cada uno.
- Tomas de suministro mediante dos bombas.
- Muelle de llenado de recipientes transportables mediante dos bombas.
- Toma de carburación de autoconsumo mediante una bomba.
- Flotilla de autotanques.
- Flotilla de vehículos de reparto.

II.2 FECHA DE INICIO DE OPERACIONES.

De acuerdo con el oficio 513.DOS/PER-III-0046/14 emitido por Dirección General de Gas L.P. esta planta inició operaciones el 11 de febrero de 2014 bajo el amparo del Título de Permiso de Distribución mediante Planta de Distribución de Gas L.P. No. PAD-YUC-04130442.

Consultar Anexo 003. Autorizaciones y permisos.

II.3 UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

De acuerdo con el proyecto civil el predio donde se halla instalada la planta tiene una superficie total de 11,261.58 m^2, el cual se encuentra ubicado en la calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, en el municipio de Mérida, estado de Yucatán.

En la tabla que se muestra a continuación, se indican las coordenadas de los vértices que conforman el predio que ocupa la Planta de Distribución de Gas L.P.

Tabla II. 1. Vértices de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Vértices	Coordenadas DATUM WGS84		Coordenada UTM Zona 16 Q	
	Latitud N	Longitud O	E	N
1	20°56’12.88”	89°40’49.51”	221234.19	2317496.74
2	20°56’14.14”	89°40’51.15”	221187.44	2317536.35
3	20°56’11.26”	89°40’55.83”	221050.56	2317449.99
4	20°56’9.62”	89°40’53.90”	221105.53	2317398.39

LOCALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES



Razón social

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación

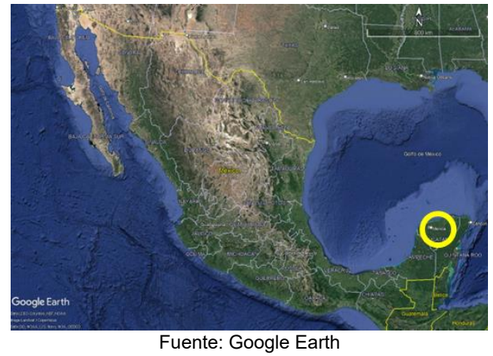
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas

Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología

Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V.



Fuente: Google Earth

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	05/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.II-1 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.**
02				
03				

VÉRTICES DE LA INSTALACIÓN



SoniGas

Razón social

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación

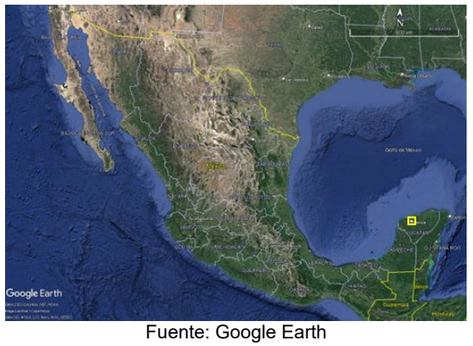
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas

Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14''	20°56'11.26''	20°56'9.62''
Longitud	89°40'49.51''	89°40'51.15''	89°40'55.83''	89°40'53.90''

Simbología

	Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V.
	Vértices del predio de la planta de Gas L.P.



Fuente: Google Earth

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	05/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		C.II-2 VÉRTICES DEL PREDIO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.
02				
03				

II.4 CRITERIOS, NORMAS, CÓDIGOS, ESTÁNDARES, BUENAS PRÁCTICAS, ENRTE OTRAS CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS BASES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.

Los criterios de diseño y construcción de esta planta se apegaron a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDG-1996**, "Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. Diseño y Construcción" que establecía los requisitos mínimos técnicos y de seguridad que se debían cumplir en el territorio nacional para el diseño y construcción de plantas de almacenamiento para Gas L.P., tal y como se señala el inicio de operaciones mediante oficio 513-DOS/PER-III-0046/14,donde la Dirección General de Gas L.P. señala que, la Unidad de Verificación Ing. [redacted], con número de registro UVSELP-036-C, determinó que las instalaciones, vehículos, equipos y programas de mantenimiento, seguridad y contingencias para la prestación del servicio cumplían con la NOM-001-SEDG-1996.

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

No obstante, el 22 de octubre de 2014, la Secretaría de Energía publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, "Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones de operación" misma que canceló y sustituyó a la NOM-001-SEDG-1996, razón por la cual, en cumplimiento a lo dispuesto en dicha norma, la Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de **"Sonigas, S.A. de C.V."** realizó las adecuaciones necesarias a fin de cumplir con los requerimientos con la normatividad vigente en la materia.

Actualmente, la planta cuenta con el Dictamen No. 008/PLA.001/MÉRIDA/2023 de conformidad con la **NOM-001-SESH-2014**, emitido por la Unidad de Verificación "Unidad de Inspección en Gas L.P." con registro UVESELP 036-C con fecha de emisión del 04 de julio de 2023. **Ver Anexo 005. Dictámenes técnicos.**

A continuación, se realiza una breve descripción de los aspectos más relevantes del cumplimiento de la Seguridad, Operación y Mantenimiento de la instalación en apego a la **NOM-001-SESH-2014** que actualmente rige a este tipo de instalaciones.

4. Especificaciones de diseño y construcción.

De acuerdo con el numeral **4.2.2.2.1**, los recipientes de almacenamiento deben ser del tipo intemperie y, en su fabricación cumplir con la Norma Oficial Mexicana **NOM-009-SESH-2011**, la que la sustituya, o la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente en su fecha de fabricación.

Actualmente, la distribución de Gas L.P. mediante planta de distribución se lleva a cabo con una capacidad instalada de almacenamiento temporal de 750,000 litros equivalentes a 443,865 kg, distribuidos en tres recipientes del tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad individual de 250,000 litros al 100 % agua cada uno.

De acuerdo con la placa de identificación del recipiente de almacenamiento No. I, este fue construido en junio de 2013 bajo los estándares establecidos en la Norma Oficial Mexicana **NOM-012/2-SEDG-2003.** En tanto que, el recipiente No. II fue construido en 2014 y el recipiente de almacenamiento No. III fue construido en enero de 2019 bajo los lineamientos

establecidos en la NOM-009-SESH-2011, por lo que estos aún no cumplen el periodo de diez años.

Según el numeral **4.2.3.1**, respecto a las especificaciones del proyecto eléctrico, se establece que, "debe contarse 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".

La 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 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.

Inicialmente, el proyecto eléctrico de las instalaciones eléctricas de alumbrado, fuerza y sistema de tierra física de la planta se realizó conforme a las especificaciones de carácter técnico que establecía la **NOM-001-SEDE-2005** relativa a las instalaciones eléctricas (utilización) avaladas por el Ing. [redacted] Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas UVSEIE153-A, además de considerar las especificaciones contenidas en la **Norma PEMEX de Clasificación de Áreas peligrosas y Selección de equipo eléctrico. 2.346.13.**

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Actualmente, las instalaciones eléctricas de la Planta de distribución de Gas L.P. cuentan con el dictamen de conformidad con la **NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización), con folio No. UVSEIE-275-A-072A/2021.** **Consultar Anexo 005. Dictámenes técnicos.**

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 se apegan a lo establecido en la sección 5 de esta Norma y en los planos y memorias técnico operativas 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.

Asimismo, la planta de distribución cuenta con un archivo en donde resguarda copia simple de:

- Título de Permiso para la Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución otorgado a Sonigas, S.A. de C.V. con No. LP/14923/DIST/PLA/2016
- Inicio de operaciones mediante oficio 513-DOS/PER-III-0046/14 emitido por la Dirección General de Gas L.P.
- Planos y memorias actualizados de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio de conformidad con la NOM-001-SESH-2014, avalados por el Ing. [redacted], Unidad de Verificación en materia de gas l.p., registro AUT.UVSELP 154.

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

- Resolución de la Comisión Reguladora de Energía que aprueba la modificación del Permiso de Distribución de gas licuado de petróleo mediante Planta de Distribución LP/14923/DIST/PLA/2016 otorgado a Sonigas, S.A. de C.V. por aumento de capacidad de las instalaciones.
- Dictamen No. 008/PLA.001/MÉRIDA/2023 de conformidad con la NOM-001-SESH-2014, emitido por la Unidad de Verificación “Unidad de Inspección en Gas L.P.” con registro UVESELP 036-C con fecha de emisión del 15 de octubre 2022.

Por otra parte, de acuerdo con el numeral 5.6.3, los titulares de los permisos de distribución mediante plantas de distribución deberán hacer del conocimiento de 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

En relación a este punto, de acuerdo con la visita de campo por parte de personal de CASIPA y con apoyo de la herramienta digital *“Google Earth”* se detectó que actualmente la planta no cumple con las distancias mínimas de separación entre elementos externos a la planta de distribución y la tangente de sus recipientes de almacenamiento, una vez que por el lindero Norte de la planta se ubica un conjunto de casas habitación (deshabitadas al momento de la visita al lugar), pertenecientes al fraccionamiento habitacional “Diamante Paseos de Opichen”, a una distancia aproximada de 82.67 m, medida de la tangente del recipiente de almacenamiento No.1 hasta la pared de la casa habitación más cercana de dicho fraccionamiento.

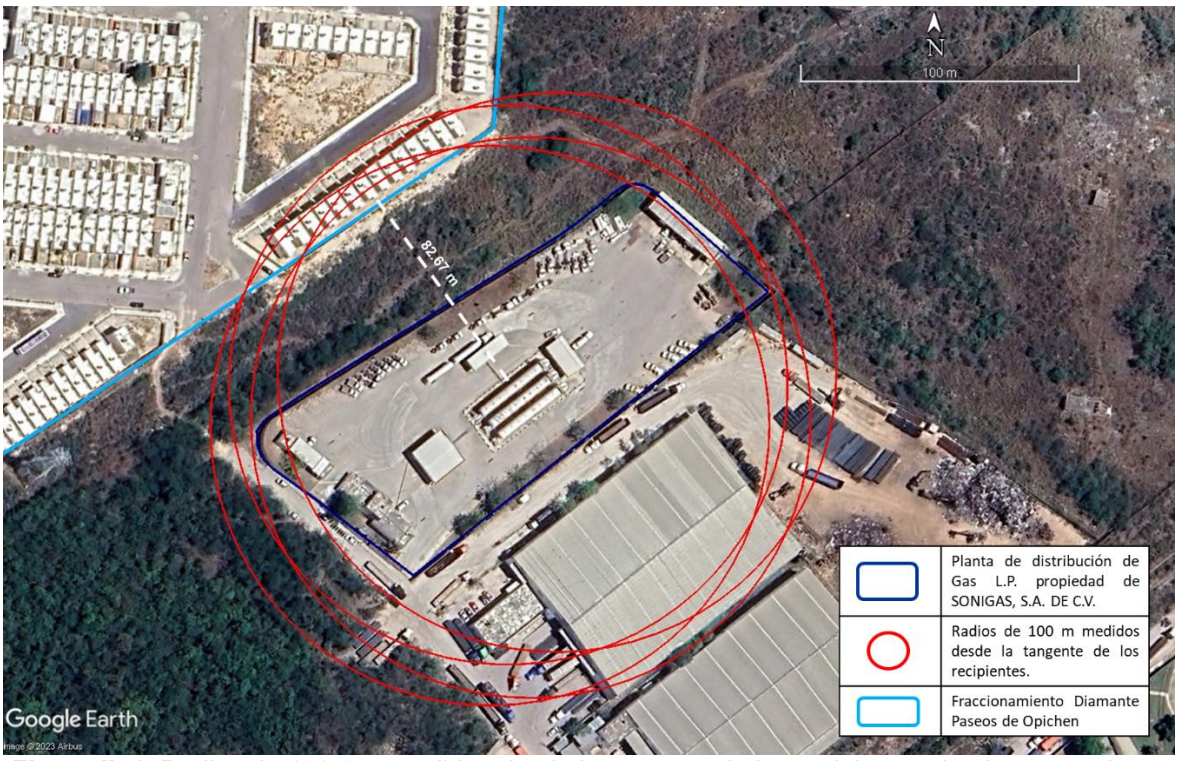
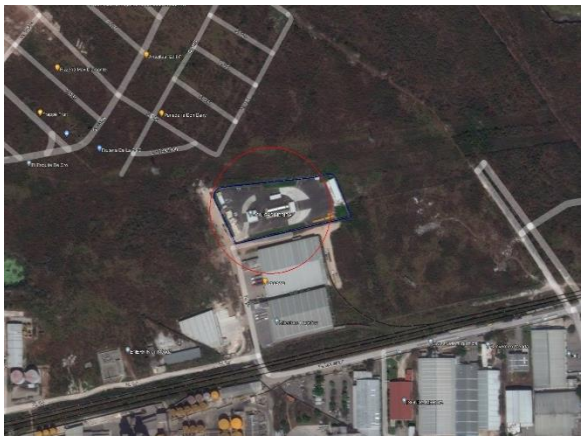


Figura II. 1. Radios de 100.0 m medidos desde la tangente de los recipientes de almacenamiento.

Respecto a esta situación cabe mencionar que, en febrero de 2014, fecha en que comenzó a operar la planta de distribución de Gas L.P., en un radio de 100 metros a partir de la tangente de los tanques de almacenamiento de Gas L.P. no existían casas habitación, escuelas, hospitales, iglesias o lugares de reunión, ya que, para obtener los permisos federales y locales uno de los requisitos que solicitaban las autoridades, era justamente que el lugar donde se desarrollaría el proyecto cumpliera con la distancia especifica que exige la normatividad en materia de Gas L.P.

Asimismo, es importante señalar que, cuando se llevó a cabo la modificación del proyecto, consistente en el aumento de la capacidad de almacenamiento de la planta, contempladas en el periodo que abarcaba del 2019-2020, las distancias mínimas de separación cumplían con lo señalado en la normatividad vigente en la materia.

En las siguientes imágenes se puede apreciar la secuencia cronológica del crecimiento del fraccionamiento habitacional “Diamante Paseos de Opichen”:



Fuente: Google Earth, marzo 2014



Fuente: Google Earth, abril 2015



Fuente: Google Earth, abril 2016



Fuente: Google Earth, febrero 2017



Fuente: Google Earth, junio 2020



Fuente: Google Earth, marzo 2021



Fuente: Satélite Maxar, marzo 2022



Fuente: Google Earth, abril 2023

En este sentido se cuenta con el siguiente expediente documental:

- **Factibilidad de uso de suelo** emitida por la Dirección de Desarrollo Urbano, Subdirección de Planeación, Departamento de Planeación Urbana con fecha del 12 de noviembre de 2012. La cual manifiesta que el predio de interés se ubica en una zona clasificada como **[ZI] / ZONA INDUSTRIAL.**

- **Oficio No. SGPA/DGIRA/DG/07985** emitido por la DGIRA de la SEMARNAT con fecha del 23 de septiembre de 2014 relativo a la presentación de la copia del acuse de entrega a la **Dirección de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento del municipio de Mérida**, en el que en cumplimiento a la condicionante No. 3, inciso b) de la autorización en materia de impacto ambiental mediante oficio No. SGPA/DGIRA/DG/03258 se remitió el **Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo Ambiental con los radios potenciales de afectación a efecto de que dicha instancia observara dentro de sus ordenamientos jurídicos la regulación del uso de suelo en la zona y que en el futuro estableciera criterios y/o lineamientos para la realización de actividades compatibles con el proyecto.**

- **Constancia de Hechos,** mediante Acta Núm. 598 (Quinientos noventa y ocho) fechada el 10 de octubre de 2022 ante Notario Público número noventa y nueve, Lic. Juan Francisco Roberto Monforte Méndez, para dar fe de unas nuevas construcciones y/o construcciones en curso dentro de un perímetro cercano a la planta de almacenaje y distribución de Gas L.P.

- **Escrito presentado ante Protección Civil del estado de Yucatán,** con sello de recepción fechado el 13 de diciembre de 2022, en el que se **denuncia la construcción de fraccionamiento habitacional al norte de la planta de distribución de Gas L.P.**

- **Escrito presentado ante Ayuntamiento de Mérida 2021-2024,** con sello de recepción fechado el 13 de diciembre de 2022, en el que se **denuncia la construcción de fraccionamiento habitacional al norte de la planta de distribución de Gas L.P.**

- **Escrito presentado ante** la Dirección General de Gestión Comercial. Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la **Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos,** con sello de recepción fechado el 15 de diciembre de 2022, en el que se **denuncia la construcción de fraccionamiento habitacional al norte de la planta de distribución de Gas L.P.**

En el Anexo 004. Documentos Técnicos, en donde se integra una copia de los documentos mencionados anteriormente.

Asimismo, para la selección de la zona donde se halla instalada la planta se consideró que el área en donde se encuentran estas instalaciones no se ubicara en ningún Área Natural Protegida (ANP) federal, estatal o municipal, además de la inexistencia de líneas de alta tensión y ductos conductores de gas o derivados petrolíferos que cruzaran el predio.

Del mismo modo, en su momento, se consideraron los criterios generales de diseño arquitectónico y estructural que se ven afectados por el lugar donde se encuentran localizadas las instalaciones y que son los referentes a los cálculos de los elementos estructurales, tales como cimentaciones, bases de los recipientes de almacenamiento, columnas, entre otros, considerando entonces la susceptibilidad de la zona a eventos de tipo geológico e hidrometeorológico. En la siguiente tabla se muestran los fenómenos susceptibles a encontrarse en la zona donde se encuentran las instalaciones, misma que se encuentran descritas en el Capítulo IV del presente estudio.

Tabla II. 2. Susceptibilidad de la zona a la ocurrencia de fenómenos naturales.

Fenómeno	Sí	No	Observación
Fenómenos hidrometeorológicos			
Sequía		X	La zona presenta un grado de vulnerabilidad y riesgo **"Bajo"**.
Heladas		X	El área presenta un índice de días con heladas **"Muy bajo"**.
Tormentas eléctricas		X	La zona donde se encuentra ubicada la planta presenta un índice de días con tormentas eléctricas **"Bajo"**.
Tormentas de granizo		X	El municipio de Mérida presenta un índice **"Muy bajo"** de peligro por tormentas de granizo.
Tormentas de nieve		X	La zona presenta un índice **"Muy bajo"** de peligro por nevadas.
Inundaciones	X		La zona en donde se localizan las instalaciones presenta un índice de vulnerabilidad y peligro por inundación **"Medio"**.
Ondas gélidas		X	El área en donde se ubican las instalaciones presenta un grado de peligro por bajas temperaturas **"Muy bajo".**
Ondas cálidas	X		El área donde se encuentra la planta presenta una vulnerabilidad por ondas cálidas **"Alta"**, en tanto que, el peligro es catalogado como **"Bajo"**.
Ciclones tropicales	X		El grado de peligro por presencia de ciclones tropicales es **"Alto"**, en tanto que, el riesgo es **"Muy Alto"**.
Tornados		X	En el municipio de Mérida **no** se han presentado tornados.
Fenómenos geológicos			
Hundimientos		X	En el municipio de Mérida **no** se han presentado hundimientos.
Susceptibilidad por laderas		X	La zona donde se encuentra la planta presenta una susceptibilidad por inestabilidad de laderas **"Muy baja"**.
Sismos		X	El área en donde se ubican las instalaciones se encuentra dentro de la **Zona A – Zona de baja intensidad**.

II.5 ACCESOS DE LA INSTALACIÓN.

El acceso a la instalación, es únicamente por vía terrestre a través de la Calle 22 No. 321 de la Col. Ciudad Industrial en Mérida, Yucatán.

Se cuenta, por el lindero suroeste, con un acceso controlado de 8.50 metros, y una salida de emergencia de 6.50 m por el mismo lindero. Cabe mencionar que, el acceso peatonal es parte integral del mismo, estas puertas son en su totalidad metálicas.

ACCESOS DE LA INSTALACIÓN



Razón social

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación

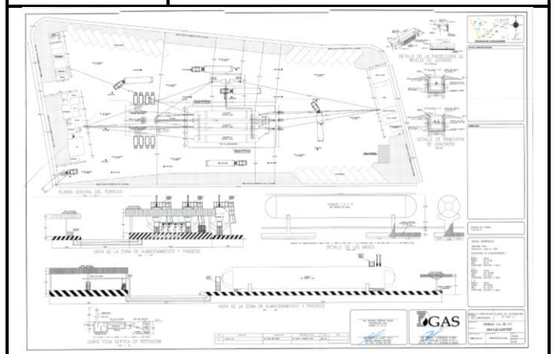
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas

Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología

	Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de Sonigas, S.A. de C.V.
	Entrada y salida de la planta
	Salida de emergencia
	Calle 22
	Calle 15
	Calle Treceava



Fuente: Plano Civil

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	05/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		C.II-3 ACCESOS DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.
02				
03				

II.6 CONTRATOS CON COMPAÑÍAS EXTERNAS.

No Aplica

II.7 AUTORIZACIONES OFICIALES CON LAS QUE SE CUENTA.

SONIGAS, S.A. DE C.V. cuenta con la siguiente documentación para llevar a cabo sus actividades:

- Título de Permiso de Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de distribución Núm. LP/14923/DIST/PLA/2016 emitido por la Comisión Reguladora de Energía.
- Inicio de operaciones con oficio 513-DOS/PER-III-0046/14 emitido por la SENER por conducto de la Dirección de Operación y Supervisión con fecha del 26 de febrero de 2014.
- Autorización en materia de Impacto Ambiental modalidad particular (MIA-P) y del Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales mediante oficio No. SGPA/DGIRA/DG/03258 con fecha del 17 de mayo de 2013.
- Aprobación del Programa para la Prevención de Accidentes mediante oficio DGGIMAR.710/004656 con fecha del 03 de junio de 2014.
- Modificación procedente por un aumento de capacidad de 500,000 litros distribuidos en dos recipientes de 250,000 a 750,000 litros distribuidos en tres recipientes de 250,000 litros mediante oficio ASEA/IGSIVC/DGGC/8361/2019 con fecha del 04 de septiembre de 2019.
- Resolución Núm. RES/1460/2019 de la modificación del permiso de distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución LP/14923/DIST/PLA/203, por aumento de capacidad de las instalaciones.
- Factibilidad de uso de suelo Trámite Núm. 0000071477 emitido por la Dirección de Desarrollo Urbano de Mérida Yucatán, el 12 de noviembre de 2012.
- Autorización de conformación del Sistema de Administración No. ASEA-SOS18134L-SA-00086-2020-DIS-00003-2023 con fecha del 23 de enero de 2023 emitida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección del Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Consultar Anexo 003. Autorizaciones y Permisos y Anexo 004. Documentos Técnicos.

II.8 ANEXO FOTOGRÁFICO.

En **el Anexo 001. Anexos de la Guía**, se integra un anexo fotográfico de la Planta de distribución de Gas L.P. en donde se describen los aspectos más relevantes de esta.

II.9 INDICAR SI LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR SE ECUENTRAN CONTEMPLADAS O PERMITIDAS EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPAL, ESTATAL O NACIONAL.

En este apartado, se presentan los ordenamientos jurídicos que son aplicables al área donde se encentran las instalaciones de SONIGAS, S.A. DE C.V. para lo que se hizo uso de herramientas digitales como lo son el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) y el Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE) proporcionadas por la SEMARNAT, resultando que para el sitio donde se encuentra la Planta de Distribución de Gas L.P. son aplicables los siguientes:

- Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán 2018 – 2024.
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida (2015 - 2018).

II.9.1 Plan Estatal de desarrollo urbano de Yucatán 2018-2024.

El Planta Estatal se elaboró de conformidad con lo establecido en el Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Planeación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de febrero de 2018, el cual establece en el transitorio quinto que, las Administraciones Públicas Federales correspondientes a los periodos 2018-2024 y 2024-2030 podrán considerar en su contenido las estrategias para el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus metas, contenidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, las cuales como podrán advertirse en el presente instrumento, fueron integradas para impulsar y garantizar el desarrollo sostenible del estado.

Ahora bien, se muestran los aspectos más relevantes que se vinculan con las actividades propias de la empresa y el desarrollo del Estado de Yucatán, entre los cuales se encuentra el Eje relacionado con la economía inclusiva, en cuya visión se espera ser un estado con niveles óptimos de crecimiento, desarrollo económico, productividad e inclusión social que permite a sus habitantes ejercer plenamente sus derechos económicos, donde la intervención gubernamental esté dirigida a mejorar las condiciones de bienestar e igualdad de oportunidades económicas para todos. Este eje sectorial contiene ocho políticas para atender problemáticas y potencializar fortalezas, destacando la tercera “Desarrollo industrial”, en donde el diagnostico muestra un crecimiento del PIB del Sector Secundario en el estado, y se pretende el incremento de la actividad económica por lo que se cuenta con diferentes estrategias orientadas al impulso, crecimiento y promoción de proyectos industriales.

En el Eje “Ciudades y comunidades sostenibles”, se hace mención a la aglomeración concentrada mayormente en la ciudad de Mérida, la cual ha crecido en los últimos años, generando así desigualdad en temas como la movilidad, densidad poblacional, servicios urbanos, crecimiento económico, acceso a la educación y medio ambiente; razón por la cual, se contempla el ordenamiento territorial en el presente PED, de acuerdo al diagnóstico presentado, se tiene que, según datos de la Encuesta Intercensal 2015, referente a las viviendas en las que sus ocupantes cocinan. 64.9% de las viviendas particulares habitadas cocinan con gas, resultado significativamente menor al promedio de 84.1% y el 31.2% de las viviendas lo hacen con leña o carbón, ante lo cual la OMS afirma que la contaminación

del aire al interior de las viviendas que utilizan estos materiales es peligrosa para la salud. Por lo que, entre las estrategias y líneas de acción se contempla impulsar un esquema de ordenamiento territorial de los asentamientos humanos que favorezca el desarrollo sostenible de las ciudades y comunidades, impulsar la elaboración de planes de ordenamiento ecológico local, estructurar los proyectos de infraestructura mediante una planeación consciente y racional con base en la rentabilidad económica y social, así como promover acciones para la sustitución del uso de leña y carbón dentro de las viviendas, entre otros.

II.9.2 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida (2015 - 2018)

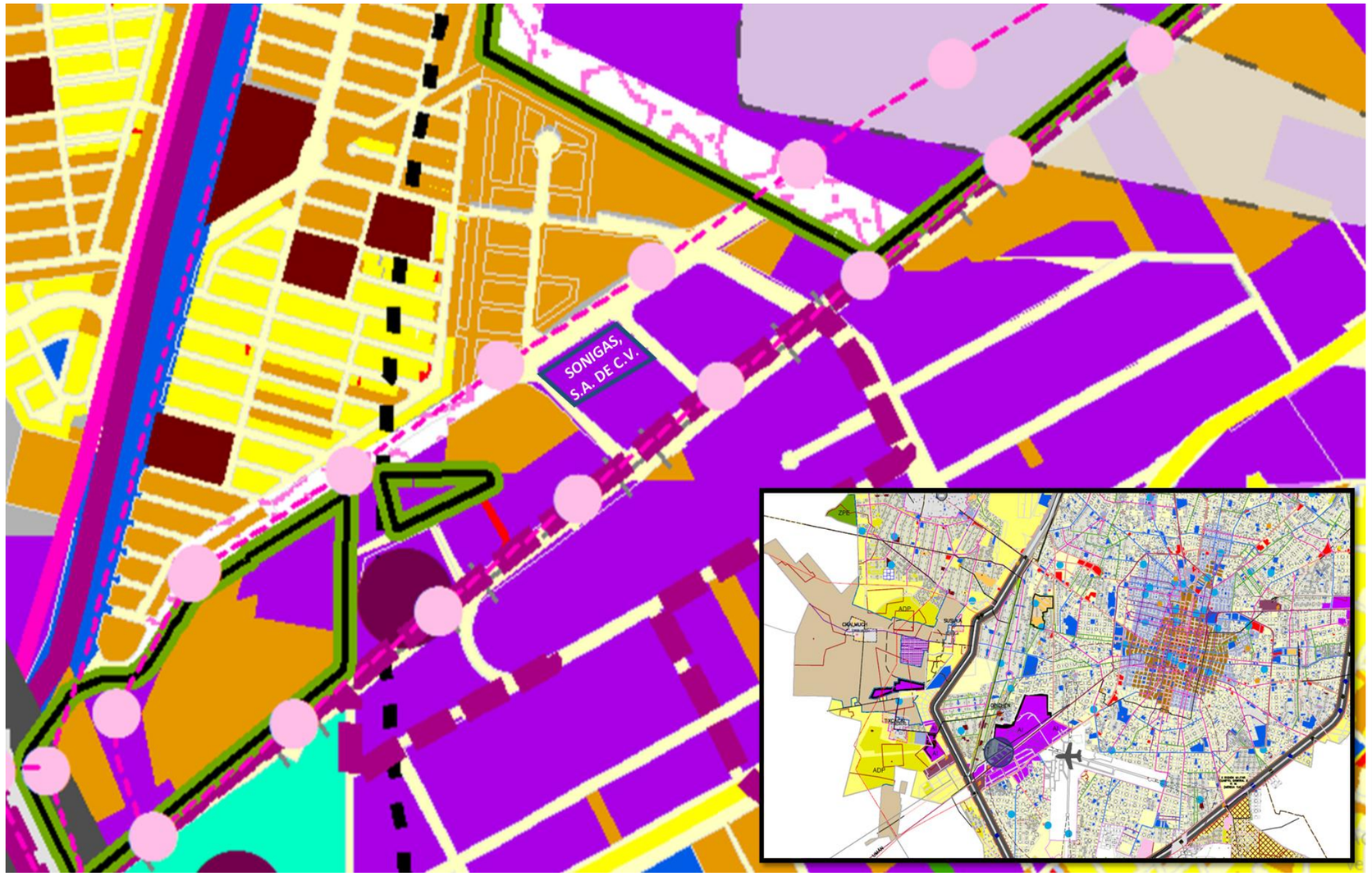
El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Mérida es un instrumento normativo que establece normas y criterios de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano en congruencia, coordinación y ajuste, otros niveles superiores de planeación, la normatividad vigente y las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs), siendo atribución del Ayuntamiento: (a) evaluar y vigilar su cumplimiento; (b) imponer sanciones administrativas a infractores de las disposiciones normativas establecidas; y (c) dar cuenta a las autoridades competentes, de las faltas y violaciones a las disposiciones jurídicas en la materia, para la aplicación de las sanciones correspondientes (LGAHOTDU: DOF No. 21, 2016, Artículo 11, fracción I y XIX).

Conforme a la LGAHOTDU, los Programas Municipales de Desarrollo Urbano señalarán las acciones específicas para el crecimiento, mejoramiento y conservación en su área de aplicación, constituyéndose como instrumentos estratégicos para la planeación de las acciones urbanísticas en un municipio; pero también como instrumentos normativos, al contener un conjunto de disposiciones jurídicas para la regulación del desarrollo urbano en los Asentamientos Humanos y Centros de Población, siendo que el cumplimiento de la disposiciones contenidas en dichos Programas, es obligatoria y no eximen la responsabilidad ciudadana de observar y cumplir con la normatividad aplicable no contenida en el mismo; asimismo, la Ley señala que el Programa, deberá establecer una Zonificación Primaria con visión a mediano y largo plazo (LGAHOTDU: DOF No. 21, 2016, Artículos 3, fracción XXXIX, 11, fracción I y XIX, 51 y 59).

Tomando en cuenta lo anterior, este programa establece los lineamientos que integran la zonificación Primaria del Municipio de Mérida, por lo que, una zona primaria es aquella que establece los criterios generales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, diferenciando las aptitudes del territorio para su aprovechamiento, protección, restauración y conservación. De acuerdo al Mapa de Uso de Suelo, la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. se encuentra ubicada en un Área Industrial (AI) que, de acuerdo al PMDU son aquellas establecidas en anteriores Programas de Desarrollo Urbano o proyectadas en este Programa, con carácter para la aglomeración de usos industriales y sus compatibles.

A continuación, se anexa un diagrama del uso de suelo de acuerdo a lo mencionado en este programa.

PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE MÉRIDA – USO DE SUELO

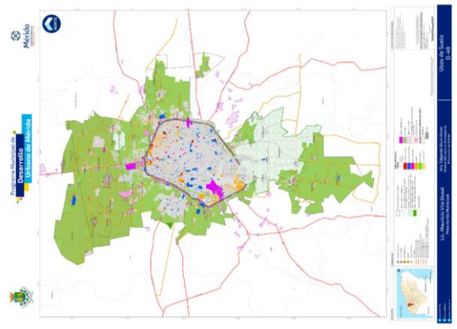


Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de Sonigas, S.A. de C.V.
	Áreas industriales
	Zona 1. Consolidación Urbana
	Zona 2. Crecimiento Urbano (Área urbanizable)
	Mixto



Fuente: Programa de Desarrollo Municipal de Mérida 2015 - 2018.

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	05/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.II-4 PROGRAMA DE DESARROLLO MUNICIPAL DE MÉRIDA – USO DE SUELO**
02				
03				

II.10 CARACTERISITICAS DE LOS EQUIPOS DE PROCESO PRINCIPALES Y AUXILIARES.

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

Tabla II. 3. Características de los equipos principales de la Planta de distribución de Gas L.P.

Descripción	Características		Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Tiempo de vida útil	Ubicación
Recipiente de almacenamiento 1	Marca:	TATSA	• Un termómetro marca Rochester con graduación de -50 a 50°C. • Un manómetro marca Metron con graduación de 0 a 21 kg/cm^2. • Un medidor de nivel de líquido marca Magnetel. • Dos válvulas de máximo llenado, localizadas una al 90 y la otra al 85% del nivel del recipiente. • Válvula interna neumática para gas líquido de 76 mm de diámetro. • Válvula interna neumática para gas – vapor de 51 mm de diámetro • Válvula interna neumática para gas – líquido de retorno de 51 mm de diámetro. • Dos válvulas multiport marca Rego con cuatro válvulas de seguridad con capacidad de 308 m^3/min cada una. • Como medida de seguridad se cuenta con cuatro extintores de PQS con capacidad de 50 kg cada uno. • Se cuenta con una alarma del tipo sonoro claramente audible con apoyo visual de confirmación. • Para el enfriamiento del recipiente se cuenta con 72 boquillas aspersoras repartidas uniformemente a lo largo del recipiente, estas tienen una capacidad de 29.52 LPM. • Además, se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.	De conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, se deberán obtener para los recipientes de almacenamiento a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y posteriormente, cada cinco años.	Zona de almacenamiento
	No. de serie:	TP-2192			
	Fecha de fabricación:	Junio 2013			
	Capacidad:	250,000 litros			
	Presión de trabajo:	1.72 MPa			
	Tara:	42,820 kg			
	Norma:	NOM-012/2-SEDG-2003			
	Forma de cabezas	Semiesféricas			
	Diámetro:	337.8 cm			
	Longitud:	2984.5 cm			
	Espesor del cuerpo:	18.46 mm			
	Material del cuerpo:	SA-612			
	Espesor de cabezas:	11.23 mm			
	Material de cabezas:	SA-612			

Tabla II. 3. Características de los equipos principales de la Planta de distribución de Gas L.P. (continuación)

Descripción	Características		Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Tiempo de vida útil	Ubicación
Recipiente de almacenamiento 2	Marca:	CYTSA	• Un medidor para nivel de líquido marca Magnetel. • Un termómetro marca Rochester con graduación de -50 a 100°C. • Un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm^2. • Dos válvulas de máximo llenado, localizadas una al 90 y la otra al 85% del nivel del recipiente. • Válvula interna neumática para gas líquido de 76 mm de diámetro • Válvula interna neumática para gas – vapor de 51 mm de diámetro • Válvula interna neumática para gas – líquido de retorno de 51 mm de diámetro. • Dos válvulas multiport marca Rego con cuatro válvulas de seguridad con capacidad de 308 m^3/min cada una. • Como medida de seguridad se cuenta con cuatro extintores de PQS con capacidad de 50 kg cada uno. • Se cuenta con una alarma del tipo sonoro claramente audible con apoyo visual de confirmación. • Para el enfriamiento del recipiente se cuenta con 72 boquillas aspersoras repartidas uniformemente a lo largo del recipiente, estas tienen una capacidad de 29.52 LPM. • Además, se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.	De conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, se deberán obtener para los recipientes de almacenamiento a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y posteriormente, cada cinco años.	Zona de almacenamiento
	No. de serie:	TP-14558			
	Fecha de fabricación:	Febrero 2014			
	Capacidad:	250,000 litros			
	Presión de trabajo:	1.72 MPa			
	Tara:	45,456			
	Norma:	NOM-009-SESH-2011			
	Forma de cabezas	Semiesféricas			
	Diámetro:	334.5 cm			
	Longitud:	2961 cm			
	Espesor del cuerpo:	18.4 mm			
	Material del cuerpo:	SA-612			
	Espesor de cabezas:	9.9 mm			
	Material de cabezas:	SA-612			

Tabla II. 3. Características de los equipos principales de la Planta de distribución de Gas L.P. (continuación)

Descripción	Características		Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Tiempo de vida útil	Ubicación
Recipiente de almacenamiento 3	Marca:	TATSA	• Un medidor para nivel de líquido marca Magnetel. • Un termómetro marca Metrón con graduación de -50 a 50°C. • Un manómetro marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm^2. • Dos válvulas de máximo llenado, localizadas una al 90 y la otra al 85% del nivel del recipiente. • Válvula interna neumática para gas líquido de 76 mm de diámetro • Válvula interna neumática para gas – vapor de 51 mm de diámetro. • Válvula interna neumática para gas – líquido de retorno de 51 mm de diámetro. • Dos válvulas multiport marca Rego con cuatro válvulas de seguridad con capacidad de 308 m^3/min cada una. • Como medida de seguridad se cuenta con cuatro extintores de PQS con capacidad de 50 kg cada uno. • Se cuenta con una alarma del tipo sonoro claramente audible con apoyo visual de confirmación. • Para el enfriamiento del recipiente se cuenta con 72 boquillas aspersoras repartidas uniformemente a lo largo del recipiente, estas tienen una capacidad de 29.52 LPM. • Además, se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.	De conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, se deberán obtener para los recipientes de almacenamiento a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y posteriormente, cada cinco años.	Zona de almacenamiento
	No. de serie:	TP-2338			
	Fecha de fabricación:	Enero 2019			
	Capacidad:	250,000 litros			
	Presión de trabajo:	1.72 MPa			
	Tara:	46,038 kg			
	Norma:	NOM-009-SESH-2011			
	Forma de cabezas	Semiesféricas			
	Diámetro:	337.8 cm			
	Longitud:	2984.2 cm			
	Espesor del cuerpo:	18.48 cm			
	Material del cuerpo:	SA-612			
	Espesor de cabezas:	11.22 cm			
	Material de cabezas:	SA-612			

Tabla II. 3. Características de los equipos principales de la Planta de distribución de Gas L.P. (continuación)

Descripción	Características		Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Tiempo de vida útil	Ubicación
Bomba de trasiego I y II	Operación básica:	Llenado de cilindros	• Las bombas, junto con su motor, se encuentran cimentados a bases metálicas, las que a su vez se fijan por medio de tornillos anclados 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 interruptores automáticos de sobrecarga, además se encuentra conectados a "tierra". • A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 38 mm de diámetro para retorno de gas – líquido excedente al recipiente de almacenamiento, esta válvula está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm^2. • Se cuenta con cuatro extintores de PQS de 9 kg cada uno y un extintor de carretilla de PQS de 9 kg. • Se cuenta con un sistema de alarma eléctrico tipo sonoro con apoyo visual de confirmación. • Además, se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.	Con base en el Diario Oficial de la Federación (DOF), "Parámetros de Estimación de vida útil", publicado el 15 de agosto de 2012, para maquinaria y equipo industrial la vida útil es de 10 años, considerando un uso normal y adecuado, no obstante, se debe realizar mantenimiento periódico, para mantener la maquinaria y equipo de la planta en óptimas condiciones, o de ser necesario realizar el reemplazo de alguno de ellos.	Zona de almacenamiento
	Marca:	Blackmer			
	Modelo:	LGLD3			
	Motor eléctrico:	10 HP			
	Capacidad nominal:	378 LPM			
	Presión diferencial de trabajo (máx.):	5 kg/cm^2			
Bomba de trasiego III y IV	Operación básica:	Llenado de autotanques	• Las bombas, junto con su motor, se encuentran cimentados a bases metálicas, las que a su vez se fijan por medio de tornillos anclados 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 interruptores automáticos de sobrecarga, además se encuentra conectados a "tierra". • A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 38 mm de diámetro para retorno de gas – líquido excedente al recipiente de almacenamiento, esta válvula está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm^2. • Se cuenta con un extintor de PQS de 9 kg en cada bomba. • Se cuenta con un sistema de alarma eléctrico tipo sonoro con apoyo visual de confirmación. • Además, se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.	Con base en el Diario Oficial de la Federación (DOF), "Parámetros de Estimación de vida útil", publicado el 15 de agosto de 2012, para maquinaria y equipo industrial la vida útil es de 10 años, considerando un uso normal y adecuado, no obstante, se debe realizar mantenimiento periódico, para mantener la maquinaria y equipo de la planta en óptimas condiciones, o de ser necesario realizar el reemplazo de alguno de ellos.	Zona de almacenamiento
	Marca:	Blackmer			
	Modelo:	LGLD3			
	Motor eléctrico:	10 HP			
	Capacidad nominal:	378 LPM			
	Presión diferencial de trabajo (máx.):	5 kg/cm^2			

Tabla II. 3. Características de los equipos principales de la Planta de distribución de Gas L.P. (continuación)

Descripción	Características		Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Tiempo de vida útil	Ubicación
Bomba de trasiego V	Operación básica:	Carburación de autoconsumo	• Las bombas, junto con su motor, se encuentran cimentados a bases metálicas, las que a su vez se fijan por medio de tornillos anclados 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 interruptores automáticos de sobrecarga, además se encuentra conectados a “tierra”. • A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 38 mm de diámetro para retorno de gas – líquido excedente al recipiente de almacenamiento, esta válvula está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm^2. • Se cuenta con un extintor de PQS de 9 kg en cada bomba. • Se cuenta con un sistema de alarma eléctrico tipo sonoro con apoyo visual de confirmación. • Además, se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.	Con base en el Diario Oficial de la Federación (DOF), “Parámetros de Estimación de vida útil”, publicado el 15 de agosto de 2012, para maquinaria y equipo industrial la vida útil es de 10 años, considerando un uso normal y adecuado, no obstante, se debe realizar mantenimiento periódico, para mantener la maquinaria y equipo de la planta en óptimas condiciones, o de ser necesario realizar el reemplazo de alguno de ellos.	Zona de almacenamiento
	Marca:	Blackmer			
	Modelo:	LGLD2E			
	Motor eléctrico:	5 HP			
	Capacidad nominal:	234 LPM			
	Presión diferencial de trabajo (máx.):	5 kg/cm^2			
Compresor de trasiego I y II	Operación básica:	Descarga de semirremolques	• Los compresores, junto con su motor, se encuentran cimentados a bases metálicas, las que a su vez se fijan por medio de tornillos anclados a otra base de concreto. • Los motores eléctricos acoplados a los compresores son los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuentan con interruptores automáticos de sobrecarga, además se encuentra conectados a “tierra”. • Se cuenta con un extintor de PQS de 9 kg en cada compresor. • Se cuenta con un sistema de alarma eléctrico tipo sonoro con apoyo visual de confirmación. • Además, se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.	Con base en el Diario Oficial de la Federación (DOF), “Parámetros de Estimación de vida útil”, publicado el 15 de agosto de 2012, para maquinaria y equipo industrial la vida útil es de 10 años, considerando un uso normal y adecuado, no obstante, se debe realizar mantenimiento periódico, para mantener la maquinaria y equipo de la planta en óptimas condiciones, o de ser necesario realizar el reemplazo de alguno de ellos.	Tomas de recepción
	Marca:	Blackmer			
	Modelo:	LB601B			
	Motor eléctrico:	25 H			
	RPM:	790			
	Capacidad nominal:	1,329 LPM			

Tabla II. 3. Características de los equipos principales de la planta de distribución de Gas L.P. (continuación)

Descripción	Características		Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Tiempo de vida útil	Ubicación
Básculas	Se cuenta con nueve básculas instaladas sobre el muelle de llenado, de las cuales ocho son para el llenado y la última para el repeso de los cilindros, estás tienen una capacidad de 260 kg cada una.		• Las básculas se encuentran conectadas al sistema general de conexiones a "tierra". • Se cuenta con cuatro extintores de PQS de 9kg cada uno en el muelle de llenado, además de un extintor de PQS de 50 kg. • Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. • Además, se cuenta con un sistema de alarma eléctrico del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.	Con base en el Diario Oficial de la Federación (DOF), "Parámetros de Estimación de vida útil", publicado el 15 de agosto de 2012, para maquinaria y equipo industrial la vida útil es de 10 años, considerando un uso normal y adecuado, no obstante, se debe realizar mantenimiento periódico, para mantener la maquinaria y equipo de la planta en óptimas condiciones, o de ser necesario realizar el reemplazo de alguno de ellos.	Muelle de llenado
Autotanques	Marca	TATSA, CYTSA, METSA, TANCYLSA, OpZC	• Medidor Magnetel Rochester. • Bomba Blackmer de 51 mm • Válvula de cierre rápido nariz corta 19.05 o 25.4 mm. • Medidor Neptune con registro electrónico. • Carrete CMS con 45 metros de manguera con 24.5 mm de diámetro. • By Pass automático de 32 mm. • Termómetro 13 x 152 mm (-50°C a 50°C). • Válvula de llenado de 76 mm. • Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 21 kg/cm^2). • Extintor de polvo químico seco.	De conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, se deberán obtener para los recipientes de almacenamiento a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y posteriormente, cada cinco años.	Los estacionamientos se encuentran en los linderos Noroeste, noreste y suroeste.
	Según norma:	NOM-009-SESH-2011 y código ASMe sección VIII, Div 1.			
	Capacidad:	5,200 l (3 unidades), 12,900 l (2 unidades), 3,300 l (4 unidades), 6,189 l (una unidad), 4,000 l (10 unidades), 5,000 l (una unidad), 5,500 l (una unidad), 8,000 l (una unidad), 18,000 l (una unidad)			
	Presión de diseño:	17.58 kg/cm^2			
	Presión de prueba hidrostática:	1.3 veces la presión de diseño			
	Forma de las cabezas:	Semiesféricas en gajos			

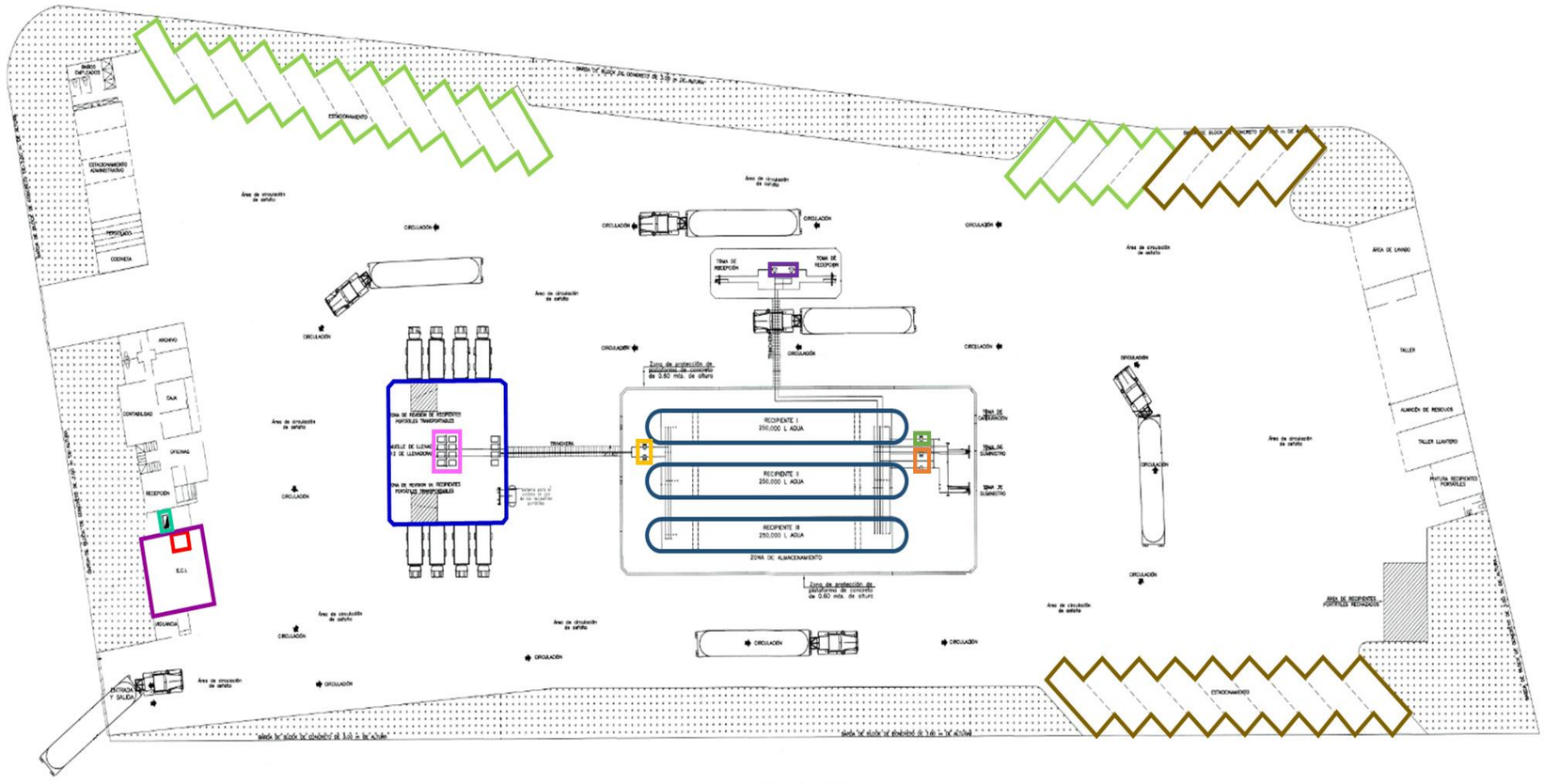
Tabla II. 3. Características de los equipos principales de la planta de distribución de Gas L.P. (continuación)

Descripción	Características		Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Tiempo de vida útil	Ubicación
Recipientes de carburación	Marca:	CYTSA, TATSA, PEPER TANKS,	• Válvula de llenado. • Válvula de servicio • Válvula de máximo llenado (al 85%) • Válvula de seguridad • Medidor magnético de nivel de líquidos. • Protector metálico de válvulas en acero al carbón.	De conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, se deberán obtener para los recipientes de almacenamiento a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y posteriormente, cada cinco años.	Los estacionamientos se encuentran en los linderos Noroeste, noreste y suroeste.
	Según norma:	NOM-009-SESH-2011 y código ASMe sección VIII, Div 1.			
	Capacidad:	120 l (12 unidades), 118.88 l (5 unidades), 130 l (15 unidades), 150 l (1 unidad)			
	Presión de diseño:	17.58 kg/cm^2			
	Presión de prueba hidrostática:	22.86 kg/cm^2			
Recipientes transportables	La Planta cuenta con un parque vehicular para llevar a cabo la distribución de Gas L.P. a través de vehículos que trasladan recipientes transportables para su venta, sin embargo, no se proporcionó información sobre el número de recipientes que se llenan, ni la cantidad de recipientes trasladada por cada unidad de reparto		• Válvula de servicio con válvula de seguridad integrada.	El uso se encuentra sujeto al cumplimiento, en todo momento, de las especificaciones señaladas en la NOM-213-SCFI-2018.	Muelle de llenado.

Tabla II. 4. Características de los Equipos auxiliares de la Planta de distribución de Gas L.P.

Descripción	Características		Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Tiempo de vida útil	Ubicación
Bomba eléctrica	Operación básica:	Sistema contra incendio	Para la protección de las bombas, en el cuarto de máquinas se cuenta con un extintor de PQS de 9 kg de capacidad	Con base en el Diario Oficial de la Federación (DOF), "Parámetros de Estimación de vida útil", publicado el 15 de agosto de 2012, para maquinaria y equipo industrial la vida útil es de 10 años, considerando un uso normal y adecuado, no obstante, se debe realizar mantenimiento periódico, para mantener la maquinaria y equipo de la planta en óptimas condiciones, o de ser necesario realizar el reemplazo de alguno de ellos.	Cuarto de equipo contra incendio
	Motor:	75 HP			
	Capacidad nominal:	3,500 LPM			
	Presión diferencial de trabajo (máx.):	7 kg/cm^2			
Bomba de combustión interna	Operación básica:	Sistema contra incendio	Para la protección de las bombas, en el cuarto de máquinas se cuenta con un extintor de PQS de 9 kg de capacidad		Cuarto de equipo contra incendio
	Motor:	86 HP			
	Capacidad nominal:	3,500 LPM			
	Presión diferencial de trabajo (máx.):	7 kg/cm^2			
Transformador eléctrico	Cuenta con tres fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y apartarrayos autovalvulares 1F, 12 KV.		Cuenta con interruptor termomagnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa medición.		Limite oeste de la planta
Tablero principal	Compuesto por interruptores, arrancadores y tableros de alumbrado.		Se cuenta con un extintor de CO_2, mismo que consta de una capacidad de 9 kg.		Cuarto de tablero eléctrico
Compresor de aire	Marca:	ICM	------	Aproximadamente 15 años, al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Cuarto de equipo contra incendio
	Modelo:	CBS 531			
	Desplazamiento:	22.1 cfm			
	Presión Máxima:	175 psig			
	Motor:	5 HP			
	RPM	588			

EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES DE LA PLANTA



SoniGas	**Razón social**
	SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación

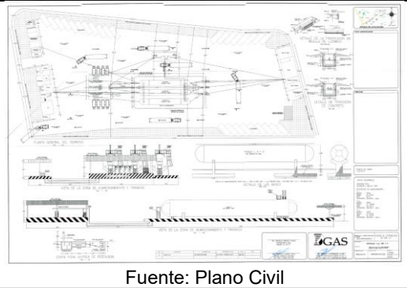
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas

Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología

	Recipientes de almacenamiento
	Bombas de trasiego I y II
	Bombas de trasiego III y IV
	Bomba de trasiego V
	Compresores I y II
	Básculas
	Autotanques
	Vehículos de reparto
	Recipientes transportables
	Compresor de aire
	Equipo contra incendio (bombas)
	Tablero eléctrico



Fuente: Plano Civil

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	10/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.II-5 EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.**
02				
03				

II.11 SISTEMAS DE SEGURIDAD.

II.11.1 Cuarto de control.

La Planta no cuenta con un cuarto de control ni un centro de control de motores, sin embargo, cuenta con un Tablero Principal ubicado cerca del lindero suroeste junto al cuarto de equipo contra incendio, desde el cual se puede controlar el suministro de energía eléctrica a cualquier punto de la planta de distribución.

Este tablero está formado por interruptores, arrancadores y tableros de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, y contiene los siguientes componentes:

- Tablero principal: del tablero 1 se deriva la alimentación general para accionamiento de motores, así como para alumbrado de la zona de almacenamiento y trasiego.

- Alimentación contra incendio: dentro de la caseta de equipo contra incendio se ubicó el interruptor subgeneral SG-1que alimenta al arrancador del motor de la bomba contra incendio y al servicio de alumbrado y de recarga de baterías del mismo cuarto.

- Derivaciones hacia motores: las derivaciones de alimentación hacia motores parten directamente desde los arrancadores colocados en el tablero principal. Cada circuito corre por canalización individual para mejor atención y mantenimiento y facilidad de identificación.

- Control de motores: todos los motores se controlan por estaciones de botones a prueba de explosión, los conductores de estas botoneras, son llevados hasta arrancadores contenidos en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior y alumbrado de andenes.

- Alumbrado exterior: el alumbrado general está instalado en postes con unidades Nema 1, unidades de cuarzo de 500W con postes de 9 metros, 220 V. Los postes para alumbrado están protegidos con postes de concreto de 1.00 metro de altura contra daños mecánicos. El alumbrado de andenes está instalado en las techumbres correspondientes con unidades a prueba de explosión, incandescentes, 127 V a 160 W.

En cuanto al control y monitoreo del proceso, se cuenta con medidores másicos ubicados en las tomas de recepción, suministro y carburación, los cuales tienen una tasa de flujo máxima de 310 l/min y mínima de 30 l/min y, al estar conectados a un registro electrónico permiten medir el caudal de Gas L.P. ofreciendo una mayor precisión en la información recibida.

Consultar Anexo 008. Memorias Técnico Descriptivas y Anexo 009. Plano del proyecto eléctrico y mecánico.

II.11.2 Sistemas de aislamiento de diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio.

A continuación, se describen los sistemas de aislamiento con lo que cuenta la Planta de Distribución de Gas L.P.

Tabla II. 5. Sistemas de aislamiento en las instalaciones.

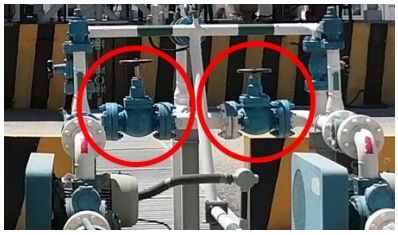
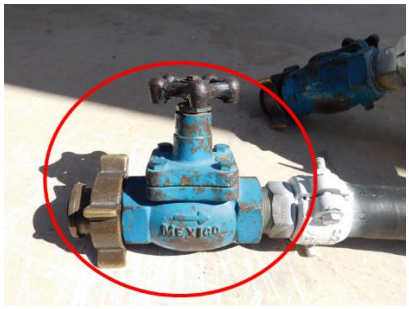
Elemento	Función	Ubicación	Vista
Válvulas de globo o bola	Dispositivos mecánicos de operación manual que permiten o impiden el flujo de Gas L.P. al accionar su maneral de forma manual.	En diversos puntos de la instalación se tienen válvulas de globo y bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/cm^2, las que permanecen “cerradas” o “abiertas”, según el sentido del flujo que se requiera.	   

Tabla II.5. Sistemas de aislamiento en las instalaciones (continuación).

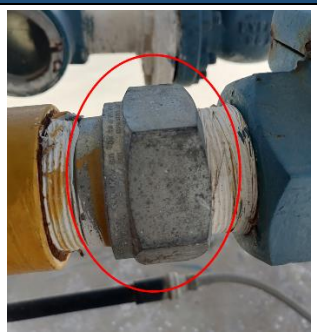
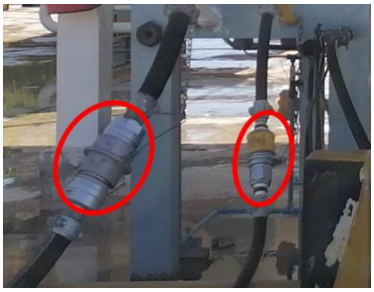
Elemento	Función	Ubicación	Vista
Válvulas de exceso de flujo	Dispositivos mecánicos de acción automática que cierran cuando el flujo de Gas L.P. excede el valor del gasto preestablecido.	Toma de recepción	
		Tomas de suministro y carburación	
Válvula pull – away	Se trata de un dispositivo diseñado para detener el escape de gas en caso de un jalón y/o desprendimiento.	Tomas de recepción	
		Tomas de suministro	
		Toma de carburación	

Tabla II.5. Sistemas de aislamiento en las instalaciones (continuación).

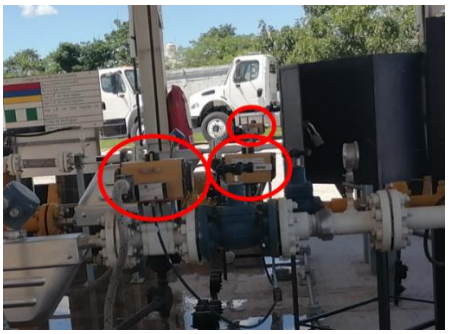
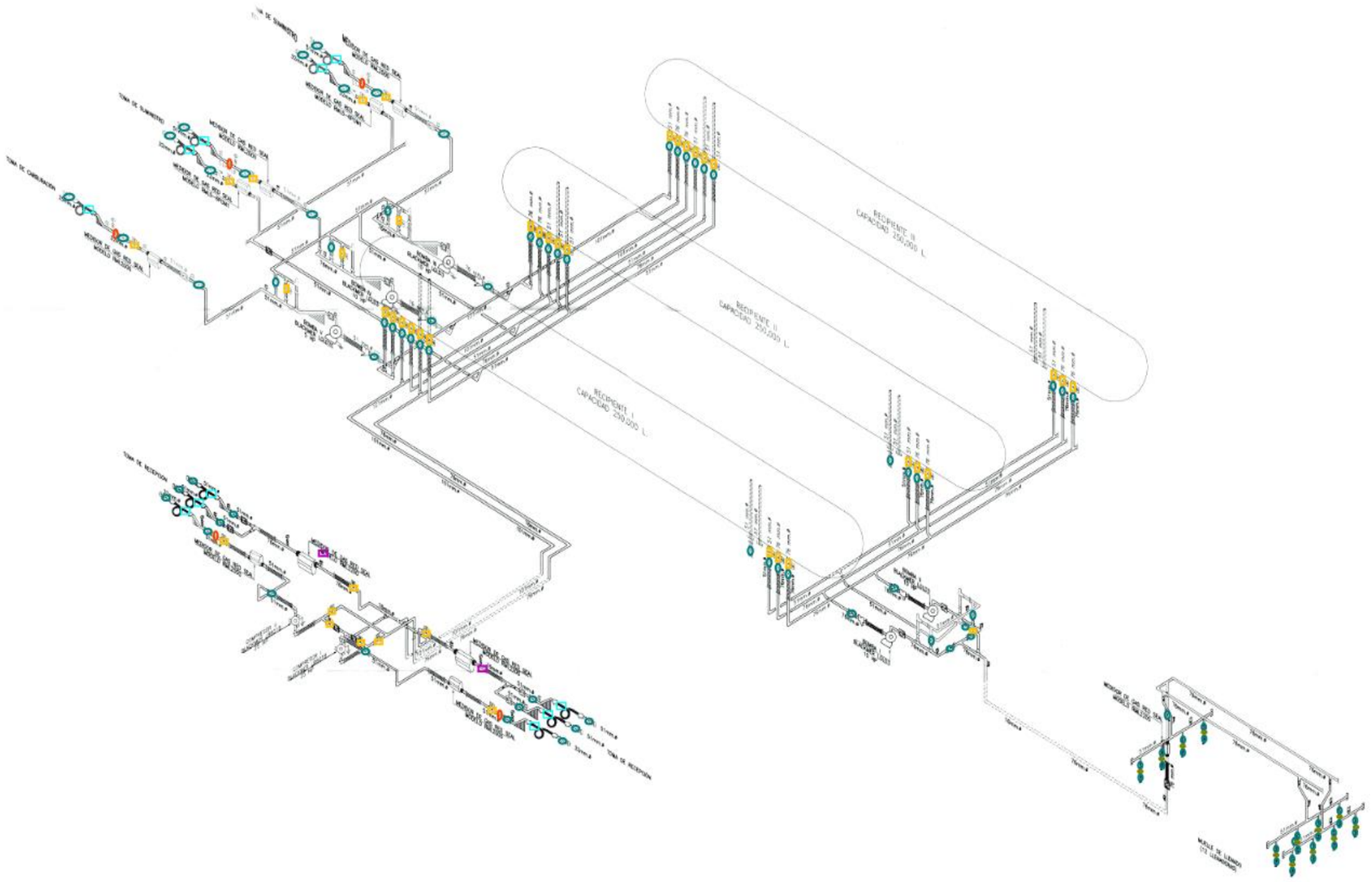
Elemento	Función	Ubicación	Vista
Válvulas de acción neumática	Dispositivos con accionamiento a control remoto para su apertura o cierre según sea necesario.	Tomas de recepción	
		Recipientes de almacenamiento	
		Tomas de suministro	
		Toma de carburación	
Válvulas de doble acción con electroválvula neumática	Dispositivos que regulan en flujo de un líquido o un gas al abrir o cerrar las vías internas	Tomas de recepción (línea de gas – liquido)	

Tabla II.5. Sistemas de aislamiento en las instalaciones (continuación).

Elemento	Función	Ubicación	Vista
Válvulas solenoides	Dispositivos operados eléctricamente, utilizados para controlar el flujo de gas en posición completamente abierta o cerrada.	Muelle de llenado	

Consultar Anexo 008. Memorias técnico descriptivas y Anexo 009. Planos del proyecto mecánico.

SISTEMAS DE AISLAMIENTO

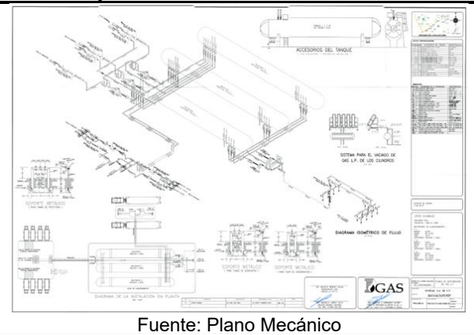


SoniGas

Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.
Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14''	20°56'11.26''	20°56'9.62''
Longitud	89°40'49.51''	89°40'51.15''	89°40'55.83''	89°40'53.90''

Simbología	
	Válvulas de globo o bola
	Válvulas de exceso de flujo
	Válvulas pull – away
	Válvulas de neumáticas
	Válvulas de doble acción
	Válvulas solenoides



Fuente: Plano Mecánico

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	11/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.II-6 SISTEMAS DE AISLAMIENTO.**
02				
03				

Tabla II.6. Sistemas de aislamiento de los autotanques.

Elemento	Función	Ubicación
Válvula de manguera de cierre rápido	Flujo pleno e instantáneo al voltear la manija y provee un cierre positivo instantáneo bloqueando la manija.	Al extremo de la manguera del carrete de manguera.
Sistema de control **por** medio de cable o neumático	Proveer cierre del flujo al activarse.	El control neumático se vincula el clutch, toma de fuerza y la válvula interna. El control de cable va sujeto a la válvula interna.
Válvula de llenado doble check	Para rápido llenado de autotanques. Evitando fuga en caso del desprendimiento de manguera.	Casquete de los autotanques
Válvula interna	Válvula principal del sistema de bombeo.	Parte inferior del recipiente del autotanque.

Tabla II.7. Sistemas de aislamiento de recipientes para carburación.

Elemento	Función	Ubicación
Válvula de llenado	Para rápido llenado de autotanques. Evitando fuga en caso del desprendimiento de manguera.	Sobre el recipiente para carburación

Tabla II.8. Sistemas de aislamiento de recipientes transportables

Elemento	Función	Ubicación
Válvula de servicio	Cierre de paso del vapor de servicio. Llenado de líquido. Alivio de presión.	Sobre el recipiente transportable.

II.11.3 Sistemas de instrumentación.

A continuación, se mencionan los sistemas de instrumentación con los que cuentan las áreas operativas que conforman a la planta de distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V.

Tabla II.9. Sistemas de instrumentación de las instalaciones.

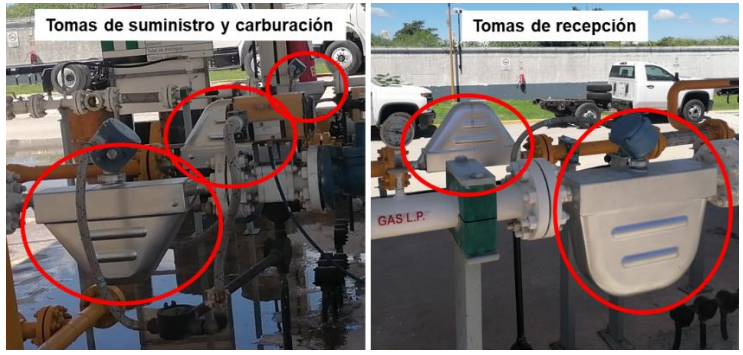
Elemento	Ubicación	Características	Vista
Indicador de flujo	En las líneas de gas – líquido de las tomas de recepción, suministro, carburación y en la entrada del muelle de llenado. En cada una de las bombas de trasiego	Indicador de flujo tipo mirilla de no retroceso	
Medidor másico	Tomas de recepción, suministro y carburación	Marca: Red Seal Measurement Greenwood, S.C. Presión máxima: 350 psig (2413.2 kPa) Tasa de flujo máxima: 310 L/min Tasa de flujo mínima: 30 L/min	

Tabla II.9. Sistemas de instrumentación de las instalaciones (continuación)

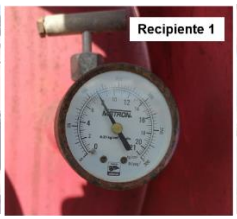
Elemento	Ubicación	Características	Vista
Manómetro	Tomas de recepción, compresores, recipientes de almacenamiento, muelle de llenado, líneas de gas – líquido de las tomas de suministro y carburación	Marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm^2.	     
Termómetro	Recipientes de almacenamiento	El recipiente 1 cuenta con un termómetro marca Rochester calibrado de -50 °C a 50°C. El recipiente 2 cuenta con un termómetro marca Rochester calibrado de -50 °C a 100 °C. El recipiente 3 cuenta con un termómetro marca Metrón calibrado de -50 °C a 50 °C.	  

Tabla II.9. Sistemas de instrumentación de las instalaciones (continuación)

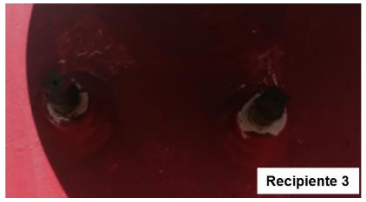
Elemento	Ubicación	Características	Vista
Medidor de nivel	Recipientes de almacenamiento	Cada uno de los recipientes de almacenamiento de Gas L.P. cuenta con un medidor de nivel del tipo magnético marca Magnetel.	  
Válvulas de máximo llenado	Recipientes de almacenamiento	Cada uno de los recipientes de almacenamiento de Gas L.P. cuenta con válvulas de máximo llenado.	  

Tabla II.9. Sistemas de instrumentación de las instalaciones (continuación)

Elemento	Ubicación	Características	Vista
Medidor ultrasónico	En cada uno de los recipientes de almacenamiento	Medidor de y temperatura con una precisión de 0.5% que transfiere la información a través de un dispositivo de telemetría para proporcionar un análisis en tiempo real.	
By Pass	A la descarga de cada bomba	Se trata de un control automático de 38 mm de diámetro para una presión de apertura de 5 kg/cm^2.	

Tabla II.9. Sistemas de instrumentación de las instalaciones (continuación)

Elemento	Ubicación	Características	Vista
Control de las llenaderas	Muelle de llenado	Para el control de llenado de los recipientes transportables, se cuenta con sistemas eléctricos automáticos, los cuales constan de válvulas solenoides y controles de relevo para el cierre de las válvulas.	

Consultar Anexo 008. Memorias técnico descriptivas y Anexo 009. Planos del proyecto mecánico.

Tabla II.10. Sistemas de instrumentación de los autotanques.

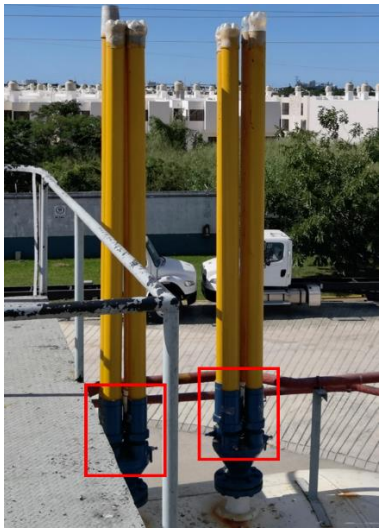
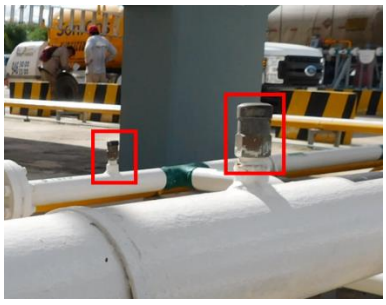
Elemento	Ubicación	Características
Termómetro	Cabeza exterior del autotanque	De 13 mm (1/2”) carátula de 51 mm y rango de medición de -50 °C a 100 °C
Manómetro	Cabeza exterior del autotanque	6 mm (1/4”) diámetro, carátula de 51 mm y rango de medición de 0 a 21 kg/cm^2
Indicador de nivel	Cabeza exterior del autotanque	Tipo flotador

Tabla II.11. Sistemas de instrumentación de los recipientes de carburación.

Elemento	Ubicación	Características
Indicador de nivel	-----	Tipo magnético.

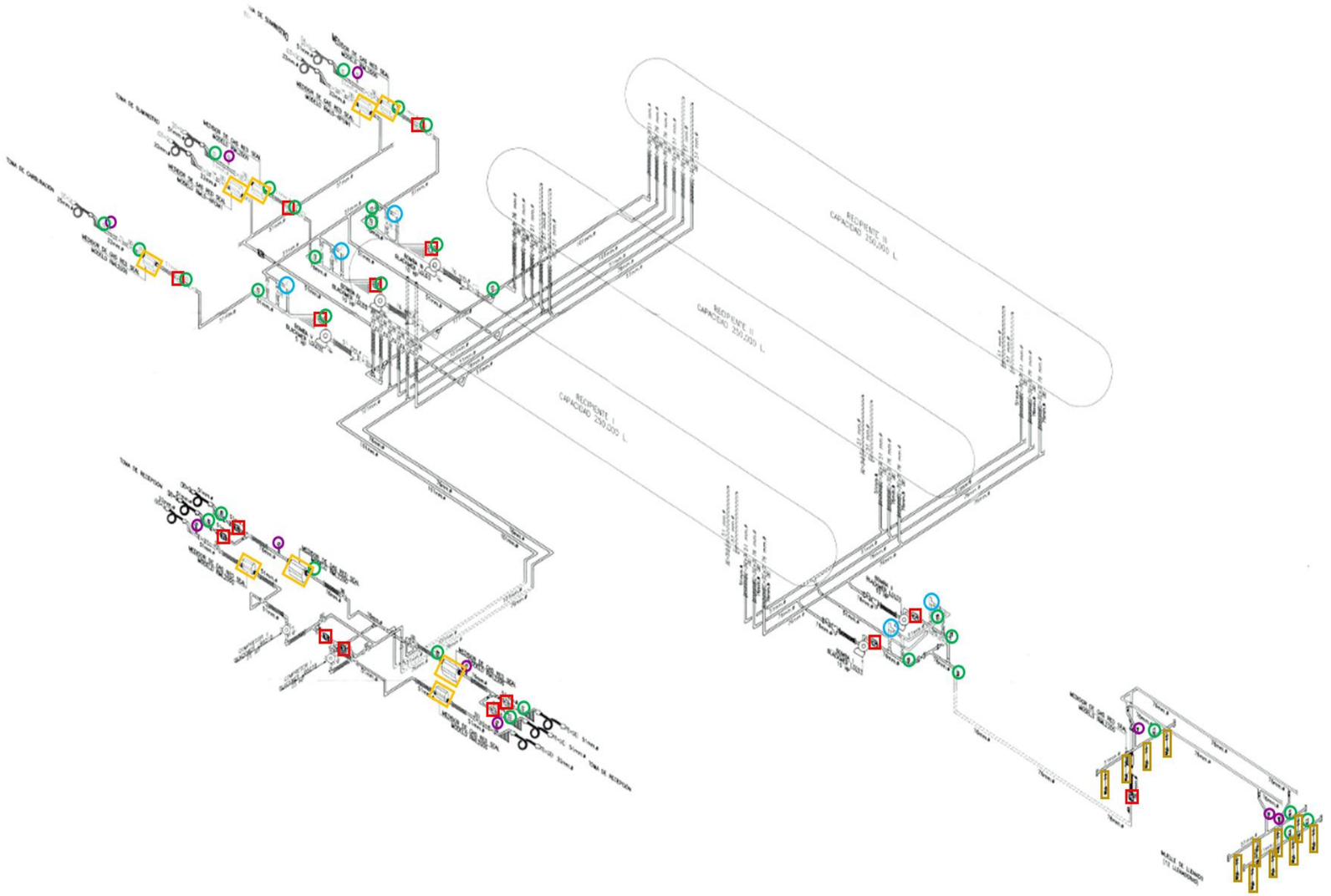
II.11.4 Sistemas de desfogues.

Tabla II.12. Sistema de desfogues en la instalación.

Elemento	Ubicación	Características	Vista
Válvulas de relevo de presión	Parte superior de los recipientes de almacenamiento	Cada una de las válvulas cuenta con una capacidad de desfogue de 308 m^3/min	
Válvulas de relevo hidrostático	En las tuberías de gas – liquido	13 mm de diámetro, presión de apertura de 28.13 kg/cm^2 y capacidad de descarga de 22 m^3/min.	

Consultar Anexo 008. Memorias técnico descriptivas y Anexo 009. Planos del proyecto mecánico.

SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y DESFOGUES



Razón social

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación

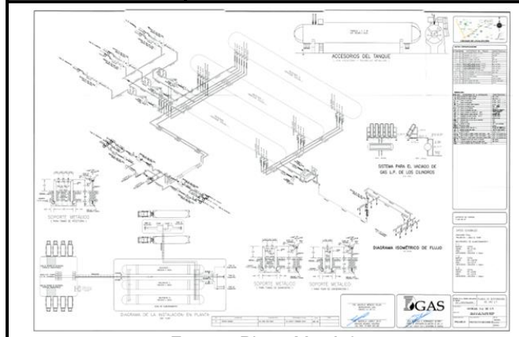
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas

Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología

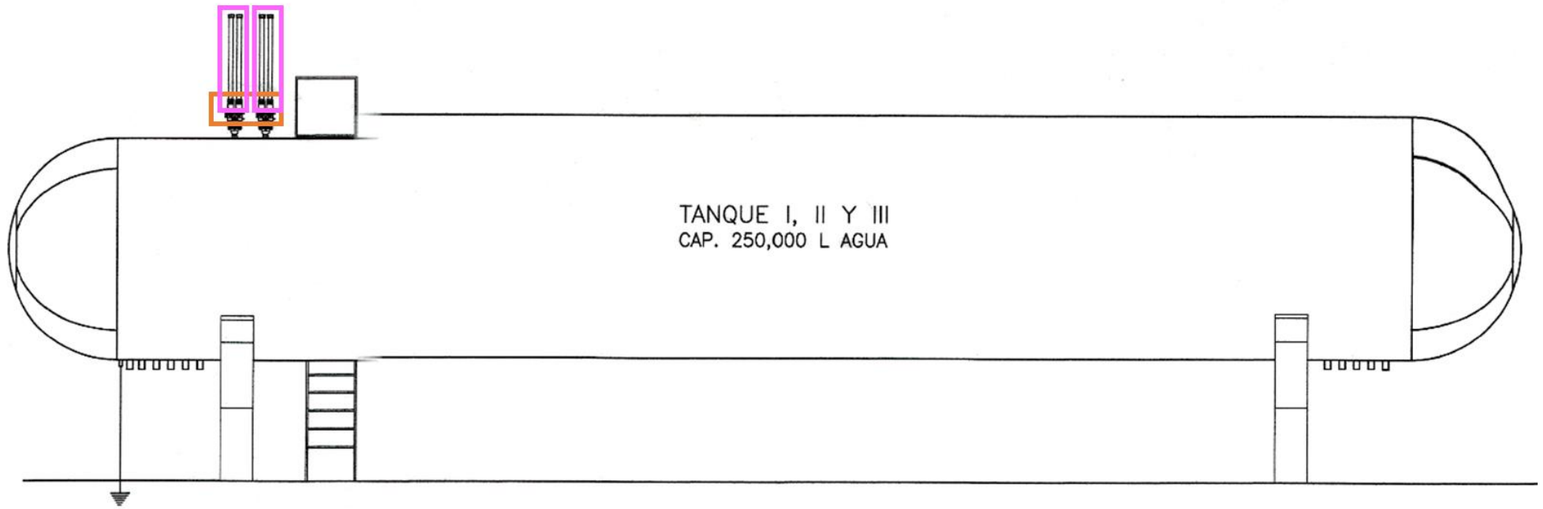
	Indicador de flujo tipo mirilla
	Medidor másico
	Manómetro
	By pass
	Control de llenaderas
	Válvula de relevo hidrostático

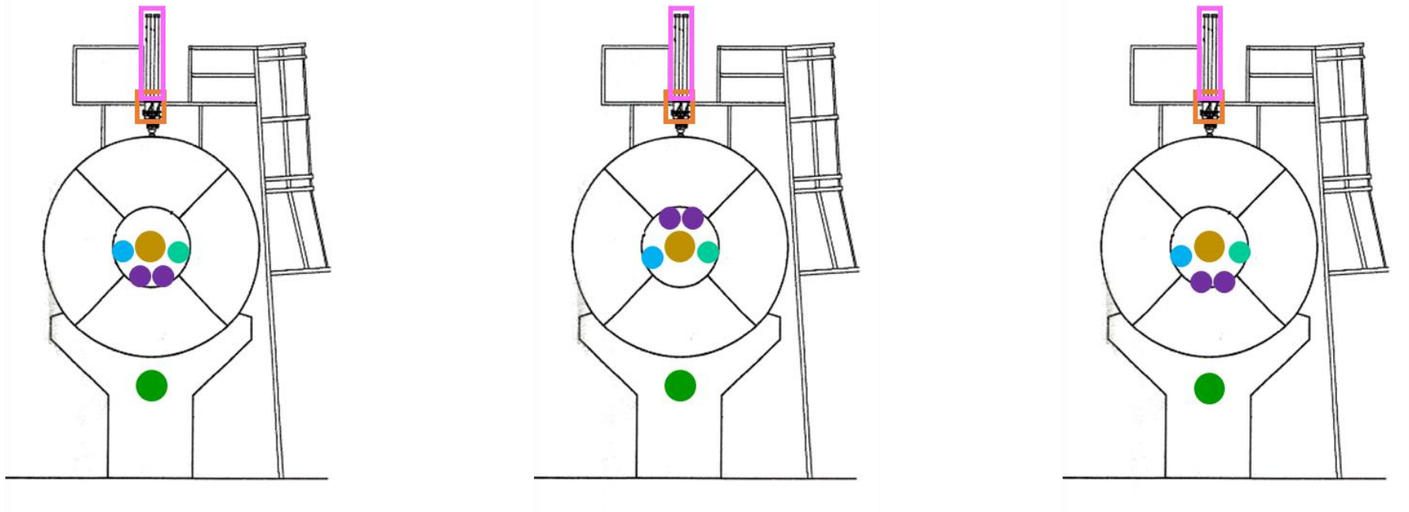


Fuente: Plano Mecánico

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	11/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		C.II-7.1 SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y DESFOGUES
02				
03				

SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y DESFOGUES

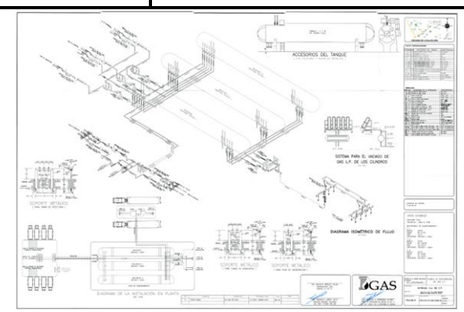




Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.
Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología	
	Válvulas de relevo de presión
	Tubos de desfogue
	Medidor de nivel
	Manómetro
	Termómetro
	Válvulas de máximo llenado
	Medidor ultrasónico



Fuente: Plano Mecánico

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	11/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.II-7.2 SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN Y DESFOGUES – RECIPIENTES DE ALMACENAMIETNO DE GAS L.P.**
02				
03				

II.11.5 Sistema contra incendio.

- **Sistema contra incendio a base de agua por aspersión.**

En la Planta de distribución se cuenta con un sistema de protección a base de agua por aspersión, el cual consta de los siguientes elementos:

- Una cisterna de almacenamiento de agua con capacidad de 125,000 litros, su llenado se realiza a través de pipas, sobre esta se encuentran dos bombas, una con motor eléctrico de 75 HP y otra de combustión interna con motor de 86 HP, ambas con gasto de 3,500 LPM.

- Sistema de rociado de los recipientes de almacenamiento, para lo cual, cada recipiente cuenta con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba, estas tuberías son de 51 mm de diámetro y el rociado se hace a través de boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 72 boquillas de tipo recto con un gasto de 29.52 LPM.



Figura II. 2. Sistema de rociado de los recipientes de almacenamiento.

- Además, se cuenta con cuatro hidrantes, mismos que han sido colocados de manera estratégica con el fin de cubrir a la perfección las áreas operativas de la planta.

La red distribuidora está construida con tubo de acero al carbón cédula 40, esta tubería está instalada en forma visible al cuadro de válvulas y de forma subterránea al sistema de enfriamiento.

- **Sistema de seguridad por medio de extintores.**

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio, se cuenta con un extintor de CO_2 para protección del tablero eléctrico, además se cuenta con un extintor de carretilla de PQS en la toma de recepción, cuatro en la zona de almacenamiento y dos en el muelle de llenado.

Del mismo modo, se cuenta con extintores a base de polvo químico seco con una capacidad de 9 kg en diversos puntos de la planta, los cuales han sido colocados a una altura máxima de 1.50 m y mínima de 1.20m, medidos del piso a la parte más alta del extintor.

Tabla II. 13. Ubicación de los extintores portátiles de PQS.

Ubicación	Cantidad
Tomas de recepción	2
Tomas de suministro	2
Tomas de carburación	1
Muelle de llenado	4
Bombas para Gas L.P.	5
Bombas para agua contra incendio	1
Talleres	3
Almacenes, oficinas y circulaciones	7
Estacionamiento de vehículos de reparto y autotanques	7
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta	1
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Caseta de vigilancia	1

- **Equipo de protección.**

Se cuenta con un gabinete debidamente señalizado que contiene el equipo de protección personal para dos personas, este consiste en casco con protección facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero.

- **Sistema de alarma.**

Se cuenta también con una alarma, es del tipo sonoro claramente audible con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica CA 127 V.

- **Paro de emergencia.**

Se cuenta con actuadores accionables a control remoto del tipo neumático, también se cuenta con un botón de paro de emergencia que actúa eléctricamente en las tomas de carburación y suministro.

- **Rótulos de prevención, pintura de protección y colores de identificación.**

El murete de concreto que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la planta, están pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

Todas las tuberías están pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos de acuerdo a la norma, de rojo las de agua contra incendio; azul, aire o gas inerte, amarillo, gas en fase vapor, blanco, gas en fase líquida, blanco con franjas verdes, gas líquido de retorno y de negro, la tubería eléctrica.

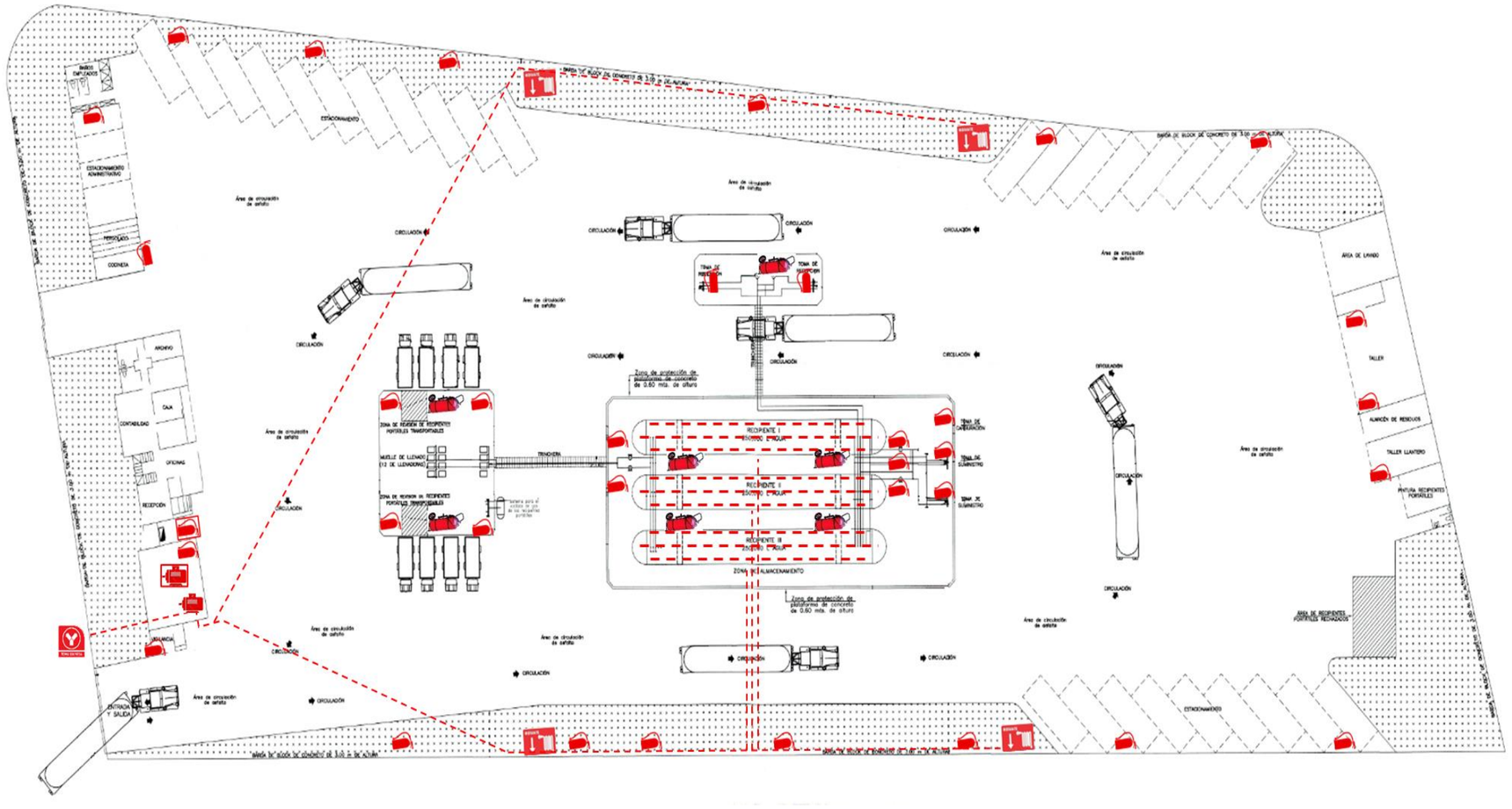
El recipiente de almacenamiento está pintado de color blanco brillante y en sus casquetes cuentan con un círculo de color rojo, cuyo diámetro es equivalente a una tercera parte del diámetro del recipiente que lo contienen, también tiene inscrito con caracteres no menores a 10 cm la capacidad total en litros, así como el número económico.

Consultar Anexo 008. Memorias técnico descriptivas y Anexo 009. Planos del Sistema contra incendio.

II.11.6 Sistema de detección de gas y fuego.

Las instalaciones de la Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de “SONIGAS, S.A. DE C.V.” no cuentan con un sistema de detección de gas y fuego.

SISTEMA CONTRA INCENDIO



Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.
Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología	
	Extintor manual de PQS
	Extintor manual de CO_2
	Extintor de carretilla
	Hidrante
	Toma siamesa
	Bomba de combustión interna
	Bomba eléctrica
- - - - -	Sistema de agua a presión



Fuente: Plano Sistema Contra Incendio

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	12/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.II-8 SISTEMA CONTRA INCENDIO**
02				
03				

II.11.7 Civil y estructural.

La Planta de distribución de Gas L.P. considera los siguientes elementos como parte de la infraestructura necesaria para llevar a cabo las actividades propias al giro comercial de la misma.

- Urbanización de la planta.

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se tienen en terminación de piso de asfalto y cuenta con las pendientes apropiadas para el desalojo de agua de lluvia, todas las demás áreas de la planta se mantienen limpias y despejadas de materiales combustibles. El piso de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta con el declive necesario de 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

- Edificaciones.

Las construcciones destinadas para las oficinas y sanitarios, se localizan por el lindero suroeste del terreno de la planta, los materiales con que están construidos en su totalidad son incombustibles, ya que su techo es de concreto y estructura metálica con lámina galvanizada, paredes de block pegado con cemento, puertas y ventanas metálicas.

- Delimitación del predio de la planta de distribución.

La planta se encuentra delimitada con barda de block de 3.0 metros de altura en todos sus perímetros.

- Accesos.

Por una sección del lindero suroeste se tienen el acceso principal controlado de 8.50 metros y una salida de emergencia de 6.50 metros por el lindero suroeste. El acceso peatonal es parte integral del mismo, estas puertas son en su totalidad metálicas.

- Estacionamientos.

La zona destinada para el estacionamiento interior de los vehículos repartidores se localiza en una sección del lindero noroeste y sureste, en una sección del lindero suroeste se localiza el estacionamiento para personal de oficina, están ubicados de tal forma que la entrada y salida de cualquier vehículo al estacionarse no interfiere con la libre circulación de los demás, ni afecta a los ya estacionados. El piso es de concreto y cuenta con las pendientes adecuadas para evitar el estancamiento de aguas de lluvia.

- Cobertizos.

Esta planta cuenta con techo para el estacionamiento del personal administrativo, siendo de materiales incombustibles.

- Talleres.

Esta planta cuenta con taller de servicio mecánico para la reparación de vehículos de la empresa. Este se localiza por el lindero noreste y completamente aislado de la zona de almacenamiento y trasiego.

- Protección contra impactos.

La zona de protección de los recipientes de almacenamiento y maquinaria son a base de muretes de concreto de corte trapezoidal de 0.60 m de altura por 0.20 m de espesor, el piso de la zona de almacenamiento es de concreto con desniveles apropiados para el desalojo de aguas pluviales. El terreno tiene pendiente natural.

- Zona de almacenamiento.

Esta planta cuenta con tres recipientes de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico – horizontal, especiales para contener Gas L.P., los cuales se localizan de tal manera que cumplen con las distancias mínimas reglamentarias. Se tienen montados sobre plataformas de concreto de tal forma que pueden desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación aun altura de 2.00 metros sobre el nivel del piso terminado.

A un costado de los recipientes, se tienen una escalera metálica para tener acceso a la parte superior de los mismos, también cuentan con escalera y plataformas en los casquetes, mismas que son usadas para tener mayor facilidad en el uso de lecturas del instrumental. Los recipientes, escaleras y pasarelas metálicas, 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, todo esto dentro de la zona de protección.

- Muelle de llenado de recipientes transportables.

El muelle de llenado se localiza por el lado suroeste, a una distancia de 16.14 m de la zona de almacenamiento y cuenta con 12 llenaderas, de las cuales, solo funcionan 9. Está construido en su totalidad con materiales incombustibles siendo su techo de lámina galvanizada soportado por columnas metálicas, el piso es de concreto armado con terminación en los bordes de ángulo de fierro y topes de hule para evitar la formación de chispas por impacto de los vehículos que tienen acceso al muelle.

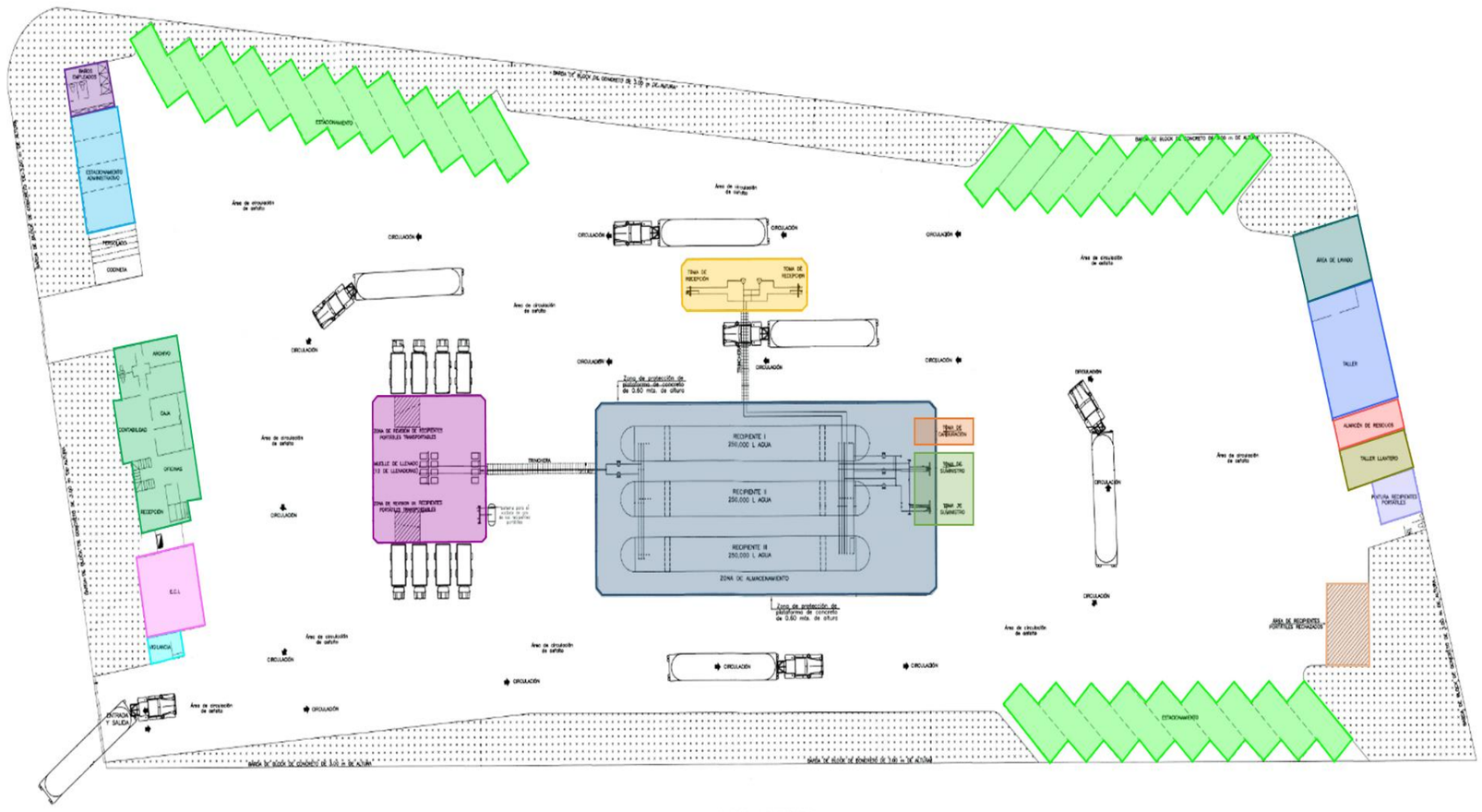
- Servicios sanitarios.

Por el lindero suroeste de la planta se localizan los baños para personal y dentro de las oficinas administrativas se localizan los servicios sanitarios, mismos que están construidos en su totalidad con materiales incombustibles; sus paredes son de tabique y cemento, con puertas y ventanas metálicas.

- Cobertizos de maquinaria.

Como cobertizos se considera a las estructuras de las isletas que contienen las tomas de recepción y suministro, las cuales son metálicas en su totalidad, siendo sus techos de lámina galvanizada sobre una estructura metálica y soportadas por columnas metálicas, estas cubiertas sirven para proteger de la intemperie al equipo y accesorios instalados.

CIVIL Y ESTRUCTURAL



Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación

Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas

Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología

	Zona de almacenamiento
	Tomas de suministro
	Toma de carburación
	Muelle de llenado
	Tomas de recepción
	Caseta de vigilancia
	Cuarto de equipo contra incendio
	Administrativo
	Estacionamiento administrativo
	Sanitario personal
	Estacionamientos
	Área de lavado
	Taller
	Almacén de residuos
	Taller llantero
	Pintura de recipientes
	Recipientes rechazados

Fuente: Plano Civil

ev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	12/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.II-9 CIVIL Y ESTRUCTURAL**
02				
03				

II.11.8 Servicios auxiliares.

La planta de distribución de Gas L.P. cuenta con los siguientes servicios auxiliares:

- *Sistema contra incendio*, integrado por extintores manuales de polvo químico seco y dióxido de carbono, extintores de carretilla de polvo químico seco, accesorios de protección personal, sistema de alarma, sistema de comunicación, manejo de agua por aspersión, cisterna de almacenamiento de agua de 125,000 litros y sobre esta, una bomba con motor eléctrico de 75 HP y una bomba de combustión interna de 86 HP, ambas con gasto de 3,500 LPM, además se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta y un sistema de rociado para el enfriamiento de los recipientes de almacenamiento.

- *Sistema de vaciado de recipientes transportables*, mismo que se encuentra integrado por un recipiente del tipo estacionario con la capacidad adecuado, los aditamentos necesarios para su funcionamiento y elementos de seguridad.

- *Sistema eléctrico*, integrado por la alimentación eléctrica que se obtiene de la línea de alta tensión de CFE, el control de contactos, motores alumbrado perimetral e interior.

- *Sistema neumático*, integrado por un compresor de aire y la tubería para el accionamiento de las válvulas que lo requieren.

Consultar Anexo 008. Memorias técnico descriptivas y Anexo 009. Planos de los proyectos Civil y Mecánico.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO III.
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental.
Privada 19 sur 1907, Colonia Santiago, en Puebla, Puebla. C.P. 72160. Tel: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

III.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

III.1.1 Descripción del proceso de la planta de distribución de Gas L.P.

En la Planta de Distribución de Gas L.P. se desarrolla un proceso relativamente simple, debido a que en este no se involucran reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consiste en realizar el trasvase del gas licuado de petróleo (Gas L.P.) de un recipiente a otro, limitándose a realizar el manejo del Gas L.P. 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.

Conforme a lo anterior y de acuerdo con lo señalado en los numerales 2.2.3.1, 2.2.3.2, 2.2.3.3, 2.2.3.4 y 2.2.3.6 de 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*, expedidas por la Comisión Reguladora de Energía el 22 de enero de 2019 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la actividad de distribución de Gas L.P., objeto del permiso descrito, se resume en el siguiente diagrama:

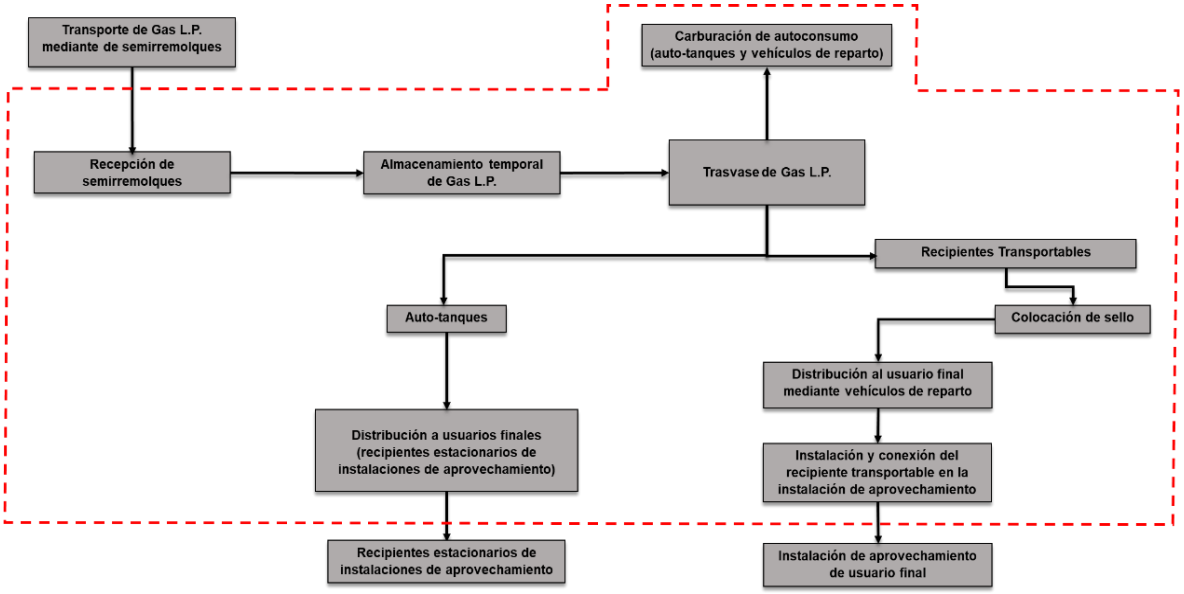


Figura III.1. Delimitación de la actividad de la planta de distribución de Gas L.P.

El proceso operativo de la instalación inicia con la descarga de Gas L.P. que se encuentra contenido en el semirremolque que arriba a la instalación, para posteriormente realizar la guarda temporal de Gas L.P. por medio de recipientes de almacenamiento, para posteriormente ser trasegado a autotanques y recipientes transportables para el suministro a usuarios finales, mediante la conexión de recipientes transportables y al llenado de recipientes estacionarios.

Las principales áreas donde se maneja dicho combustible son las siguientes:

- **Tomas de recepción de semirremolques.**

En esta área de recepción, los semirremolques que ingresan a la planta, son descargados mediante la inyección de vapor a través de compresor, para lo cual la planta cuenta con dos equipos compresor C-I y C-II marca Blackmer modelo LB-601B con capacidad nominal de 1,329 L.P.M. (351 G.P.M.) acoplado a un motor eléctrico de 25 H.P., además está integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro, para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm (2") de diámetro hasta llegar a los recipientes de almacenamiento.

En las tomas que conducen gas-líquido se cuenta con válvula pull away, con válvulas de relevo hidrostático, una válvula de globo, una válvula de exceso de flujo, un indicador de flujo tipo no retroceso, válvulas manuales, manómetros, un medidor de flujo másico y una válvula de control de doble acción con electro válvula neumática, mientras que en la de gas vapor se tiene una válvula pull away, una válvula de exceso de flujo, una válvula de cierre de emergencia de control neumático con solenoide, válvulas manuales de globo y de bola, un medidor de flujo másico y manómetros.

- **Almacenamiento temporal de Gas L.P.**

El área de almacenamiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. consta de tres recipientes de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especialmente para contener gas L.P. con capacidad de 250,000 litros al 100% agua cada uno. Los recipientes se encuentran montados sobre base de concreto de tal forma que pueden desarrollar sus movimientos de contracción y dilatación. En las entradas y salidas de los recipientes se cuenta con válvulas de exceso de flujo seguidas de válvulas manuales de globo. Además, los recipientes cuentan con instrumentos para el monitoreo de las condiciones como: manómetro, termómetro, válvulas de máximo llenado y medidor magnético de nivel.

- **Tomas de suministro.**

Para el llenado de autotanques en la toma de suministro se cuenta con dos bocas de gas líquido alimentadas por la bomba B-III y B-IV de marca Blackmer modelo DV-LGL3E, con capacidad nominal de 378 L.P.M. acoplada a un motor eléctrico con una potencia de 10 H.P.

La tubería de descarga de gas líquido tiene un diámetro de 51 mm, conectada a una tubería de 76 mm que conduce el Gas L.P. desde los recipientes de almacenamiento, la tubería que conduce gas vapor es de 32 mm y si conecta a una tubería de 51 mm que conduce a los recipientes.

En la toma se tiene instalado una válvula pull away, válvulas de relevo hidrostático, válvulas de exceso de flujo, válvulas de cierre de emergencia de control neumático con solenoide, válvulas de globo recta y medidor másico.

Para el suministro de Gas L.P. a vehículos de reparto y/o autotanques en la toma de carburación de autoabasto, se cuenta con una boca de gas líquido alimentada por la bomba B-V de marca Blackmer modelo DV-LGL2E, con capacidad nominal de 378 L.P.M, acoplada a un motor eléctrico con una potencia de 5 H.P.

La tubería de líquido tiene un diámetro de 32 mm, conectada a una tubería de 51 mm que conduce el Gas L.P. desde los recipientes de almacenamiento.

En la toma se tiene instalado una válvula pull away, válvulas de relevo hidrostático, válvulas de exceso de flujo, válvulas de cierre de emergencia de control neumático con solenoide, válvulas de globo recta y medidor másico.

- **Múltiple de llenado.**

Para llevar a cabo el llenado de recipientes transportables, la planta cuenta con un múltiple de llenado, construido con tubería de acero cédula 80, sin costura, para alta presión de 51 mm y conexiones roscadas a la salida para una presión mínima de trabajo de 140-210 kg/cm^2, se tiene a una altura de 1.20 m.

El muelle de llenado tiene capacidad de 12 básculas del tipo plataforma con capacidad de 260 kg cada una y 1 báscula de repeso.

En la parte superior de cada báscula está instalada una llenadera, equipada con una válvula de globo de 13 mm de diámetro, una válvula solenoide de 13 mm de diámetro, una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro, una válvula de cierre rápido y un conector especial para llenado (punta poll) de13 mm. Además, en los múltiples se cuenta con una válvula de relevo hidrostático para alivio de presiones y un manómetro a la entrada.

Este sistema es alimentado mediante dos bombas B-I y B-II marca Blackmer modelo DV-LGL3E con una capacidad de bombeo de 378 L.P.M acopladas cada una a un motor eléctrico de 5 H.P.

- **Autotanques.**

La empresa cuenta con una flotilla de autotanques que operan bajo el permiso LP/14923/DIST/PLA/2016, para la operación de trasiego a recipientes estacionarios de los usuarios finales, cada autotanque cuenta con un carrete eléctrico de manguera de 25.4 mm (1”) con terminación con acoplador de llenado y válvula de cierre rápido de nariz corta de 19.05 mm (3/4”). Además, de un medidor Neptune de 38 mm (1 ½”) con registro electrónico Ri505 Pegasus que previo al sistema de manguera cuenta con válvula solenoide 1” (25.4 mm) y válvula de globo de 1” (25.4 mm).

Procedimiento de descarga de los semirremolques en la toma de recepción.

- Al inicio del turno, el personal de descarga revisa el espacio disponible de los recipientes de almacenamiento y se toma registro.
- Al llegar a la instalación, el semirremolque se dirige a la toma de recepción, donde es recibido por el personal operativo; este revisa el porcentaje del nivel a través del dispositivo instalado en el semirremolque, del mismo modo, se revisa la presión del recipiente.
- Se indica al chofer del semirremolque en dónde estacionarse y se verifica que la unidad esté detenida, con el motor apagado y el freno colocado.
- Verifica el tipo de gas que contiene el remolque – tanque

- Toma la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión y la temperatura a la que viene.
- Coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo, se coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.
- Acoplar la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y en color blanco.
- Seguido a esto, abre la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- Acopla la manguera de vapor, esta se encuentra conectada a la tubería de color amarillo, y se abre la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- Abre las válvulas de líquido y vapor del recipiente, verifica que no haya fugas en la instalación.
- Abrir las válvulas correspondientes desde la línea del recipiente hasta la toma de recepción. Debe cerciorarse de que las válvulas no permanezcan cerradas.
- Accionar el interruptor que pone a funcionar el compresor.
- Durante la operación de descarga, el operador por ningún motivo se retira de la toma de recepción y periódicamente verifica el contenido restante en el semirremolque hasta que se alcance el valor de cero.
- Al término de la descarga, cambiar posición de las válvulas de 4 vías de la bomba para recuperar vapor, el descargador apaga el motor del compresor.
- Cierra las válvulas de líquido de las mangueras, así como del semirremolque y se retiran de la unidad.
- Cierra las válvulas de vapor como en el punto anterior y se desacoplan todas las líneas.
- Coloca los tapones respectivos en la toma de líquido y vapor del semirremolque, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- Informa al chofer que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

Procedimiento de llenado de autotanques a través de la toma de suministro.

- El chófer estaciona el autotanque en la toma de suministro
- El operador verifica que las llaves de encendido del motor del autotanque no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verifica que las cuñas se encuentren colocadas correctamente en las llantas traseras del vehículo.
- Verifica la adecuada conexión de la pinza del cable de aterrizaje.
- Revisa, utilizando el dispositivo de medición de nivel, el porcentaje de gas que contiene el autotanque (contenido sobrante con el que regresó de ruta).
- Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el autotanque, el operador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrar al autotanque, para que este alcance el 90% de su capacidad.
- Coloca la palanca indicadora del medidor al nivel deseado y deja la válvula de dicho medidor abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado haya alcanzado el nivel deseado.
- Selecciona el recipiente del cual se va a suministrar gas, determinando el porcentaje de su llenado por medio del medidor del mismo recipiente.
- Establece continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el recipiente hasta el autotanque a llenar.

- Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el autotanque, tanto en las líneas que conducen líquido como en las de vapor.
- Oprime el botón de energizado del motor de la bomba.
- Durante el llenado, el operador verifica que este se realice con normalidad y por ningún motivo abandona la supervisión de esta operación. Continuamente verificará el porcentaje de llenado del autotanque.
- Al término de la carga, se para la bomba, se cierran todas las válvulas que intervinieron en el proceso, se desconectan todas las mangueras y la conexión a tierra.
- Retira las calzas de las llantas del autotanque.
- Revisa los alrededores de la unidad, haciendo hincapié en que no existan fugas en la toma.
- El operador da aviso al chofer para que retire la unidad y la estacione en el lugar que le fue asignado.

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

- El vigilante permite el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico.
- El chofer del vehículo se estaciona en el andén, apaga el motor, radio, luces y otros accesorios, descarga los recipientes vacíos.
- Posteriormente, el personal de llenado inspecciona los recipientes a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismo; aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión, se separan y son enviados al fondo de reposición de recipientes transportables.
- Los recipientes transportables que se encuentran en buenas condiciones pasan al área de llenado
- No golpear ni rodar horizontalmente los cilindros, para evitar que produzcan chispas y prolongar su vida útil.
- Una revisión constante de las básculas eliminara la posibilidad de fallas en el llenado, como sobrellenado, la verificación de la exactitud se hace por medio de las pesas patrón.
- Posteriormente los cilindros son colocados en su báscula respectiva, se enrosca la llenadera y abre la válvula.
- Comprobar que no existen fugas en la válvula y en el cuerpo del cilindro antes, durante y al finalizar el llenado.
- Cuando se alcanza el peso deseado, automáticamente se cierra la válvula, y el cilindro para al área de carga para estibarlo en el camión repartidor.
- Finalmente, la unidad sale de la instalación para realizar el reparto domiciliario.

Procedimiento de suministro a vehículos de reparto y/o autotanques en toma de carburación de autoconsumo:

El operador estaciona 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 recipiente de carburación del vehículo pasa a través de la manguera de alta presión hasta la válvula interruptora de **Gas L.P.** 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 el 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 maquina 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 **Gas L.P.** 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 recipiente, 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 recipiente a presión de trabajo el **Gas L.P.** 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 hace circular a través de un intercambiador de calor dentro del convertidor vaporizador.

Procedimiento de instalación y conexión de recipientes transportables al usuario final.

- Colocar el recipiente portátil o recipiente transportable sujetos a presión, donde el usuario final le indique.
- Llevar a cabo la conexión de los recipientes portátiles o recipientes transportables sujetos a presión a la instalación de aprovechamiento del usuario final, a menos que éste disponga lo contrario.
- Como parte del servicio que presta el distribuidor, cuando detecte que las instalaciones de aprovechamiento de los usuarios finales no se encuentren en condiciones adecuadas para suministrar Gas L.P., lo hará del conocimiento del usuario final de forma inmediata, a efecto de que atienda o dispuesto en las normas oficiales mexicanas aplicables. En caso de persistir las condiciones observadas por el distribuidor, éste deberá negar la prestación del servicio dando aviso de ello por escrito al usuario final.

Procedimiento de suministro a recipientes fijos (recipientes estacionarios).

Previo al suministro de Gas L.P. a recipientes estacionarios, el operador del autotanque deberá realizar lo siguiente:

- En caso de ser un recipiente nuevo, purgar válvula de servicio, cuidando que la purga arroje aire y no Gas L.P.
- En caso de ser un recipiente usado y vacío, picar con el dedo el interior de la válvula de llenado para ver si no sufre resistencia, si existe resistencia, el recipiente aun contiene gas a presión.
- Colocar calzas en las llantas del vehículo.
- Apagar todo elemento eléctrico, radio, luces, motor, etc. del vehículo.

Llenado directo:

- El ayudante debe tomar la manguera y halar hasta el recipiente.
- Se debe realizar el desplazamiento de la manguera, por medio de una cuerda, a la intemperie y por lugares seguros sin atravesar habitaciones o lugares ocupados por el público. Se debe evitar el roce del pretil en todo momento y ninguna manguera debe subir más de 7 metros.
- Quitar el tapón de la válvula de llenado del recipiente estacionario y confirmar que se encuentre limpio y sin objetos que impidan su correcta conexión.
- Oprimir el *"check"* en caso de que no exista una conexión uniforme se coloca un adaptador de seguridad y enseguida la manguera.
- Enseguida se abren la válvula de la manguera y la válvula de cierre rápido a la salida del recipiente del autotanque para comenzar con el bombeo de gas de forma gradual hasta fijar el control remoto en las revoluciones que deba trabajar la bomba, el llenado no debe exceder el 85% de la capacidad del recipiente estacionario.
- Si el recipiente tiene medidor de flotador, el ayudante vigilará su manecilla y abrirá intermitentemente la válvula de máximo llenado.
- Una vez que se finaliza el llenado del recipiente estacionario, se desacelera por completo la bomba de llenado, y se cierra la válvula de corte del autotanque.
- Cerrar la válvula de llenado del recipiente fijo y asegurase de que no existan fugas.
- Retirar y enrollar la manguera en el carrete del autotanque.

Suministro por medio de línea de llenado:

- El ayudante debe tomar la manguera y halar hasta el recipiente.
- Se debe realizar el desplazamiento de la manguera, por medio de una cuerda, a la intemperie y por lugares seguros sin atravesar habitaciones o lugares ocupados por el público.
- Abrir la válvula de volante de la toma y oprimir el *"check"* de la válvula de llenado del recipiente fijo para asegurarse de que la línea no tiene fuga, asimismo se tiene que constatar que la válvula en el tubo de purga en la línea de llenado se encuentre cerrada.

- Conectar la manguera (no se necesita adaptador de seguridad) y abrir la válvula de corte de la manguera.
- Si se usa línea de retorno de vapores el chofer debe conectar esta misma línea a las válvulas correspondientes, una vez hecho esto se abrirán todas las válvulas del sistema de retorno de vapores antes de iniciar el bombeo.
- Una vez que se revisa la conexión manguera-recipiente se encuentre bien unida y la válvula de corte cerrada, se da inicio al bombeo de gas como se explicó anteriormente.
- Una vez que se finaliza el llenado del recipiente estacionario, se desacelera por completo la bomba de llenado, y se cierra la válvula de corte del autotanque.
- Cerrar la válvula de llenado del recipiente fijo y asegurase de que no existan fugas.
- Retirar y enrollar la manguera en el carrete del autotanque.

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.”

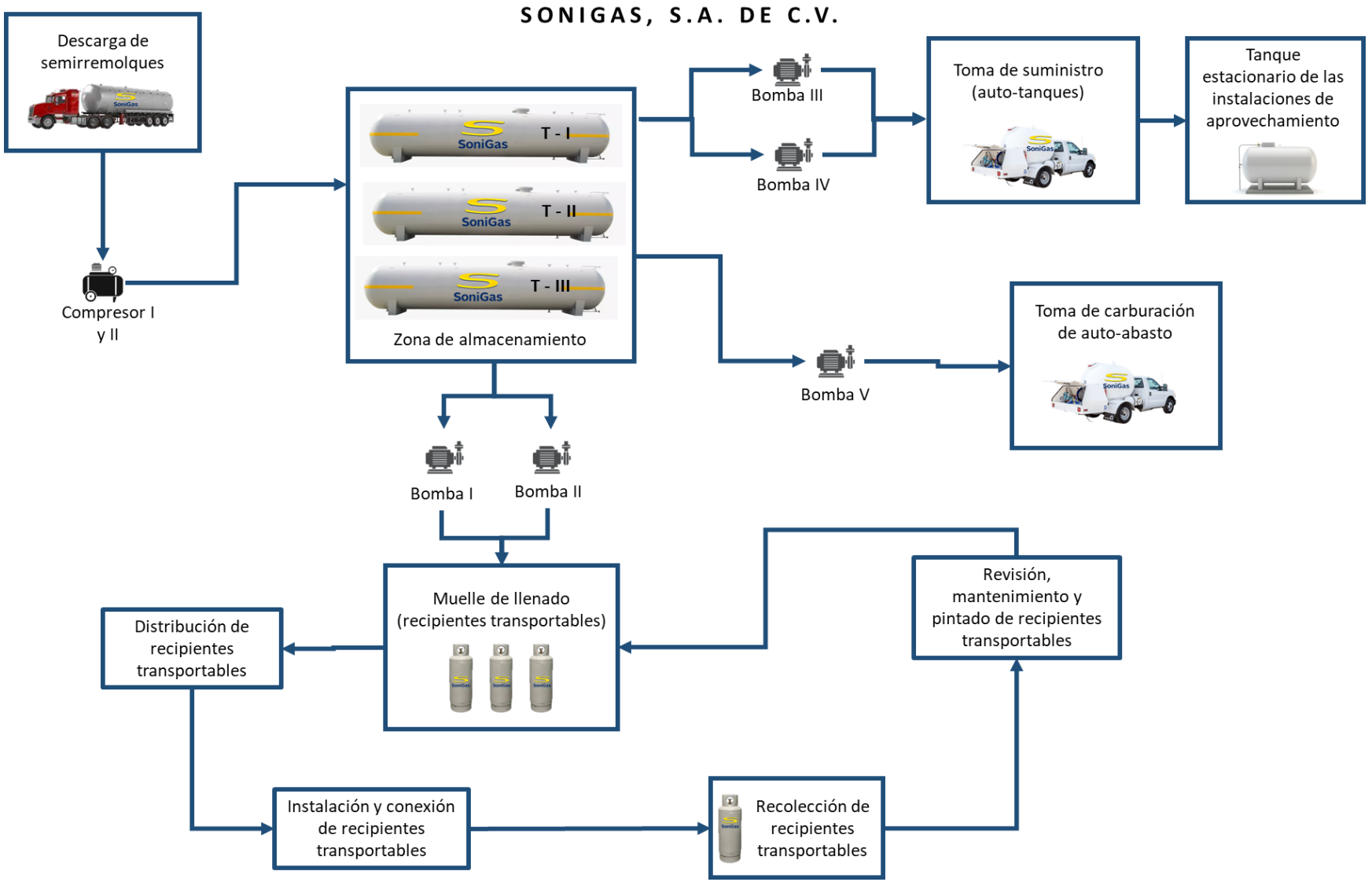


Figura III. 2. Diagrama de bloques de la Planta de distribución de Gas L.P.

III.1.3 Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.

La materia prima que es utilizada en la actividad es el Gas Licuado de Petróleo, asimismo, al no realizarse ninguno proceso químico esta sustancia es el producto principal el cual se suministra a usuarios finales.

El Gas L.P. está 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.

- **Propiedades químicas del Gas L.P.**

El Gas L.P. que arriba a la planta de distribución proviene de PEMEX, sin embargo, independientemente de su procedencia, el Gas L.P. deberá estar compuesto de acuerdo a los siguientes parámetros de composición, conforme a lo indicado en la NOM-016-CRE-2016:

Tabla III.1. Valores de composición del Gas L.P.

Composición	Valor límite (%vol)
Etano	2.50 máximo
Propano	60.00 máximo
n-butano + iso-butano	40.00 máximo
Pentano y más pesados	2.00 máximo
Olefinas totales	Informar

Además, el azufre contenido en el Gas L.P. no deberá rebasar las 140 ppm en peso.

Por otro lado, el Gas L.P. 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 Gas L.P. 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 del Gas L.P.**

En fase gas – a presión atmosférica – el Gas L.P. 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 Gas L.P. persistiría por varias horas.

El Gas L.P. 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 Gas L.P. 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 Gas L.P. 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 Gas L.P.

De acuerdo a la Hoja de Datos de Seguridad de **PEMEX**, la densidad del Gas L.P. es:

- ✓ Densidad de los vapores (aire = 1) a 15.5 °C es 2.01 veces más pesado que el aire.
- ✓ Densidad del líquido (agua = 1) a 15.5 °C es de 0.540 g/ml.

Su densidad como líquido se aproxima a la mitad del agua, esto significa que, si se vierte el gas sobre el agua, éste flotara sobre la superficie antes de evaporarse. El líquido respecto a su volumen tiene una proporción de 1 a 250 partes sobre el volumen del gas, y es, por lo tanto, ½ 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 Gas L.P. 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 Gas L.P., se prevé que un litro de éste en fase líquida produzca aproximadamente 260 a 350 litros en fase gas.

El Gas L.P., 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 Gas L.P. resulta anestésico y posteriormente asfixiante. Al diluirse o reducirse el oxígeno disponible; éste (el Gas L.P.) puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación, ocasionando, por ende, la disminución de la temperatura.

A continuación, se presenta un resumen de las características técnicas más importantes de del Gas L.P. empleado en las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Sonigas, S.A. de C.V.

Tabla III. 2. Características del manejo de Gas L.P. en la planta.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)		Gas Licuado de Petróleo				
No. CAS		68476-85-7				
Riesgo químico		**C**	**R**	**E**	**T**	**I**
		-	0	0	1	4
Flujo en m^3/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD)		El flujo de operación				
Concentración (Composición de la mezcla en volumen)		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% Butano – 40% Etil – mercaptano – 0.0017 – 0.0028 ppm				
Capacidad total	**Máxima de proceso (Ton/día)**	La planta cuenta con elementos para la medición del flujo másico en las tomas de recepción y suministro, asimismo, se realiza le medición en el muelle de llenado y la medición volumétrica en la toma de carburación de autoconsumo. Sin embargo, para el presente estudio no se proporcionó la información relacionada al registro de las mediciones.				

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td>Máxima de transporte (Ton/día)</td><td>La actividad que realiza la empresa es la distribución, para lo cual cuenta con un parque vehicular de autotanques y vehículos de reparto. Al respecto, cuenta con 25 autotanques
<table>
<tr><th>Capacidad por unidad (l)</th><th>No. unidades</th><th>Total Ton/día</th></tr>
<tr><td>3,300</td><td>5</td><td>0.977</td></tr>
<tr><td>4,000</td><td>10</td><td>2.367</td></tr>
<tr><td>5,000</td><td>1</td><td>0.296</td></tr>
<tr><td>5,200</td><td>3</td><td>0.923</td></tr>
<tr><td>5,500</td><td>1</td><td>0.326</td></tr>
<tr><td>6,189</td><td>1</td><td>0.366</td></tr>
<tr><td>8,000</td><td>1</td><td>0.473</td></tr>
<tr><td>12,900</td><td>2</td><td>1.527</td></tr>
<tr><td>18,000</td><td>1</td><td>1.065</td></tr>
<tr><td>Total</td><td>25</td><td>8.320</td></tr>
</table>
La empresa también cuenta con 17 vehículos de reparto donde se distribuyen los recipientes transportables. Respecto a estos vehículos no se proporcionó información del número de recipientes y capacidad con las que son equipados.</td></tr>
<tr><td>Máxima de almacenamiento (Ton)</td><td>443.86 Ton</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de almacenamiento</td><td>Tres recipientes estacionarios tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 250,000 litros base agua cada uno.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Capacidad de reporte en el listado de actividades altamente riesgosas</td><td>50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.</td></tr>
</table>

A continuación, se anexa la respectiva hoja de datos de seguridad del Gas L.P.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO IV.
DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental.
Privada 19 sur 1907, Colonia Santiago, en Puebla, Puebla. C.P. 72160. Tel: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

IV.1 ASPECTOS ABIÓTICOS.

Para llevar a cabo la descripción de los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos relacionados con las actividades desarrolladas por la planta de distribución de Gas L.P. se emplearon herramientas digitales de libre acceso como el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) y el Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE), ambas por medio de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como Espacio y Datos de México, el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) por parte del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Atlas Nacional de Prevención de Desastres proporcionado por el CENAPRED, así como una visita de campo a las instalaciones.

IV.1.1 Clima.

El clima está constituido por un conjunto interrelacionado de fenómenos meteorológicos sobre la superficie terrestre. El clima se determina a partir de la presión atmosférica, la temperatura, la precipitación, los vientos dominantes y la humedad. La región en la que se ubica la planta de distribución corresponde a un clima Cálido subhúmedo (Awo) con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C con un porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

IV.1.2 Temperatura.

De acuerdo a la información obtenida de la estación meteorológica 00031041 Colonia Emiliano Zapata ubicada en el municipio de Mérida, Yucatán en las coordenadas 20°59'02" latitud norte y 089°35'01" longitud oeste y a una altura de 12 msnm; se registraron los siguientes datos para la temperatura en un periodo de 1981 – 2010, en donde la temperatura media normal del sitio es de 26.7 °C.

Tabla IV. 1. Temperatura (°C) en Mérida para el periodo de 1981 - 2010.

Temp. °C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Máx. Normal	28.4	30.6	32.7	34.9	35.8	34.7	34.5	34.4	33.7	32.0	29.5	28.6	32.5
Media Normal	22.8	24.5	26.0	27.8	29.3	29.0	28.8	28.8	28.4	27.0	24.6	23.3	26.7
Mín. Normal	17.1	18.4	19.2	20.7	22.8	23.2	23.0	23.1	23.1	22.0	19.6	17.9	20.08

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas Estación 00031041 Colonia Emiliano Zapata, Municipio de Mérida, Yucatán.

IV.1.3 Humedad relativa.

De acuerdo a los datos obtenidos de la plataforma Urbana de Mérida, en la tabla Humedad relativa de Mérida, Hoja de Cálculo, base de datos NC de CNA 1971 – 2000, la humedad relativa de Mérida tiene un promedio anual del 71.2%

IV.1.4 Precipitación.

Cona base en la información obtenida de la estación meteorológica 00031041 Colonia Emiliano Zapata ubicada en el Municipio de Mérida, Yucatán, se registraron los siguientes datos de precipitación pluvial para el periodo de 1981 – 2010, con una media normal anual de 966.7 mm.

Tabla IV. 2. Precipitación (mm) en Mérida para el periodo de 1981 - 2010.

Precipitación Mm	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Media normal	13.1	38.4	25.7	32.5	63.8	145.5	148.0	184.7	167.8	89.6	127.1	110.4

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas Estación 00031041 Colonia Emiliano Zapata, Municipio de Mérida, Yucatán.

IV.1.5 Vientos dominantes.

Los vientos tienen una gran importancia geográfica, ya que además de modelar el relieve del planeta, transportan masas de aire polar desde las zonas frías a las cálidas y viceversa, originando variaciones en la temperatura y humedad desde los océanos y mares a los continentes; provocando también zonas de abundante nubosidad y precipitación. De acuerdo a los datos obtenidos del histórico del clima de Meteoblue, los vientos en Mérida tienen una velocidad de 13 km/h con dirección al Este.

IV.1.6 Presión atmosférica.

De acuerdo a la altura de 12 msnm de la estación meteorológica 00031041 Colonia Emiliano Zapata ubicada en el municipio de Mérida, Yucatán, se obtuvo una presión de 1.01144 bar (0.99844 atm).

TIPO DE CLIMA



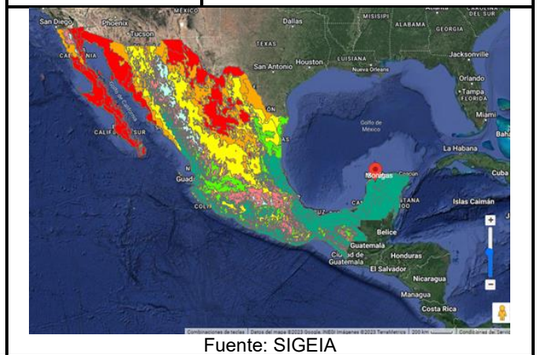
SoniGas

Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V.
	Radios de 500 metros
	Clima Cálido (Awo)



Fuente: SIGEIA

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.IV.1 TIPO DE CLIMA**
02				
03				

IV.1.7 Edafología.

De acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la planta de distribución de Gas L.P. se encuentra inmersa en un tipo de suelo Leptosol (LP), que, de acuerdo a la Guía para la interpretación de la cartografía. Edafología Escala 1:250 000 Serie III del INEGI, el termino Leptosol (LP) viene del griego *leptos*, delgado.

Este tipo de suelos presentan menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suele es para agostadero.

IV.1.8 Geología.

De acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la zona en donde se ubica la planta de distribución de Gas L.P. propiedad de "SONIGAS, S.A. DE C.V." presenta un tipo de roca sedimentaria - caliza Ts (cz). Este tipo de roca pertenece al grupo de las Ígneas, que se originan a partir de material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual está sometido a temperatura y presión muy elevada. El material antes de solidificarse recibe el nombre genérico de magma y cuando emerge a la superficie se conoce como lava. A causa de los agentes externos de erosión, se produce el efecto de meteorización, cuyas partículas son transportadas y finalmente depositadas. Conforme se acumulan sedimentos, los materiales del fondo se compactan formando a la roca sedimentaria.

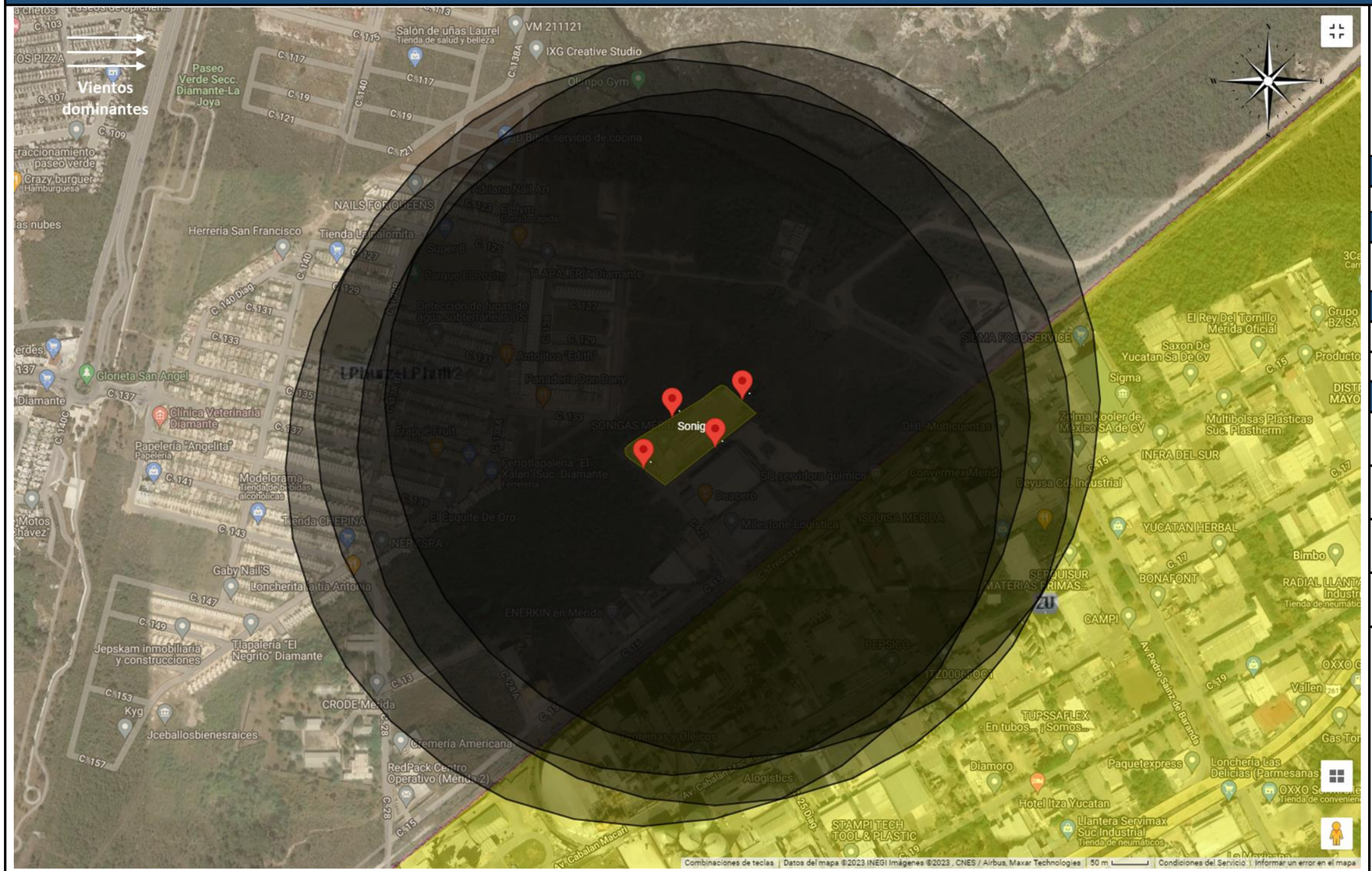
Es así que, de acuerdo a la Guía para la interpretación de cartografía geológica del INEGI, la roca caliza es la roca más importante de las rocas carbonatadas: constituida de carbonato de calcio, pudiendo estar acompañada de aragonito, sílice, dolomita, siderita y con frecuencia de fósiles, por lo que son de gran importancia estratigráfica.

IV.1.9-Fisiografía y sistema de topoformas.

La zona en donde se encuentra la planta de distribución de Gas L.P. se encuentra ubicada en la región fisiográfica de la **Península de Yucatán**. Esta región está formada por una plataforma calcárea de origen marino, que empezó a emerger desde hace aproximadamente 26 millones de años, a su vez, esta provincia se divide en tres subprovincias: Carso yucateco, Carso y lomeríos de Campeche y Costa baja de Quintana Roo.

Las instalaciones se encuentran en la Subprovincia del **Carso Yucateco**, la cual es la de mayor extensión, se caracteriza por presentar un relieve plano y está constituida por rocas calizas del Terciario Superior con evidente presencia de fósiles, principalmente de ambiente arrecifal, presenta abundantes estructuras de hundimiento o dolinas conocidas localmente como "aguadas" y estructuras de colapso inundadas o cenotes, evidencias clásicas de la topografía cárstica que caracteriza a la región. En cuanto al sistema de topoformas, el relieve de la zona es del tipo **llanura**, siendo la llanura rocosa de piso rocoso o cementado la que se encuentra en mayor proporción. Su expresión fisiográfica corresponde a una penillanura de roca caliza con poco desarrollo de suelos, de largas extensiones y sin presencia de fuertes desniveles.

E D A F O L O G I A



Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.
Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51' '	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

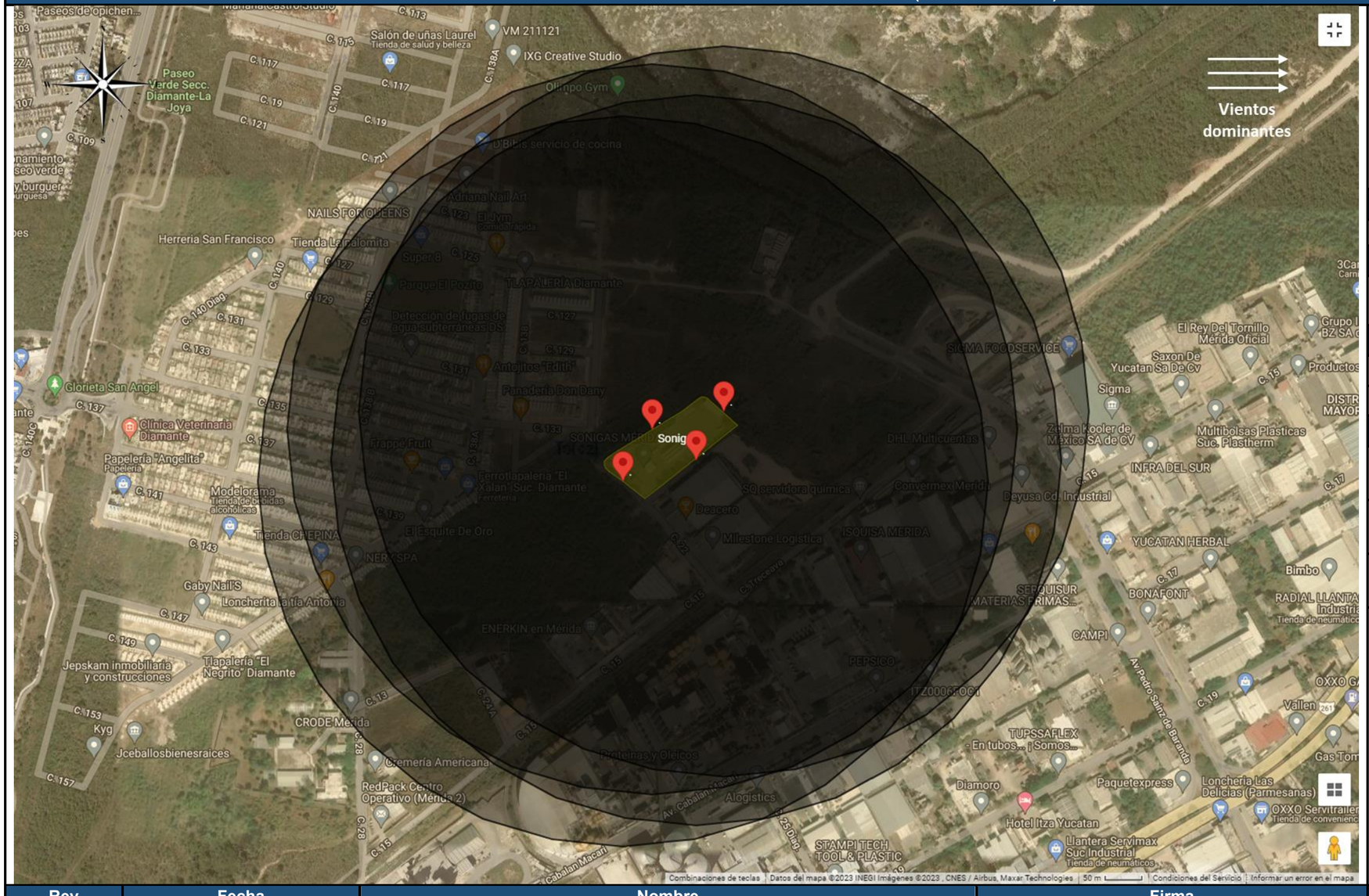
Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P.
	Radios de 500 metros
	Leptosol
	No Aplica



Fuente: SIGEIA

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.IV.2 EDAFOLOGIA**
02				
03				

T I P O D E R O C A (G E O L O G Í A)



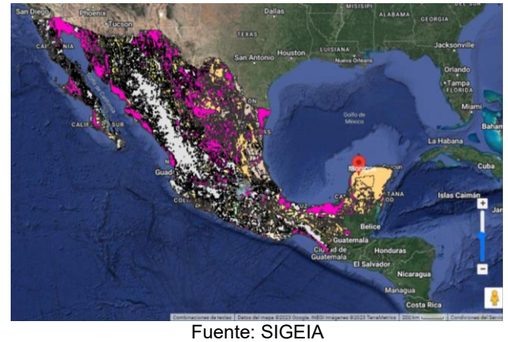
SoniGas

Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

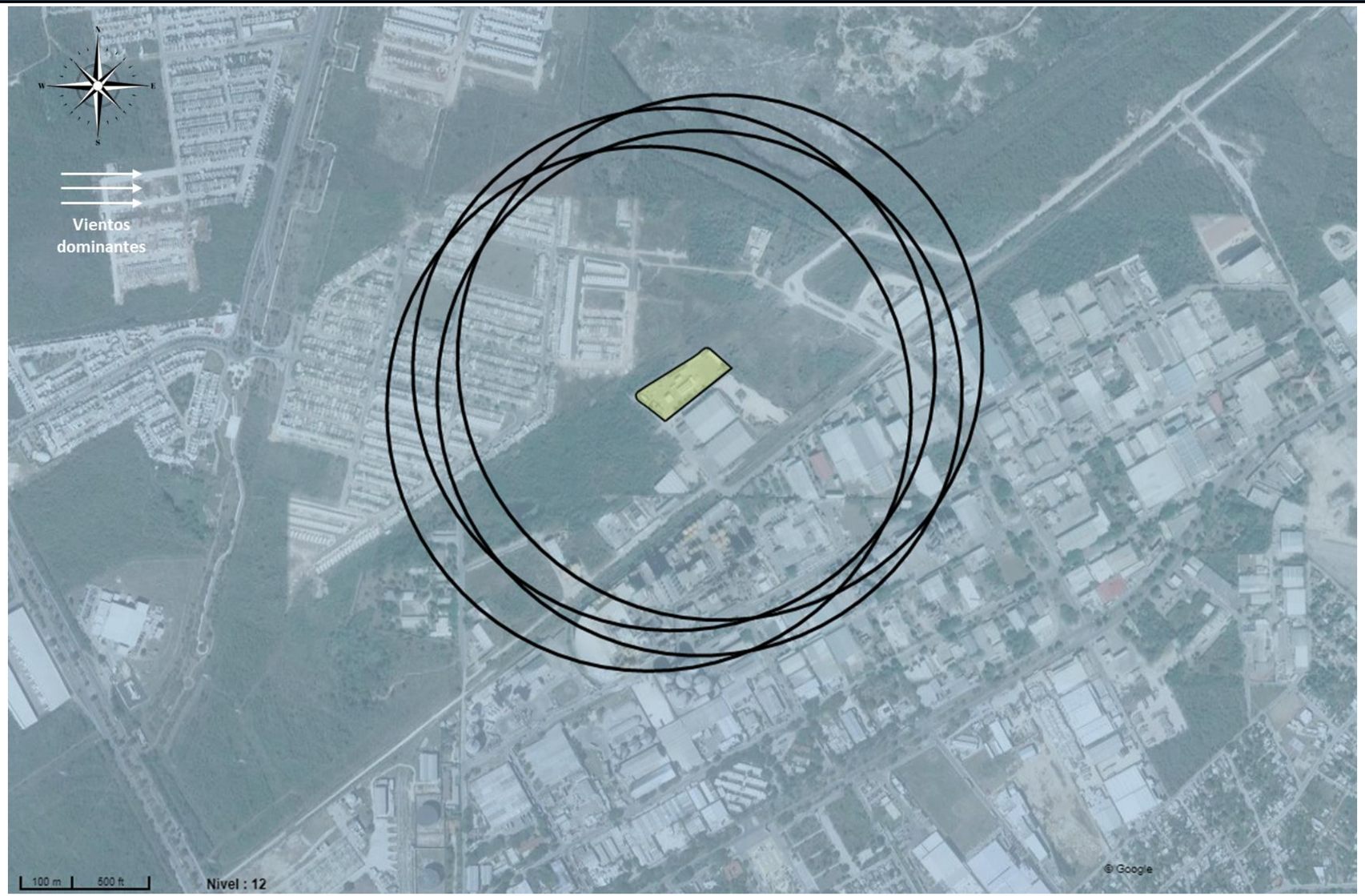
Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P.
	Radios de 500 metros
	Caliza



Fuente: SIGEIA

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		C.IV.3 TIPO DE ROCA (GEOLOGÍA)
02				
03				

PROVINCIA FISIOGRAFICA



Razón social

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación

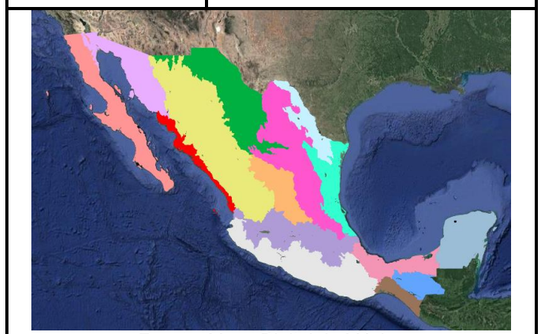
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas

Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51'	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología

	Planta de distribución de Gas L.P.
	Radios de 500 metros
	Península de Yucatán



Fuente: Mapa Digital de México

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		C.IV.4 PROVINCIA FISIOGRAFICA
02				
03				

IV.2 ASPECTOS BIÓTICOS.

IV.2.1 Flora.

Las instalaciones se encuentran totalmente instaladas y en etapa operativa, sin embargo, es importante mencionar que tras la visita de campo se pudo observar que la Planta de Distribución de Gas L.P. cuenta con áreas verdes, por lo que se llevó a cabo una determinación taxonómica de los especímenes observados. En la siguiente tabla, se enlistan las especies observadas dentro de la instalación.

Tabla IV. 3. Vegetación observada dentro de la Planta de distribución.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059	IUCN
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Cocotero	NP	NP
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate Rosa	NP	LC
Fabaceae	*Cassia fistula*	Lluvia de Oro Asiática	NP	LC
Fabaceae	*Delonix regia*	Framboyán de Madagascar	NP	LC
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Pr	LC
Musaceae	*Musa × paradisiaca*	Plátano	NP	NP
Poaceae	*Cynodon dactylon*	Gallitos	NP	NP

Fuente: NOM-059-SEMARNAT-2010, NP: No Presente, Pr: Sujeta a Protección Especial. International Union for the Conservation of Nature (IUCN); Red List. LC: Preocupación menor, NP: No Presente.



Cassia fistula



1. Cocos nucifera, 2. Musa x paradisiaca

Figura IV. 1. Vegetación dentro del interior de la Planta de Distribución.
Fuente: Visita de campo.



Musa x paradisiaca | *Tabebuia rosea*

Figura IV. 2. Vegetación observada en el interior de la Planta de Distribución.
Fuente: Visita de campo.



Cedrela odorata | *Tabebuia rosea*

Figura IV. 3. Vegetación observada al interior de la Planta de Distribución.
Fuente: Visita de campo.

Del mismo modo, se realizó una identificación taxonómica de las especies observadas en los alrededores de la instalación, así como aquellas especies susceptibles a localizarse en las colindancias, dicha información se obtuvo a través de una consulta bibliográfica.

Tabla IV. 4. Flora observada en los alrededores de la Planta de Distribución de Gas L.P. y especies susceptibles a encontrarse en el municipio de Mérida.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059	IUCN
Acanthaceae	*Dicliptera sexangularis*	Cruceta	NP	NP
	Ruellia simplex	Petunia Mexicana	NP	NP
Amaranthaceae	*Celosia argentea*	Flor Africana de Terciopelo	NP	LC
Amaryllidaceae	*Zephyranthes carinata*	Cefirante	NP	NP
Annonaceae	*Annona squamosa*	Capulín	NP	LC
Apocynaceae	*Cascabela thevetia*	Venenillo	NP	LC
	Plumeria obtusa	Frangipani Blanco	NP	LC
	Plumeria rubra	Cacalosúchil	NP	LC
	Catharanthus roseus	Jabonera de Madagascar	NP	NP
	Rauvolfia tetraphylla	Chililllo	NP	NP
	Allamanda blanchetii	Jalapa Roja	NP	NP
Araceae	*Epipremnum aureum*	Poto Asiático	NP	NP
Araucariaceae	*Araucaria heterophylla*	Araucaria de Norfolk	NP	VU
Arecaceae	*Roystonea regia*	Palma Botella	Pr	LC
	Washingtonia robusta	Palma Blanca	NP	NP
	Cocos nucifera	Cocotero	NP	NP
Asphodelaceae	*Aloe vera*	Sábila	NP	NP
Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del Golpe	NP	NP
	Sanvitalia procumbens	Ojo de Gallo	NP	NP
	Viguiera dentata	Chamiso	NP	NP
	Melampodium gracile	-	NP	NP
	Tridax procumbens	Hierba del Toro	NP	NP
	Sclerocarpus divaricatus	Mozote	NP	NP
	Sphagneticola trilobata	Botoncillo	NP	NP
	Bidens alba	Aceitilla Blanca	NP	NP
	Viguiera dentata	Chamiso	NP	NP
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate Rosa	NP	LC
	Tecoma stans	Tronadora	NP	LC
Boraginaceae	*Cordia sebestena*	Anacahuite	NP	LC
	Cordia dodecandra	Ciricote	NP	NP
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	NP	DD
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro Malabar	NP	LC
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Cantillo	NP	LC
	Tradescantia spathacea	Magueyito Morado	NP	NP
Convolvulaceae	*Ipomoea triloba*	Amole	NP	LC
	Ipomoea nil	Amol	NP	NP
	Distimake aegyptius	Trompillo	NP	NP

Continua en la página siguiente

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059	IUCN
Convolvulaceae	*Distimake dissectus*	Almendrillo	NP	NP
	Ipomoea hederifolia	Frijolillo	NP	NP
	Camonea umbellata	Moradilla	NP	NP
	Ipomoea crinicalyx	-	NP	NP
	Ipomoea nil	Amol	NP	NP
Cucurbitaceae	*Momordica charantia*	Pepino Cimarrón	NP	NP
Cyperaceae	*Cyperus esculentus*	Cebollín	NP	LC
Euphorbiaceae	*Croton cortesianus*	Palillo	NP	LC
	Euphorbia ophthalmica	Hierba de la Golondrina	NP	NP
	Euphorbia hypericifolia	Golondrina	NP	NP
	Ricinus communis	Higuerilla	NP	NP
Fabaceae	*Coulteria mollis*	Viga	NP	DD
	Vachellia farnesiana	Huizache	NP	LC
	Piscidia piscipula	Barbasco	NP	LC
	Caesalpinia pulcherrima	Bigotillo	NP	LC
	Mimosa pudica	Dormilona	NP	LC
	Bauhinia divaricata	Calzoncillo	NP	LC
	Senna racemosa	Retama Peninsular	NP	LC
	Acaciella angustissima	Guajillo	NP	LC
	Cassia fistula	Lluvia de Oro Asiática	NP	LC
	Delonix regia	Framboyán de Madagascar	NP	LC
	Albizia lebbeck	Acacia Amarilla	NP	LC
	Samanea saman	Cenízaro	NP	LC
	Clitoria ternatea	Conchita Azul Asiática	NP	NP
	Leucaena leucocephala	Tepeguaje Dormilón	NP	NP
	Lonchocarpus longistylus	Balché	NP	NP
Loasaceae	*Mentzelia aspera*	Pegarropa	NP	NP
Lythraceae	*Punica granatum*	Granada Cordelina	NP	LC
Malvaceae	*Ceiba pentandra*	Ceiba	NP	LC
	Melochia pyramidata	Escobilla	NP	LC
	Malvastrum coromandelianum	Escobillo	NP	NP
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	Pr	LC
Moraceae	*Ficus elastica*	Hule	NP	NP
Musaceae	*Musa × paradisiaca*	Plátano	NP	NP
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba Dulce	NP	LC
Nyctaginaceae	*Bougainvillea glabra*	Bugambilia Mamey	NP	LC
	Boerhavia coccinea	Abrojo Rojo	NP	NP
Oxalidaceae	*Oxalis latifolia*	Acederilla	NP	NP
Papaveraceae	*Argemone mexicana*	Amapolilla	NP	NP

Continua en la página siguiente.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059	IUCN
Passifloraceae	*Passiflora ciliata*	Maracuyá	NP	NP
Petiveriaceae	*Rivina humilis*	Bajatripa	NP	NP
Piperaceae	*Piper auritum*	Hierba Santa	NP	LC
Poaceae	*Melinis repens*	Pasto Africano Rosado	NP	NP
	Megathyrsus maximus	Camalote	NP	NP
Poaceae	*Cynodon dactylon*	Gallitos	NP	NP
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	Verdolaga Euroasiática	NP	LC
Rubiaceae	*Morinda citrifolia*	Noni	NP	NP
Solanaceae	*Capsicum annuum*	Chile	NP	LC
	Capsicum chinense	Chile Habanero	NP	NP
Verbenaceae	*Duranta erecta*	Coralillo	NP	LC
	Priva lappulacea	Cadillo de Bolsa	NP	NP

Fuente: NOM-059-SEMARNAT-2010; NP: No Presente, Pr: Sujeta a Protección Especial. International Union for the Conservation of Nature (IUCN); Red List, LC: Preocupación menor, NP: No Presente, DD: Datos Deficientes, VU: Vulnerable.

De las especies enlistadas, es importante mencionar que, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 el Cedro (*Cedrela odorata)* y La Palma Botella *(Roystonea regia)* se encuentran con estatus de Sujetas a Protección Especial.

En cuanto a las especies clasificadas de acuerdo a la IUCN, únicamente la Araucaria de Norfolk *(Araucaria heterophylla)* presenta estatus de Vulnerable (VU), ya que el resto de las especies son de preocupación menor, no se encuentras presentes o tienen datos insuficientes.

Asimismo, las actividades que se realizan en la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Sonigas, S.A. de C.V., no se contraponen con la conservación de estas, ya que no se hace uso de los recursos naturales ni se realizarán modificaciones que puedan poner en riesgo a la flora.

IV.2.2 Fauna.

Para realizar la determinación de las comunidades faunísticas presentes dentro de la instalación y en sus alrededores, se realizaron observaciones directas no sistemáticas al interior de la Planta, esto con el fin de hallar huellas, pelo o excretas que pudieran dar indicios de la presencia de especies animales.

Tabla IV.5. Fauna observada dentro y de la Planta.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059	IUCN
Mamíferos				
Canidae	*Canis familiaris*	Perro Doméstico	NP	LC
Aves				
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	NP	LC
Columbidade	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	NP	LC



Canis familiaris

Figura IV. 4. Fauna observada dentro de la Planta.
Fuente: Visita de Campo.



Quiscalus mexicanus



Streptopelia decaocto

Figura IV. 5. Fauna observada en las colindancias directa de la Planta.
Fuente: Visita de campo.

Con el propósito de contar con un mayor conocimiento de las especies que se distribuyen en los alrededores de la instalación, en la siguiente tabla se muestra un listado de la fauna susceptible a localizarse en el área, dicha información fue obtenida por medio de una consulta bibliográfica, en donde se contemplan los estatus de conservación de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Red List de la Union for the Conservation of Nature (IUCN).

Tabla IV.6. Fauna susceptible a encontrarse en la zona.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059	IUCN
Reptiles				
Anolidae	*Anolis ustus*	Abaniquillo de Yucatán	NP	LC
	Anolis sagrei	Abaniquillo Pardo del Caribe	NP	LC
Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado	NP	LC
	Laemanctus serratus	Toloque Coronado	Pr	LC
Emydidae	*Trachemys venustra*	Tortuga de Guadalupe	NP	LC
Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona Asiática	NP	LC
Geomydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga Mojina de Monte	A	NT
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	A	LC
Anfibios				
Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	NP	LC
Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana Arborícola Mexicana	NP	LC
Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana Termitera	NP	LC
Mamíferos				
Canidae	*Canis familiaris*	Perro doméstico	NP	LC
Muridae	*Rattus rattus*	Rata negra	NP	LC
Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca	NP	LC
Aves				
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	NP	LC
	Buteo jamaicensis	Aguililla Cola Roja	NP	LC
Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	NP	LC
Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	NP	LC
Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	NP	LC
	Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado	NP	LC
	Piranga olivacea	Piranga Escarlata	NP	LC
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	NP	LC
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	NP	LC
	Streptopelia decaocto	Paloma Turca de Collar	NP	LC
	Columba livia	Paloma Doméstica	NP	LC
	Streptopelia decaocto	Paloma Turca de Collar	NP	LC
	Columbina talpacoti	Tortolita Canela	NP	LC
	Patagioenas flavirostris	Paloma Morada	NP	LC
Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	NP	LC
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	NP	LC
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	NP	LC
	Coccyzus minor	Cuclillo Manglero	NP	LC
Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	NP	LC

Continúa en la página siguiente.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus de conservación	
			NOM-059	IUCN
Aves				
Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	NP	LC
Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	Golondrina Pueblera	NP	LC
Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	NP	LC
	Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	NP	LC
	Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	NP	LC
	Dives dives	Tordo Cantor	NP	LC
	Agelaius phoeniceus	Tordo Sargento	NP	LC
Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	NP	LC
Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules	NP	LC
Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	NP	LC
	Setophaga petechia	Chipe Amarillo	NP	LC
	Setophaga dominica	Chipe Garganta Amarilla	NP	LC
	Mniotilta varia	Chipe Trepador	NP	LC
	Setophaga pensylvanica	Chipe Flancos Castaños	NP	LC
	Geothlypis poliocephala	Mascarita Pico Grueso	NP	LC
	Geothlypis trichas	Mascarita Común	NP	LC
Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión Arlequín	NP	LC
Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	NP	LC
	Sphyrapicus varius	Carpintero Moteado	NP	LC
Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgrís	NP	LC
Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	NP	LC
Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara Azulgrís	NP	LC
	Volatinia jacarina	Semillero Brincador	NP	LC
	Saltator grandis	Saltador Gris Mesoamericano	NP	NP
Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	NP	LC
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	NP	LC
Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	NP	LC
	Turdus grayi	Mirlo Café	NP	LC
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	NP	LC
	Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	NP	LC
	Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	NP	LC
	Empidonax minimus	Papamoscas Chico	NP	LC
	Elaenia flavogaster	Mosquero Elaenia Copetón	NP	LC
	Tyrannus savana	Tirano Tijereta Gris	NP	LC
	Tyrannus couchii	Tirano Cuir	NP	LC
	Contopus virens	Papamoscas del Este	NP	LC
Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	NP	LC
	Vireo pallens	Vireo Manglero	Pr	LC
	Vireo olivaceus	Vireo Ojos Rojos	NP	LC

Fuente: NOM-059-SEMARNAT-2010; NP: No Presente, Pr: Sujeta a Protección Especial, A: Amenazada. International Union for the Conservation of Nature (IUCN); Red List. LC: Preocupación menor, NP: No Presente, NT: Casi Amenzada.

De las especies que se muestran en la tabla anterior, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Toloque Coronado *(Laemanctus serratus)* se encuentra con estatus de especie Sujeta a protección especial, en tanto que la Tortuga Mojina de Monte *(Rhinoclemmys areolata)* y la Iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis)* se encuentran con estatus de especie Amenazada. Y, de acuerdo a la IUCN la Tortuga Mojina de Monte presenta estatus de Casi amenazada.

IV.3 SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A FENÓMENOS NATURALES

IV.3.1 Fenómenos hidrometeorológicos.

El CENAPRED define a un fenómeno hidrometeorológico como un agente perturbador que se genera por la acción de los agentes atmosféricos como los ciclones tropicales y sus efectos: viento, oleaje y marea de tormenta; también lo son las tormentas severas y sus manifestaciones: tormentas de granizo, electricidad, tornados y corrientes descendentes; lluvias y sus manifestaciones; inundaciones costeras, pluviales, fluviales y lacustres; tormentas de polvo; nevadas, frentes fríos, ondas cálidas y gélidas; así como sequías, mar de fondo y tormentas de polvo.

Es así que, con ayuda de herramientas digitales como el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, se identificó la susceptibilidad del sitio a:

- **Sequía.**

De acuerdo al Glosario Técnico del Servicio Meteorológico Nacional, una sequía se define de la siguiente manera:

> Situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un periodo de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el periodo normal de precipitaciones para una región bien determinada.

Es así que, de acuerdo a lo señalado en el Atlas Nacional de Riesgos, el área en donde se ubica la planta presenta un grado de vulnerabilidad y de riesgo por sequía **"Bajo"**.



Figura IV. 6. Grado de vulnerabilidad por sequía.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos



Figura IV. 7. Grado de peligro por sequía.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Heladas.**

De acuerdo a WMO (1992, como se citó en CENAPRED, 2019) una helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua. Lo que a su vez genera que esta o el vapor que se encuentra en el aire se congele, depositándose en forma de hielo en las superficies.

Las heladas se presentan particularmente en las noches de invierno por una fuerte pérdida radiactiva. Suele acompañarse de una inversión térmica junto al suelo, donde se presentan los valores mínimos, que puede descender a los 2°C o más.

Es así que, con ayuda del Atlas Nacional de Riesgo se identificó que, la zona donde se encuentra la Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de "SONIGAS, S.A. DE C.V." presenta un índice de días con heladas **"Muy bajo"**.

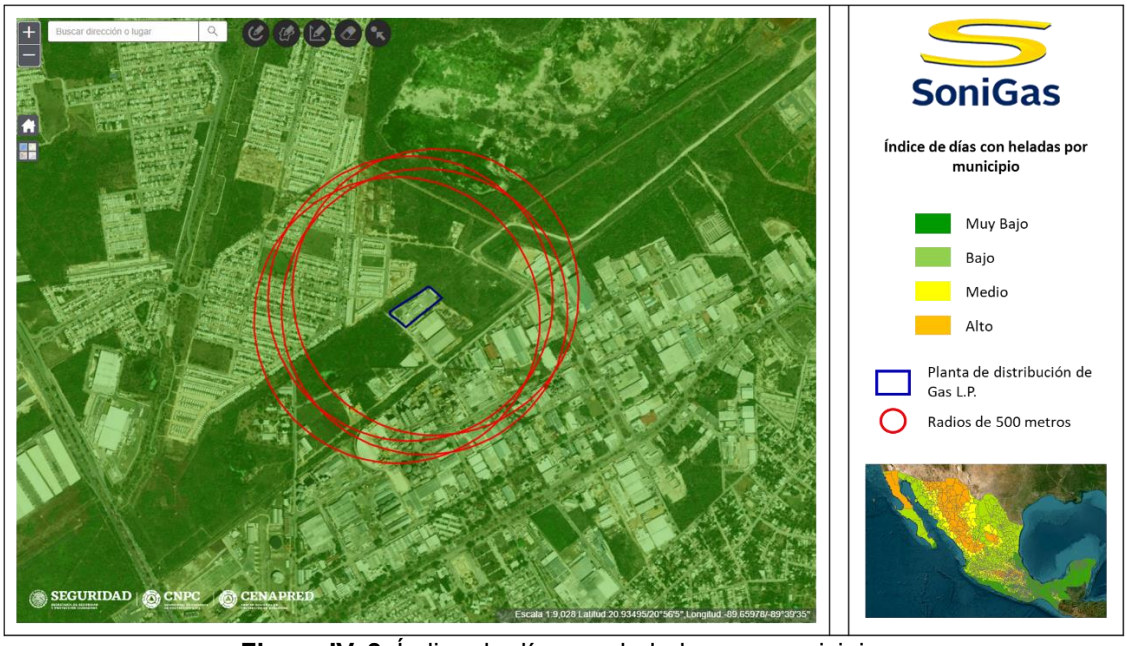


Figura IV. 8. Índice de días con heladas por municipio.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Tormentas de electricidad.**

En cuanto a tormentas eléctricas, el Glosario de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica define a una tormenta eléctrica como la tormenta local producida por una nube cumulonimbus que está acompañada por relámpagos y truenos.

Es así que, la zona donde se encuentran las instalaciones presenta un índice de días con tormentas eléctricas **"Bajo"**.

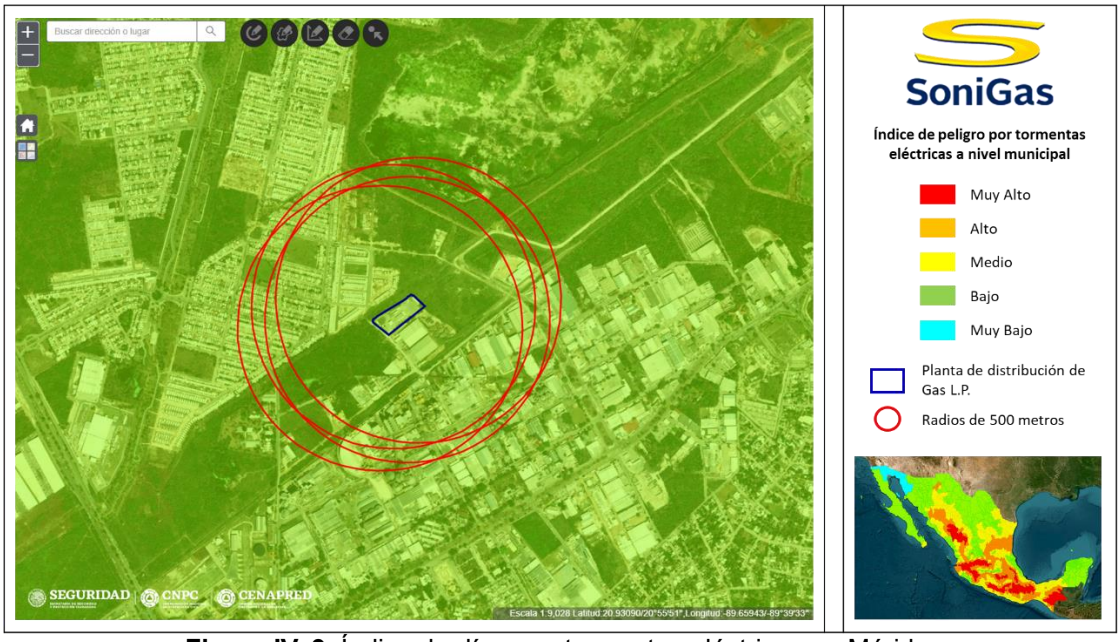


Figura IV. 9. Índice de días con tormentas eléctricas en Mérida.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Tormentas de granizo.**

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED:

> El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cunado las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento característico de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua fría, esto es, agua que está a una temperatura menor que la de su punto de congelación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sometidas por las corrientes de aire, caen por efectos de la gravedad al suelo.

El municipio donde se localiza la planta presenta un índice de peligro por tormentas de granizo **"Muy bajo"**.

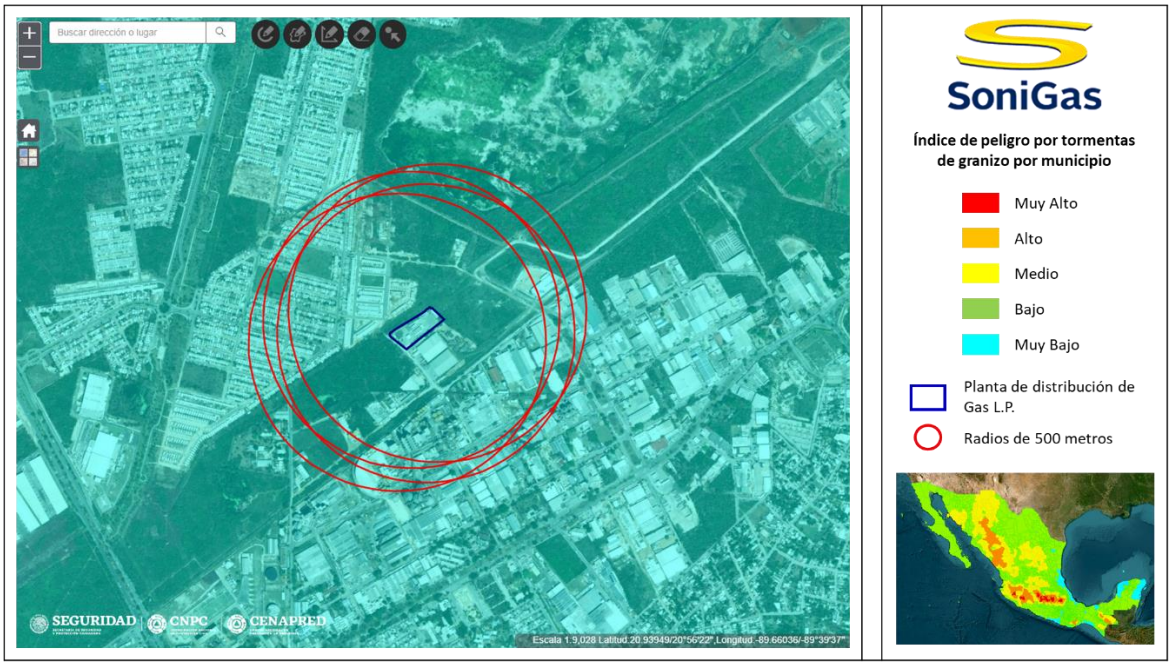


Figura IV. 10. índice de peligro por tormentas de granizo en Mérida, Yucatán.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Tormentas de nieve.**

De acuerdo al Fascículo Tormentas Severas del CENAPRED, una tormenta de nieve es una forma de precipitación sólida en forma de copos, los que a su vez se refieren a la aglomeración de cristales transparentes de hielo que se forman cuando el vapor de agua se condensa a temperaturas inferiores a la de solidificación del agua.

Del mismo modo, se menciona que este tipo de fenómenos son provocados por fenómenos meteorológicos que ocurren generalmente durante el invierno, como son las masas de aire polar y los frentes fríos, que en algunas ocasiones llegan a interactuar con corrientes en chorro, líneas de vaguadas y entradas de humedad de los océanos hacia tierra,

La zona donde se ubican las instalaciones de la empresa, presenta un índice **“Muy bajo”** de peligro por nevadas a escala municipal.

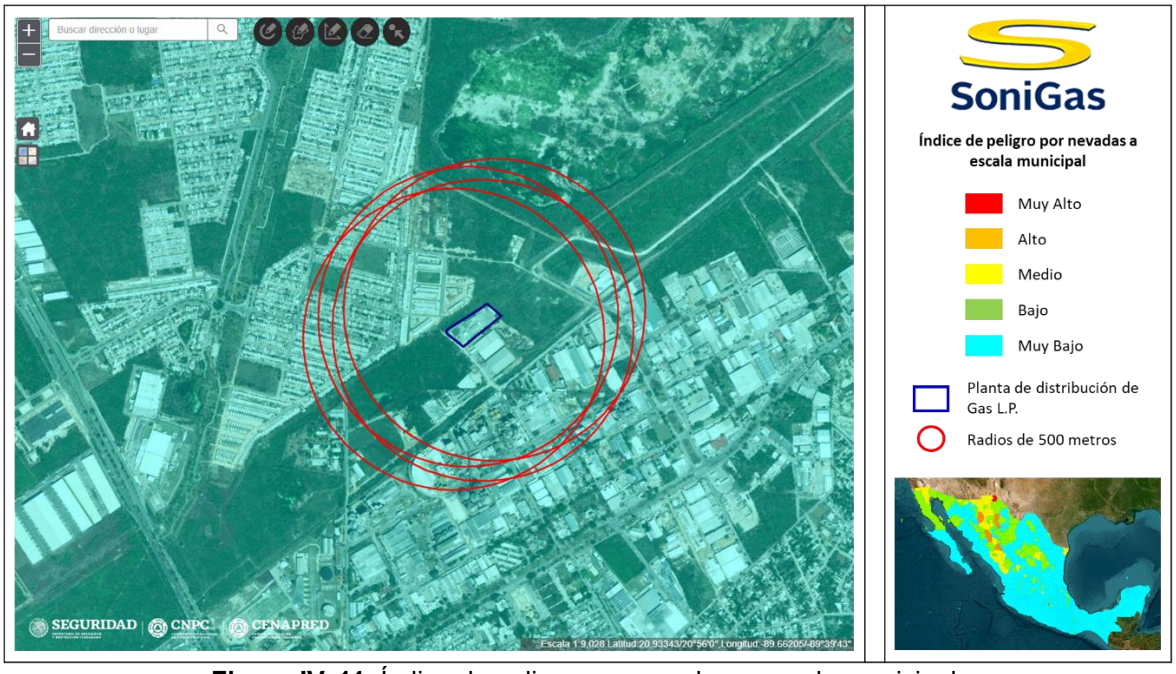


Figura IV. 11. Índice de peligro por nevadas a escala municipal.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Inundaciones.**

De acuerdo con la definición del glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974 citado por la CENAPRED), una inundación es el aumento del agua por arriba del nivel normal de cauce, lo que se traduce como una elevación de agua mayor a la del cauce habitual, por lo que genera daños.

La ocurrencia de este tipo de eventos, se debe a la presencia de precipitaciones, oleajes, marea de tormentas o fallas de estructuras hidráulicas, con lo que se provoca un incremento en el nivel de la superficie del agua, generando entonces que esta invada o entre en sitios donde generalmente no la hay, por lo que en la mayoría de los casos incide en daños a la población, agricultura, ganadería y/o infraestructura.

De los resultados arrojados por el Atlas Nacional de Riesgos, la zona donde se localizan las instalaciones presenta un índice de vulnerabilidad y de peligro por inundación **“Medio”**.

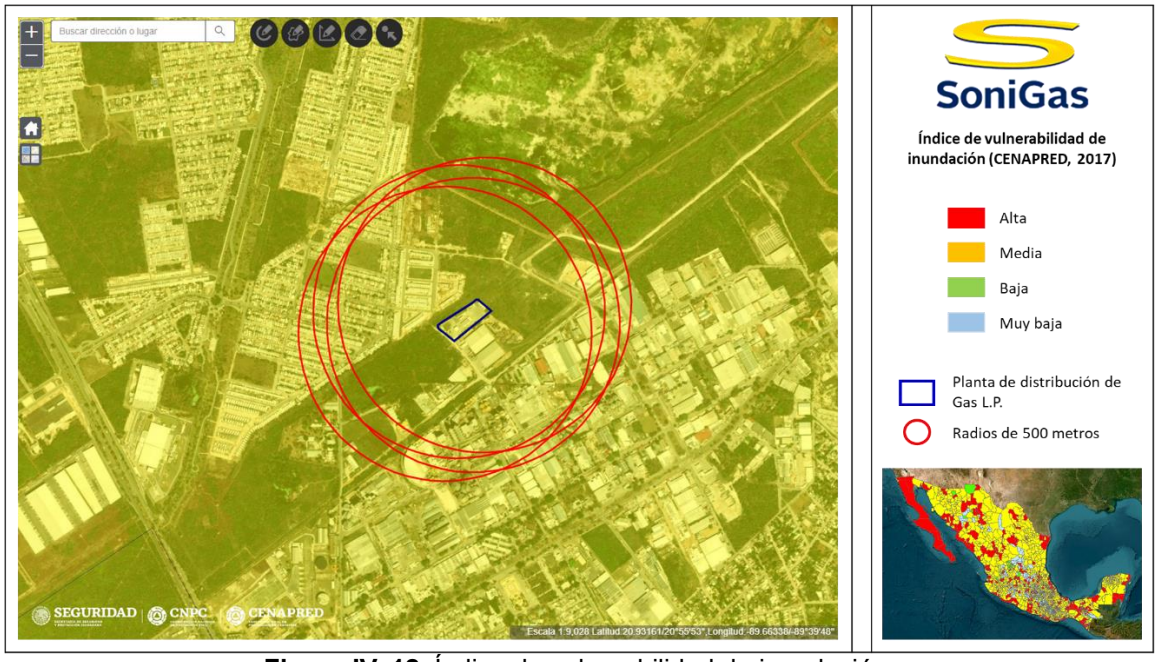


Figura IV. 12. Índice de vulnerabilidad de inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

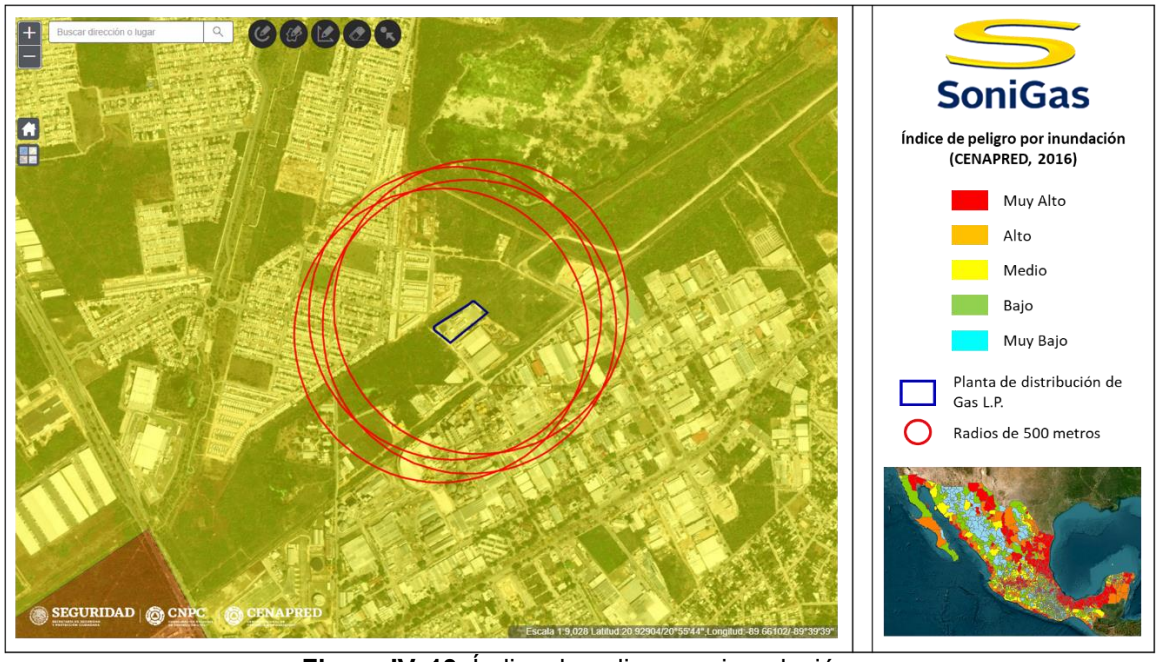


Figura IV. 13. Índice de peligro por inundación.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Ondas gélidas.**

Una onda gélida se refiere a un periodo de temperaturas muy bajas asociado con la invasión del territorio por masas de aire polar o continental. Estas no sólo son bajas temperaturas, ya que también pueden ir acompañadas de agua nieve y nevadas.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el área donde se ubican las instalaciones presenta un grado de peligro por bajas temperaturas **"Muy bajo"**.



Figura IV. 14. Grado de peligro por bajas temperaturas.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

En tanto que, el municipio de Mérida, presenta un índice de temperatura mínima extrema **"Bajo"**.



Figura IV. 15. Índice de temperatura mínima extrema en Mérida.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Ondas Cálidas.**

De acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial, una onda de calor es el calentamiento importante del aire o la invasión de aire muy caliente sobre una zona extensa. Además, estas pueden durar más de dos días e incluso semanas.

En el territorio mexicano, estas suelen presentarse principalmente en los estados norte y sureste. Y, de acuerdo a los resultados del Atlas Nacional de Riesgos, el área en donde se encuentran las instalaciones pertenecientes a "SONIGAS, S.A. DE C.V." presenta una vulnerabilidad por ondas cálidas **"Alta"**, en tanto que el peligro es catalogado como **"Bajo"**.

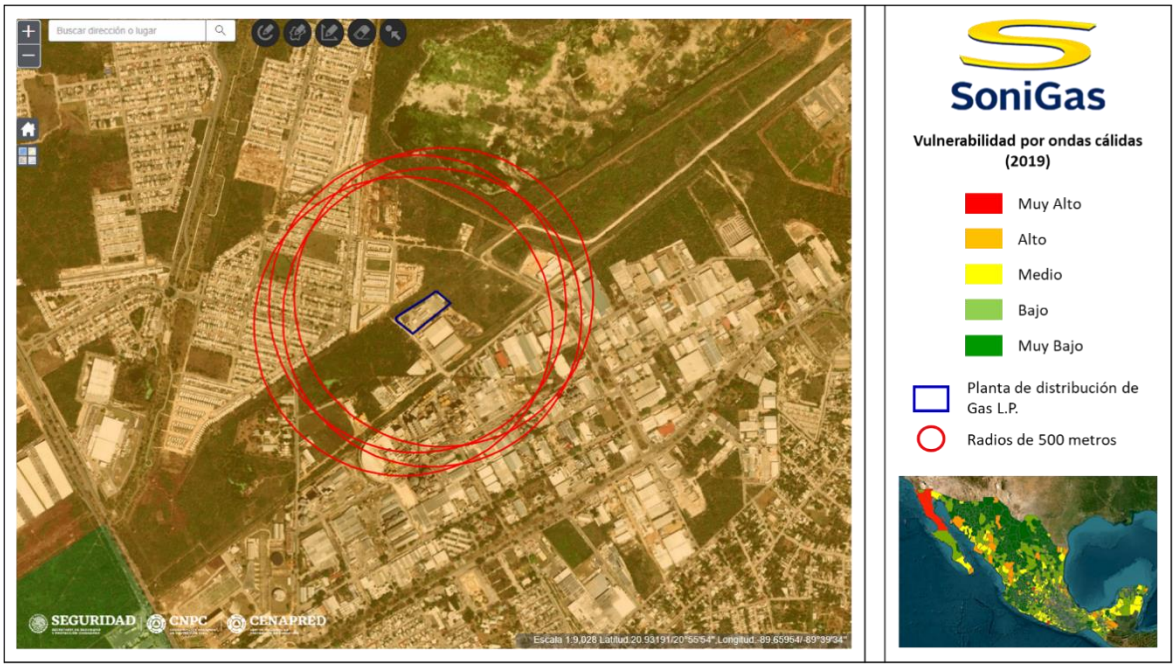


Figura IV. 16. Vulnerabilidad por ondas cálidas.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

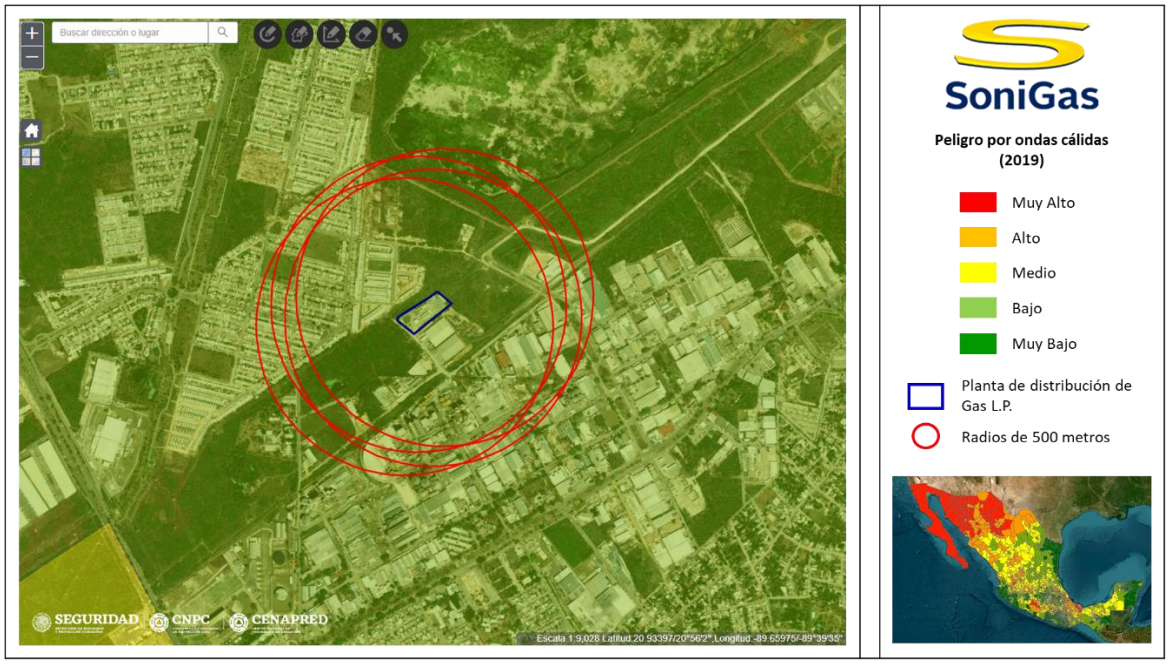


Figura IV. 17. Peligro por ondas cálidas.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Ciclones tropicales.**

De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial, un ciclón tropical, también conocido como huracán o tifón, es una tormenta de rápida rotación que se origina en los océanos tropicales, de donde extrae la energía necesaria para desarrollarse.

Un huracán tiene un centro de baja presión y nubes que se desplazan en espiral hacia la pared que rodea el "ojo", la parte central del sistema donde no hay nubes y las condiciones meteorológicas son por lo general tranquilas. Generan vientos muy violentos, lluvias torrenciales, olas altas y, en algunos casos, mareas de tempestad e inundaciones costeras muy destructivas.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales es **"Alto"**, en tanto que el grado de riesgo es **"Muy alto"**.

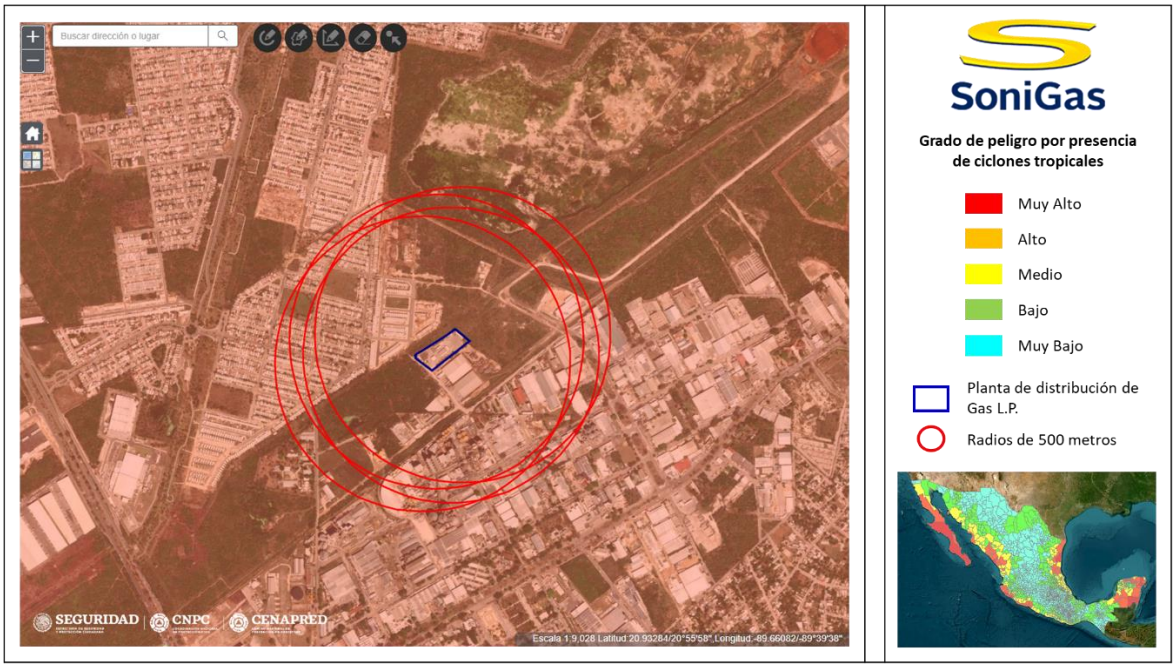


Figura IV. 18. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos



Figura IV. 19. Grado de riesgo por ciclones tropicales.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Tornados.**

De acuerdo a la Organización Meteorológica Mundial, un tornado es una columna rotatoria de aire, a menudo con la apariencia de un embudo de condensación en contacto con el suelo, que se extiende desde la base de una nube cumuliforme, y que en ocasiones va acompañada de una nube de polvo o escombros en circulación a la altura del suelo.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, en el municipio de Mérida **no** se han presentado tornados.



Figura IV. 20. Presencia de tornados en el municipio de Mérida.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

IV.3.2 Fenómenos geológicos.

De acuerdo a la Ley de Protección Civil (2012), un fenómeno geológico es un "agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre". Entre este tipo de fenómenos se encuentran los sismos, las erupciones volcánicas, la inestabilidad por laderas, hundimientos, entre otros.

- **Hundimientos**

Los agrietamientos geológicos se manifiestan por una serie de grietas en el suelo que se profundizan hacia el subsuelo. Tienen forma alargada y abertura variable de unos pocos centímetros a varias decenas de centímetros. El conjunto de grietas puede adquirir una forma lineal que puede extenderse por cientos de metros a pocos kilómetros. Suelen manifestarse junto con hundimientos del suelo, socavones, colapsos del subsuelo por licuefacción, corrimientos de tierra y oquedades.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el municipio de Mérida **no** ha presentado presencia de hundimientos.

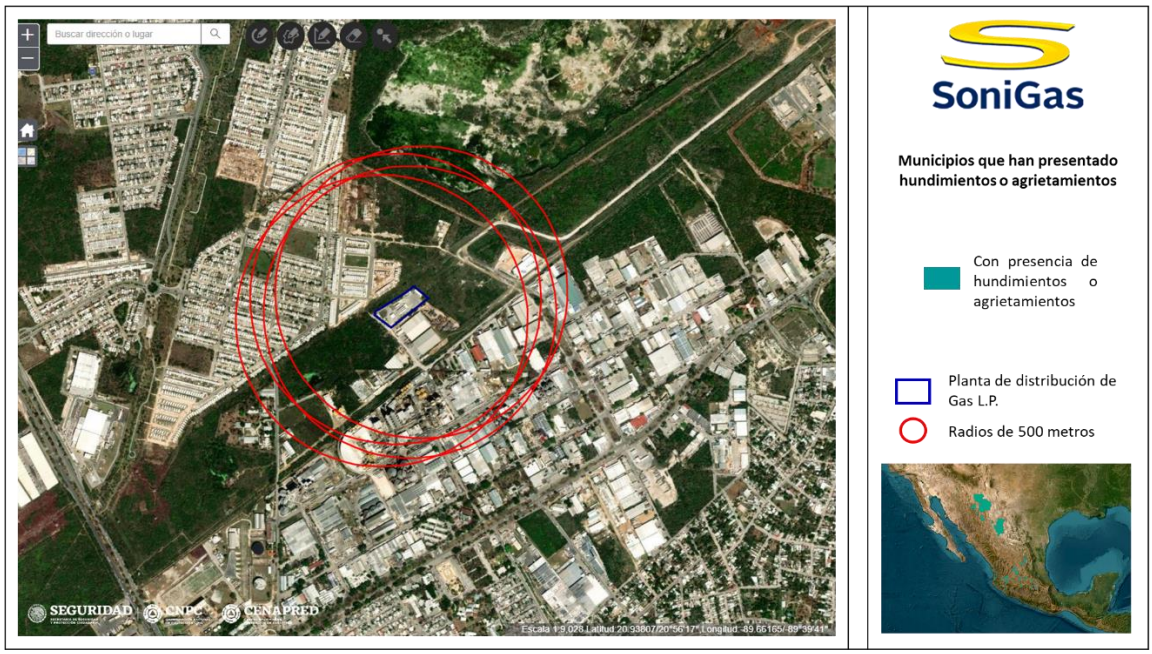


Figura IV. 21. Municipios que han presentado hundimientos o agrietamientos.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Susceptibilidad por laderas.**

De acuerdo al Centro Nacional de Prevención de Desastres, la inestabilidad de laderas se define como “la perdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, por lo que ocurren reacomodos y colapsos”

El grado de estabilidad de una ladera depende de un gran número de condicionantes, de acuerdo al CENAPRED (2019):

> El grado de inestabilidad de una ladera depende de diversas variables como la geología, le geomorfología, el grado de intemperismo, la deforestación y la actividad humana, entre otros. Los sismos, las lluvias y la actividad volcánica son considerados como factores detonantes o desencadenantes de los deslizamientos.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, la zona donde se encuentra la planta de distribución de Gas L.P. presenta una susceptibilidad por inestabilidad de laderas **“Muy baja”**.

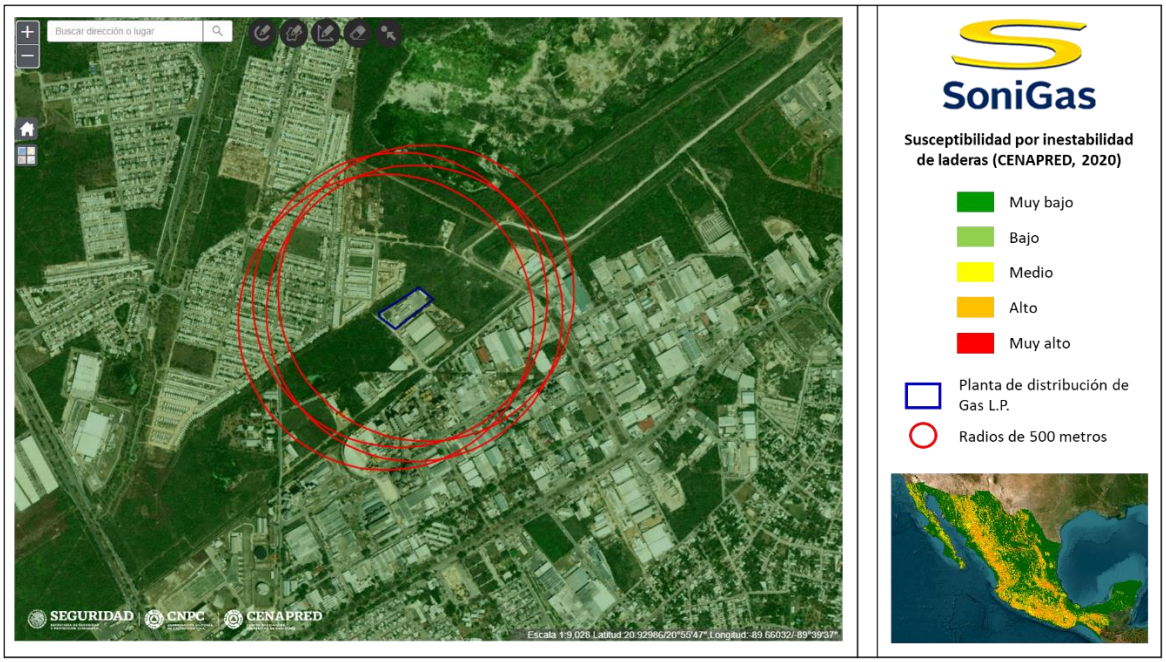


Figura IV. 22. Susceptibilidad por inestabilidad de laderas.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Sismos**

De acuerdo al Servicio Geológico Mexicano, un sismo es uno de los términos para referirse a los movimientos de la corteza terrestre, es de corta duración, intensidad variable y producido a consecuencia de la liberación repentina de energía.

Con la intención de conocer el grado de peligro sísmico, el Servicio Geológico Mexicano dividió a la República Mexicana en cuatro zonas sísmicas:

* Zona A, zona de baja intensidad. En esta zona no se han registrado sismos en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10% de la aceleración de la gravedad.
* Zona B, zona de intensidad media. Esta zona está catalogada como de intensidad moderada, pero las aceleraciones no rebasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
* Zona C, zona de alta intensidad. En esta zona, al igual que en la anterior, las aceleraciones del suelo no rebasan el 70% de la gravedad, sin embargo, la actividad sísmica ocurre con mayor frecuencia.
* Zona D, zona de muy alta intensidad. Es en esta zona donde se han registrado grandes sismos históricos, además de que su ocurrencia es altamente frecuente, y las aceleraciones del suelo no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el área en donde se ubican las instalaciones pertenecientes a “SONIGAS, S.A. DE C.V.” se encuentran dentro de la **Zona A – Bajo**.



Figura IV. 23. Regionalización sísmica.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

IV.3.3 Fenómenos sanitario – ecológicos

La Ley General de Protección Civil (2012) define un fenómeno sanitario – ecológico como:

> El agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a su población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

- **Contaminación del agua**

La contaminación del agua se define como la acumulación de una o más sustancias químicas ajeas al agua que puedan generar una gran cantidad de consecuencias, entre las que se incluye el desequilibrio de la vida de los seres vivos (animales, plantas y personas).

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el área en donde se encuentra la Planta de distribución de Gas L.P., el municipio de Mérida, Yucatán presenta un índice de contaminación del agua **"Medio"**.

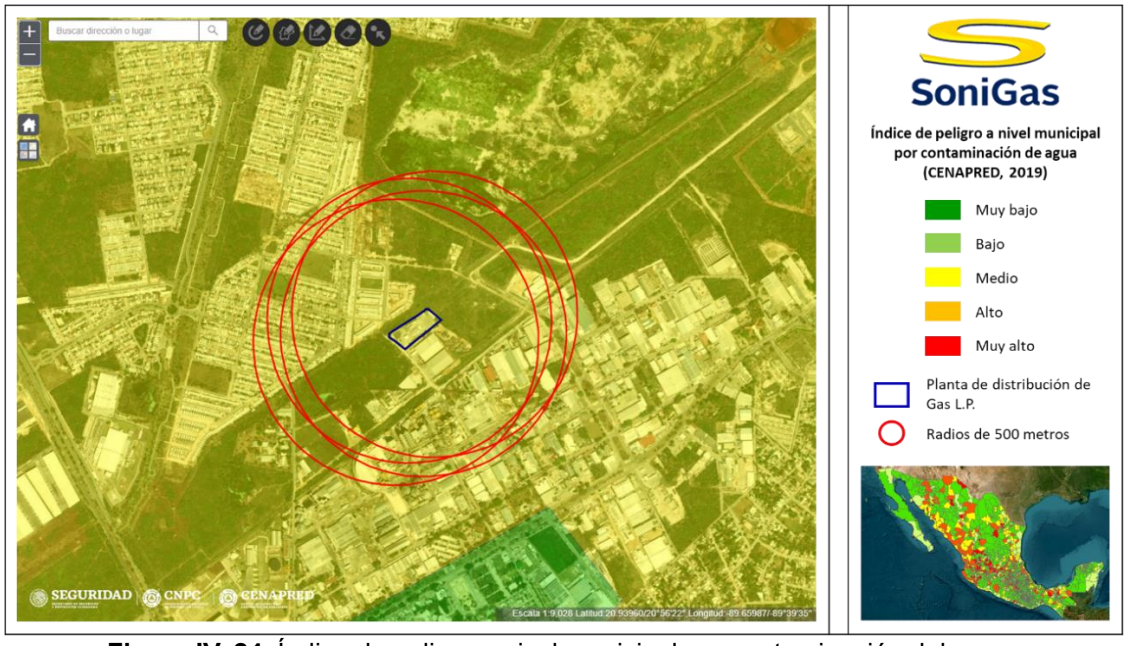


Figura IV. 24. Índice de peligro a nivel municipal por contaminación del agua.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Influenza invernal.**

De acuerdo a la Secretaría de Salud, la influenza es una enfermedad respiratoria contagiosa benigna causada por los virus de la influenza (A, B y C). Esta enfermedad afecta las vías respiratorias superiores, nariz, garganta y los bronquios, pero, en los casos graves, puede llegar hasta los pulmones. De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el municipio de Mérida presentó un índice de casos de influenza **"Alto"**.

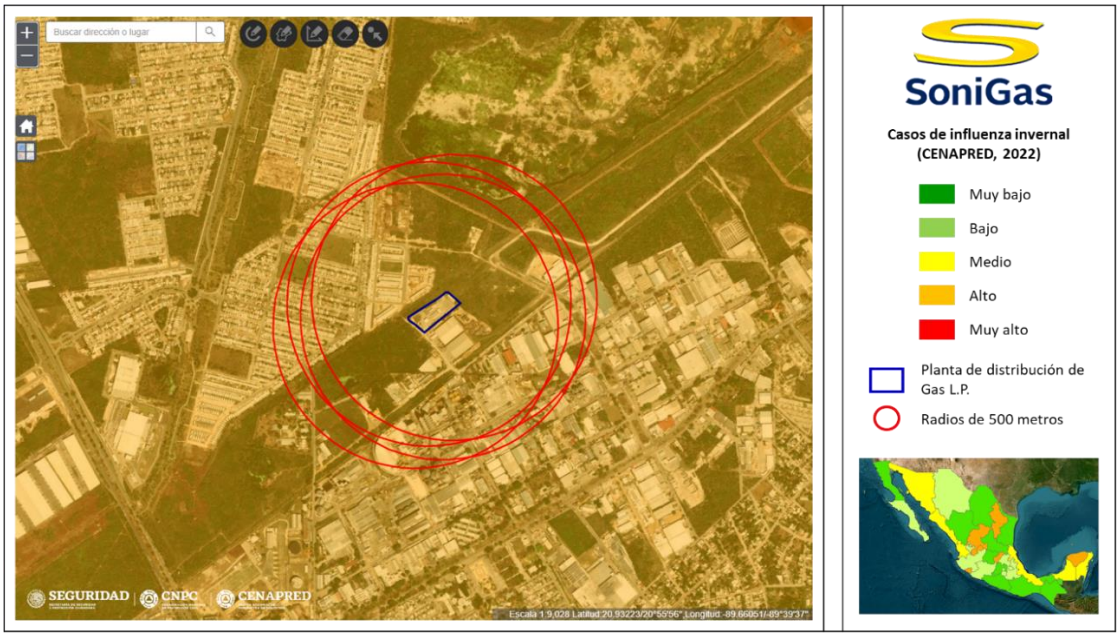


Figura IV. 25. Casos de influenza invernal
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

- **Dengue.**

De acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud, el Dengue es una enfermedad febril que afecta a lactantes, niños y adultos. La infección puede ser asintomática, o cursar con síntomas que van desde una fiebre moderada a una fiebre alta incapacitante, con dolor de cabeza intenso, dolor detrás de los ojos, dolor muscular y en las articulaciones, y sarpullidos. La enfermedad puede evolucionar a un dengue grave, caracterizado por choque, dificultad para respirar, sangrado grave y/o complicaciones graves en los órganos.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, la tasa de incidencia por Dengue presentó un índice **"Alto"**

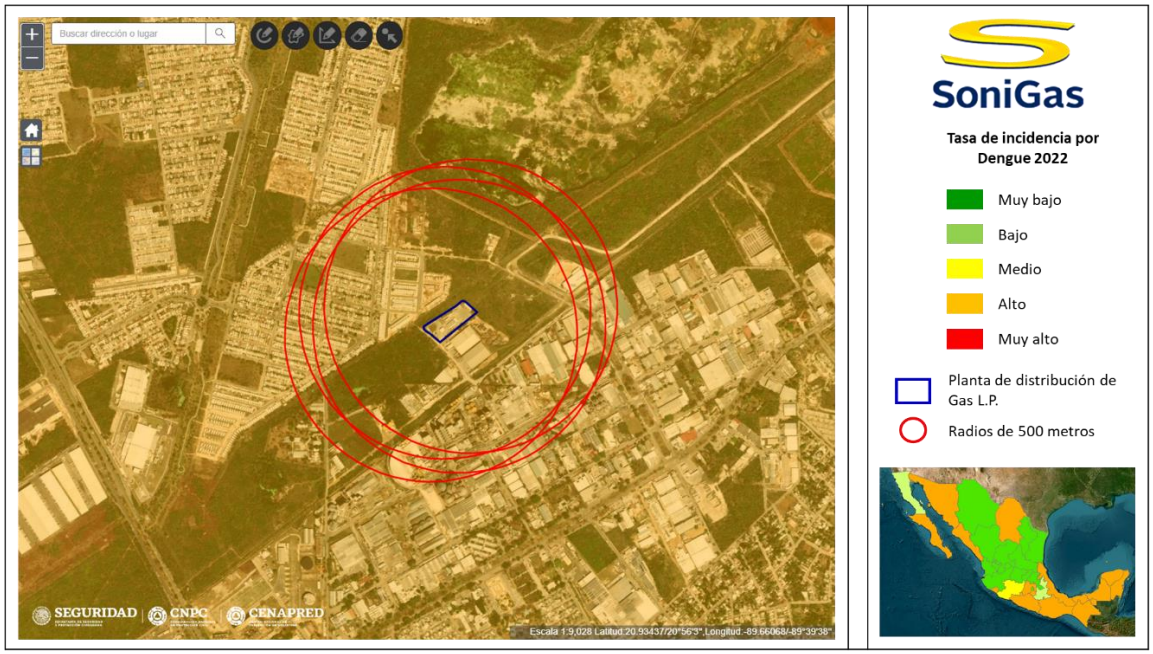


Figura IV. 26. Tasa de incidencia por Dengue.
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

IV.3.4 Fenómenos Químico – Tecnológicos.

De acuerdo a la definición de la Ley General de Protección Civil publicada en el diario Oficial de la Federación el día 06 de junio de 2012, con última reforma el 06 de junio de 2012, establece en el artículo 2 fracción XXV que un fenómeno químico – tecnológico:

> Es un agente perturbador que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que afectan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.

Dichos eventos están relacionados con el desarrollo industrial, el uso de diversas formas de energía y al manejo de estas.

- **Incendio por factores humanos.**

El evento de un incendio provocado por factores humanos es la presencia de fuego no controlado de grandes proporciones, este puede presentarse de forma habitual, gradual o instantánea lo cual puede provocar lesiones o pérdidas humanas, daños materiales, interrumpe servicios y puede llegar a afectar al ambiente.

Las causas comunes para que se provoquen estos eventos son las fallas eléctricas, fallas de instalación de gas, combustión espontánea, manejo inadecuado de líquidos y mantenimiento deficiente de tanques que contienen gas.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el área está catalogada con un riesgo **"Muy Alto"** de incendios por factores humanos.

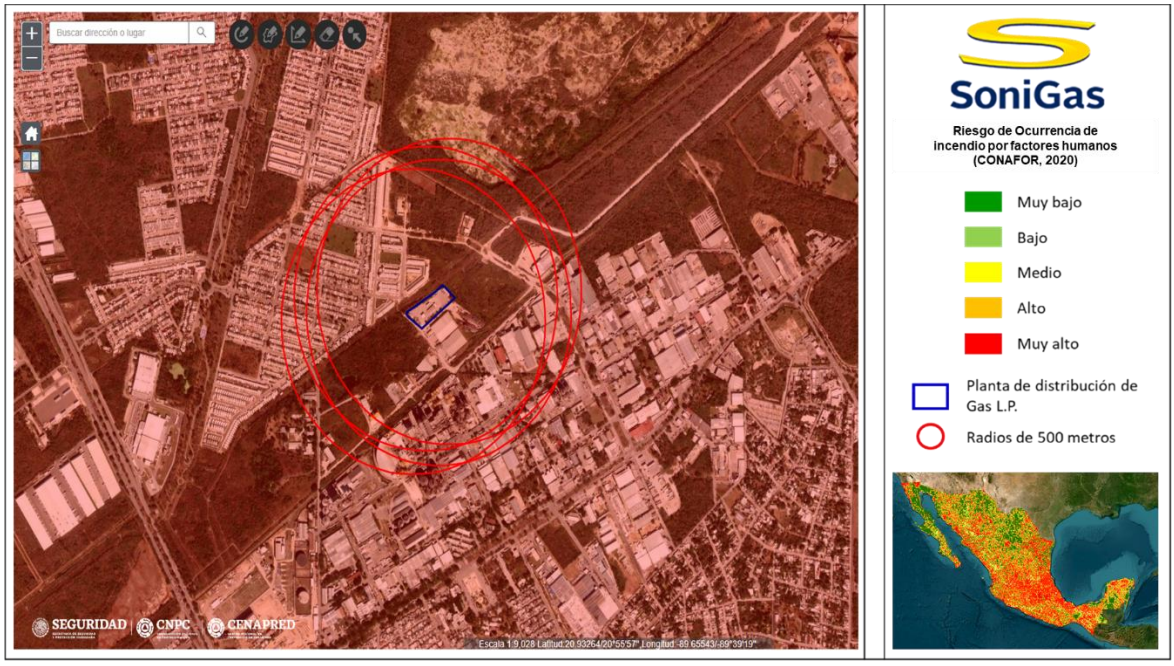


Figura IV. 27. Riesgo de ocurrencia de incendios por factores humanos.
Fuente: CONAFOR, 2020

- **Industrias con sustancias químicas peligrosas.**

Al sur de la Planta de Distribución de Gas L.P. se localiza la planta denominada Proteínas y Oleicos, en tanto que, a 435.76 m al Suroeste se encuentra la Fabrica Bachoco. En la tabla siguiente se desglosan las sustancias químicas peligrosas que se encuentran dentro de estas instalaciones.

Tabla IV. 7. Industrias con sustancias químicas peligrosas

Industria	Ubicación	Distancia	Sustancia	Cantidad	Cantidad del reporte
Proteínas y oleicos	184.98 m	Sur	Amoniaco	1 Ton	10 kg
			Hexano	89.7 Ton	20,000 kg
			Hidrogeno	1 Ton	500 kg
			Propano	101 Ton	500 kg
Fábrica Bachoco	435.76 m	Suroeste	Amoniaco	16 Ton	10 kg

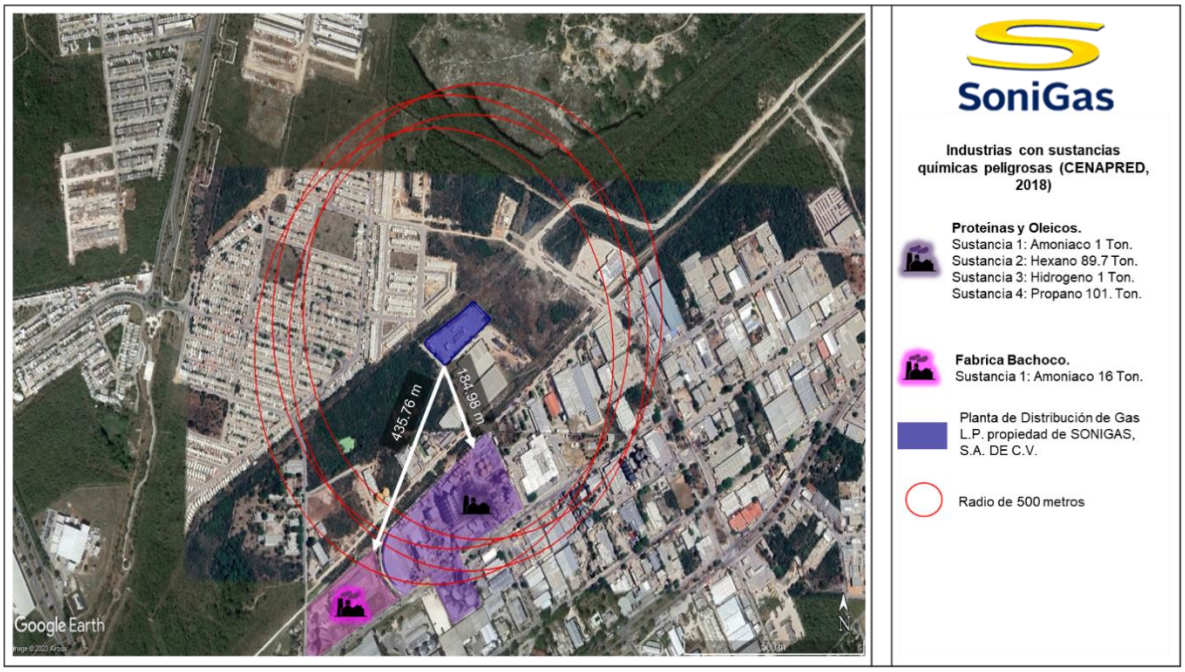


Figura IV. 28. Industrias con sustancias químicas peligrosas
Fuente: CENAPRED, 2018

IV.4 ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN.

Como ya se ha mencionado con anterioridad (Capítulo 2), en los últimos años se ha observado el crecimiento del Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichen, ubicado por los linderos norte-noreste-noroeste del predio que ocupa la instalación, razón por la cual, la distancia mínima de separación respecto a las tangentes de los recipientes de almacenamiento y zonas vulnerables de población se ha visto reducida; siendo que, la distancia entre la tangente del recipiente de almacenamiento No. 1 hasta la pared de la casa más cercana de dicho fraccionamiento es de 82.67 m.

De acuerdo con la vista satelital de marzo de 2022, arrojada por la aplicación *World Imagery Wayback*, es posible observar que si bien, ya se aprecia una ampliación del fraccionamiento antes mencionado, aún se conserva la distancia de separación de 100 m entre la tangente de los tanques de almacenamiento y casas habitación (Figura IV.29). No obstante, en la vista de agosto del mismo año (Figura IV.30) se observa que la ampliación de dicho Fraccionamiento reduce la distancia de separación.



Figura IV. 279. Vista satelital de la zona en donde se encuentra la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. con fecha del 16 de marzo de 2022.
Fuente: World Imagery Wayback



Figura IV. 30. Vista satelital de la zona en donde se encuentra la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. con fecha del 10 de agosto de 2022.
Fuente: World Imagery Wayback

Una vez mencionado lo anterior y, de acuerdo al apartado 5.3 de la Guía de Elaboración del Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos, se realizó el análisis y búsqueda de las zonas vulnerables de población en un radio de 500 m a partir de los límites de propiedad del predio que ocupa la instalación.

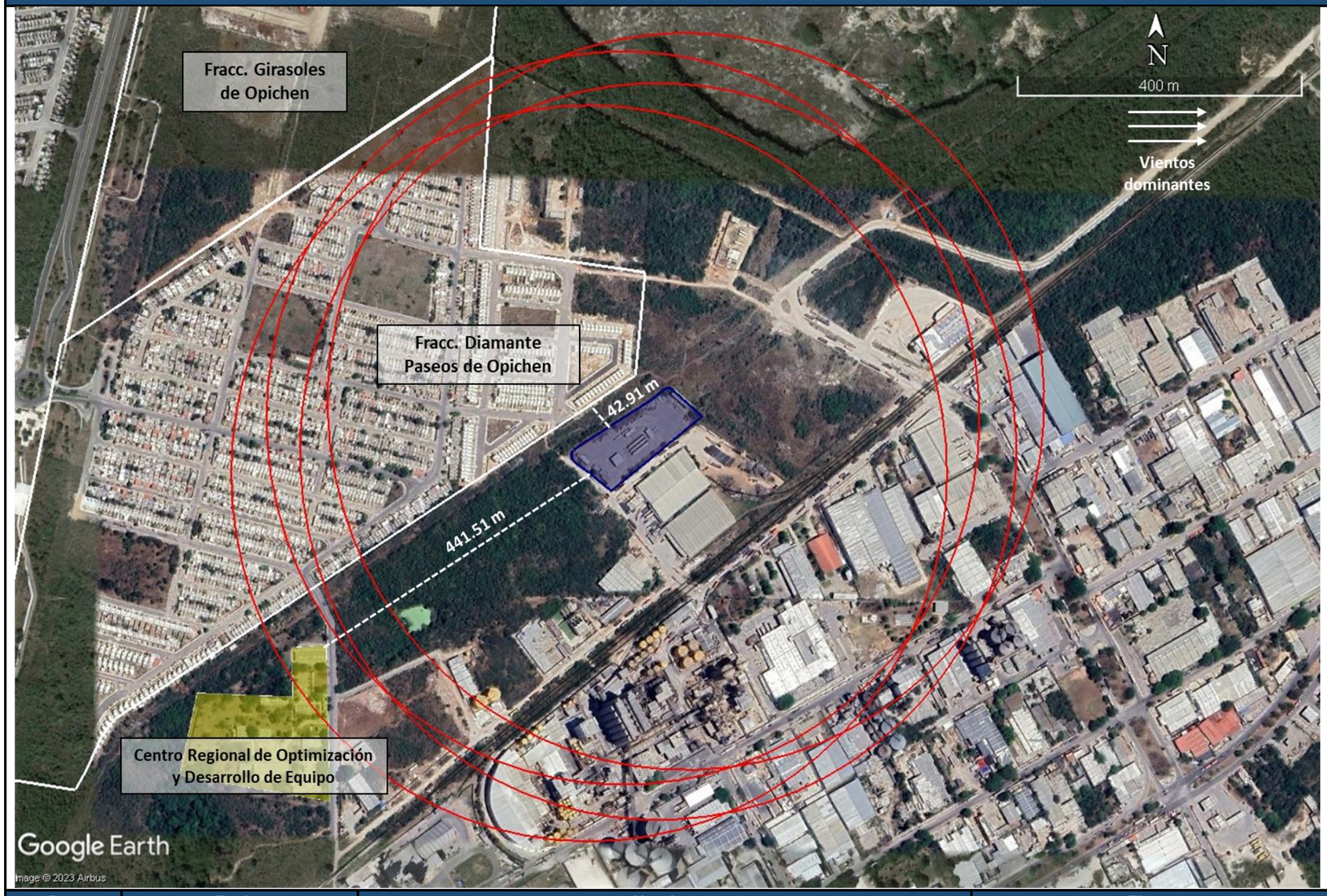
Tabla IV. 8. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.

Tipo de zona	Nombre	Población	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación (m)
Fraccionamiento	Diamante Paseos de Opichen	No disponible	NO	42.91
Escuela	Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo	51 a 100 personas	SO	441.51

Fuente: Espacio y datos de México

Cabe mencionar que, de acuerdo a la página de Espacio y datos de México proporcionada por el INEGI, con datos actualizados hasta 2020, en un radio de 500 m respecto a los límites de la Planta, existe un total de 991 viviendas, de las cuales 647 se encuentran habitadas, teniendo así un total de 1,838 habitantes.

ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN

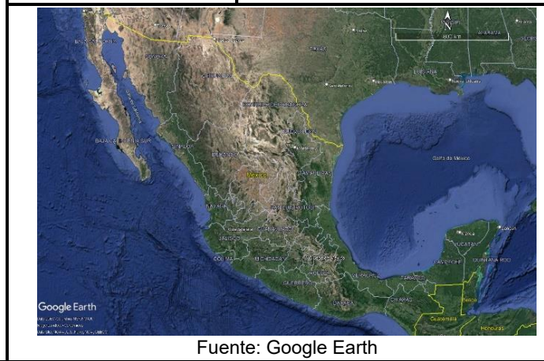


Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V.
	Radios de 500 metros



Fuente: Google Earth

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		C.IV.5 ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN
02				
03				

IV.5 COMPONENTES AMBIENTALES.

IV.5.1 Hidrología.

El área en donde se encuentra la Planta de distribución de Gas L.P. se encuentra en la **Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte**, misma que pertenece al Organismo de Cuenca Península de Yucatán, esta región no cuenta con corrientes superficiales importantes, ya que se encuentra constituida por un terreno kárstico que permite que la mayor parte de la lluvia se infiltre al subsuelo por la permeabilidad que caracteriza al terreno. Sin embargo, existen cuerpos de agua considerados un tipo de lago conocidos como cenotes y aguadas de gran importancia para la zona (Schmiter Soto et al., 2001).

IV.5.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetico de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas. Este programa forma parte de una serie de estrategias para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

La zona en donde se encuentra ubicada la planta pertenece a la **Región Hidrológica Prioritaria 102 Anillo de Cenotes**, la cual se encuentra en el estado de Yucatán y cuenta con una extensión de 16,214.82 km^2. Entre sus principales recursos hídricos lénticos se encuentran cenotes, lagunas costeras, marismas, ciénegas, petenes y, entre los lóticos, ríos y una extensa cuenca criptorréica de aguas subterráneas (anillo de cenotes).

IV.5.3 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

La identificación de las regiones marinas prioritarias se llevó a cabo por medio de dos talleres multidisciplinarios en 1998, para lo cual se utilizaron diversos criterios ambientales, económicos y de amenaza, como son los procesos oceánicos relevantes y las zonas de migración, crecimiento, reproducción, refugio, importancia comercial, zonas pesqueras, zonas turísticas y extracción de recursos.

De acuerdo a los datos del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental, las instalaciones se encuentran en la **RMP 61 Sizal – Dzilam** que se encuentra en el estado de Yucatán con una extensión de 10 646 km^2, cuenta con un clima cálido subhúmedo a semiárido con lluvias en verano. Alta precipitación y evaporación. Temperatura media anual de 22 – 26 °C, presenta zonas costeras con dunas y petenes. En cuanto a la oceanografía, esta presenta surgencias pequeñas pero permanentes, oleaje medio, enriquecimiento de nutrientes y turbulencia.

IV.5.4 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

En un radio de 500 m a partir de los límites de propiedad del predio que ocupa la instalación no se encuentra ningún Área Natural Protegida de índole Federal, Estatal o Municipal.

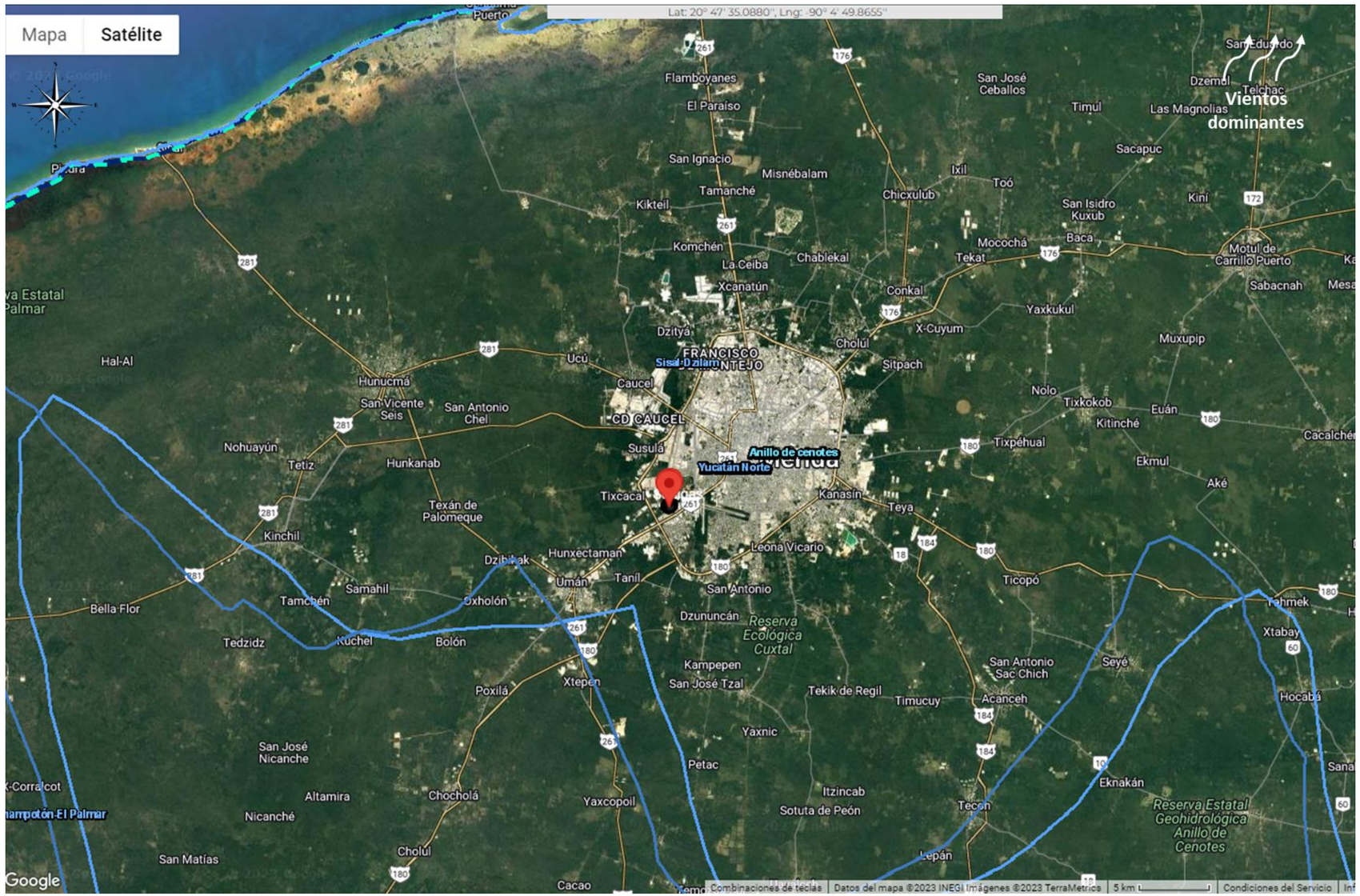
IV.5.5 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

De acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la Planta de distribución de Gas L.P. no se encuentra ubicada en algunas de estas áreas.

Tabla IV.9. Componentes ambientales en un radio de 500 m respecto a los límites de la planta.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción Breve	Ubicación	Distancia a la instalación
Región Marina Prioritaria	RPM 61 Sizal – Dzilam	Cuenta con una extensión de 10 646 km^2, presenta zonas costeras con dunas y petenes.	N, S, E, O	Las instalaciones se encuentran en su totalidad dentro de la región marina.
Región Hidrológica	RH32 Yucatán Norte	Constituida por un terreno kárstico, con cuerpos de agua como cenotes y aguadas.	N, S, E, O	Las instalaciones se encuentran en su totalidad dentro de la región hidrológica.
Región Hidrológica prioritaria	RHP 102 Anillo de Cenotes	Cuenta con una extensión de 16,214.82 km^2 con un gran número de cenotes, lagunas costeras, marismas, ciénegas, entre otros.	N, S, E, O	Las instalaciones se encuentran en su totalidad dentro de la región hidrológica.
Cenote	SN	Son pozos de agua naturales de gran profundidad.	Suroeste	295.50 m

C O M P O N E N T E S A M B I E N T A L E S

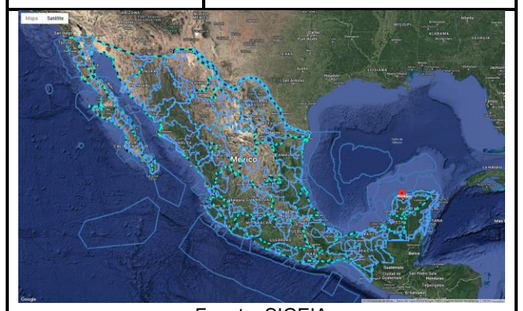


SoniGas

Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.
Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas	
Latitud	20°56’10.95’’ N
Longitud	89°40’53.96’’ O

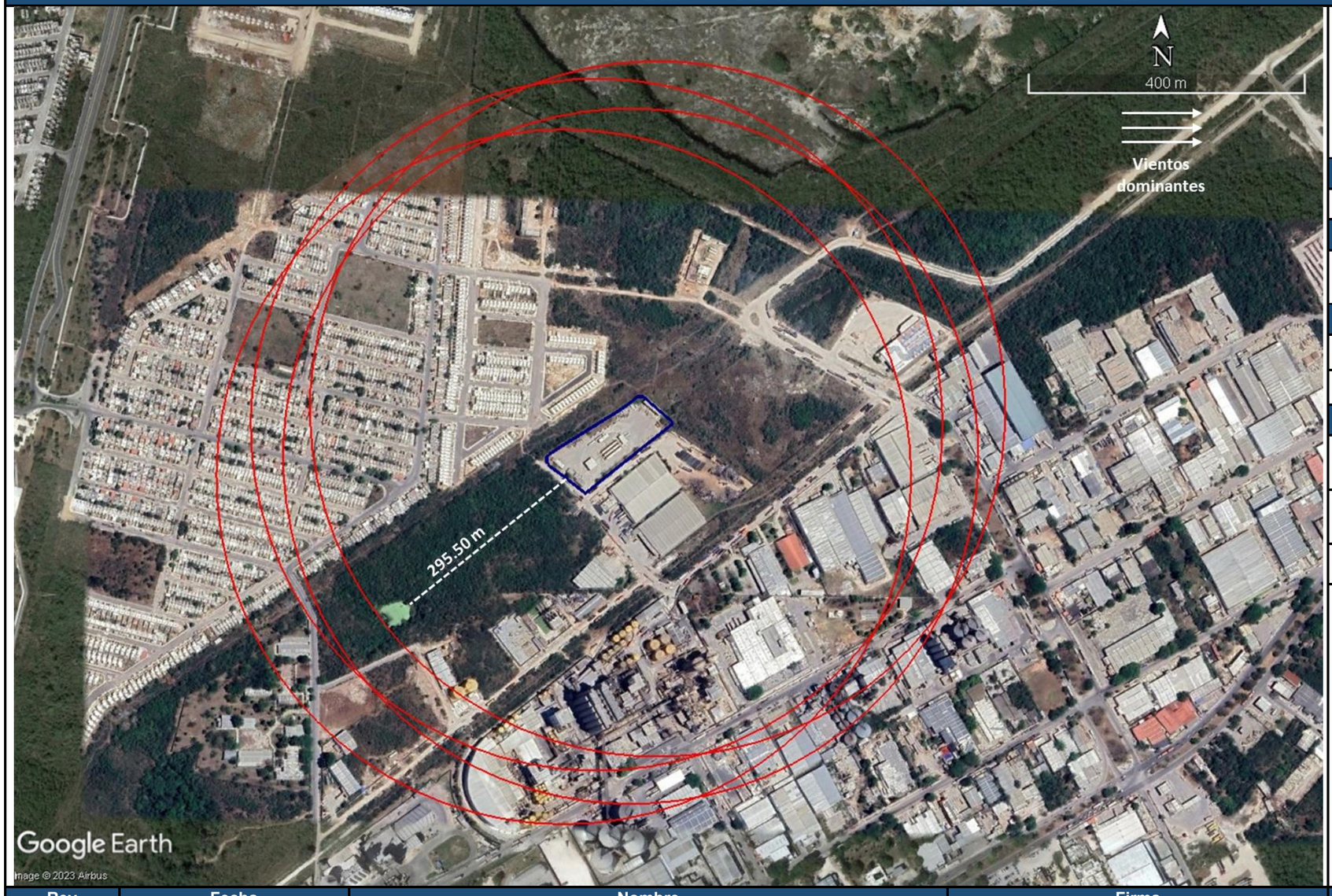
Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P.
	Radios de 500 metros
	Región Hidrológica
	Región Hidrológica Prioritaria
	Región Marina Prioritaria



Fuente: SIGEIA

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.IV.6 COMPONENTES AMBIENTALES**
02				
03				

C U E R P O S D E A G U A E N U N R A D I O D E 5 0 0 M



SoniGas

Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14''	20°56'11.26''	20°56'9.62''
Longitud	89°40'49.51''	89°40'51.15''	89°40'55.83''	89°40'53.90''

Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P.
	Radios de 500 metros
	Cenote



Fuente: SIGEIA

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		C.IV.7 CUERPOS DE AGUA CERCANOS A LAS INSTALACIONES
02				
03				

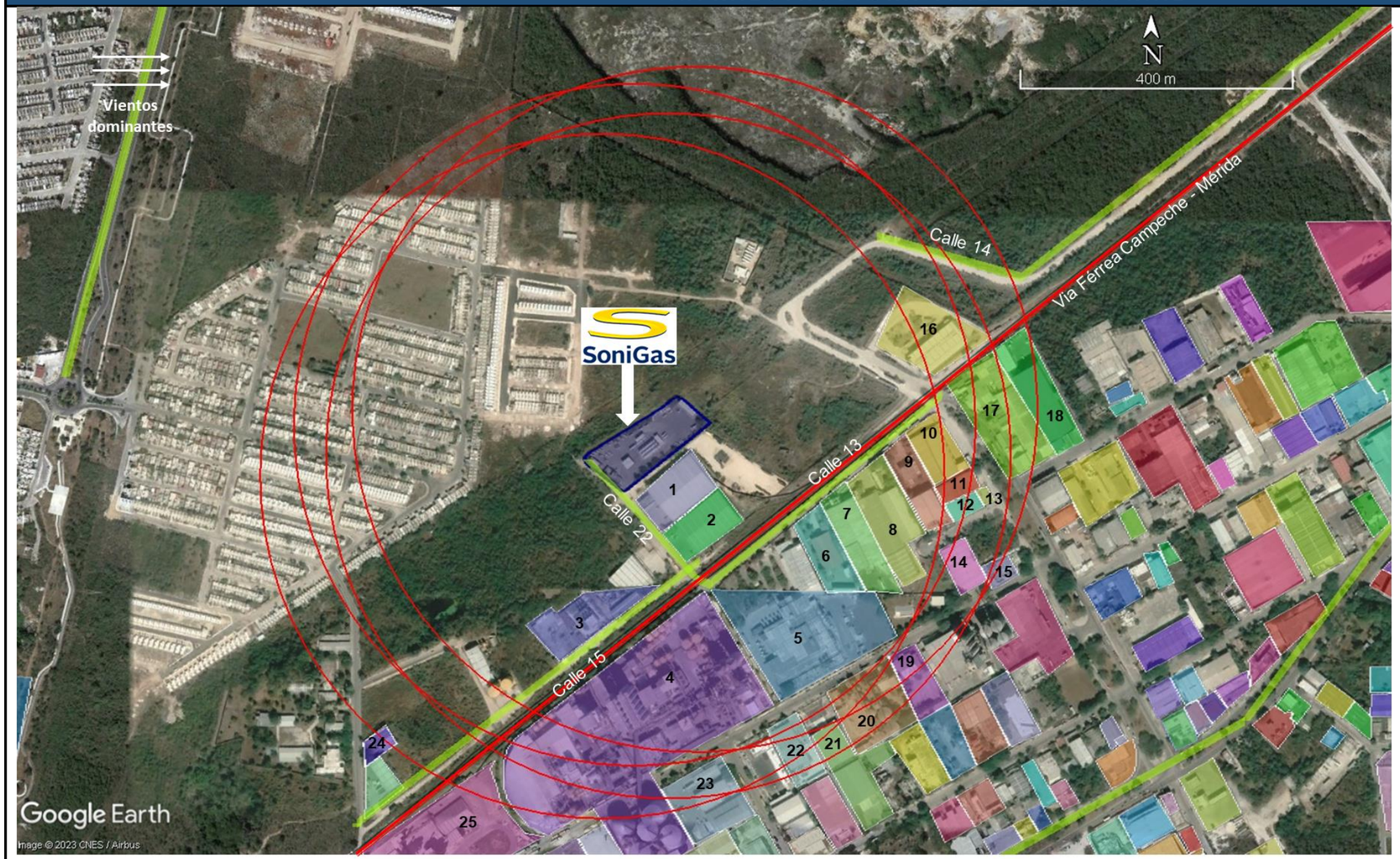
IV.6 INFRAESTRUCTURA VIAL E INDUSTRIAL.

Haciendo uso de diversas herramientas digitales, tales como la Red Nacional de Caminos, Espacio y Datos de México del INEGI, CartoCrítica, entre otros, así como una visita de campo a la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de "SONIGAS, S.A. DE C.V." y sus alrededores, se identificó la siguiente infraestructura vial e industrial en un radio de 500.00 metros respecto a los límites del predio que ocupa la planta, así como demás actividades de tipo comercial y de servicios.

Tabla IV. 10. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.

Tipo de infraestructura	Nombre / descripción	Ubicación (N/S/E/O/NO/SO/NE/SE)	Distancia a la instalación (m)
Calle	22	SO	Inmediata
Calle	15	SO	150.19
Calle	13	SE	183.28
Calle	14	NE	406.83
Vía Férrea	Campeche - Mérida	SE	166.89
Industrial	Proteínas y Oleicos	S	184.98
	Fábrica Bachoco	SO	435.76
Comercial y de servicios	Deacero	SE	16.96
	Milestone Logística	SE	80.70
	ENERKIN Mérida	S	137.45
	PEPSICO	SE	261.78
	ISQUISA Mérida	SE	215.39
	SQ Servidora Química	SE	236.81
	Empaques Carvajal	SE	272.02
	ARBI Industrial S.A. de C.V.	SE	320.25
	DHL	SE	359.44
	DEYUSA	E	403.63
	Te la ponemos fácil S.A. de C.V.	SE	423.15
	Tpf Wiines & Liquor Advisors	SE	464.04
	Comercial Distribuidora Mar, S.A. de C.V.	SE	434.52
	Serquisur Materias Primas	SE	494.90
	Cementos Moctezuma	E	283.50
	Zelma Kooler S.A. de C.V.	E	372.61
	SIGMA	E	451.12
	Nutrimentos Peninsulares	SE	443.41
	Alimentos balanceados	SE	422.84
	Mayab	SE	462.45
	Almacén Estatal ISSSTE	S	420.96
	AG Logistics	SO	423.74
	Cremería Americana	SO	461.06

INFRAESTRUCTURA VIAL E INDUSTRIAL



1. Deacero. 2. Milestone Logística, 3. ENERKIN Mérida, 4. Proteínas y oleicos, 5. PEPSICO, 6. ISQUISA Mérida, 7. SQ Servidora Química, 8. Empaques Carvajal, 9. ARBI Industrial S.A. de C.V., 10. DHL, 11. DEYUSA, 12. Te la ponemos fácil, S.A. de C.V., 13. Tpf Wines & Liquor Advisors, 14. Comercial Distribuidora Mar, S.A. de C.V., 15. Serquisur Materias Primas, 16. Bodega Cementos Moctezuma, 17. Zelma Kooler, S.A. de C.V., 18. SIGMA, 19. Nutimentos Peninsulares, 20. Alimentos balanceados, 21. Mayab, 22. Almacén Estatal ISSSTE, 23. AG Logistics, 24. Cremería Americana, 25. Fábrica Bachoco.

SoniGas

Razón social
SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación
Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas				
Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P.
	Radios de 500 metros



Fuente: Mapa Digital de México

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		C.IV.8 INFRAESTRUCUTRA VIAL E INDUSTRIAL
02				
03				

IV.7 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.

Conforme a la información obtenida de la capa Uso de suelo y vegetación Serie VII 2018 del INEGI del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), se observó que las instalaciones y sus radios de 500 m se localizan dentro de un uso de suelo del tipo “Asentamientos Humanos”. Consultar plano “Uso de suelo y Vegetación”. (Ver Plano C.IV.9 Uso de Suelo y Vegetación).

No obstante, de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Mérida, en su edición 2018 – 2021, la zona en donde se ubica la Planta se encuentra catalogada como Áreas industriales, en tanto que dentro de un radio de 500 m respecto a los límites de la instalación hacia el norte se encuentra un uso de suelo mixto, en dirección noroeste se cuenta con un área urbanizable, al oeste se cuenta con áreas mixtas y verdes, en tanto que, al sur y sureste se cuenta con áreas del tipo industrial, tal y como se muestra en la siguiente figura.

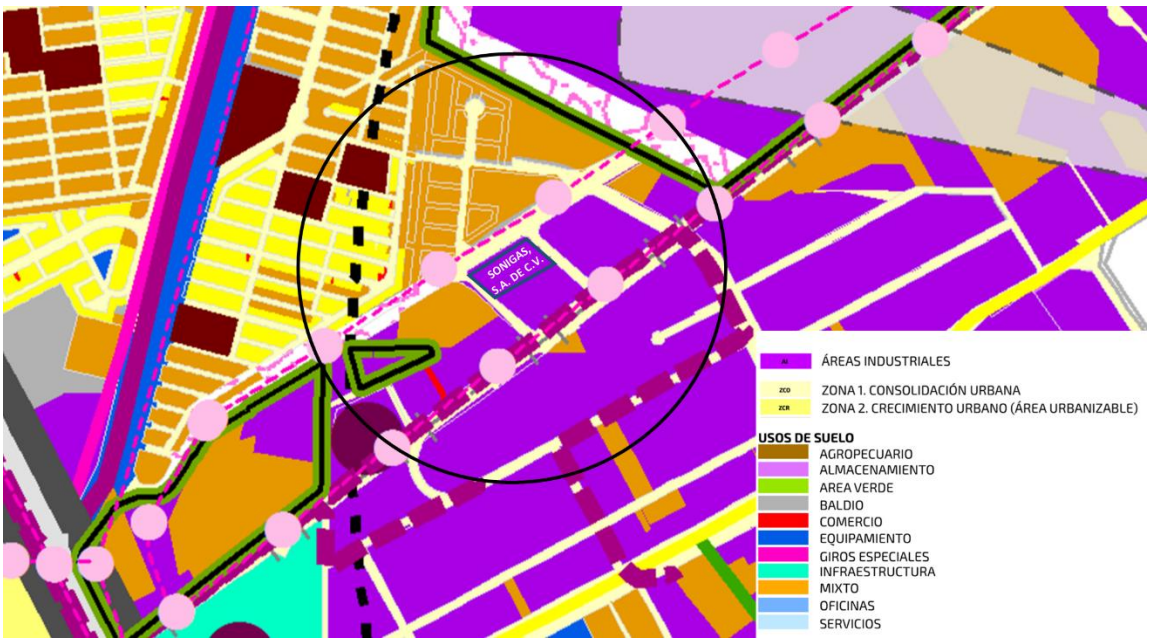


Figura IV. 31. Uso de suelo de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo de Mérida, Yucatán.

De acuerdo a la Carta Síntesis y a lo establecido en la Tabla de Compatibilidades de Usos y Destinos del Suelo del Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Mérida (PDUM), como se cita en la Factibilidad de Uso del Suelo, 2012.; el uso de suelo solicitado se encuentra localizado en una zona compatible, de acuerdo al apartado 3.3.2.4.2 Nivel Estratégico, los usos compatibles *“son aquellos que pueden coexistir y complementan al uso predominante. Favorecen la calidad ambiental del lugar, la seguridad urbana y la imagen del contexto, y por consiguiente producen beneficios para la zona*”. Es así que, la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.” cuenta con la factibilidad de uso de suelo No 0000071477 otorgada por la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio de Mérida, Yucatán, fechada el 12 de noviembre de 2012, en donde indica que la planta se encuentra ubicada en una zona clasificada como **(ZI) / Zona Industrial**.

Tabla IV. 11. Uso de suelo y vegetación en un radio de 500 m desde los límites de la planta.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Uso de suelo y vegetación Serie VII 2018 INEGI		
Norte, sur, este y oeste	Asentamientos Humanos	Es el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.
Programa Municipal de Desarrollo de Mérida		
Norte	Mixto	Se refiere a un suelo con la combinación de distintos tipos de uso de suelo.
Noroeste	Zona urbanizable	Zona en crecimiento urbano.
Oeste	Mixto y verde	Se refiere a un suelo con la combinación de distintos tipos de uso de suelo, así como presencia de áreas verdes.
Sur y sureste	Zona industrial	Es el destinado a la construcción o alojamiento de parques industriales, almacenes, empresas del sector secundario, entre otras.

U S O D E S U E L O Y V E G E T A C I Ó N



Razón social

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Ubicación

Calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, Municipio de Mérida, Estado de Yucatán.

Coordenadas geográficas

Latitud	20°56'12.88	20°56'14.14"	20°56'11.26"	20°56'9.62"
Longitud	89°40'49.51"	89°40'51.15"	89°40'55.83"	89°40'53.90"

Simbología

	Planta de distribución de Gas L.P.
	Radios de 500 metros
	Asentamientos Humanos



Fuente: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental

Rev	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/04/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**C.IV.9 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN**
02				
03				

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO V.
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

V.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.

La selección de las metodologías para llevar a cabo la identificación de peligros y escenarios de riesgo de las instalaciones consideró el tipo de instalación, actividad que se lleva a cabo y etapa del ciclo de vida de las mismas (Operación), considerando en todo momento que dicha metodología servirá de retroalimentación para la fase posterior del Análisis de Riesgos.

El Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER), que llevará a cabo el desarrollo de dichas metodologías está integrado por personal técnico asignado por la empresa "Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental" y cuenta con la experiencia y capacidad técnica en la aplicación de técnicas y metodologías comúnmente utilizadas y reconocidas a nivel nacional e internacional.

Tabla V.1. Personal que integra el GMAER

Nombre (s)	Apellido	Cargo dentro del GMAER	Empresa
Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		Líder del Equipo de Análisis de Riesgo	CASIPA
		Secretario y coordinador ERA	CASIPA
		Secretario y especialista en Análisis de Riesgos.	CASIPA
		Jefe Operativo	Sonigas, S.A de C.V.

Se integra en el Anexo 001:

- **Acta Constitutiva del Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos.**
- **Minutas de trabajo y listas de asistencia.**

V.1.1. 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.

Básicamente el Análisis Preliminar de Peligros se desarrollará de la siguiente manera:

1. Reconocimiento del ámbito de estudio	2. Identificación de factores de peligro y peligros potenciales	3. Selección de una metodología de Análisis Preliminar de Peligros
•En esta etapa se describen las acctividades como parte del proceso operativo de la instalación, asimismo las sustancias químicas peligrosas (que en este caso sólo es el gas licuado de petróleo)	•Con base en las caracteristicas y/o condiciones en la operación de las instlaciones, así como en las propiedades físicas y químicas de las sustancias involucradas, se hallarán los factores de mayor relevancia por el peligro que implican.	•Para una adecuada selección de la metodología se consideran los siguientes puntos: objetivos, información disponible, complejidad y tamaño de la instalación, tipo de proceso y naturaleza de los peligros, además de la experiencia del equipo de trabajo.

Figura V. 1. Etapas del Análisis Preliminar de Peligros.

1. Reconocimiento del ámbito de estudio.

La actividad objeto del presente estudio es la Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución, en donde se involucra lo siguiente:

- *Recepción de semirremolques de Gas L.P.* por medio de tomas de recepción para su descarga a través de la inyección de vapor con los compresores C-I y CII con motor eléctrico de 25 HP y capacidad nominal de 1,329 LPM.

- *Almacenamiento temporal de Gas L.P.* mediante tres recipientes de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico horizontal, con capacidad individual de 250,000 litros (R-I, R-II y R-III)

- *Llenado de recipientes transportables* en el área de llenaderas por medio de la bomba B-I y B-II.

- *Carga de auto- tanques en las tomas de suministro* a través de la bomba B-III y B-IV con motor de 10 HP y capacidad nominal de 378 LPM.

- *Carga de recipientes montados en los vehículos de reparto en las tomas de carburación de auto-abasto* a través de la bomba B-V, con motor de 5 HP y capacidad nominal de 234 LPM.

Asimismo, para el funcionamiento de la planta se requiere del uso de servicios auxiliares, en donde se incluye:

- *Sistema contra incendio.* Compuesto por elementos para el almacenamiento de agua, así como dos bombas (una eléctrica y otra de combustión interna), tuberías para el suministro de agua a hidrantes y el sistema de aspersión de los recipientes de almacenamiento de Gas L.P., sistema de alarma, equipo de protección personal y procedimientos de emergencia.

- *Sistema de vaciado de recipientes transportables.* Mismo que se encuentra integrado por un recipiente tipo estacionario y los aditamentos necesarios para su funcionamiento y elementos de seguridad.

- *Sistema eléctrico.* Integrado por la alimentación eléctrica que se obtiene de la línea de CFE, el control de contactos, motores, alumbrado perimetral e interior.

- *Sistema neumático.* Conformado por un compresor de aire y tubería para el accionamiento de los elementos que lo requieren.

La actividad abarca actividades que se llevan a cabo fuera de las instalaciones de la planta de distribución, tales como:

- *Distribución por medio de autotanques,* que conlleva el traslado de Gas L.P. a los puntos de venta – usuarios finales y donde se realiza el suministro de Gas L.P. mediante bomba a los recipientes estacionarios de los usuarios finales.

  Para realizar la distribución y venta de Gas L.P. la empresa cuenta con una flotilla de 25 autotanques de las siguientes capacidades: 3,300 L, 4,000 L, 5,000L, 5,200 L, 5,500 L, 6,189 L, 8,000 L, 12,900 L, 18,000 L al 100 % agua. La capacidad con mayor número de autotanques es de 4,000 L.

- *Distribución por medio de vehículos de reparto,* que conlleva el traslado de Gas L.P. a los puntos de venta – usuarios finales y donde se realiza la conexión de los recipientes transportables en las instalaciones de aprovechamiento del usuario final.

  Para realizar la distribución y venta de Gas L.P. la empresa cuenta con una flotilla de 17 vehículos de reparto para trasladar recipientes transportables.

2. Identificación de factores de peligro y peligros potenciales.

Con base en las características y/o condiciones de operación de la instalación, así como en las propiedades físicas y químicas de las sustancias manejadas (que en este caso sólo es el gas licuado de petróleo), se identificará anticipadamente algunos factores de peligro de mayor relevancia por el peligro que estos implican.

Básicamente estos están relacionados con la sustancia química manejada en la instalación, donde el Gas L.P. es la única sustancia manejada en el proceso operativo de la planta.

2.1. Propiedades fisicoquímicas de la sustancia manejada.

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

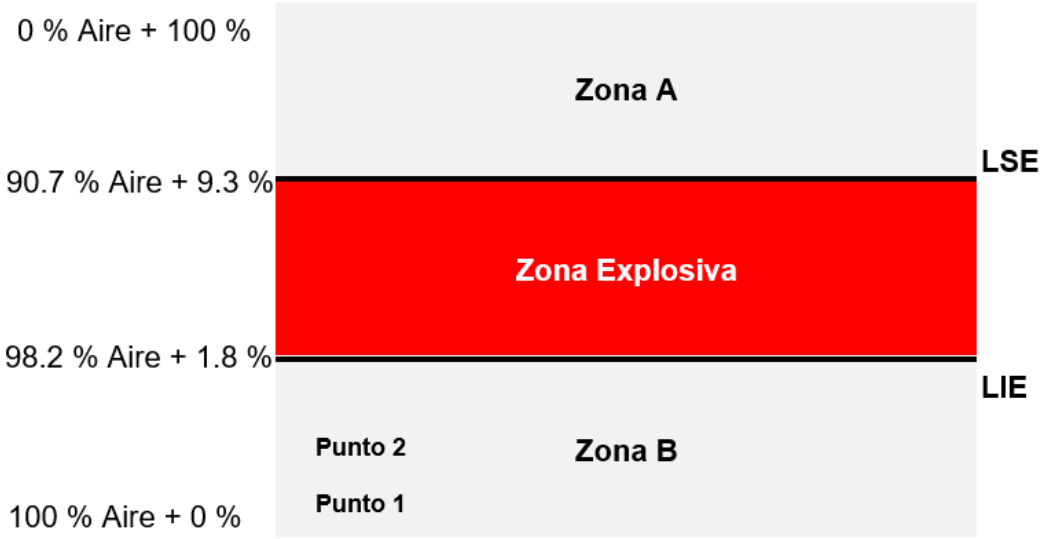
Características físico – químicas.

- *Propiedades químicas del Gas L.P.*

El **Gas L.P.** 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 Gas L.P. 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 %**



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.

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

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

- *Propiedades físicas del Gas L.P.*

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

El Gas L.P. 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 Gas L.P. 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 Gas L.P. 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 Gas L.P.

De acuerdo con la Hoja de Datos de Seguridad de **PEMEX**, la densidad del Gas L.P. es:

> Densidad de los vapores (aire = 1) a 15.5 °C es 2.01 veces más pesado que el aire.
> Densidad del líquido (agua = 1) a 15.5 °C es de 0.540 g/ml.

Su densidad como líquido se aproxima a la mitad del agua, esto significa que, si se vierte el gas sobre el agua, éste flotara sobre la superficie antes de evaporarse. El líquido respecto a su volumen tiene una proporción de 1 a 250 partes sobre el volumen del gas, y es, por lo tanto, ½ 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 Gas L.P. 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 Gas L.P., se prevé que un litro de éste en fase líquida produzca aproximadamente 260 a 350 litros en fase gas.

El Gas L.P., 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 Gas L.P. resulta anestésico y posteriormente asfixiante. Al diluirse o reducirse el oxígeno disponible; éste (Gas L.P.) puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación, ocasionando, por ende, la disminución de la temperatura.

Cantidad almacenada.

Tabla V.2. Desglose de la cantidad de Gas L.P. manejada

Tipo de recipiente	Capacidad de almacenamiento al 100 %	Cantidad	Capacidad total	Ubicación
Almacenamiento	250,000 L	3	750,000 L	Zona de almacenamiento
No transportable	3,300 L	5	16,500 L	Estacionamiento / circulación
	4,000 L	10	40,000 L	
	5,000 L	1	5,000 L	
	5,200 L	3	15,600 L	
	5,500 L	1	5,500 L	
	6,189 L	1	6,189 L	
	8,000 L	1	8,000 L	
	12,900 L	2	25,800 L	
	18,000 L	1	18,000 L	
Vehículo de reparto	No aplica	17	Variable	Estacionamiento / circulación

Lo anterior es considerado que todas las unidades se encuentran en funcionamiento. Además, por buenas prácticas, así como por seguridad, solo se debe almacenar el Gas L.P. al 80% de la capacidad total de almacenamiento de cada recipiente.

Condiciones de operación.

Las características del proceso que se desarrollan, 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 riesgo, es necesario considerar cuidadosamente estas variables. Un proceso se puede considerar riesgoso si existen dentro de sus operaciones las siguientes características:

- Altas temperaturas.
- Bajas o altas presiones dentro de los recipientes.
- Fugas.
- Disminución o incremento del flujo de llenado de recipientes y autotanques.

Debido a que en las instalaciones se lleva a cabo el trasiego de Gas L.P. con una temperatura de operación igual a la ambiental, se presenta una presión mucho mayor a la ambiental, ya que de lo contrario este se encontraría en fase gas, lo que implicaría un riesgo mucho mayor para su manejo y transporte.

Las condiciones de operación en que se maneja el Gas L.P. en las instalaciones:

Tabla V.3. Condiciones de operación.

Trayecto	Presión (kg/cm²)		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño y fabricación	
De las tomas de recepción al recipiente de almacenamiento.	14 – 7	21	Ambiente
Recipientes de almacenamiento.	7 - 9	21	Ambiente
Del recipiente de almacenamiento a las tomas de suministro de autotanques.	7 – 10	21	Ambiente
Del recipiente de almacenamiento a la toma de carburación de autoconsumo.	7 – 10	21	Ambiente
Del recipiente de almacenamiento al muelle de llenado de recipientes transportables.	7 – 10	21	Ambiente

Al momento de la visita de campo por parte de Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental, los recipientes de almacenamiento se encontraban a una presión de 7.0 kg/cm^2 y a 29 °C de temperatura.

Características de equipos e instalaciones.

Entre los equipos críticos, que se encuentran operando en la Planta de Distribución de Gas L.P. se cuenta:

- Tres recipientes de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad individual de 250,000 litros.
- Dos compresores para el trasiego de Gas L.P. durante la descarga de semirremolques.
- Cinco bombas de trasiego de Gas L.P., para el suministro a autotanques, muelle de llenado y carburación de autoabasto.
- Cada autotanque cuenta con una bomba para el trasiego de Gas L.P. a recipientes estacionarios.

Otro sistema que debe considerarse son las líneas de distribución de Gas L.P., pues la tubería requiere ciertas condiciones para mantener su hermeticidad, además de tener instalados accesorios de seguridad para la protección contra sobre presiones que se pudiesen presentar en estas.

Asimismo, debido a las agresiones (desgastes, corrosiones, decadencias, etc.) a las que están expuestas diferentes partes de las instalaciones 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 instalaciones, 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, las cuales no sólo están en función de la capacidad de reacción de estos, sino de igual manera se condiciona por la capacitación que estos reciben a través del entrenamiento y/o los simulacros.

Con base en información extraída del Atlas Nacional de Riesgos, editado por el Subsistema de información sobre riesgos, peligros y vulnerabilidad del CENAPRED, se ha elaborado una relación en donde se presenta el tipo de riesgos a los que se encuentra expuesta la zona en donde se ubica la instalación.

Tabla V. 4. Fenómenos de tipo hidrometeorológico y geológico en la zona.

Tipo de riesgo	Si	No	Observación
Fenómenos hidrometeorológicos			
Sequía		X	El grado de vulnerabilidad y riesgo es Bajo.
Helada		X	Mérida presenta un índice Muy bajo de días con heladas.
Tormentas eléctricas		X	El índice de días con tormentas eléctricas en Mérida es Bajo.
Tormentas de granizo		X	El municipio presenta un peligro por tormentas de granizo Muy bajo.
Tormentas de nieve		X	El índice de tormentas de nieve es Muy bajo en el municipio de Mérida.
Inundaciones	X		La zona presenta un índice de vulnerabilidad y peligro por inundación Medio.
Ondas gélidas		X	El área presenta un peligro Muy bajo por bajas temperaturas.
Ondas cálidas	X		El grado de vulnerabilidad por ondas cálidas es alto, en tanto que el peligro es Bajo.
Ciclones tropicales	X		El grado de peligro por huracanes es alto, en tanto que el riesgo es Muy alto.
Tornados		X	No se ha registrado la presencia de tornados en la zona
Fenómenos geológicos			
Hundimientos		X	No se ha registrado la presencia de hundimientos.
Susceptibilidad por laderas		X	La susceptibilidad por inestabilidad de laderas en la zona es Muy baja.
Sismos		X	La zona se encuentra dentro de la Zona A, de baja intensidad.

De acuerdo con lo anterior se puede decir que los principales peligros y amenazas lo constituyen los fenómenos de origen hidrometeorológico, principalmente las inundaciones, ciclones tropicales y ondas cálidas.

2.2. Peligros potenciales.

a) Fuga de gas.

La mayoría de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, comienzan con una fuga de su lugar de confinamiento (depósitos, tuberías, reactores, válvulas, bombas, etc.).

En este sentido se distinguen tres tipos de fugas atendiendo al fluido de que se trate:

- Fugas de líquidos: derrames de sustancias líquidas de un continente cuando el fluido permanece líquido durante el proceso.

- Fugas de gas/vapor: escapes de sustancias en fase gas de un continente. El cálculo exige tratamientos distintos si el fluido almacenado es gas a presión o si es un vapor en equilibrio con un líquido.

- Fugas bifásicas: mezclas de gas y líquido a menudo resultantes de la ebullición del líquido en las condiciones de descarga.

Según la duración y tamaño del escape:

- Fuga instantánea: colapso del recipiente por vertido muy rápido de su contenido.
- Fuga continua o semi-continua: pérdida de contenido de magnitud y duración limitadas.

Considerando las propiedades fisicoquímicas del Gas L.P. se prevé que se puedan presentar:

- Emisión de líquido presurizado a dos fases. Una emisión en dos fases de un líquido, es la descarga de un líquido que se vaporiza parcialmente para formar dos fases (gas y líquido). Una emisión en dos fases de un líquido presurizado es la descarga de un material en fase líquida, que es un gas en condiciones ambientales.

- Emisión de gas a dos fases. Una emisión de un gas en dos fases, es la descarga de un material que es normalmente gas en condiciones ambientales. El material puede ser almacenado ya sea como un gas comprimido o como un gas licuado, sin embargo, una emisión de un gas en dos fases de un almacenamiento de un gas licuado, debe venir del espacio de vapor del contenedor.

Durante las operaciones de trasiego de Gas L.P. y guarda temporal existe riesgo de presentarse fugas, mismas que podrían derivar, dependiendo de las condiciones y de las cercanías de las fuentes de ignición en incendios y explosiones.

b) Incendio y explosión.

- **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 Gas L.P. 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 Gas L.P. (recipientes transportables y recipientes 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.

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 L.I.I. será considerada como criterio para la máxima distancia de letalidad.

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 está 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.

En el caso de los incendios, estos pueden provocar quemaduras de diverso grado de severidad dependiendo de la exposición a radiaciones térmicas, cuya magnitud depende de la intensidad del calor radiado y del tiempo de duración de la exposición. La muerte de

los individuos expuestos a un incendio puede producirse no solo por la exposición a la radiación térmica, sino por la disminución de oxígeno en la atmósfera (ocasionado por el consumo de éste durante el proceso de oxidación del combustible) o por la exposición a gases tóxicos generados (INE (a), 2001).

- **Explosión.**

Una explosión de Gas L.P. 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 o los recipientes 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 Gas L.P. 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* (U*nconfined 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*** en las instalaciones son las siguientes:

- Acoplamiento deficiente entre el medio de transporte de Gas L.P. (semirremolque o autotanque) y las líneas de recepción que van hacia los recipientes de almacenamiento.
- Por fuga y/o escape súbito de las líneas de distribución del *sistema de trasiego*, ya sea por falta de mantenimiento o falla de o los equipos, accesorios, instrumentos o válvulas instaladas.
- Fuga en los aditamentos de los recipientes 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.

Una explosión puede ocasionar ondas expansivas y la generación de proyectiles que pueden causar la muerte o lesiones a los individuos que se encuentre ubicados dentro del radio de afectación, ocasionar daño estructural a las construcciones por el colapso de muros, ventanas y estructuras de soporte.

Por otro lado, el fenómeno de BLEVE se genera cuando un recipiente que contiene un gas o líquido – en este caso Gas L.P. – 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 o los recipientes de almacenamiento.
- Incendio de origen externo que afecte a las instalaciones y en particular al o los recipientes 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 recipiente, 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.

Charco de fuego (pool fire).

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

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

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

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

3. Selección de una metodología.

Para una adecuada selección de una metodología se consideraron varios factores que afectan la selección de una técnica adecuada de evaluación de peligros que responda a los objetivos propuestos por la empresa **SONIGAS, S.A. de C.V.** y que por consecuencia dé lugar a un análisis exitoso, entre ellos los mencionados en los puntos anteriores además de considerar la etapa del proyecto en la que se elabora el presente estudio.

De acuerdo con los factores mencionados anteriormente y considerando que la instalación se encuentra en etapa de operación y mantenimiento, otro de los aspectos a considerar para la selección de una técnica adecuada para llevar a cabo el Análisis Preliminar de Peligros consideró la calidad y la cantidad de información técnica relacionada con la operación de la instalación que se encuentre actualizada y disponible, considerando que SONIGAS, S.A. de C.V., se encuentra operando.

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:

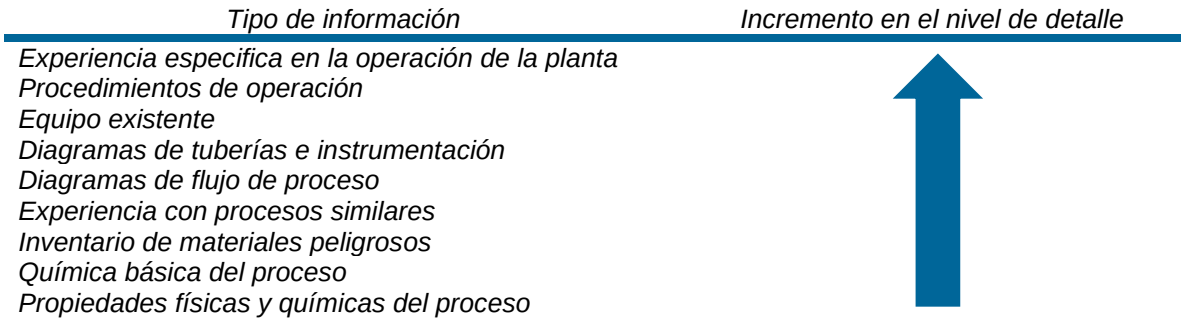


Figura V.2. Relación entre el tipo de información y el nivel de detalle técnico.

Entre la información disponible de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. de C.V. se cuenta con lo siguiente:

- Dictamen de conformidad con la NOM-001-SESH-2014.
- Dictamen eléctrico de conformidad con la NOM-001-SEDE-2012.
- Dictámenes de conformidad con la NOM-007-SESH-2010
- Dictámenes de conformidad con la NOM-005-SESH-2010
- Plano Civil, Mecánico, Eléctrico y del Sistema contra incendio.
- Memorias técnico descriptivas de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y del Sistema Contra incendio.

En cuanto a la experiencia específica en la operación de las instalaciones, 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 actividades desarrolladas en el sector hidrocarburos.

Otro aspecto a considerar es el marco legal en el cual se requiere el presente Estudio, es decir, la necesidad de dar cumplimiento al artículo 147 de la LGEEPA y a su vez dar cumplimiento al Sistema de Administración de Riesgos solicitado a través de las *Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos.*

Además, considerando la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos respecto a las metodologías a utilizar, éstas deberán:

- 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 las instalaciones 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.

Se ha seleccionado el Preliminary Hazard Analysis, en adelante el “PreHa” como la metodología que permita identificar de manera preliminar los riesgos propios y característicos de acuerdo con el tipo de proyecto y acorde a la etapa del ciclo de vida del mismo, en este caso particular, Operación, considerando en todo momento que dicha metodología servirá de retroalimentación para la fase posterior del Análisis de Riesgos.

De este modo, mediante la utilización de dicha metodología acorde con las características del Proyecto se identificarán de manera preliminar los peligros y Amenazas del Proyecto, reconociendo las Sustancias Peligrosas, condiciones y posibles peligros que conlleven la utilización de una determinada tecnología.

- **Preliminary Hazard Analysis (PreHa).**

El Análisis Preliminar de Riesgos, bajo el nombre en inglés de Preliminary Hazard Analysis (PreHa), fue desarrollado por las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América e incorporado por diferentes compañías químicas, está técnica se convertiría más adelante en el precursor de otros métodos de análisis de riesgos más complejos.

El objetivo principal de la técnica cualitativa “PreHa”, se centra en identificar los peligros, los sucesos iniciadores y otros sucesos que provoquen consecuencias indeseables, en una etapa temprana del proceso de diseño, por lo que permite la identificación de criterios de diseño o alternativas que contribuyan a eliminar o reducir peligros y/o riesgos.

Asimismo, el PreHa es un requisito de la práctica estándar MILSTD-882D para la seguridad del sistema y/o sistemas. Las directrices de CCPS establecen que el PreHA está diseñado para usarse solo en la etapa preliminar del desarrollo de un proyecto (planta), en los casos en que la experiencia anterior proporciona poca información sobre los peligros potenciales, como con un proceso nuevo. La información requerida para el estudio son los criterios de diseño, la especificación de materiales y equipos, etc.

El análisis PreHa formula una lista de peligros y situaciones peligrosas genéricas considerando características tales como:

a) Materiales utilizados o producidos y su reactividad;
b) Equipo empleado;
c) Entorno operativo;
d) Diseño;
e) Interfaces entre los componentes del sistema.

El método se completa con la identificación de las posibilidades de que ocurra el accidente, la evaluación cuantitativa de la magnitud de los posibles daños a la salud que podría ocasionar y la identificación de las posibles lesiones o daños a la salud que pudieran resultar en la identificación de las posibles medidas correctivas. Para realizar todo lo anterior se necesita un equipo de trabajo que se conforma con el fin de evaluar cada uno de las situaciones peligrosas, este debe asignar a cada evento una escala de peligro como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V.5. Criterios de escala de peligro

Descripción	Categoría	Criterios de efectos ambientales, de seguridad y salud
Catastrófico	**I**	Podría resultar en la muerte, discapacidad total permanente, pérdida superior a $ 1 millón o daño ambiental severo e irreversible que viola la ley o regulación
Crítico	**II**	Podría resultar en una discapacidad parcial permanente, lesiones o enfermedades ocupacionales que pueden resultar en la hospitalización de al menos tres miembros del personal, pérdidas superiores a $ 200000 pero inferiores a $ 1 millón, o daños ambientales reversibles que causen una violación de la ley o regulación.
Marginal	**III**	Podría resultar en una lesión o enfermedad ocupacional que resulte en uno o más días de trabajo perdidos, una pérdida superior a $10000 por menos de $200 000, o daño ambiental mitigable sin violación de la ley o regulación donde se pueden realizar actividades de restauración.
Despreciable	**IV**	Podría resultar en una lesión o enfermedad que no resulte en una pérdida de días de trabajo, una pérdida superior a $2000 pero inferior a $10000, o un daño ambiental mínimo que no infrinja las normas o reglamentos

Fuente: *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, 2008.*

La metodología consiste en que una vez que se ha definido el alcance del análisis preliminar, los pasos a seguir son:

- **Recopilación de información**: Esta etapa consiste en que el equipo de trabajo debe reunir toda la información referente al proceso o sistema a evaluar, por ejemplo; la química básica, las reacciones químicas involucradas y las variables de proceso.

- **Desarrollo de la metodología PreHa:** Este apartado consiste en identificar los peligros e incidentes que puedan resultar en consecuencias indeseadas, de modo que, además se deben identificar los criterios de diseño o alternativas que puedan eliminar o reducir dichos escenarios peligrosos, para ellos se debe considerar lo siguiente:

  - Equipos y materiales peligrosos de la planta.
  - Interfaces entre los elementos de seguridad y los materiales (peligrosos) manejados en la planta.
  - Factores ambientales que puedan afectar en los equipos de proceso y materiales manejados.
  - Operación, mantenimiento, pruebas y procedimientos de emergencia.
  - Servicios auxiliares.
  - Equipo de seguridad.

  Para cada área de proceso se debe identificar y evaluar las causas y efectos de los potenciales accidentes resultantes de los peligros identificados para finalmente, asignar cada accidente a una categoría que va desde catastrófica a despreciable de acuerdo a la Tabla V.5.

- **Informe de resultados:** Los resultados del PreHa se deben resumir en una tabla cuyo contenido incluya los peligros identificados, las causas del mismo, las consecuencias potenciales, la categoría asignada al peligro identificado y las medidas preventivas y/o correctivas que se sugieren.

Es importante mencionar que el PreHa no pretende desarrollar a detalle todos los escenarios de riesgo o evaluar cada uno de ellos, si no identificar el control de riesgo básico, así como las estrategias y salvaguardas que se desarrollarán durante las últimas etapas de diseño.

A continuación, se presenta el desarrollo de la técnica Análisis Preliminar de Peligros para la actividad de distribución de Gas L.P. mediante planta de distribución que opera al amparo del permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016.

Tabla V.6. Aplicación de la metodología PreHa

Área: Recepción de semirremolques			**Fecha de reunión:** mayo 2023	
Número de plano: Plano mecánico (diagrama isométrico)			**Equipo:** JMK, YCL, IME	
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Trasiego de Gas L.P. de semirremolque a recipientes de almacenamiento	Deficiencia en el procedimiento de descarga. No se realiza el frenado de la unidad.	Movimiento inesperado del semirremolque. Posible desprendimiento de la manguera de trasiego. Fuga, incendio y/o explosión.	II	- Asegurarse de que los operadores realicen la descarga de Gas L.P. en apego a los procedimientos seguros de descarga establecidos en el Manual de Operación. - Capacitación al personal dedicado a las operaciones de trasiego de Gas L.P. - Registro de la fecha de instalación y fabricación de las válvulas de globo colocadas en los extremos de la manguera.
	Falla en el acoplamiento de la manguera de trasiego	Desprendimiento de la manguera de trasiego. Fuga, incendio y/o explosión.	II	
	Ruptura/desgaste de la manguera de trasiego.	Fuga, incendio y/o explosión.	II	- Llevar un control del tiempo de vida útil de las mangueras de trasiego de Gas L.P. - Revisar periódicamente el estado físico de las mangueras de trasiego de Gas L.P.
	Corrosión en válvulas o accesorios.	Fuga, incendio y/o explosión.	IV	- Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el trasiego. - Realizar los reemplazos conforme a la normatividad y a las recomendaciones del fabricante.

Tabla V.6. Aplicación de la metodología PreHa (Continuación)

Área: Almacenamiento temporal de Gas L.P.			**Fecha de reunión:** mayo 2023	
Número de Plano: Plano mecánico (diagrama isométrico)			**Equipo:** JMK, YCL, IME	
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Almacenamiento de Gas L.P.	Impacto por BLEVE de un recipiente para transporte.	Falla de integridad de tanques de almacenamiento. Fuga y explosión. BLEVE.	I	- Capacitación al personal en procedimientos de emergencia. - Registro de pruebas de espesores de los recipientes de almacenamiento de GLP. - Capacitación al personal en procedimientos de emergencia.
	Sobrepresión/sobrellenado Falla del medidor de nivel. Alta temperatura.	Fuga, explosión y/o llamarada.	III	
	Corrosión.	Fuga, explosión y/o llamarada.	II	- Registro de pruebas de espesores de los recipientes de almacenamiento de Gas L.P. - Mantenimiento de recubrimiento anticorrosivo.
	Falla soldadura de los recipientes.	Falla de integridad mecánica de tanques de almacenamiento. Fuga, dardo de fuego o explosión.	I	- Pruebas de soldaduras y hermeticidad.
	Falla de las válvulas de exceso de flujo	Retraso de las operaciones.	IV	- Registro de la vida útil de todos los elementos involucrados en el almacenamiento de Gas L.P.

Tabla V.6. Aplicación de la metodología PreHa (continuación)

Área: Suministro de Gas L.P. a autotanques			**Fecha de reunión:** mayo 2023	
Número de Plano: Plano mecánico (diagrama isométrico)			**Equipo:** JMK, YCL, IME	
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Trasiego de Gas L.P. mediante dos bombas Blackmer mod. LGLD3 con capacidad nominal de 378 LPM	Deficiencia en el procedimiento de suministro a autotanques. Motor del vehículo encendido.	Arranque inesperado del vehículo. Posible desprendimiento de la manguera de trasiego. Fuga, incendio y/o explosión.	II	- Asegurarse de que los operadores realicen la carga de Gas L.P. en apego a los procedimientos seguros de descarga establecidos en el Manual de Operación. - Capacitación al personal dedicado a las operaciones de trasiego de Gas L.P.
	Falla en acoplamiento de la manguera de trasiego.	Desprendimiento de la manguera de trasiego. Fuga, incendio y/o explosión.	III	
	Ruptura/desgaste de la manguera de trasiego.	Fuga, incendio y/o explosión.	II	- Registro de la fecha de fabricación de las mangueras - Reemplazar las mangueras cada 7 años o cuando se presente defectos o fugas que no aseguren la hermeticidad
	Corrosión en válvulas o accesorios.	Fuga, incendio y/o explosión.	III	- Pruebas de soldaduras y hermeticidad. - Verificar la calidad de los recubrimientos adquiridos. - Recubrir las tuberías de acuerdo a las recomendaciones
	Falla en la apertura/cierre de válvulas.	Sobrepresión en la línea. Fuga, incendio y/o explosión.	IV	- Capacitación al personal dedicado a las operaciones de trasiego de Gas L.P. - Supervisión durante las actividades de trasiego.

Tabla V.6. Aplicación de la metodología PreHa (continuación)

Área: Llenado de recipientes transportables			**Fecha de reunión:** mayo 2023	
Número de Plano: Plano mecánico (diagrama isométrico)			**Equipo:** JMK, YCL, IME	
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Trasiego de Gas L.P. para el llenado de recipientes transportables mediante dos bombas Blackmer mod. LGLD3 con capacidad nominal de 378 LPM	Deficiencia en el procedimiento de llenado de recipientes.	Llenado de un recipiente dañado Fuga, incendio y/o explosión.	III	- Asegurarse de que los operadores realicen la carga de Gas L.P. en apego a los procedimientos seguros de descarga establecidos en el Manual de Operación. - Capacitación al personal dedicado a las operaciones de trasiego de Gas L.P.
	Falla en acoplamiento de la manguera de trasiego.	Desprendimiento de la manguera de trasiego. Fuga, incendio y/o explosión.	III	
	Ruptura/desgaste de la manguera de trasiego.	Fuga, incendio y/o explosión.	III	- Registro de la fecha de fabricación de las mangueras - Reemplazar las mangueras cada 7 años o cuando se presente defectos o fugas que no aseguren la hermeticidad
	Falta de calibración del sistema de medición, o bien, manipulación.	Sobrellenado o deficiencia en el llenado de los recipientes.	IV	- Calibración anual al sistema de báscula. - Controles administrativos: registro de ventas y programación del número de recipientes a llenarse por día.
	Falla en la pistola de llenado/desacople.	Fuga, incendio y/o explosión.	IV	- Pruebas periódicas a las pistolas de llenado y reemplazos de acuerdo a lo recomendado por el fabricante.

Tabla V.6. Aplicación de la metodología PreHa (continuación)

Área: Carburación de auto abasto			**Fecha de reunión:** mayo 2023	
Número de Plano: Plano mecánico (diagrama isométrico)			**Equipo:** JMK, YCL, IME	
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Trasiego de Gas L.P. para el llenado de recipientes montados en los vehículos de reparto mediante una bomba Blackmer mod. LGLD2E con capacidad nominal de 234 LPM	Deficiencia en el procedimiento de llenado de recipientes. Falla en la medición del porcentaje del recipiente.	Llenado de un recipiente dañado Fuga, incendio y/o explosión.	III	- Asegurarse de que los operadores realicen la carga de Gas L.P. en apego a los procedimientos seguros de descarga establecidos en el Manual de Operación. - Capacitación al personal dedicado a las operaciones de trasiego de Gas L.P.
	No se libera la fase vapor previo al llenado.	Sobrepresión del recipiente no desmontable	III	
	Falla en acoplamiento de la manguera de trasiego.	Desprendimiento de la manguera de trasiego. Fuga, incendio y/o explosión.	III	
	Ruptura/desgaste de la manguera de trasiego.	Fuga, incendio y/o explosión.	IV	- Registro de la fecha de fabricación de las mangueras - Reemplazar las mangueras cada 7 años o cuando se presente defectos o fugas que no aseguren la hermeticidad
	Falta de calibración del medidor volumétrico.	Sobrepresión	IV	- Programa detallado de mantenimiento preventivo y predictivo - Controles administrativos: registro de ventas y programación del número de recipientes a llenarse por día.

Tabla V.6. Aplicación de la metodología PreHa (continuación)

Área: Autotanques				**Fecha de reunión:** mayo 2023
Número de Plano: No disponible				**Equipo:** JMK, YCL, IME
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Traslado de Gas L.P. para la distribución y venta (trasiego de Gas L.P. a recipientes estacionarios)	Negligencia del conductor	Colisión de la unidad con otros vehículos	II	- Capacitación respecto al reglamento de para el transporte terrestre de materiales peligrosos, acciones para prevenir incidentes y accidentes y conducción de unidades de distribución de Gas L.P. (incluir manejo a la defensiva)
	Falla en acoplamiento de la manguera de trasiego.	Desprendimiento de la manguera de trasiego. Fuga, incendio y/o explosión.	II	- Reforzar la capacitación en el manejo de equipos y herramientas para el trasiego. - Capacitación en uso de escaleras móviles
	Fisuras, rupturas, desgaste, obstrucciones o daños en el equipo de trasiego.	Fuga, incendio y/o explosión.	II	- Las válvulas de relevo de presión, válvulas de exceso de flujo, válvulas de no retroceso y válvulas de llenado deben presentar una antigüedad menor de 11 a partir de su fecha de fabricación y menor de 10 años a partir de su fecha de instalación. - Asegurar que el mantenimiento de las válvulas internas, válvulas de máximo llenado y válvulas de globo sea el adecuado y llevar un registro de su mantenimiento. - Registro de la fecha de fabricación de las mangueras y reemplazarlas cada 7 años o cuando se presente defectos o fugas que no aseguren la hermeticidad.
	"Trincado" de la válvula interna.	Fuga incendio, y/o explosión.	II	- El operador debe acatar en todo momento los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. - La válvula interna debe mantenerse cerrada cuando la bomba no se encuentre en operación. - Obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma NOM-007-SESH-2010. - Verificar fugas.
	Negligencia de terceros	Daño a la unidad, incendio de la unidad, fuga que podría derivar en una explosión	III	- Incluir la capacitación de manejo a la defensiva.

Tabla V.6. Aplicación de la metodología PreHa (continuación)

Área: Vehículos de reparto			**Fecha de reunión:** mayo 2023	
Número de Plano: No disponible			**Equipo:** JMK, YCL, IME	
Peligro	**Causa**	**Efecto**	**Categoría de peligro**	**Recomendación de medidas correctivas/preventivas**
Traslado de Gas L.P. mediante recipientes transportables y su posterior conexión a las instalaciones de aprovechamiento del usuario final	Negligencia del conductor	Colisión de la unidad con otros vehículos	II	- Capacitación respecto al reglamento de para el transporte terrestre de materiales peligrosos, acciones para prevenir incidentes y accidentes y conducción de unidades de distribución de Gas L.P. (incluir manejo a la defensiva)
	Negligencia o falta de capacitación en el manejo de recipientes transportables	Desprendimiento de la manguera de trasiego. Fuga, incendio y/o explosión.	II	- Capacitación en el manejo de Gas L.P. y revisión de recipientes transportables.
	Falla en el procedimiento de conexión del recipiente.	Fuga, incendio y/o explosión.	III	- Reforzar la capacitación en el manejo de equipos y herramientas para el trasiego.
	Recepción de recipientes dañados.	Fuga incendio, y/o explosión.	II	- Capacitación en el manejo de Gas L.P. y revisión de recipientes transportables. - Capacitación en protocolo de respuesta a emergencias.

V.1.2 Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares.

Tabla V. 7. Registro de accidentes ocurridos durante las actividades de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución que lleva a cabo el Permisionario

Año	Ciudad y/o país	Instalación
16/11/2022	Kanasín, Yucatán, México.	Local comercial de venta de alimentos
Evento		
El 16 de noviembre de 2022, alrededor de las 15:00 horas se produjo un flamazo en el local comercial denominado *"Pastelería y Repostería casera D'Luisa"*, ubicado en la Col. Xelpac Cuauhtémoc, por calle 75B y por calle 23 Diagonal, C. 33 394, en Kanasín, Yucatán, justo cuando dos colaboradores de la empresa "Sonigas, S.A. de C.V.", a bordo de la unidad con No. económico E-01 y capacidad del tanque de 5,200 litros, procedente de la Planta de Almacenamiento para Distribución de gas l.p. ubicada en la calle 22, No.321, colonia Ciudad Industrial, en el municipio de Mérida, Yucatán se disponían a realizar el abastecimiento de Gas L.P. al tanque estacionario ubicado en la parte superior del local. Esto sucedió mientras el ayudante de estacionario subía por la escalera colocada en el lugar para acceder a la parte superior del local donde se hallaba el recipiente y el chofer del autotanque permanecía fuera del local en espera del aviso para activar la bomba, cuando de repente el chofer escucha el grito de su compañero, por tal motivo entra al local y observa que la manguera estaba "tirando" gas y a su compañero en el piso, por lo que decide jalar la manguera con la intención de cerrar la válvula, pero esta, al caer al piso se cierra de manera automática, enseguida se aproxima a su compañero para auxiliarlo, apagando el fuego que lo envolvía con el extintor y removiendo sus prendas incendiadas.		
Causa (s) del accidente		
Fallo en el funcionamiento de la válvula de cierre rápido.		
Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)		
Daños materiales en el local comercial. Interrupción de la actividad de Distribución de Gas L.P. realizada por el autotanque involucrado, esto debido a que fue ingresado al corralón del estado por un tiempo aproximado de 3 meses, lo cual también provocó una perdida monetaria $ 516.328.55 (Quinientos dieciséis mil trescientos veintiocho pesos). Al momento del Evento resultaron heridos con quemaduras de segundo y tercer grado, el ayudante de estacionario y el ayudante del local. Posteriormente, se notificó la muerte del ayudante estacionario de la empresa "Sonigas, S.A. de C.V." En cuanto a la afectación al ambiente derivada del desarrollo de este Evento se consideró local e instantánea, debido a que derivado del incendio se presentaron los productos propios de la combustión y que de cierta manera fueron parcialmente contenidos una vez que el incendio se desarrolló al interior de establecimiento.		
Acciones realizadas para su atención		
Bomberos y paramédicos de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP), así como policías estatales y municipales, arribaron al lugar donde se presentó el Evento para apoyar a los afectados. El cuerpo de bomberos se encargó de sofocar el incendio provocado por la ignición de la fuga, por otra parte, los paramédicos valoraron los daños de los afectados, quienes resultaron con quemaduras de segundo y tercer grado, para posteriormente trasladarlos a hospitales y recibir atención médica de urgencia, por su parte los agentes policiacos se encargaron de acordonar el área y evacuar la zona, así como de trasladar el autotanque y al chofer del mismo a la Fiscalía General del Estado para realizar las diligencias correspondientes.		
Fuente consultada		
Informe final de la investigación causa raíz.		

Tabla V. 8. Registros históricos de accidentes con Gas L.P.

No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Evento	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	30/01/2015	Ciudad de México	Pipa de GLP de Gas Express Nieto	Explosión de una pipa de gas en el Hospital Materno Infantil de Cuajimalpa	Fuga de gas	3 muertes 72 lesionados Daños en 70% del hospital, 14 de ellos graves 39 casas afectadas, escuelas y el mercado que esta junto al hospital con ruptura de vidrios	Averiguaciones sobre la causa raíz de la explosión. Retiro de 2 mil toneladas de escombros	Nota periodística del sin embargo por Sandra Rodríguez Nieto y Mayela Sánchez https://www.sinembargo.mx/30-01-2015/1234482
2	24/03/2015	Coscomatepec, Veracruz	Estación de carburación de Gas LP	Explosión en estación de gas LP	Había tanques supuestamente vacíos en la bodega, que probablemente tenían remanentes acumulados y que posiblemente causaron el flamazo	3 trabajadores lesionados con quemaduras de tercer grado; no daño a la población aledaña	El personal del cuerpo de Bombero y elementos de la Cruz Roja llegaron al sitio para sofocar el incendio en tanto los heridos fueron trasladados a un hospital a Orizaba, se procedió a suspender las operaciones de la estación	Nota periodística del MILENIO por Isabel Zamudio https://www.milenio.com/estados/explota-estacion-de-carburacion-de-gas-en-coscomatepec
3	06/10/2016	Torreón, Coahuila	Estación de carburación de Gas LP de Global Gas	Explosión en forma de flamazo	Se desconoce la causa, ocurrió mientras el trabajador surtía combustibles a una camioneta	1 trabajador con quemaduras de segundo y tercer grado Daño en las bombas de despacho Daño en la camioneta	Evacuación de los empleados de la estación. Vialidad cerro la circulación. Cuerpo de bomberos aseguro el lugar. Cruz roja brindo primeros auxilios al trabajador.	Nota periodística de El Siglo de Torreón https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/1269792.explosion-en-estacion-de-gas-deja-un-trabajador-lesionado.html
4	07/07/2020	Alcaldía Álvaro Obregón	Estación de carburación de Gas LP de Global Gas	Fuga de Gas LP y un flamazo	Falla en el sistema de frenado de la pipa se impacta contra estación de gas	1 hombre lesionado	El cuerpo de bomberos controló la fuga	Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil

Tabla V.8. Registros históricos de accidentes con Gas L.P. (Continuación)

No.	Año	Ciudad y/o país	Instalación	Evento	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
5	19/10/2020	Tonalá, Jalisco.	Estación de carburación de Gas LP	Incendio	Fuga en una válvula de dos contenedores de entre 10 mil litros.	2 lesionado con quemaduras de primer grado 1 hombre intoxicado por el humo del incendio 5 vehículos calcinados	Elementos de Protección Civil de Jalisco junto con elementos de bomberos y Protección Civil de Tonalá, Tlaquepaque y Zapopan acudieron a sofocar el incendio con agua a presión. Elementos de la policía vial acordonaron la zona	Nota periodística del infobae https://www.infobae.com/america/mexico/2020/10/20/explosion-en-gasera-de-tonala-dejo-al-menos-3-lesionados-y-5-autos-calcinados/
6	21/09/2021	Tétela de Ocampo, Estado de Puebla	Estación de carburación de Gas LP	Fuga de Gas LP y una densa nube de gas	Fuga en la manguera de la pipa que alimentaba a la estación.	------	Autoridades y personal de la empresa controlaron la fuga. Evacuación de la población	Nota periodística de Urbano Puebla por Agencia Sierra Norte https://www.urbanopuebla.com.mx/seguridad/noticia/70884-se-registra-fuga-cerca-de-instalaciones-de-sonigas-en-tetela-de-ocampo.html

V.1.3 Identificación de peligros y de escenarios de riesgo.

Para determinar los posibles escenarios de riesgo que pudieran presentarse durante la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. perteneciente a **"Sonigas, S.A. de C.V."**, se retoma el accidente ocurrido en noviembre del 2022 durante la distribución de gas l.p. al usuario final, así como los antecedentes de incidentes en instalaciones similares y el análisis preliminar de peligros para los que ya se consideraron los riesgos inherentes, así como las propiedades fisicoquímicas de las sustancia involucrada, el Gas L.P., los planos de las instalaciones y los procedimientos de operación.

Debido a que en la instalación se llevan a cabo únicamente operaciones de trasiego, es decir, la transferencia de Gas L.P. de un recipiente a otro, sin necesidad de efectuar reacciones químicas u operaciones unitarias, y de acuerdo a la naturaleza de las eventualidades que se pudieran suscitar en las instalaciones, se hará uso de la metodología ¿Qué pasa sí?, también conocida por su nombre en inglés What if…?

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

Ésta técnica es un método inductivo, la cual utiliza información específica de un proceso, 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 el análisis de un proceso, para identificar y evaluar qué podría salir o estar mal, por medio de la resolución a preguntas clave (generadas por un grupo de expertos, con ayuda de las listas de verificación apropiadas), lo cual permite hacer una identificación de protecciones contra estos eventos y estimar el riesgo contenido, además de sugerir las mejoras que se consideren pertinentes.

En la aplicación del método se utiliza la información técnica disponible de las instalaciones. 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 las memorias técnico descriptivas 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 Gas L.P. se llevan a cabo únicamente operaciones de *trasiego* (transferencia de Gas L.P. de un recipiente a otro), por lo que el proceso es relativamente simple, limitándose a manejar el Gas L.P. 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 las instalaciones y que están asociadas al manejo de Gas L.P. 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.

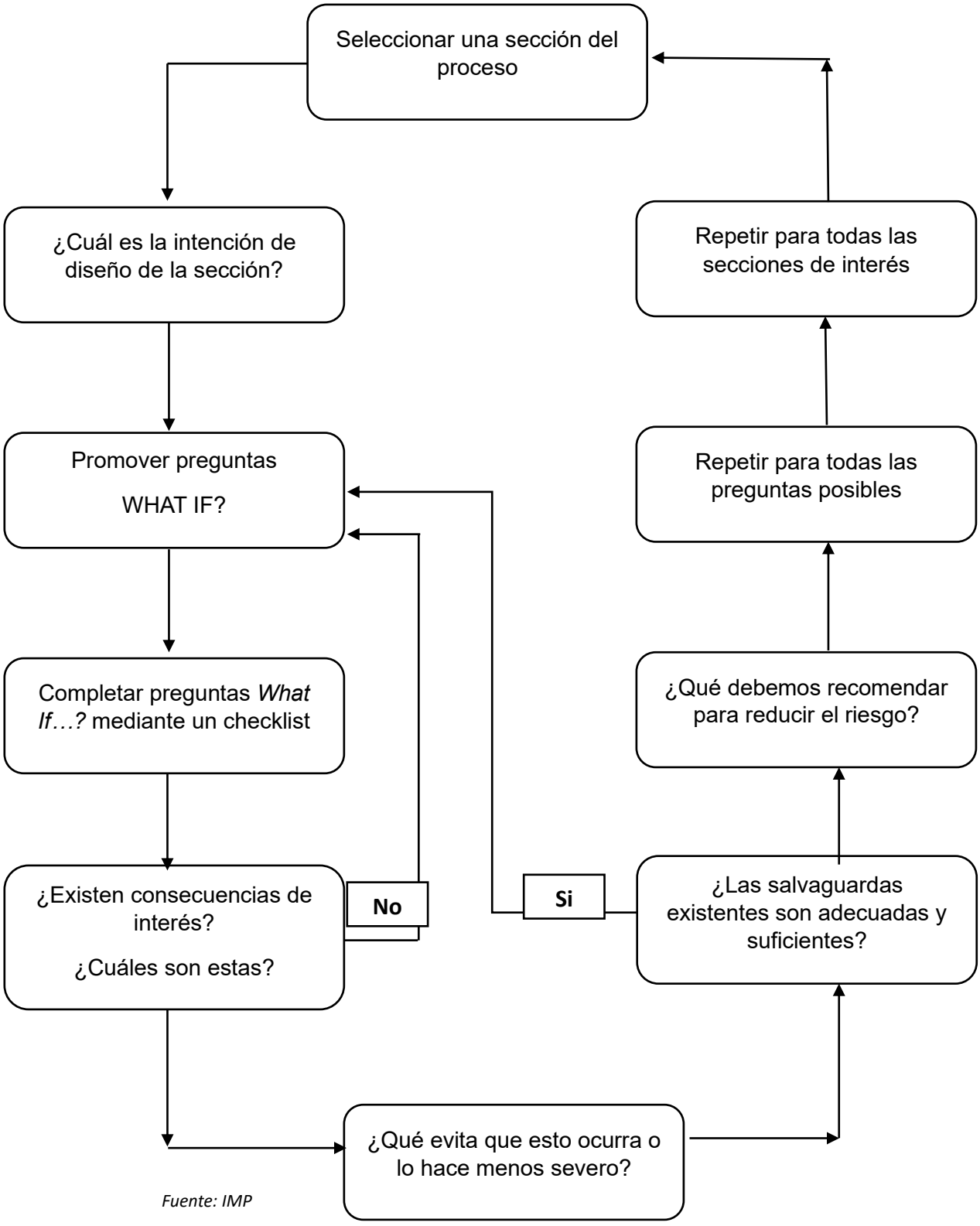
Descripción del What If…?

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 esta 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 las *instalaciones*, se debe de caracterizar plenamente el *sistema de trasiego* y cualquier elemento perteneciente a la Planta de Distribución de Gas L.P; para poder verificar las posibles desviaciones y las condiciones normales de éstas.

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

Figura V.3. Secuencia para la aplicación de la metodología What if...?

Para el caso de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Sonigas, S.A. de C.V., esta metodología se aplica a cada una de las áreas operativas de la misma, así como a sus sistemas auxiliares y sistema de distribución.

- Descarga de semirremolques.
- Almacenamiento de Gas L.P.
- Suministro a auto-tanques
- Llenado de recipientes transportables.
- Carburación de autoabasto
- Sistema contra incendio.
- Sistema eléctrico.
- Distribución de Gas L.P. mediante auto-tanques y vehículos de reparto

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

Tabla V.9. 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 sí…?
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 las actividades de distribución de gas l.p. mediante Planta de Distribución.

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, siendo estas:

Tabla V.10. Preguntas típicas del Análisis WHAT IF?

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

Fuente: IMP

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

Tabla V.11. Causas y consecuencias en procesos similares

Evento	Fallas principales
Fuga en recipiente de almacenamiento	Falla en las válvulas. Falla en los accesorios. Sobrepresión en el recipiente.
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)

V.1.4. Jerarquización de escenarios de riesgo.

La jerarquización de riesgos tiene como objetivo ordenar los escenarios de peligro previamente identificados de mayor a menor riesgo, con la finalidad de optimizar la implementación de acciones para su control, eliminación o minimización de sus efectos.

Existen varias técnicas de jerarquización que, conforme a la información disponible, se recomienda su utilización. Para este análisis de riesgos, se utilizó también la jerarquización de riesgos de acuerdo a los criterios establecidos en el documento COMERI 144 Rev. 2/ Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver. 1. Utilizando la tabla de categorías de consecuencias de los eventos y la tabla de categoría de frecuencias de ocurrencia de los eventos para determinar el nivel de riesgo de cada escenario.

Las áreas en las que se jerarquizan los riesgos con este lineamiento son:

- Daños al personal.
- Efectos en la Población.
- Medio Ambiente.
- Daño en las instalaciones.

A continuación, se presentan las categorías de frecuencia, las categorías de consecuencias, así como sus correspondientes matrices de riesgo, que deben utilizarse para realizar los Análisis de Riesgos de Proceso en Petróleos Mexicanos y sus Organismos subsidiarios, se presentan a continuación (Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver. 1)

Tabla V.12. Criterios de ponderación de frecuencias.

Clasificación de frecuencia	Categoría	Descripción de la frecuencia de ocurrencia	Frecuencia/año
F6	Muy frecuente	Ocurre una o más veces en un año.	>1.0 (≥ 1x10E+00)
F5	Frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 y hasta 5 años.	>0.2 a ≤ 1.0 (> 2x10E-01 a ≤ 1x10E+00)
F4	Poco Frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	>0.1 a ≤ 0.2 (> 1x10E-01 a ≤ 2x10E-01)
F3	Raro	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	>0.01 a ≤ 0.1 (> 1x10E-02 a ≤ 1x10E-01)
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación.	>0.001 a ≤ 0.01 (> 1x10E-03 a ≤ 1x10E-02)
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	>0.0001 a ≤ 0.0001 (> 1x10E-04 a ≤ 1x10E-03)

Tabla V.13. Criterios de ponderación de consecuencias.

Categoría de consecuencia	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto ambiental	Daños a instalaciones (USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de las instalaciones. El control implica acciones mayores a 1 semana	>500,000.000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	>50,000.000 a 500,000.000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas	>5 000.000 a 50,000.000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5,000,000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000

Matriz de resultados para la identificación y jerarquización de riesgos.

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:

Tabla V.14. Matriz de jerarquización de riesgos.

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	$2\ X10^{-1}$ a 1.0	C	C	B	B	A	A
4	10^{-1} a $2\ X10^{-1}$	D	C	C	B	B	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D	C	C	C	B	A
2	10^{-3} a 10^{-2}	D	D	C	C	C	B
1	10^{-4} a 10^{-3}	D	D	D	D	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
B: Riesgo indeseable
C: Riesgo aceptable, pero con controles
D: Riesgo tolerable

Tabla V.15. Índices de riesgo.

Índice de riesgo	Jerarquización / clasificación de riesgo	Descripción
A	**Riesgo No Tolerable (Tipo A).**	**Riesgo No Tolerable (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 "C"**. En caso de identificar un **Riesgo Tipo "A"**, se debe emplazar a la instalación o equipo por un periodo de **7 días naturales**, para lo cual la MACT debe presentar al área de ASIPA correspondiente su Programa de Acciones Correctivas y Preventivas temporales y permanentes para la reducción de riesgos a tipo "C" para ser sancionado. 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 y esté autorizado por la MACT responsable de la instalación.
B	**Riesgo indeseable (Tipo B)**	**Riesgo Indeseable (Tipo B): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes.** Un riesgo **Tipo "B"** 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 "C" y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo "D". En caso de identificar un **Riesgo Tipo "B"**, se debe emplazar a la instalación o equipos por un periodo de 15 días naturales para que la MACT debe presentar al área de ASIPA su Programa de Acciones Correctivas y Preventivas **"Permanentes"** para la reducción de los riesgos a tipo "C" o "D" para ser sancionado. La conclusión de las Acciones Correctivas y Preventivas permanentes no debe ser mayores 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.**
C	**Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)**	**Región Aceptable con Controles (Tipo C): El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos.** Un riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. 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 "C" debe enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección. **La prioridad de su atención para reducirlos a riesgos tipo "D", 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.**
D	**Riesgo Tolerable (Tipo D)**	**Riesgo Tolerable (Tipo D):** El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo Tipo "D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

Cada uno de los peligros evaluados para la identificación de riesgos dentro de la metodología What if…? 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.

Las regiones de los niveles de riesgo por escenario se adecuan según el siguiente gráfico y definiciones con la previa evaluación obtenida.

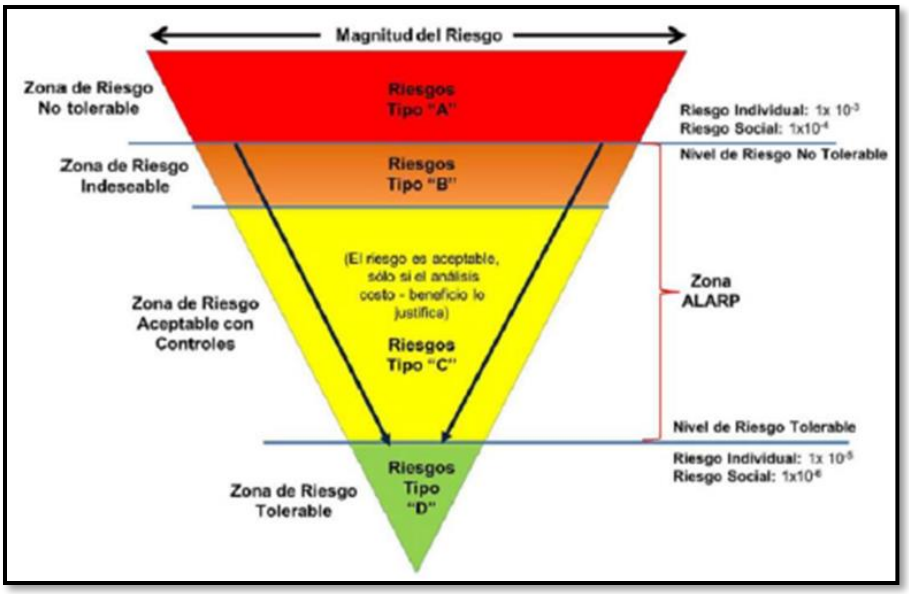


Figura V.4. Clasificación de las zonas de riesgo.

Región de Riesgo No Tolerable o Intolerable: No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo.

Región de Riesgo Indeseable: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya corregido el riesgo, puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.

Zona ALARP: As Low As Reasonably Practicable", (en español, "tan bajo como sea razonablemente factible"), es un término común en la normativa británica en el campo de la seguridad laboral y en particular la seguridad de sistemas críticos. El principio ALARP es que el riesgo residual debe ser tan bajo como sea razonablemente factible.

Riesgo Aceptable, pero con controles: se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implementarse en un periodo determinado.

Nivel de riesgo Tolerable: no se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica impórtate. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo se mantiene en este nivel.

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 la planta de distribución de Gas L.P. 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 implementan 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.

En el “Anexo 001. Anexos de la guía”, se anexa a detalle la aplicación de la técnica de evaluación de peligros What-If? para las áreas de las instalaciones propiedad de Sonigas, S.A de C.V. y durante la distribución de Gas L.P.

INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE RESULTADOS

Tabla V. *16.* Matriz de riesgos por daños al personal.

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	$2x10^{-1}$ a 1.0	C	C	B 4.2.1 4.2.2	B 4.1.1	A	A
4	10^{-1} a $2x10^{-1}$	D 6.1.1 6.1.2 6.2.1 7.1.2 7.1.3	C	C	B 3.2.4 4.1.3	B 1.5.3 4.1.4 4.1.5	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D 1.1.5a 1.3.3 1.3.4 1.3.7 1.5.2 2.3.1 5.3.1 5.3.2 5.5.1 5.5.2 6.3.1	C 1.3.1 1.3.2b 3.1.2	C 1.1.1 1.1.5b 1.5.1 4.2.3	C 1.3.2a 1.3.6 1.3.8 3.1.1	B 3.1.3	A
2	10^{-3} a 10^{-2}	D 1.2.1b 1.2.2 1.2.3 2.2.1 5.1.1 5.1.2 5.1.3 5.2.1 5.2.2 5.4.1 5.4.2 7.1.1 7.2.1 7.2.2 7.3.1	D 1.1.4 1.1.6 1.1.7 1.1.11 1.1.12 1.3.5a 1.4.1 1.4.2 2.1.2 3.2.2	C 1.1.8 1.1.9 1.1.10 1.3.5b 1.5.4 3.2.1 3.2.3	C 4.1.2	C 1.2.5	B 1.1.2 1.1.3 1.2.4
1	10^{-4} a 10^{-3}	D	D 2.1.1	D 1.2.1a	D	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
B: Riesgo Indeseable
C: Riesgo aceptable, pero con controles
D: Riesgo tolerable

Tabla V. 17. Matriz de riesgos por efectos en la población.

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	$2x10^{-1}$ a 1.0	C	C	B 4.1.1 4.2.1 4.2.2	B	A	A
4	10^{-1} a $2x10^{-1}$	D 6.1.1 6.1.2 6.2.1 7.1.2 7.1.3	C 1.5.3 3.2.4	C	B 4.1.3	B 4.1.4 4.1.5	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D 1.1.5a 1.1.5b 1.3.2b 1.3.4 1.3.7 1.5.2 2.3.1 5.3.1 5.3.2 5.5.1 5.5.2 6.3.1	C 1.3.1 1.3.3 3.1.2	C 1.1.1 1.3.2a 1.3.6 1.3.8 3.1.1 4.2.3	C 3.1.3	B	A
2	10^{-3} a 10^{-2}	D 1.1.4 1.1.7 1.1.8 1.1.9 1.1.11 1.2.1b 1.2.2 1.2.3 2.1.2 2.2.1 3.2.2 5.1.1 5.1.2 5.1.3 5.2.1 5.2.2 5.4.1 5.4.2 7.1.1 7.2.1 7.2.2 7.3.1	D 1.1.6 1.1.10 1.1.12 1.3.5a 1.4.1 1.4.2 1.5.1 1.5.4 3.2.1 3.2.3	C 1.3.5b 4.1.2	C 1.1.2 1.2.5	C	B 1.1.3 1.2.4
1	10^{-4} a 10^{-3}	D 2.1.1	D	D	D 1.2.1a	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
B: Riesgo Indeseable
C: Riesgo aceptable, pero con controles
D: Riesgo tolerable

Tabla V. 18. Matriz de riesgos por impacto ambiental.

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	$2x10^{-1}$ a 1.0	C	C 4.2.1 4.2.2	B 4.1.1	B	A	A
4	10^{-1} a $2x10^{-1}$	D 6.1.1 6.1.2 6.2.1 7.1.2 7.1.3	C 1.5.3	C 3.2.4 4.1.3	B 4.1.4 4.1.5	B	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D 1.1.5a 1.3.3 1.3.4 1.3.7 1.5.2 2.3.1 5.3.1 5.3.2 5.5.1 5.5.2 6.3.1	C 1.3.1 1.3.2b 3.1.2 4.2.3	C 1.1.1 1.3.2a 1.3.8 3.1.1	C 1.1.5b 1.3.6 3.1.3	B	A
2	10^{-3} a 10^{-2}	D 1.1.6 1.1.7 1.1.11 1.1.12 1.2.1b 1.2.2 1.2.3 2.2.1 3.2.2 5.1.1 5.1.2 5.1.3 5.2.1 5.2.2 5.4.1 5.4.2 7.1.1 7.2.1 7.2.2 7.3.1	D 1.1.4 1.1.8 1.1.9 1.1.10 1.3.5a 1.4.1 1.4.2 1.5.1 1.5.4 2.1.2 3.2.1 3.2.3	C 1.1.2 1.3.5b 4.1.2	C 1.1.3 1.2.5	C	B 1.2.4
1	10^{-4} a 10^{-3}	D	D 2.1.1	D	D 1.2.1a	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
B: Riesgo Indeseable
C: Riesgo aceptable, pero con controles
D: Riesgo tolerable

Tabla V. 19. Matriz de riesgos por daño a instalaciones

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	$2x10^{-1}$ a 1.0	C	C 4.2.1 4.2.2	B 4.1.1	B	A	A
4	10^{-1} a $2x10^{-1}$	D 1.5.3 6.1.1 6.1.2 6.2.1 7.1.2 7.1.3	C 3.2.4	C 4.1.3 4.1.4 4.1.5	B	B	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D 1.3.2b 1.3.3 1.3.4 1.3.7 1.4.1 1.5.2 2.3.1 5.3.1 5.3.2 5.5.1 5.5.2 6.3.1	C 1.1.1 1.1.5a 1.1.5b 1.3.1 1.3.2a 1.3.6 1.3.8 3.1.2 4.2.3	C 3.1.1 3.1.3	C	B	A
2	10^{-3} a 10^{-2}	D 1.1.11 1.2.1b 1.2.2 1.2.3 1.3.5a 1.4.2 1.5.4 2.1.2 2.2.1 3.2.2 5.1.1 5.1.2 5.1.3 5.2.1 5.2.2 5.4.1 5.4.2 7.1.1 7.2.1 7.2.2 7.3.1	D 1.1.4 1.1.6 1.1.7 1.1.8 1.1.9 1.1.12 1.3.5b 1.5.1 3.2.1 3.2.3	C 1.1.2 1.1.10 1.2.5 4.1.2	C	C 1.1.3	B 1.2.4
1	10^{-4} a 10^{-3}	D 2.1.1	D	D	D	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
B: Riesgo Indeseable
C: Riesgo aceptable, pero con controles
D: Riesgo tolerable

Resultados derivados del What if…?

En el rubro de daños al personal, el 16% de los escenarios identificados se encuentran catalogados en un tipo de riesgo indeseable, mientras que un 27% se encuentra ubicado en un tipo de riesgo tolerable, pero con controles. Y el resto de los eventos, es decir, el 57% recaen en la zona de riesgo tolerable, cuyas causas principales se presentan debido a la falla de equipos y fugas de Gas L.P.

En cuanto a efectos en la población se refiere, son muy pocos los eventos que se ubican en la zona de riesgo indeseable, con el 11% del total de los casos, mientras que, en la zona de riesgo aceptable, pero con controles se ubica el 21% de los eventos planteados y un 68% recae en la zona de riesgo tolerable.

Del mismo modo, se tomó en cuenta el impacto ambiental que los eventos planteados podrían generar, dando como resultado que, el 5% se encuentra dentro de la zona de riesgo indeseable, en tanto que, el 28% de estos casos se ubicaría en la zona de riesgo aceptable, pero con controles y el 67% restante, en la zona de riesgo tolerable.

Finalmente, referente a los daños a instalaciones, se obtuvo que el 4% de los escenarios planteados se encontraría dentro de la zona de riesgo indeseable, en tanto que, el 27% representaría un daño aceptable, pero con controles y el 69% se ubica en la zona de riesgo tolerable.

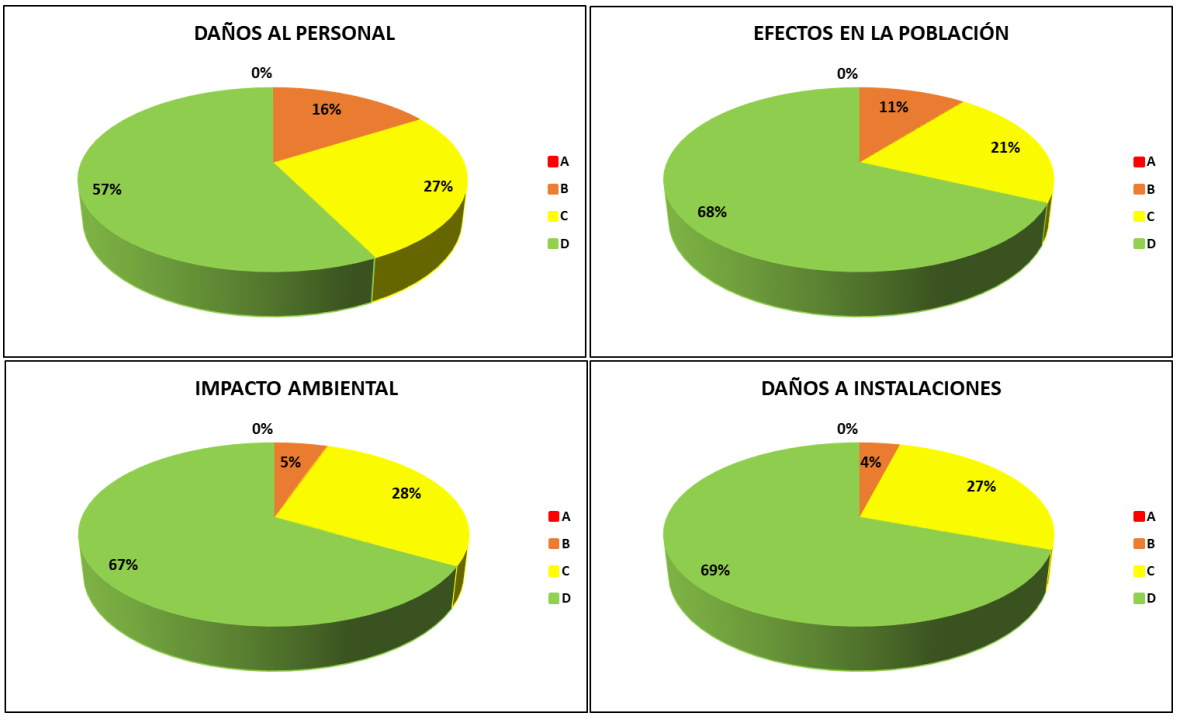


Figura V. 5. Porcentajes de riesgo para la Planta de distribución de Gas L.P.

V.1.4 Determinación de los escenarios de riesgo

Para la determinación de los escenarios de riesgo, se consideran aquellos resultantes de la metodología What if…? que se ubican en la zona de riesgo ALARP, es decir, en la zona de riesgo indeseable y aceptable pero con controles para su posterior análisis de consecuencias.

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (Frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Sustancia involucrada
1.2.4	004	BLEVE del recipiente de almacenamiento debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico sobre la superficie.	2 x 6	B – Indeseable	2 – Muy raro Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	6 – Catastrófico Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.2: Almacenamiento de Gas L.P.	Gas L.P.
			2 x 6	B – Indeseable		6 – Catastrófico Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.		
			2 x 6	B – Indeseable		6 – Catastrófico Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de las instalaciones. El control implica acciones mayores a 1 semana.		
			2 x 6	B – Indeseable		6 – Catastrófico > 500,000,000		
4.1.1	013	Desfogue de la válvula de seguridad del autotanque debido a un aumento de la presión interna del recipiente debido a un impacto durante el traslado.	5 x 4	B – Indeseable	5 – Frecuente Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 y hasta 5 años	4 – Grave Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Sistema 4: Distribución y venta Subsistema 4.1: Autotanque	Gas L.P.
			5 x 3	B – Indeseable		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			5 x 3	B – Indeseable		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta una hora.		
			5 x 3	B – Indeseable		3 – Moderado >500,000 a 5,000,000		
1.1.3	003	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,	2 x 6	B – Indeseable	2 – Muy raro Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	6 – Catastrófico Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1: Recepción de semirremolques	Gas L.P.
			2 x 6	B - Indeseable		6 – Catastrófico Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.		
			2 x 4	C – Aceptable, pero con controles		4 – Grave Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas.		
			2 x 5	B - Indeseable		5 – Mayor >50,000,000 a 500,000,000		

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (Frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Sustancia involucrada
4.1.4	010	Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Blackmer TLGLF3 en un autotanque debido a que hay una presión excesiva en la bomba.	4 x 5	B – Indeseable	4 – Poco frecuente Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años	5 – Mayor Lesiones o daños físicos que puedan generar de dos a 10 fatalidades	Sistema 4: Distribución y venta Subsistema 4.1: Autotanque	Gas L.P.
			4 x 5	B – Indeseable		5 – Mayor Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades		
			4 x 4	B – Indeseable		4 – Grave Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas.		
			4 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado >500,000 a 5,000,000		
4.1.5	010	Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Blackmer TLGLF3 en un autotanque debido a la cavitación en la bomba.	4 x 5	B – Indeseable	4 – Poco frecuente Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años	5 – Mayor Lesiones o daños físicos que puedan generar de dos a 10 fatalidades	Sistema 4: Distribución y venta Subsistema 4.1: Autotanque	Gas L.P.
			4 x 5	B – Indeseable		5 – Mayor Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades		
			4 x 4	B – Indeseable		4 – Grave Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas		
			4 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado >500,000 a 5,000,000		
4.2.1	008	Fuga del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg durante el traslado en el vehículo de reparto.	5 x 3	B – Indeseable	5 – Frecuente Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 y hasta 5 años	3 – Moderado Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Sistema 4: Distribución y venta Subsistema 4.2: Vehículo de reparto	Gas L.P.
			5 x 3	B – Indeseable		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			5 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.		
			5 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor >50,000 a 500,000		

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (Frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Sustancia involucrada
4.2.2	008	Fuga del contenido total de un recipiente de 30 kg durante el traslado en un vehículo de reparto	5 x 3	B – Indeseable	5 – Frecuente Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 y hasta 5 años	3 – Moderado Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Sistema 4: Distribución y venta Subsistema 4.2: Vehículo de reparto	Gas L.P.
			5 x 3	B – Indeseable		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			5 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.		
			5 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor >50,000 a 500,000		
4.2.3	008	Fuga del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg debido a una mala conexión en la instalación de aprovechamiento.	3 x 3	B – Indeseable	3 – Raro Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	3 – Moderado Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Sistema 4: Distribución y venta Subsistema 4.2: Vehículo de reparto	Gas L.P.
			3 x 3	B – Indeseable6		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.		
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor >50,000 a 500,000		
4.1.3	009	BLEVE de un auto-tanque debido a la pérdida de integridad mecánica a causa de una colisión durante el traslado (ruta de distribución)	4 x 4	B – Indeseable	4 – Poco frecuente Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años	4 – Grave Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Sistema 4: Distribución y venta Subsistema 4.1: Autotanque	Gas L.P.
			4 x 4	B – Indeseable		4 – Grave Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a cinco fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			4 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta una hora.		
			4 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado >500,000 a 5,000,000		

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (Frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Sustancia involucrada
3.1.3	012	BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.	3 x 5	B – Indeseable	3 – Raro Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	5 – Mayor Lesiones o daños físicos que puedan generar de dos a 10 fatalidades	Sistema 3: Autotanques Subsistema 3.1: Recipiente no transportable	Gas L.P.
			3 x 4	C – Aceptable, pero con controles		4 – Grave Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a cinco fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			3 x 4	C – Aceptable, pero con controles		4 – Grave Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas.		
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado >500,000 a 5,000,000		
3.2.4	011	Si durante el suministro de Gas L.P. al usuario final, la válvula de cierre rápido de la manguera fallara debido a arreglos improvisados, dando lugar a la liberación de material inflamable correspondiente a los remanentes de la manguera.	4 x 4	B – Indeseable	4 – Poco frecuente Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años	4 – Grave Lesiones o daños físicos con atención médica que pueden generar incapacidad permanente o una fatalidad	Sistema 3: Autotanques Subsistema 3.2: Suministro a autotanques	Gas L.P.
			4 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.		
			4 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.		
			4 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor >50,000 a 500,000		
1.1.2	002	Fuga de Gas L.P. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento o ruptura de la manguera de líquido.	2 x 6	B - Indeseable	2 – Muy raro Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	6 – Catastrófico Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1: Recepción de semirremolques	Gas L.P.
			2 x 4	C – Aceptable, pero con controles		4 – Grave Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere hospitalización.		
			2 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta una hora.		
			2 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado >500,000 a 5,000,000		

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (Frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Sustancia involucrada
1.5.3	008	Fuga del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg durante el llenado en el muelle de llenado.	4 x 5	B – Indeseable	4 – Poco frecuente Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años	5 – Mayor Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.5: Llenado de recipientes transportables	Gas L.P.
			4 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.		
			4 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.		
			4 x 1	D – Tolerable		1 – Despreciable <50,000		
3.1.1	013	Desfogue de la válvula de seguridad del autotanque por un aumento de la presión interna del recipiente debido al sobrellenado del recipiente.	3 x 4	C – Aceptable, pero con controles	3 – Raro Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	4 – Grave Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Sistema 3: Autotanques Subsistema 3.1: Recipiente no transportable	Gas L.P.
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta una hora.		
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderada >500,000 a 5,000,000		
1.2.5	005	Desfogue de una de las válvulas de seguridad del recipiente debido a una sobrepresión en un recipiente de almacenamiento.	2 x 5	C – Aceptable, pero con controles	2 – Muy raro Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	5 – Mayor Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.2: Almacenamiento de Gas L.P.	Gas L.P.
			2 x 4	C – Aceptable, pero con controles		4 – Grave Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a cinco fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			2 x 4	C – Aceptable, pero con controles		4 – Grave Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.		
			2 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado >500,000 a 5,000,000		

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (Frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Sustancia involucrada
3.1.2	013	Desfogue de la válvula de seguridad del autotanque por un aumento de la presión interna del recipiente debido al calentamiento del recipiente por un incendio.	3 x 2	C – Aceptable, pero con controles	3 – Raro Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	2 – Menor Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica	Sistema 3: Autotanques Subsistema 3.1: Recipiente no transportable	Gas L.P.
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.		
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.		
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor >50,000 a 500,000		
4.1.2	013	Desfogue de la válvula de seguridad del autotanque debido a la sobrepresión interna debido a la volcadura durante el recorrido en la ruta de distribución.	2 x 4	C – Aceptable, pero con controles	2 – Muy raro Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	4 – Grave Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Sistema 4: Distribución y venta Subsistema 4.1: Autotanque	Gas L.P.
			2 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			2 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta una hora.		
			2 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado >500,000 a 5,000,000		
1.3.1	006	Fuga de Gas L.P. debido al desprendimiento de la manguera durante el trasiego a un auto-tanque.	3 x 2	C – Aceptable, pero con controles	3 – Raro Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	2 – Menor Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	Gas L.P.
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.		
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.		
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor >50,000 a 500,000		

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (Frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Sustancia involucrada
1.3.8	007	Fuga de Gas L.P. a través del sello de la bomba de trasiego para el llenado de auto-tanques.	3 x 4	C – Aceptable, pero con controles	3 – Raro Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	4 – Grave Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	Gas L.P.
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta una hora.		
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor >50,000 a 500,000		
1.3.6	007	Fuga de Gas L.P. a través del sello de la bomba de trasiego para el llenado de auto-tanques.	3 x 4	C – Aceptable, pero con controles	3 – Raro Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	4 – Grave Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	Gas L.P.
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 4	C – Aceptable, pero con controles		4 – Grave Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas.		
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor >50,000 a 500,000		
1.3.2a	007	Fuga de Gas L.P. a través del sello de la bomba de trasiego para el llenado de auto-tanques.	3 x 4	C – Aceptable, pero con controles	3 – Raro Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	4 – Grave Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	Gas L.P.
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.		
			3 x 2	C – Aceptable, pero con controles		2 – Menor >50,000 a 500,000		

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (Frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del nodo o sistema	Sustancia involucrada
1.3.5b	007	Fuga de Gas L.P. a través del sello de la bomba de trasiego para el llenado de auto-tanques.	2 x 3	C – Aceptable, pero con controles	2 – Muy raro Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	3 – Moderado Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	Gas L.P.
			2 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			2 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.		
			2 x 2	D – Tolerable		2 – Menor >50,000 a 500,000		
1.1.1	001	Fuga de Gas L.P. provocada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. del semirremolque al recipiente de almacenamiento.	3 x 3	C – Aceptable, pero con controles	3 – Raro Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años	3 – Moderado Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1: Recepción de semirremolques	Gas L.P.
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3	C – Aceptable, pero con controles		3 – Moderado Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.		
			3 x 2	D – Tolerable		2 – Menor >50,000 a 500,000		

De acuerdo con la jerarquización anterior de los Escenarios de Riesgo, se establecen los escenarios más probables, los peores casos (BLEVE de semirremolque y recipiente de almacenamiento de Gas L.P. y auto-tanque, donde la liberación de la sustancia es total y masiva), y casos alternos como se describen a continuación:

SISTEMA 1: TRASIEGO DE GAS L.P.
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. DEL SEMIRREMOLQUE AL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO.

TIPO DE CASO: CASO MÁS PROBABLE.

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 el indicador de flujo de no retroceso tipo mirilla.

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.
- ✓ Falla del punto de fractura situado entre la manguera y la tubería de la loma de recepción.
- ✓ 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 el indicador de flujo. Se considera que la manguera tiene un diámetro de 51 mm y una longitud de 7.0 metros.

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, 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

TIPO DE CASO: CASO ALTERNO.

Suponiendo que ocurriera el evento anterior (desprendimiento de la manguera de gas – líquido durante la descarga del 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 recipiente 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 de 30 segundos.
- El tipo de liberación continua es a través de la válvula de descarga del semirremolque, 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 con actuador neumático, ubicada en la tubería que dirige gas hacia el almacenamiento.

El compresor utilizado para el trasiego de Gas L.P. del semirremolque al recipiente de almacenamiento tiene una capacidad nominal de 1,329 LPM.

La masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio de 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 una explosión y/o una llamarada. Por su parte la emisión de GLP a través de la válvula de descarga del semirremolque se da mediante un chorro presurizado que se desplaza horizontalmente conforme a la capacidad del compresor, la cual, ante la presencia de una fuente de ignición formaría un dardo de fuego, donde el principal efecto negativo de este tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio.

ESCENARIO 003. BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE.

TIPO DE CASO: PEOR CASO.

Debido a la radiación térmica emitida por el dardo de fuego ocasionado por la ignición de la emisión de la válvula de descarga del semirremolque, misma que incide en la parte baja de este, provocará un aumento en la presión interna del recipiente, por lo que, la válvula de seguridad entrará en funcionamiento, sin embargo, el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del recipiente sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica y dará espacio a una BLEVE.

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 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/m^2 para un tiempo de exposición mayor a 30 minutos (CPR 16 E, 1992).
- Debido a la cercanía del dardo de fuego, el flujo de calor rebasa el orden de los 100 kW/m^2, por lo que, la radiación térmica generada por el dardo de fuego sería suficiente para reducir la resistencia mecánica del recipiente.
- Al producirse la BLEVE, se vacía el semirremolque, mismo que se encuentra al 80% de su capacidad, es decir, 38,000 litros.

SUBSISTEMA 1.2: ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P.

ESCENARIO 004. BLEVE DEL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL MISMO A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE.

TIPO DE CASO: PEOR CASO

Debido a que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacta el recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 250,000 litros agua al 100%, se provocaría la perdida de la integridad mecánica del mismo, dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de Gas L.P. en estado líquido, provocando que el Gas L.P. se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generando entonces una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor constituirá la BLEVE del recipiente.

Se considera que, durante este suceso, el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, es decir, 200,000 litros.

ESCENARIO 005. DESFOGUE DE UNA DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD DEL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A UNA SOBREPRESIÓN.

TIPO DE CASO: CASO MÁS PROBABLE.

Debido a un incendio cerca del área de almacenamiento, ocurre el calentamiento de la superficie del recipiente como consecuencia del calentamiento y de la incidencia de las llamas sobre el área donde se encuentra la fase vapor, la presión interna puede llegar a alcanzar la presión de diseño de las válvulas de seguridad que se encuentran acopladas al recipiente. Cada una de estas válvulas tiene una capacidad de desfogue de 308 m^3/min, de acuerdo a lo indicado en la memoria técnico descriptiva de la instalación.

Si bien la ignición retardada de la emisión continua de Gas L.P. a través de la válvula de seguridad provocaría una llamarada, esta ocurriría a la altura del origen de la emisión, dado que la nube de vapor formada se dispersaría corriente abajo debido a la densidad superior a la del aire.

SUBSISTEMA 1.3: SUMINISTRO DE GAS L.P. 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.

TIPO DE CASO: CASO MÁS PROBABLE

Si durante la carga de un auto-tanque, debido a una inadecuada conexión entre el acoplador de la manguera de líquido y la válvula ubicada en la parte posterior del auto-tanque ocurriera el desprendimiento de la manguera y que, ante este desprendimiento la válvula de exceso de flujo no cerrara oportunamente, se tendría la fuga de Gas L.P., equivalente al contenido atrapado en la manguera y 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/cm^2.

Debido a las características del incidente, la masa fugada saldría disparada mediante dos mecanismos, emisión de chorro horizontal debido al funcionamiento de la bomba y emisión instantánea debido a la liberación de GLP del contenido en la manguera y la tubería.

ESCENARIO 007. FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN DE LA MISMA.

TIPO DE CASO: CASO MÁS PROBABLE.

Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- El diámetro equivalente de fuga es de ¼”.
- El daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación en seco, vibración excesiva, cavitación, etc.
- Se propone un tiempo de fuga equivalente a 30 minutos.

Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmosfera de manera continua, la cual, ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente, existe la posibilidad de encontrar un punto de ignición provocando una llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

SISTEMA 01 Y 04. TRASIEGO DE GAS L.P. Y DISTRIBUCIÓN Y VENTA
SUBSISTEMA 1.5 Y 4.2. LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES Y VEHÍCULO DE REPARTO.

ESCENARIO 008. FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESFONDE DE UN RECIPIENTE TRANSPORTABLE.

TIPO DE CASO: CASO MÁS PROBABLE.

Debido al desgaste del material en la soldadura del fondo se provocaría el desprendimiento del fondo del recipiente, provocando con esto una fuga instantánea del contenido total de un recipiente transportable con 30 kg de capacidad.

Se considera un tiempo de respuesta de un minuto, pero hay que tomar en cuenta que este es sobrestimado, ya que, al desfondarse el recipiente transportable, el gas fugado se evapora y se dispersa instantáneamente.

La masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio de 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.

SISTEMA 4: DISTRIBUCIÓN Y VENTA.
SUBSISTEMA 4.1: AUTOTANQUE.

ESCENARIO 009. BLEVE DEL AUTOTANQUE DEBIDO A LA PERDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UNA COLISIÓN DURANTE EL TRASLADO (RUTA DE DISTRIBUCIÓN).

TIPO DE CASO: PEOR CASO

Si por el exceso de velocidad con el que se maneja la unidad (autotanque), el operador perdiera el control, ocasionando la volcadura de la unidad y esta a su vez se fracturara, dando lugar a la pérdida de su integridad mecánica, lo que a su vez provocaría la liberación instantánea de Gas L.P. en estado líquido, haciendo que este se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que se evapore instantáneamente, generando así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor constituiría la BLEVE del autotanque.

Se considera que, durante este suceso, el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, tomando en cuenta que el recipiente de mayor capacidad es de 18,000 litros y de 4,000 litros los que cuentan con mayor número de unidades.

ESCENARIO 010 FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN EN EL AUTOTANQUE.

TIPO DE CASO: CASO MÁS PROBABLE

Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba BLACKMER TLGLF3 en un autotanque. Tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- El diámetro equivalente de la fuga es de 0.5”.
- El daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco, vibración excesiva, cavitación, entre otros.
- Se propone un tiempo de fuga de 2 minutos, en función a la respuesta del operador de la unidad.
- La liberación de Gas L.P. es continua.

Debido a las características de la fuente, la masa fugada será emitida a la atmosfera de manera continua, lo cual formará un dardo de fuego ante una rápida ignición. No obstante, si la ignición ocurre después del inicio del escape, existe 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.

SISTEMA 3: AUTOTANQUE
SUBSISTEMA 3.2: SUMINISTRO DE GAS L.P.

ESCENARIO 011. FUGA DE GAS L.P. OCASIONADA POR LOS REMANENTES EN LA MANGUERA DE TRASIEGO DEL AUTOTANQUE.

TIPO DE CASO: CASO MÁS PROBABLE

Si durante el suministro de Gas L.P. al usuario final, la válvula de cierre rápido de la manguera fallara debido a arreglos improvisados realizados, se tendría la liberación de material inflamable correspondiente al remanente de Gas L.P. contenido de la manguera.

La masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio de 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, darían lugar a una explosión y/o una llamarada.

SUBSISTEMA 3.1: RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE.

ESC. 012. BLEVE DE UN AUTOTANQUE DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE LA INCIDENCIA DE FUEGO SOBRE LA SUPERFICIE DEL RECIPIENTE.

TIPO DE CASO: PEOR CASO.

Debido a un incendio de material combustible alrededor de los autotanques estacionados dentro de la planta, los cuales se encuentran al 80 % de su capacidad, se incrementaría la presión interna del recipiente lo cual conllevaría a la activación de la válvula de seguridad.

Suponiendo la continuidad del flujo de calor incidiendo sobre el recipiente, se comprometería la integridad mecánica de éste. Lo cual con llevaría a la liberación súbita de Gas L.P., previamente calentado generando una bola de fuego.

Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, además, considerando el autotanque de mayor capacidad (18,000 L) y que el de mayor número de autotanques cuentan con una capacidad de 4,000 L.

SISTEMA 3 Y 4: AUTOTANQUE Y DISTRIBUCIÓN Y VENTA.
SUBSISTEMA 3.1 Y 4.1: RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE Y AUTOTANQUE.

ESC. 013. FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESFOGUE DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD DE UN AUTO-TANQUE.

TIPO DE CASO: CASO MAS PROBABLE.

Desfogue de la válvula de seguridad del autotanque por un aumento de la presión interna del recipiente debido a calentamiento derivado de un incendio, provocando que se alcance la presión de diseño de la válvula de seguridad.

La capacidad de desfogue de la válvula para un recipiente de 18,000 L es de 278.60 m^3/min de acuerdo a lo indicado en el catálogo de la marca Rego para el modelo A8436N, mientras que para un recipiente de 4,000 L (capacidad de la mayor cantidad de auto-tanques) la válvula requerida es de 103.61 m^3/min de acuerdo a lo indicado en el catálogo de la marca Rego para el modelo A8434N capacidad de válvula de alivio de presión “acción pop” totalmente internas para camiones.

Ante una ignición rápida de la emisión continua de Gas L.P. a través de la válvula de seguridad se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet fire), o bien, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay posibilidad de que la nube de vapor evolucione aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga dando origen a una explosión de efectos mecánicos.

V.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

V.2.1 Análisis de frecuencias.

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 durante la evaluación cualitativa de riesgos.

El Árbol de Fallas, es una técnica deductiva que asume que un evento indeseado (evento topo o máximo) ha ocurrido y busca los elementos contribuyentes (eventos básicos), ya sean fallas de equipo, errores humanos o eventos externos. En la aplicación de esta técnica se construye un diagrama lógico (árbol de fallas) que utiliza símbolos de algebra Booleana, donde las ramas del árbol 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, este método 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.

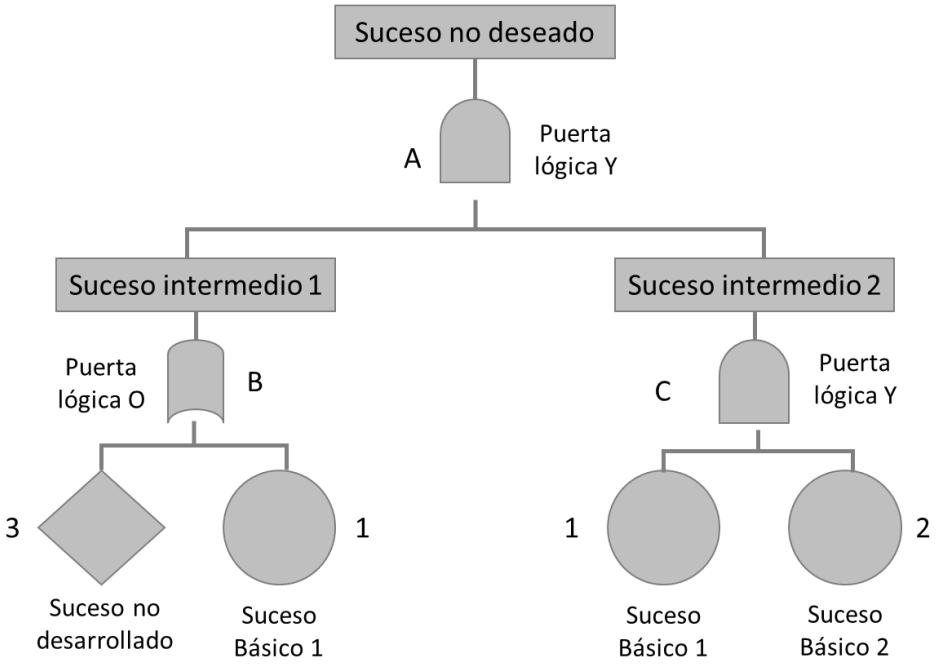


Figura V. 6. Representación de un árbol de fallas.

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 fallas, 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 causada 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. Además, de seguir un procedimiento inductivo: desde los sucesos capitales (SC) hasta los sucesos básicos, iniciadores o causales (SB).

Alguno de los símbolos usados en el desarrollo del árbol de fallas se enlista 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 sub-eventos que sucedan, ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra. Un símbolo para una compuerta Y, es usado para indicar que cunado 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 óvalo es utilizado para indicar condiciones adicionales o situaciones que deben estar presentes en las compuertas a las cuales está 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 (fallas 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 fallas 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.

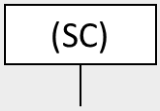
Se emplean símbolos lógicos para expresar relaciones e interacciones. A continuación, se definen las más usuales:

Relación causa efecto: **líneas ------**

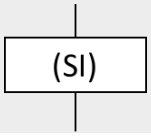
Sucesos.

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:

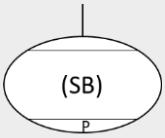
SC: Suceso capital, de cabecera o complejo.



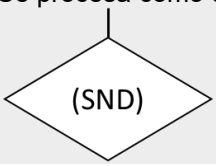
SI: Suceso Intermedio



SB: Suceso básico iniciador, causal o sencillo.



SND: Suceso no desarrollado (porque no se considera necesario o por falta de información). Se procesa como un SB



SN: Suceso normal (condiciones operativas normales de diseño) o externo. Se procesa como un SB

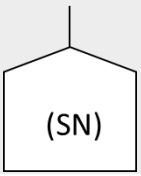
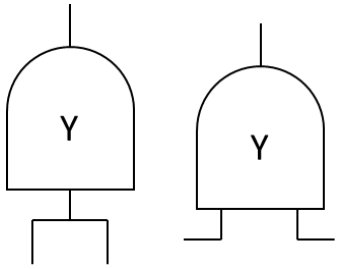


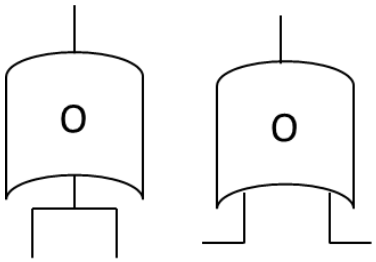
Figura V. 7. Sucesos que conforman un árbol de fallas.

Interacciones entre sucesos:

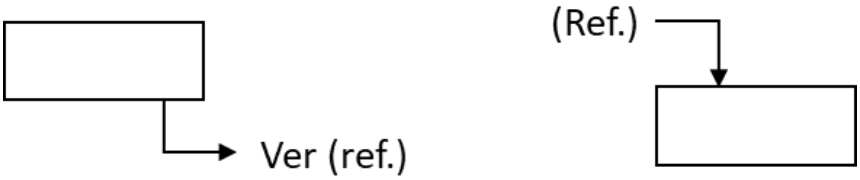
- **La puerta "Y".** Para que ocurra el suceso inmediatamente superior deben ocurrir todos los sucesos conectados por la parte interior del símbolo. La probabilidad compuesta transmitida por la salida superior del símbolo es igual al producto de las probabilidades individuales que acceden o conectan por la parte inferior del mismo. La probabilidad se parte a través de una puerta "Y": el producto de dos factores menores que uno es aún menor.



- **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".



- **Símbolos de transferencia.** Se utilizan para enviar, de unas hojas a otras, partes de los árboles de fallas. Suelen añadirse a un suceso intermedio.



Tomando como referencia las áreas operativas descritas con anterioridad, así como los escenarios determinados mediante la aplicación del análisis What if…? se definieron los siguientes eventos "tope" para la operación de la Planta así como la distribución de Gas L.P. mediante autotanques.

- Evento 001 y 002. Explosión en la recepción de los semirremolques.
- Evento 003. BLEVE del semirremolque.
- Evento 004: BLEVE del recipiente de almacenamiento.
- Evento 005 y 013: Explosión de gas no confinado, librado por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.
- Evento 006; Explosión en el suministro de Gas L.P. a autotanques.
- Evento 007 y 010: Explosión en la bomba de suministro.
- Evento 008: Explosión de un recipiente transportable.
- Evento 009 y 012: BLEVE del autotanque.
- Evento 011; Explosión ocasionada por los remanentes en la manguera del autotanque.

Para llevar a cabo la asignación de probabilidades, se tomó como base la siguiente tabla de valores:

Tabla V. 20. Frecuencia de fallo

Orden de magnitud	Calificación	Frecuencia
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 cinco 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

En el Anexo 001. Anexos de la guía, se presenta la aplicación del árbol de fallas.

Con base en la identificación y evaluación de los posibles riesgos (latentes y/o potenciales) en las instalaciones propiedad de “SONIGAS, S.A. DE C.V.” se obtuvo lo siguiente:

- **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 cuentan las instalaciones es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo. Sin embargo, hay eventos que presentan mayor frecuencia (respecto a los demás), como son los eventos 001, 005, 006, 007, 008, 010, 011 Y 013.
- **Evento alterno:** de acuerdo al desarrollo del evento, bajo las suposiciones planteadas, conllevaría al desarrollo del escenario 002 para la Planta de distribución de Gas L.P.
- **Evento catastrófico o peor caso:** si bien, la probabilidad de que ocurra el evento 003 es muy baja, este puede desencadenar el evento 004, considerado como catastrófico al tener una gran capacidad de almacenamiento de GLP. Además del evento 009 y 012.

Tabla V. 21. Frecuencias de ocurrencia de los eventos de riesgo evaluados.

Evento No.	Escenario	Probabilidad de ocurrencia
001 002	Explosión en la recepción de semirremolques	2.14×10^{-4}
003	BLEVE del semirremolque	1.04×10^{-8}
004	BLEVE del recipiente de almacenamiento	2.30×10^{-8}
005 013	Explosión de gas no confinado, liberado por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.	1.72×10^{-7}
006	Explosión en el suministro de Gas L.P. a auto-tanques	2.14×10^{-4}
007 010	Explosión en la bomba de suministro	5.65×10^{-4}
008	Explosión de un recipiente transportable	6.32×10^{-4}
009 012	BLEVE del auto-tanque.	1.04×10^{-8}
011	Explosión ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque.	4.71×10^{-12}

Nota: La frecuencia de ocurrencia de los eventos 003, 004, 009 y 012, se consideró como **Muy improbable** (no se ve posibilidad de que ocurra el riesgo), ya que el orden de magnitud rebasa los valores establecidos en la tabla de "Probabilidades de fallo".

Es importante mencionar que las instalaciones cuentan 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.

Del mismo modo, aunque se realizan los cálculos del evento catastrófico, estos resultan ser sobreestimados, ya que, su probabilidad es muy baja, y si consideramos que:

*RIESGO = PROBAILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO*

Aunque el daño puede resultar significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo. Por lo que, 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 "Análisis Histórico de incidentes BLEVE" reportado en el Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras; Fundamentos, Evaluación de riesgo y diseño, Vol. I, Pag. 348, Ed. Mc Graw Hill.

Matemáticamente, el valor de 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.

V.2.2 Análisis de consecuencias.

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 puede tener las desviaciones sobre las personas, el 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 perdida 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.

Por escenario se entiende 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.

A continuación, se presenta la descripción de los eventos que pudieran presentarse en las instalaciones pertenecientes a “SONIGAS, S.A. DE C.V.”

- **Flamazo (flash fire).** Proviene cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmosfera, formando una nube de gas. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de que 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 que se encuentra en 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).** Se refiere a una 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 de 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 de 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 atmosfera. 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 debida a la explosión.

Por otra parte, es importante señalar que la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de la metodología descrita anteriormente, así como de las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las posibles fugas de Gas L.P., se realizó mediante la utilización del software SCRI – Fuego Ver. 2.0, el cual realiza la simulación de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que la instalación hace uso de Gas L.P., el cual cuenta con riesgos debido a su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante el uso de esta herramienta.

Los modelos de los cuales se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se aprueban 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 las sustancias y condiciones de operación del escenario a modelar.**

A continuación, se describen las propiedades fisicoquímicas del Gas L.P., las cuales fueron calculadas considerando este como una mezcla propano – butano, en proporciones 60 – 40%.

Tabla V. 222. Propiedades fisicoquímicas de la mezcla Propano - Butano.

	Fracción molar	zc
Propano	0.6	0.279
Butano	0.4	0.274

Propiedades	Mezcla	Sustancia 1	Sustancia 2
Nombre	Gas L.P.	Propano	Butano
CAS	68476-85-7	74-98-6	106-97-8
%	100	60	40
Peso molecular (kg/k-mol)	49.710	44.097	58.123
Punto de ebullición (K)	247.73	231.02	272.66
Temperatura crítica (K)	391.946	369.83	425.12
Presión crítica (Pa)	4067000	4248000	3796000
Volumen crítico (m^3/kmol)	0.22	0.2	0.255
Calor de vaporización (J/kg)	406524.42	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m^3)	591.82	582.51	602.41
Densidad del gas a temperatura de ebullición (kg/m^3)	2.01	2.417	2.7093
Capacidad calorífica del gas a temperatura de ebullición (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
Constante de calores específicos (gamma)	1.11	1.13	1.09
Concentración de estequiometria (%)	-	4	3.1
Calor de combustión (kJ/kg)	46045.82	46333	45719
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

- **Clase de emisión**

Las emisiones accidentales de Gas L.P. propuestas en el presente estudio se consideran 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.EPAb (1997), se tiene que:

- *Fuente instantánea:* el contaminante se libera a la atmosfera en su totalidad en un lapso de tiempo muy corto o en forma inmediata (desde algunos pocos segundos a un minuto).
- *Fuente continua:* el contaminante se libera a una velocidad que permite asumir un modelo estacionario por un largo periodo 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 respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un recipiente de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo recipiente.

Asimismo, dependiendo de la procedencia de la fuga se tiene la:

- *Dispersión de chorro turbulento,* a partir de una fuga de gas a presión.
- *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:

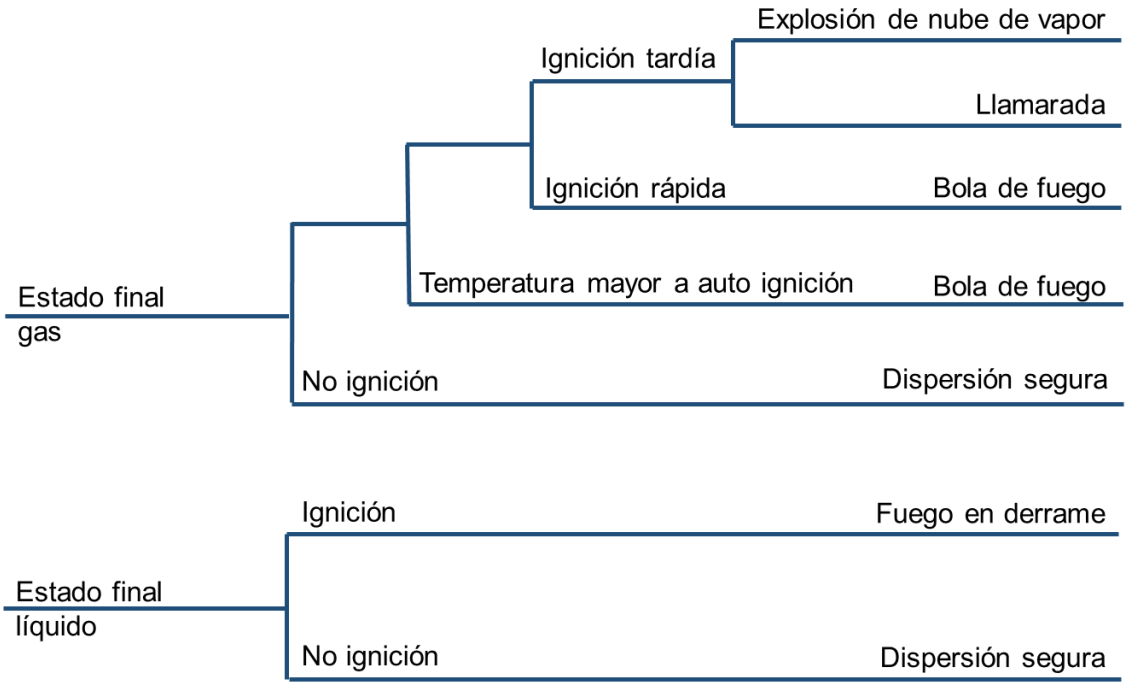


Figura V. 8. Esquematización del desarrollo de una emisión instantánea.

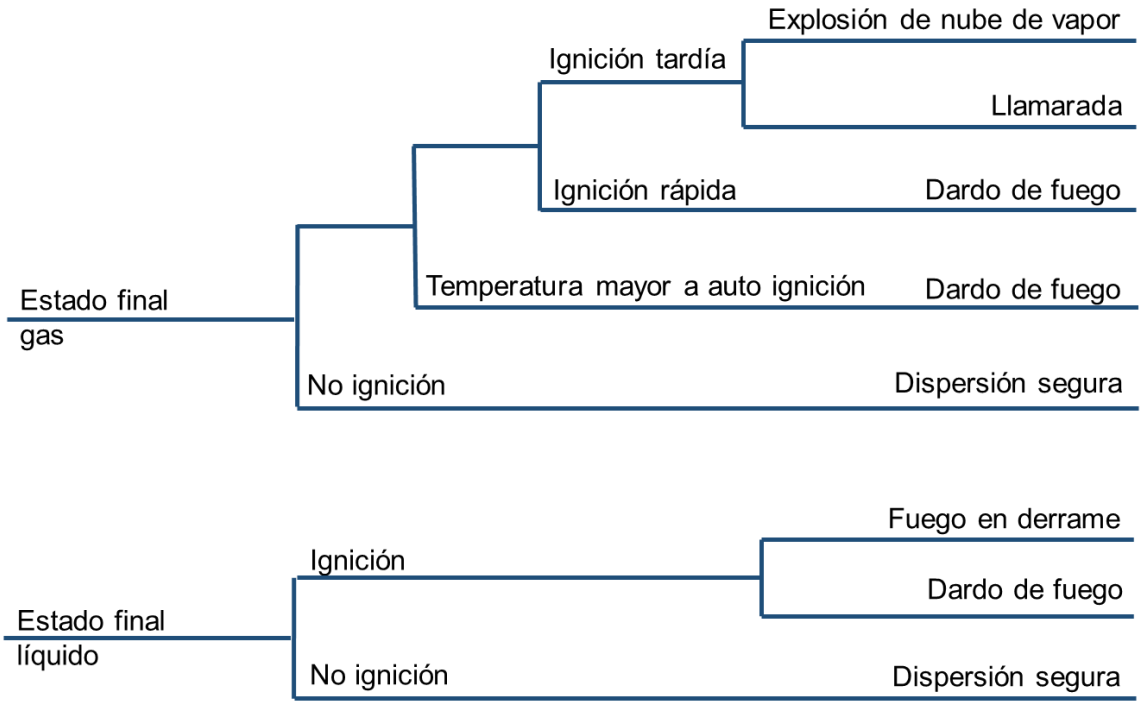


Figura V. 9. Esquematización del desarrollo de una emisión continua.

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.

- **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 V. 23. Condiciones meteorológicas.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Temperatura media promedio	T		°C
Velocidad del viento	u		m/s
Humedad relativa del sitio	H_w		%
Presión atmosférica	P_A		bar

- **Criterios para definir y justificar las zonas de afectación.**

Para definir y justificar las zonas de protección en torno a las instalaciones, se utilizaron los siguientes parámetros.

Tabla V. 24. 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	5.0 kW/m^2	1.4 kW/m^2
Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras. 100% de mortalidad en un minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama, ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación.	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor a 20 s. 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 V. 25. Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
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 casa, estas quedan inhabilitadas.	Daños menores a equipos de proceso. Daño estructural menor y limitado.

Fuente: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier.
Lees, F.P.; Prevención de perdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.

Por lo tanto, las zonas de seguridad en torno a las instalaciones quedarán definidas por los radios potenciales de afectación arrojados por la evaluación del EVENTO CATASTRÓFICO (de menor probabilidad, pero de mayor daño), el cual corresponde a la BLEVE del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros al 100% de agua, el cual por seguridad se encuentra al 80% de su capacidad.

Es necesario aclarar que este evento está sobreestimado, ya que como se mencionó con anterioridad, su probabilidad de ocurrencia es muy baja, y si consideramos que:

RIESGO = PROBABILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO

Se considera que la explosión BLEVE tiene una probabilidad baja debido a que es consecuencia de una serie de eventos específicos como los que se describen a continuación.

- **Suceso inicial**

Para que se diera el escenario 005 que se definió como un evento de menor probabilidad, pero de mayor daño, debe presentarse el evento 003, el cual se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobreestimada. Las medidas de seguridad que actuarán en caso de que se presente esta situación son:

- *Respuestas de seguridad*

  - Válvulas hidrostáticas en las tuberías necesarias.
  - Válvulas de exceso de flujo.

- *Respuestas de control, respuesta de los operadores.*

  - Identificación de paro automáticos, tablero eléctrico.
  - Capacitación a los operarios (planteros).
  - Participación en el desarrollo de simulacros,
  - Formación de brigadas.

- *Mitigación*

  - Venteo (válvulas de seguridad para aliviar el exceso de presión en el recipiente de almacenamiento).
  - Sistema de aspersión en el área de almacenamiento.
  - Hidrantes.
  - Extintores.

- *Agentes externos*

  - Promoción de la participación y desarrollo de Programas de Prevención de Accidentes.

- *Operaciones de emergencia*

  - Alarmas
  - Procedimientos de emergencia
  - Equipos de protección personal

- *Flujo adecuado de información*

  - Propuestas para informar a la población presente en los alrededores e industrias cercanas.

En el Anexo 001. Anexos de la Guía, se presenta la memoria de cálculo y las simulaciones realizadas para cada uno de los eventos.

V.2.3 Resumen de cálculos y resultados de los escenarios propuestos.

Tabla V. 36. Radios de afectación debidos a la explosión de una NVNC.

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.50 psi
001	Recepción de semirremolques	7.86 m	16.03 m	36.60 m	62.21 m
002	Recepción de semirremolques	28.50 m	58.17 m	132.78 m	225.70 m
005	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	31.13 m	63.53 m	145.03 m	246.52 m
006	Suministro de Gas L.P. a autotanques	19.03 m	38.84 m	88.66 m	150.71 m
007	Suministro de Gas L.P. a autotanques	36.71 m	74.92 m	171.02 m	290.70 m
008	Llenado de recipientes transportables / Distribución y venta	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m
010	Autotanque	23.63 m	48.22 m	110.08 m	187.11 m
011	Suministro de Gas L.P.	7.83 m	15.97 m	36.46 m	61.98 m
013.1	Recipiente no transportable / autotanque	31.78 m	64.85 m	148.03 m	251.62 m
013.2	Recipiente no transportable / autotanque	22.85 m	46.63 m	106.45 m	180.95 m

Tabla V. 27. Radios potenciales de afectación ocasionados por un dardo de fuego.

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 kW/m^2	12.5 kW/m^2	5.0 kW/m^2	1.4 kW/m^2
002	Recepción de semirremolques	19.77 m	33.46 m	51.88 m	95.40 m
005	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	16.02 m	28.92 m	45.68 m	84.76 m
006	Suministro de Gas L.P. a autotanques	10.82 m	18.32 m	28.42 m	52.27 m
007	Suministro de Gas L.P. a autotanques	4.06 m	6.87 m	10.65 m	19.59 m
010	Autotanque	7.85 m	13.32 m	20.67 m	38.03 m
013.1	Recipiente no transportable / autotanque	16.53 m	28.28 m	43.99 m	81.03 m
013.2	Recipiente no transportable / autotanque	10.19 m	17.55 m	27.36 m	50.46 m

Tabla V. 48. Ondas de sobrepresión causadas por la expansión del vapor y líquido contenidos en un recipiente.

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.50 psi
003	Recepción de semirremolques	6.54 m	13.35 m	30.48 m	51.81 m
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	24.17 m	49.32 m	112.58 m	191.37 m
009.1	Autotanque	10.05 m	20.52 m	46.84 m	79.61 m
009.2	Autotanque	6.09 m	12.43 m	28.37 m	48.22 m
012.1	Recipiente no transportable	4.73 m	9.66 m	22.06 m	37.49 m
012.2	Recipiente no transportable	2.87 m	5.85 m	13.36 m	22.71 m

Tabla V. 59. Radios de afectación debidos a una bola de fuego.

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 kW/m^2	12.5 kW/m^2	5.0 kW/m^2	1.4 kW/m^2
003	Recepción de semirremolques	170.66 m	330.05 m	529.50 m	988.51 m
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	228.41 m	476.76 m	776.74 m	1,459.77 m
009.1	Autotanque	101.54 m	207.33 m	336.38 m	631.04 m
009.2	Autotanque	63.78 m	128.77 m	208.46 m	390.70 m
012.1	Recipiente no transportable	126.05 m	242.60 m	388.79 m	725.48 m
012.2	Recipiente no transportable	78.77 m	150.53 m	240.86 m	449.12 m

Tabla V. 30. Características de la bola de fuego.

ESC.	SUBSISTEMA	Diámetro ($D_{max} = 5.8M^{1/3}$)	Altura ($H = 0.75 D_{max}$)	Duración máxima de deflagración
003	Recepción de semirremolques	163.71 m	122.79 m	12.7 s
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	284.77 m	213.58 m	18.2 s
009.1	Autotanque	118.47 m	88.85 m	9.2 s
009.2	Autotanque	71.76 m	53.82 m	5.6 s
012.1	Recipiente no transportable	118.47 m	88.85 m	9.2 s
012.2	Recipiente no transportable	71.76 m	53.82 m	5.6 s

Tabla V. 31. Zonas de dispersión de una nube de gas inflamable.

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
001	Recepción de semirremolques (Emisión instantánea)	Distancia X	Desde 0.02 Hasta 2.97 m	Distancia X	Desde 0.03 Hasta 5.60 m
		Y de exclusión	2.42 m	Y de exclusión	3.18 m
		Dist. Máx.	2.97 m	Dist. Máx.	5.60 m
002	Recepción de semirremolques (Chorro horizontal)	Distancia X	Desde 1.72 Hasta 27.30 m	Distancia X	Desde 1.65 Hasta 42.01 m
		Y de exclusión	5.45 m	Y de exclusión	8.23 m
		Dist. Máx.	27.30 m	Dist. Máx.	42.01 m
006	Suministro de Gas L.P. a autotanques (Chorro horizontal)	Distancia X	Desde 1.76 Hasta 12.37 m	Distancia X	Desde 1.67 m Hasta 19.27 m
		Y de exclusión	3.55 m	Y de exclusión	4.97 m
		Dist. Máx.	12.37 m	Dist. Máx.	19.27 m
006	Suministro de Gas L.P. a autotanques (Emisión instantánea)	Distancia X	Desde 0.02 Hasta 2.97 m	Distancia X	Desde 0.03 Hasta 5.60 m
		Y de exclusión	2.42 m	Y de exclusión	3.18 m
		Dist. Máx.	2.97 m	Dist. Máx.	5.60 m
007	Suministro de Gas L.P. a autotanques (Chorro horizontal)	Distancia X	Desde 1.37 Hasta: 2.46 m	Distancia X	Desde 1.18 Hasta 5.11 m
		Y de exclusión	0.29 m	Y de exclusión	1.18 m
		Dist. Máx.	2.46 m	Dist. Máx.	5.11 m
008	Llenado de recipientes transportables / Distribución y venta (Emisión instantánea)	Distancia X	Desde 0.02 Hasta 6.09 m	Distancia X	Desde 0.03 Hasta 10.78 m
		Y de exclusión	4.58 m	Y de exclusión	5.78 m
		Dist. Máx.	6.09 m	Dist. Máx.	10.78 m
010	Autotanque (Chorro horizontal)	Distancia X	Desde 2.10 Hasta: 8.11 m	Distancia X	Desde 1.83 Hasta: 14.29 m
		Y de exclusión	11.35 m	Y de exclusión	2.31 m
		Dist. Máx.	8.11 m	Dist. Máx.	14.29 m
011	Suministro de Gas L.P. (Emisión instantánea)	Distancia X	Desde 0.02 Hasta 2.94 m	Distancia X	Desde 0.03 Hasta 5.57 m
		Y de exclusión	2.41 m	Y de exclusión	3.16 m
		Dist. Máx.	2.94 m	Dist. Máx.	5.57 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 calor medio ponderado (50% del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona 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.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO VI.
REPRESENTACIÓN DE LOS POTENCIALES RADIOS DE AFECTACIÓN

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

VI.1. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

A continuación, se presentan los radios potenciales de afectación de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación*, asimismo para la definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a las instalaciones se sustenta en los criterios establecidos de las zonas de salvaguardas en la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos.

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:

- 1.4 kW/m^2 – Zona de Amortiguamiento.
- 5.0 kW/m^2 – Zona de Alto Riesgo.
- 12.5 kW/m^2 – Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 37.5 kW/m^2 - 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/plg^2 – Zona de Alto Riesgo.
- 0.5 lb/plg^2 – Zona de Amortiguamiento.
- 3.0 lb/plg^2 - Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 10.0 lb/plg^2 - Zona de alto riesgo por daño a equipos.

Asimismo, es importante mencionar que se identificaron puntos de interés en torno a la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Sonigas, S.A. de C.V., tales como: áreas y equipos de instalaciones industriales; zonas vulnerables de población, componentes ambientales, infraestructura vial e industrial que se encuentran dentro de los radios potenciales de afectación.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 001 – A RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES. LLAMARADA – EMISIÓN INSTANTÁNEA.





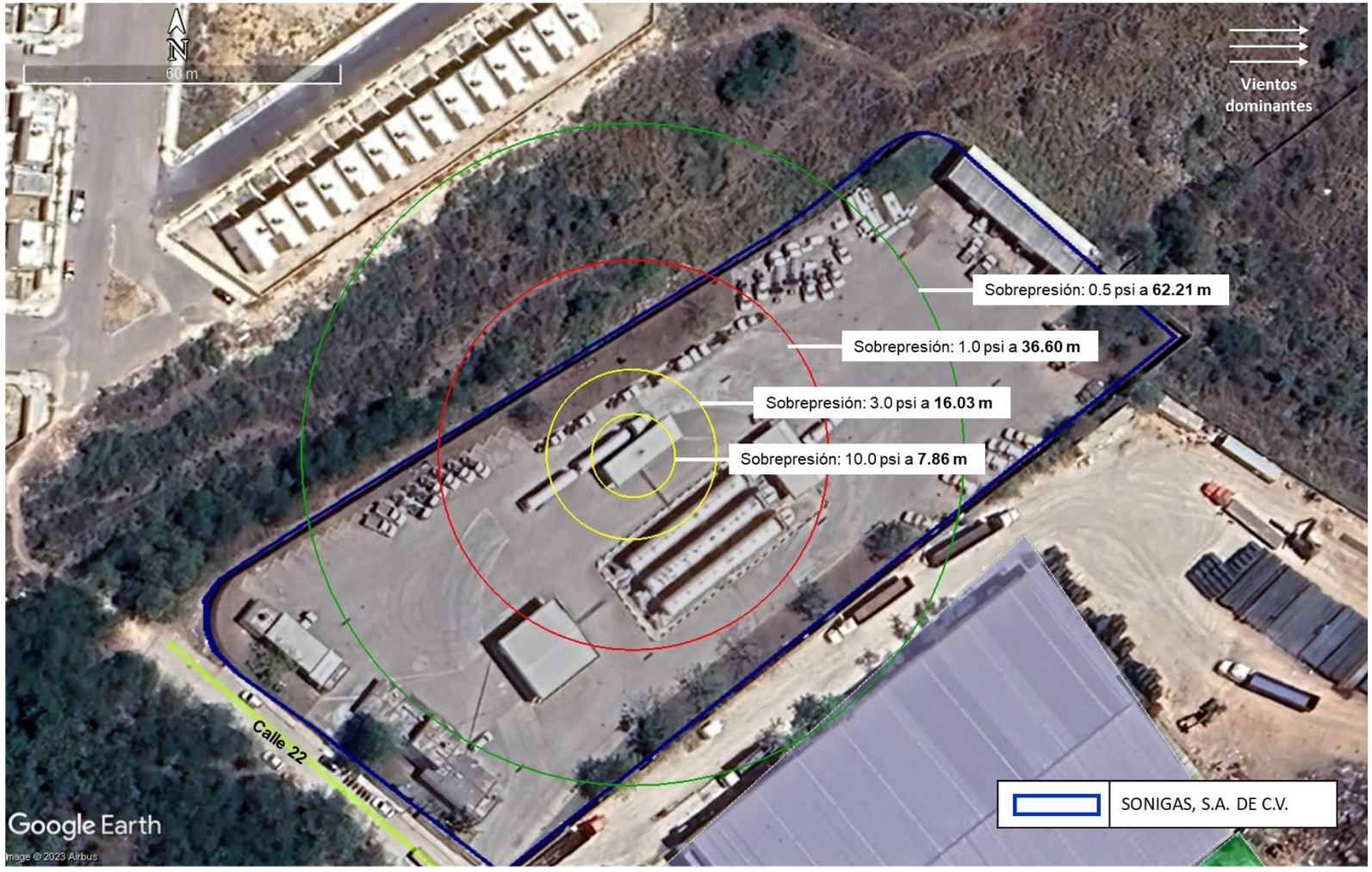
Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde: 0.03 Hasta: 5.60 m Y de exclusión: 3.18 m Dist. Máx.: 5.60 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde: 0.02 Hasta: 2.97 m Y de exclusión: 2.42 m Dist. Máx.: 2.97 m

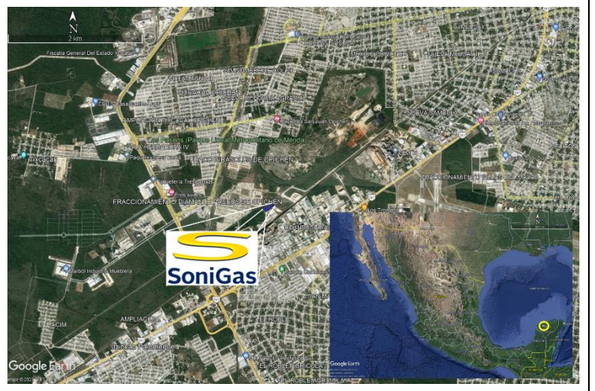
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de una nube de gas inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a una altura de 1.6 m. (altura promedio en las personas). Si durante la descarga de Gas L.P., la manguera que va de la válvula de descarga del semirremolque al acoplador de llenado para líquido de la toma de recepción se soltara, se provocaría la liberación de material inflamable correspondiente al contenido de la manguera que va hasta el separador mecánico (pull-away). Lo anterior podría ser provocado por un error humano como podría ser una mala conexión de la manguera, o desapego de los procedimientos operativos, o bien, no colocar las calzas a los semirremolques al momento de la descarga y que estos se movieran repentinamente, pudiéndose zafar la manguera. Por lo que, la masa fugada será la equivalente a la contenida en la manguera, para lo cual se considera que esta tiene un diámetro de 51 mm y una longitud de 7.0 m.
No. de escenario: 001-A	

Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 001-A.** Fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de Gas L.P. del semirremolque al recipiente de almacenamiento.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 001 – B RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES. NVNC





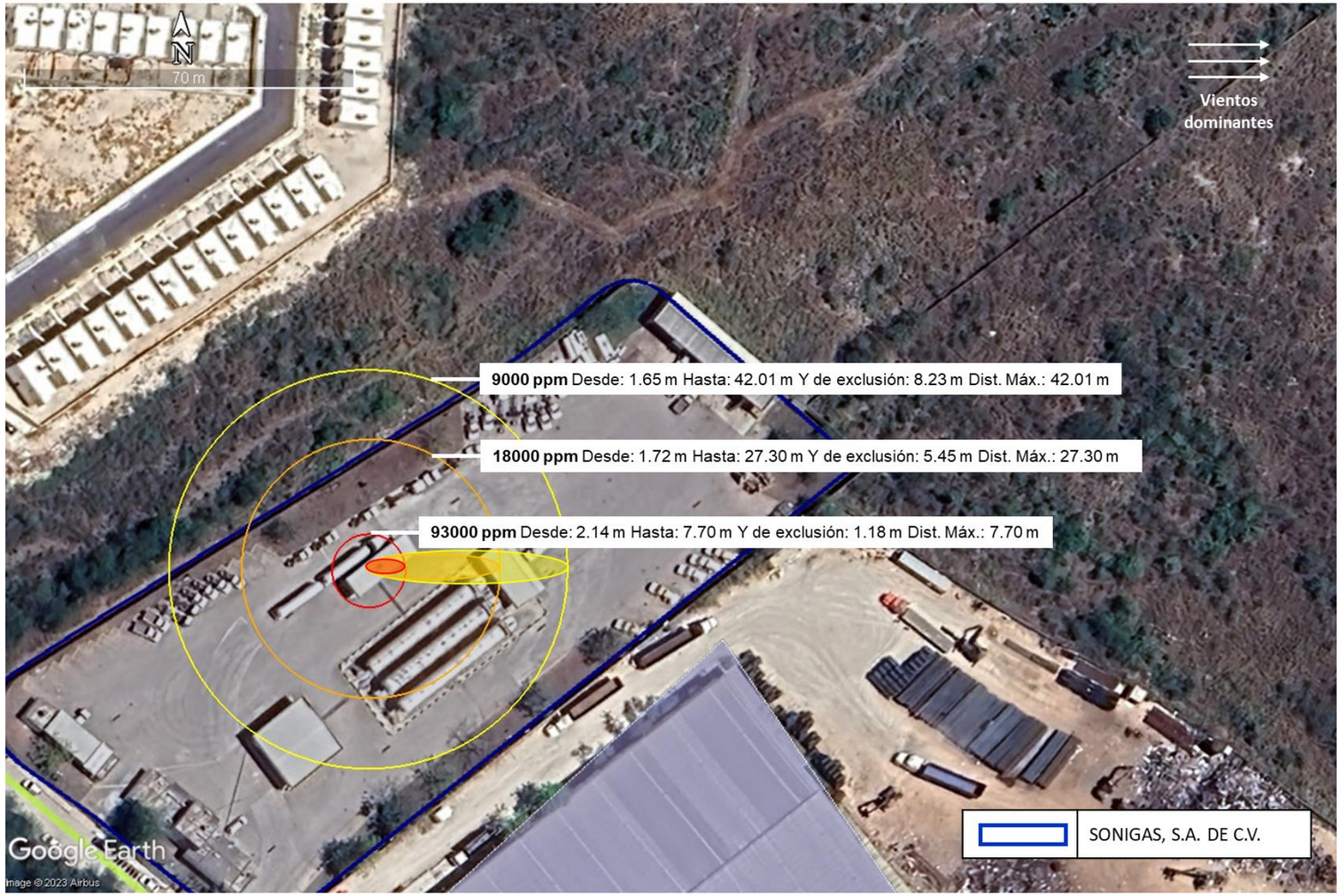
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	62.21
1.00 psi	Zona de alto riesgo	36.60
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	16.03 7.86

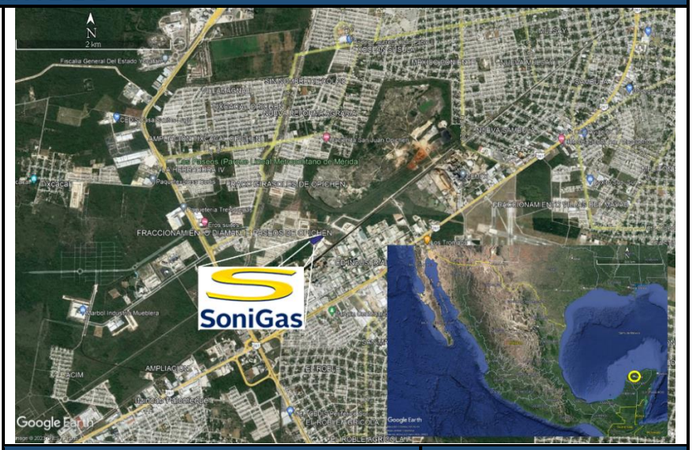
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada, si durante la descarga del semirremolque, el acoplador de líquido se soltara, 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 el indicador de flujo.
No. de escenario: 001-B	Por lo que, la masa fugada será el equivalente a la contenida en la manguera, para lo cual se considera un diámetro de 51 mm y 7.0 metros de longitud.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 001-B.** Fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de Gas L.P. del semirremolque al recipiente de almacenamiento.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 002 – A. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES. LLAMARADA – CHORRO HORIZONTAL





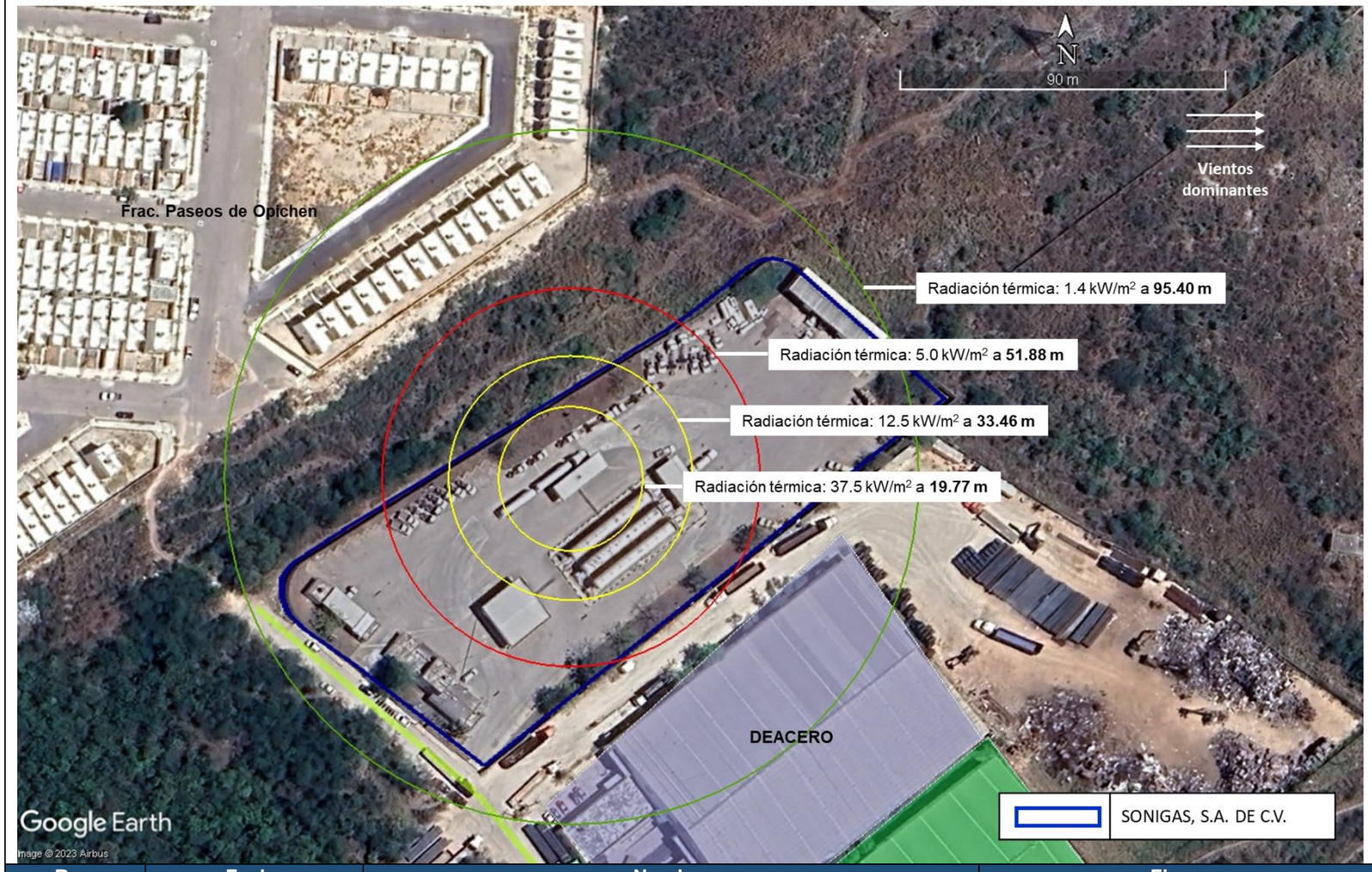
Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde: 1.65 Hasta: 42.01 m Y de exclusión: 8.23 m Dist. Máx.: 42.01 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde: 1.72 Hasta: 27.30 m Y de exclusión: 5.45 m Dist. Máx.: 27.30 m
93000 ppm L.S.I.	Zona de desastre	Desde: 2.14 Hasta: 7.70 m Y de exclusión: 1.18 m Dist. Máx.: 7.70 m

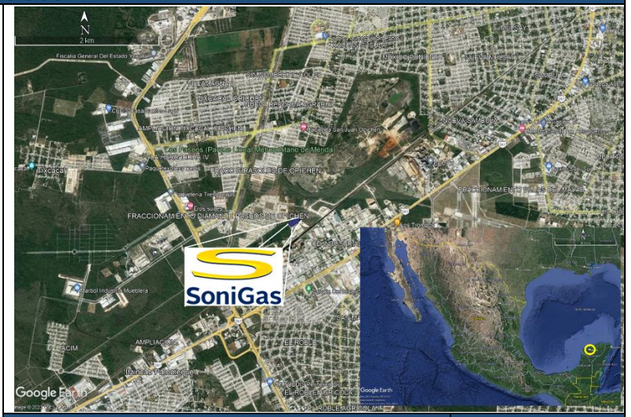
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1 recepción de semirremolques	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a 1.6 m (altura promedio en las personas). Si ante el desprendimiento de la manguera de la toma de recepción durante la descarga de Gas L.P., el compresor continuara funcionando y, además, la válvula de exceso de flujo no cerrara inmediatamente, se tendría una emisión continua de Gas L.P., la cual formaría una pluma, se considera un tiempo de respuesta de 30 segundos. El compresor utilizado para la descarga de Gas L.P. tiene una capacidad nominal de 1,329 LPM.
No. de escenario: 002-A	

Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 002 – A.** 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.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 002 – B RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES. DARDO DE FUEGO





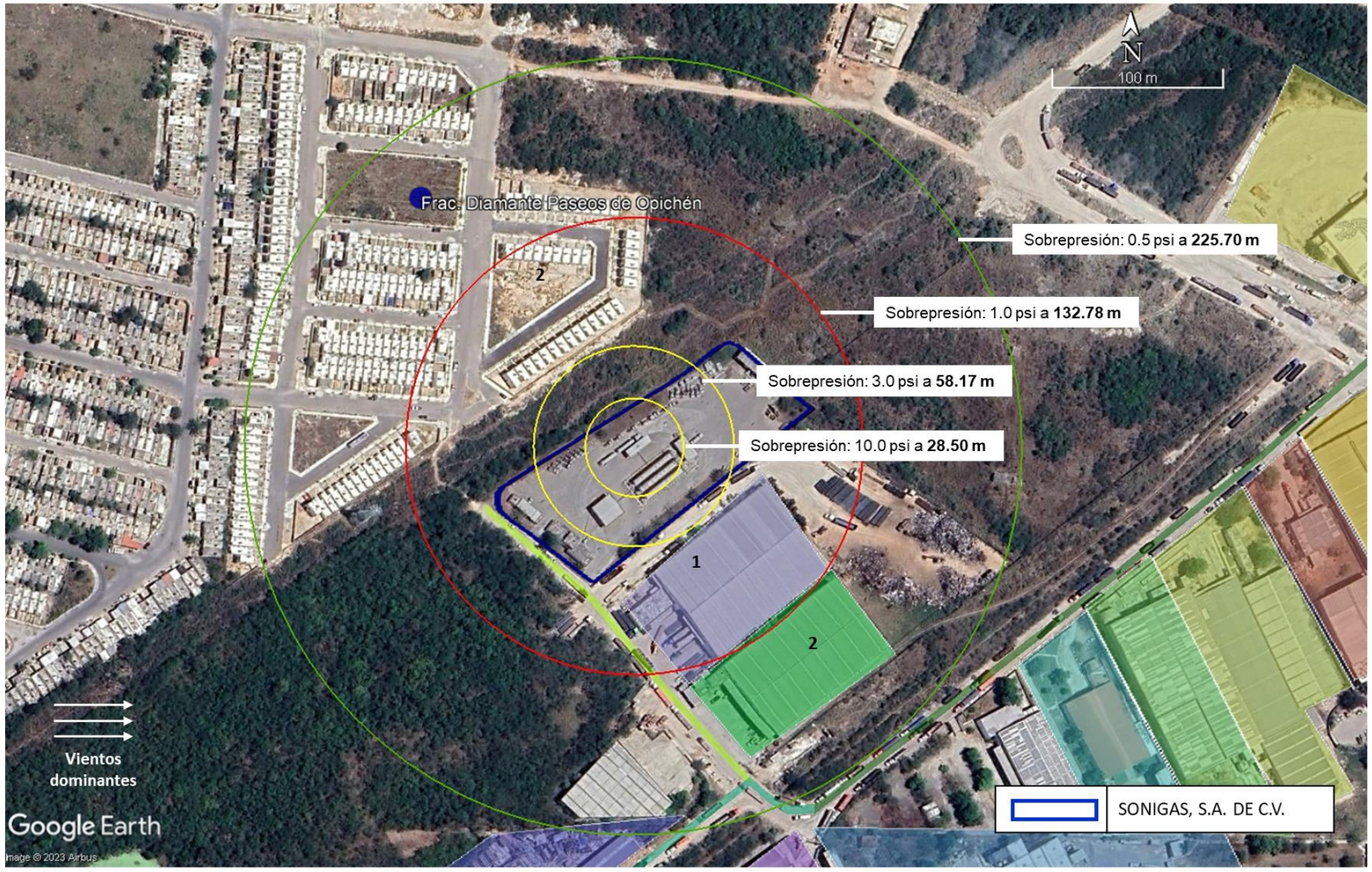
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	95.40
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	51.88
12.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	33.46
37.5 kW/m²		19.77

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	**Descripción del escenario:** Representación de los efectos de radiación térmica originada por el dardo de fuego formado por la ignición del desprendimiento de la manguera de trasiego mientras el compresor continúa funcionando y la válvula de exceso de flujo del semirremolque no cierra inmediatamente. El compresor utilizado tiene una capacidad nominal de 1,329 LPM.
No. de escenario: 002-B	

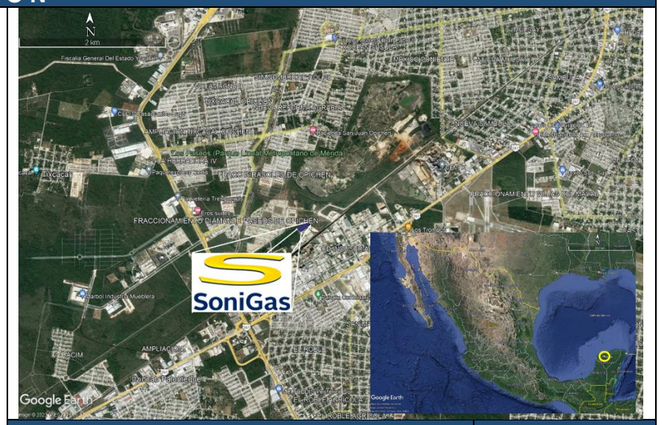
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 002 – B.** Fuga de Gas L.P. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 002 – C RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES. NVNC



1. DEACERO, **2.** Milestone Logístics



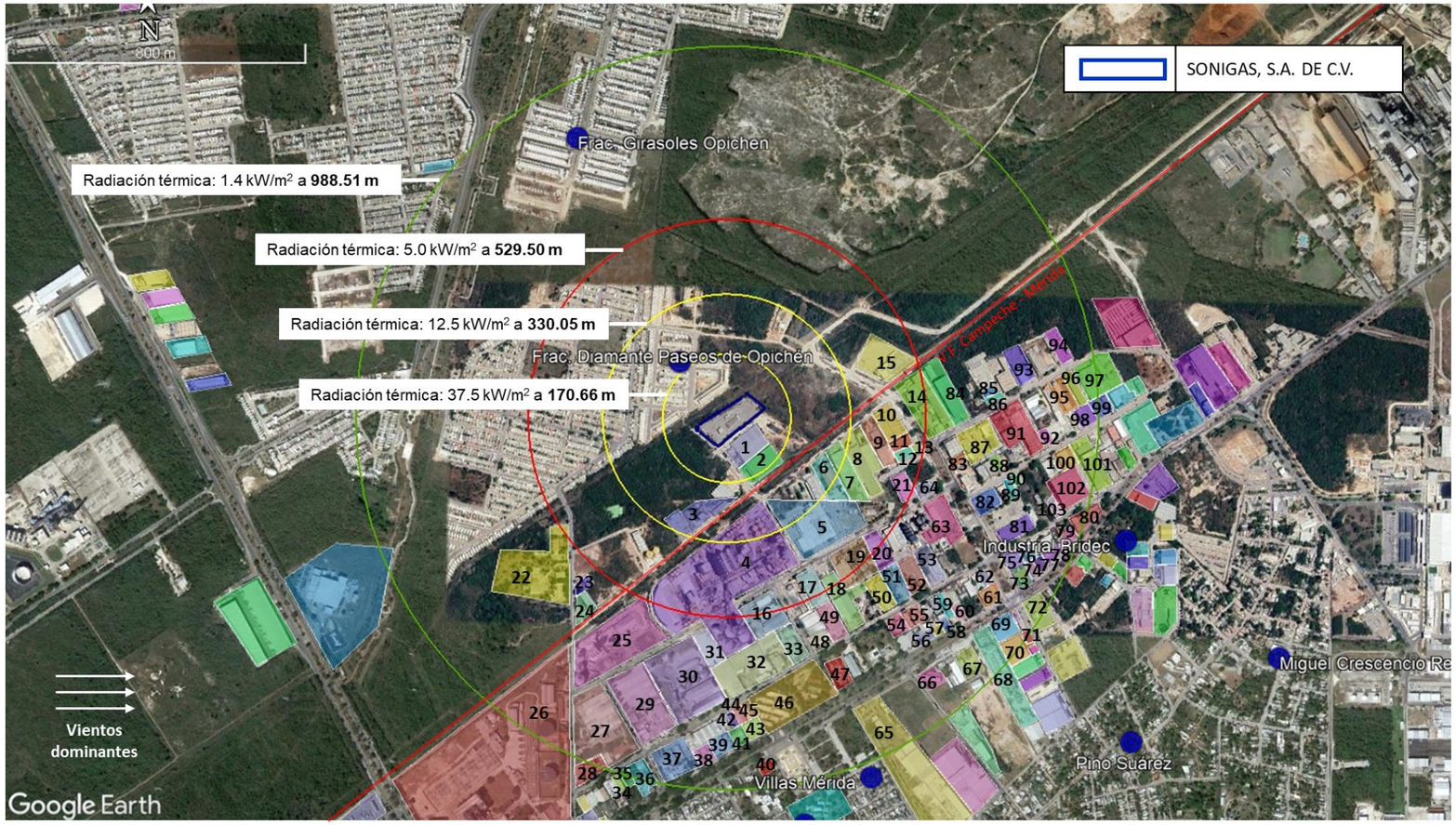
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	225.70
1.00 psi	Zona de alto riesgo	132.78
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	58.17 28.59

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada, si durante la descarga del semirremolque, el acoplador de líquido se soltara, 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 el indicador de flujo.
No. de escenario: 002-C	Por lo que, la masa fugada será el equivalente a la contenida en la manguera, para lo cual se considera un diámetro de 51 mm y 7.0 metros de longitud.

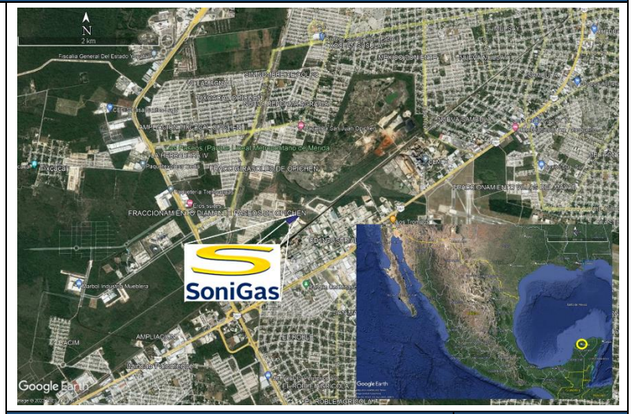
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 002 – C.** Fuga de Gas L.P. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓCN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 003 – A RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES. BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE – BOLA DE FUEGO



1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics, **3.** Enerkin Mérida, **4.** Proteínas y oleicos, **5.** PEPSICO, **6.** ISQUISA, **7.** SQ Servidora Química, **8.** Empaques Carvajal, **9.** ARBI Industrial, S.A. de C.V., **10.** DHL, **11.** DEYUSA, **12.** Te la ponemos fácil, S.A. de C.V., **13.** Tpf Wines & Liquor Advisors, **14.** Zelma Kooler, S.A. de C.V., **15.** Cementos Moctezuma, **16.** AG Logistics, **17.** Almacén Estatal ISSSTE, **18.** MAYAB, **19.** Alimentos Balanceados, **20.** Nutrimentos Peninsulares, **21.** Comercial Distribuidora Mar, S.A. de C.V., **22.** Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo, **23.** Cremería Americana, **24.** Red Pack Centro Operativo, **25.** Fábrica Bachoco, **26.** Central Termoeléctrica CFE, **27.** SEGALMEX, **28.** Mallasol, **29.** Centro de Distribución Bachoco, **30.** ALPENSA, **31.** A Logistics, **32.** Grupo La Anita, **33.** Aceros y Perfiles de Mérida, **34.** Mallasol, **35.** Raiston Purina, **36.** Kemix Plásticos, **37.** Bachoco, **38.** Zelma Kooler de México, S.A. de C.V., **39.** Recicladora de Cartón, **40.** Guardería Canacintra, **41.** Rayasa, **42.** 3 Carnes, **43.** DIREGO, **44.** DPL, **45.** GOU, **46.** Universidad Autónoma de Yucatán, **47.** Cemento Portland, **48.** Stampi Tech Tools & Plastic, **49.** Encanto México, **50.** Polígono Diamoro, **51.** Autolavado, **52.** TUPSAFLEX, **53.** Cordeles y hamacas de Yucatán, **54.** Mayan Trend, S.A. de C.V., **55.** Hotel Chichén Itzá, **56.** Llantera Servimax, **57.** COMEGA, **58.** ODM Express, **59.** PATZI Mérida, **60.** Universal Cargo M, S.A. de C.V., **61.** Paquetexpress, **62.** Grupo Hidráulico, **63.** CAMPI, **64.** Serquisur Materias Primas, **65.** BIMBO, **66.** Andamio SM8, **67.** DIMASUR, **68.** Incubadora Bachoco, **69.** Safety Offshore of Mexico, S.A. de C.V., **70.** ALBANY, **71.** Aluminio y vidrios Mayalum, **72.** Gasolinera PEMEX, **73.** SERVITREAD, **74.** EQUIGAS, **75.** Ternium CEDIA, **76.** Planta Termotek, **77.** Ferretería Vallen, **78.** Avante, **79.** Diversos Negocios, **80.** Radial, **81.** MINSA, **82.** BONAFONT, **83.** Forma Print, **84.** SIGMA, **85.** Saxon de Yucatán, S.A. de C.V., **86.** Intech, **87.** Infra del Sur, **88.** Treza del Caribe, S.A. de C.V., **89.** Yucatán Herbal, **90.** Connector, **91.** Plastherm, **92.** Palsa Seijo Aluminios y Cristales, **93.** El Rey del Tornillo, **94.** Grupo Industrial B.Z., S.A. de C.V., **95.** Monservis, **96.** Zelma Kooler Ayvi, **97.** CAD Telecel, **98.** Distribuidora Mayorista de Tornillos, **99.** Grupo RESA, **100.** CEVA, **101.** POLPUSA, **102.** BIMBO, 103.Bajo Cero.



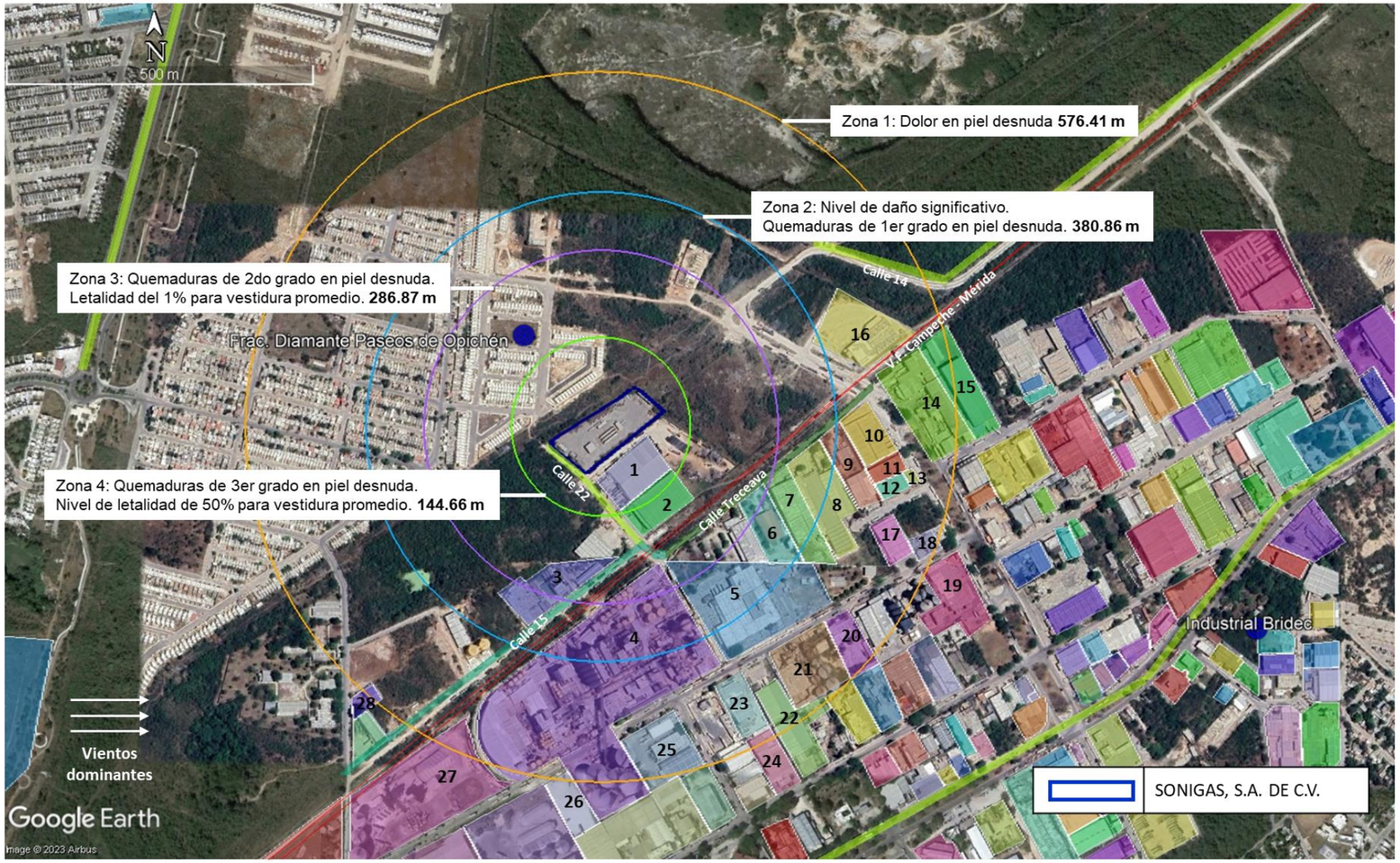
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	988.51
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	529.50
12.5 kW/m² 37.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	330.05 170.66

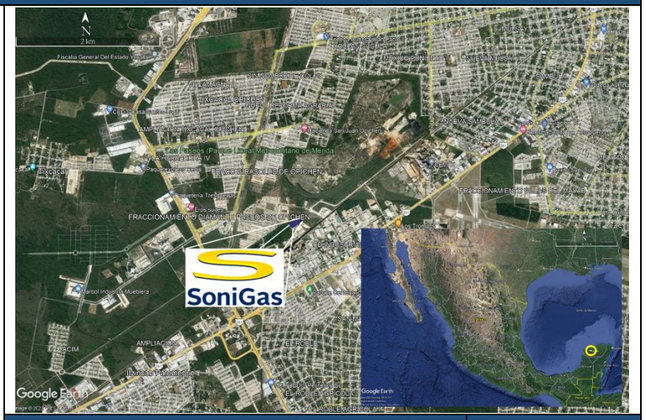
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	**Descripción del escenario:** Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por la bola de fuego originada por la BLEVE del semirremolque. Se considera que, al producirse la BLEVE, se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en un 80% de su capacidad, esto es 38,000 litros, ya que se considera un semirremolque con capacidad total de 47,000 litros al 100% de agua.
No. de escenario: 003-A	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 003-A.** BLEVE del semirremolque.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR QUEMADURAS

ESC. 003 – A.1 RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES. BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE – QUEMADURAS





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
Zona 1	Dolor en piel desnuda	576.41
Zona 2	Quemaduras de 1er grado en piel desnuda	308.86
Zona 3	Quemaduras de 2do grado en piel desnuda	286.87
Zona 4	Quemaduras de 3er grado en piel desnuda	144.66

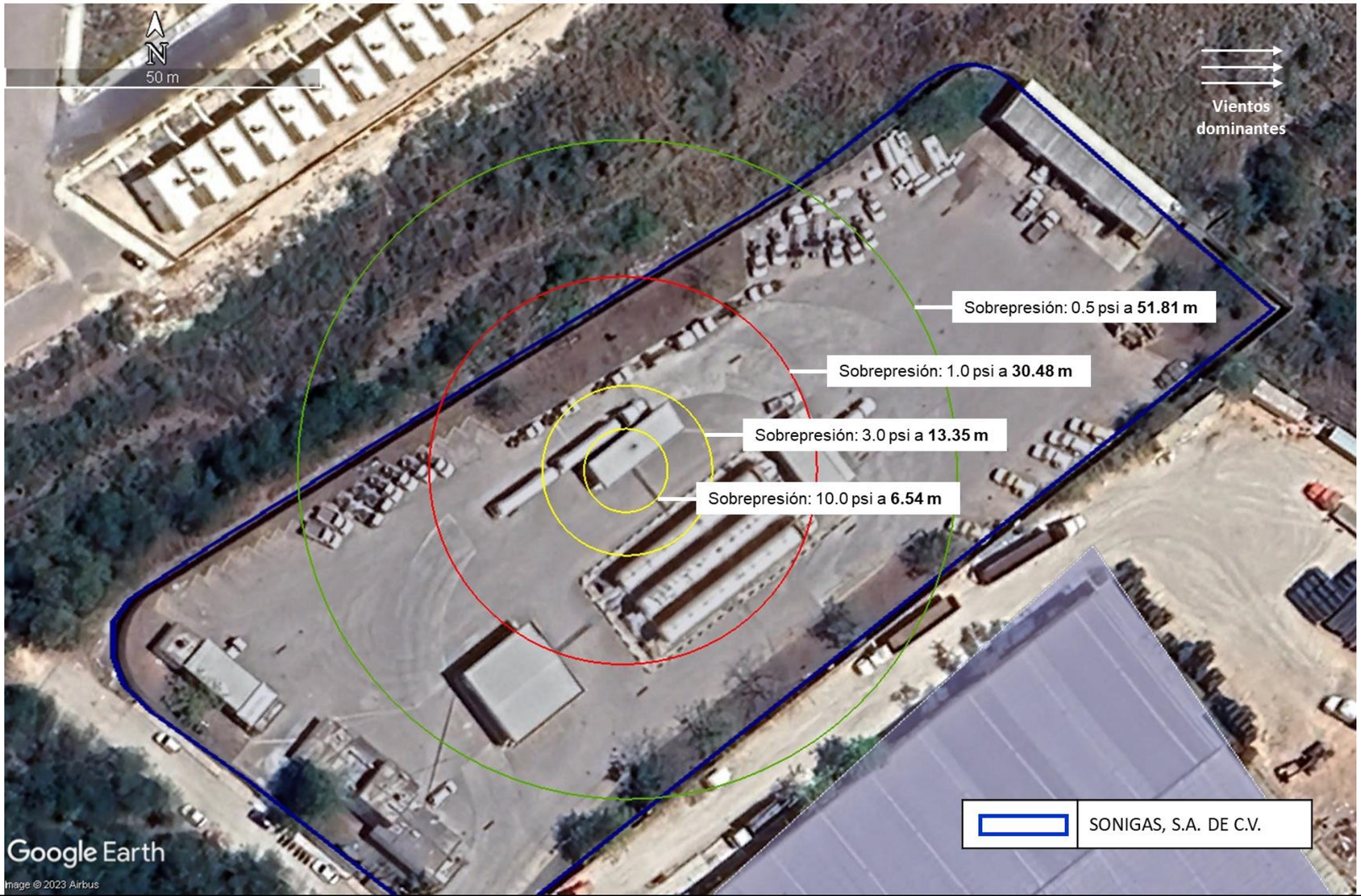
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	**Descripción del escenario:** Zonificación de los efectos causados durante el tiempo que dura la bola de fuego sobre las personas. En este caso, se determina la distancia a la cual se tendrían niveles de radiación con la posibilidad de causar daños sobre las personas expuestas.
No. de escenario: 003 – A.1	

1. DEACERO. **2.** Milestone Logistics, **3.** Enerkin Mérida, **4.** Proteínas y oleicos, **5.** PEPSICO, **6.** ISQUISA, **7.** SQ Servidora Química, **8.** Empaques Carvajal, **9.** ARBI Industrial, S.A. de C.V., **10.** DHL, **11.** DEYUSA, **12.** Te la ponemos fácil, S.A. de C.V., **13.** Tpf Wines & Liquor Services, **14.** Zelma Kooler, S.A. de C.V., **15.** SIGMA, **16.** Cementos Moctezuma, **17.** Comercial Distribuidora Mar S.A. de C.V., **18.** Serquisur Materias Primas, **19.** CAMPI, **20.** Nutrimentos Peninsulares, **21.** Alimentos Balanceados, **22.** MAYAB, **23.** Almacén Estatal ISSSTE, **24.** Encanto México, **25.** AG Logistics, **26.** A Logistics, **27.** Fabrica Bachoco, **28.** Cremería Americana.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 003 – A.1.** BLEVE del semirremolque – quemaduras.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 003 – B RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES. TNT





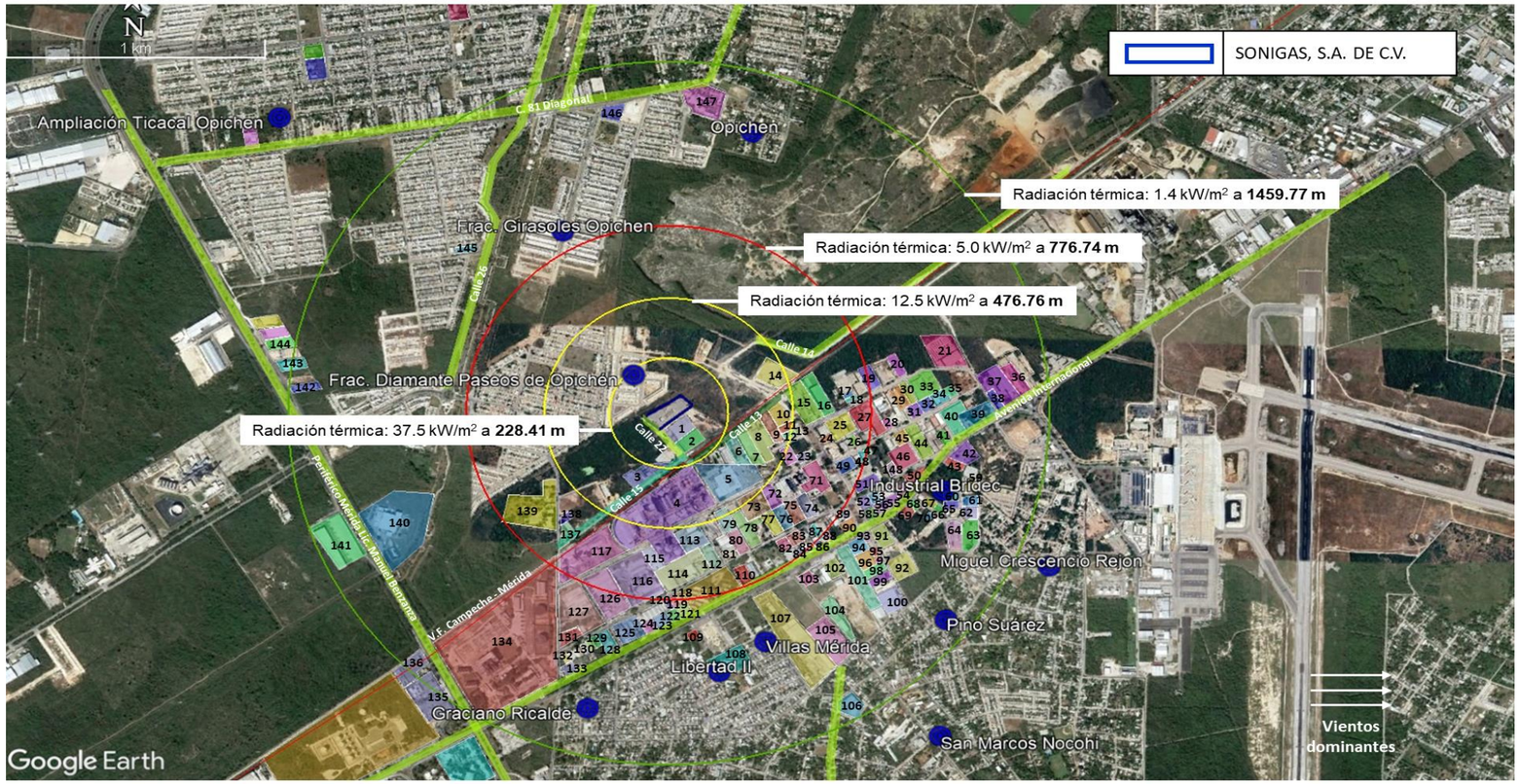
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	51.81
1.00 psi	Zona de alto riesgo	30.48
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	13.35 6.54

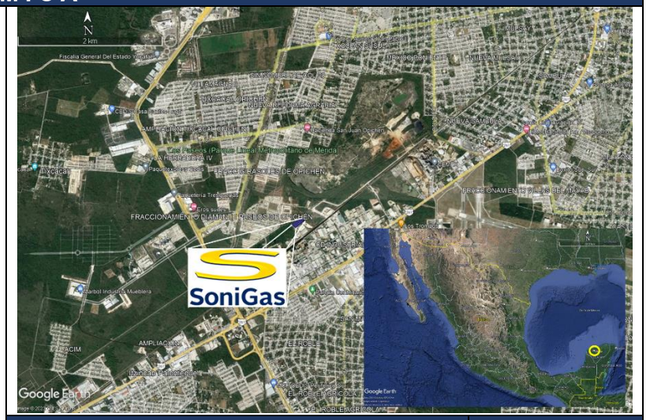
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe. Se considera que, al producirse la BLEVE, el recipiente se encontraba al 80% de su capacidad y este se vacía.
No. de escenario: 003 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 003 – B.** BLEVE del semirremolque.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 004 – A. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P. BLEVE DEL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO – BOLA DE FUEGO





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	1459.77
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	776.74
12.5 kW/m²	Zona de alto riesgo	476.76
37.5 kW/m²	por daño a equipos	228.41
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	

Nodo o sistema:

Sistema 1. Trasiego de Gas L.P.

Subsistema 1.2: Almacenamiento de Gas L.P.

No. de escenario:

004 - A

Descripción del escenario:

Representación de los radios de afectación causados por la bola de fuego originada por la BLEVE del recipiente de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie de este, dando lugar a la pérdida de integridad mecánica, indicándose la liberación de grandes cantidades de Gas L.P. en estado líquido.

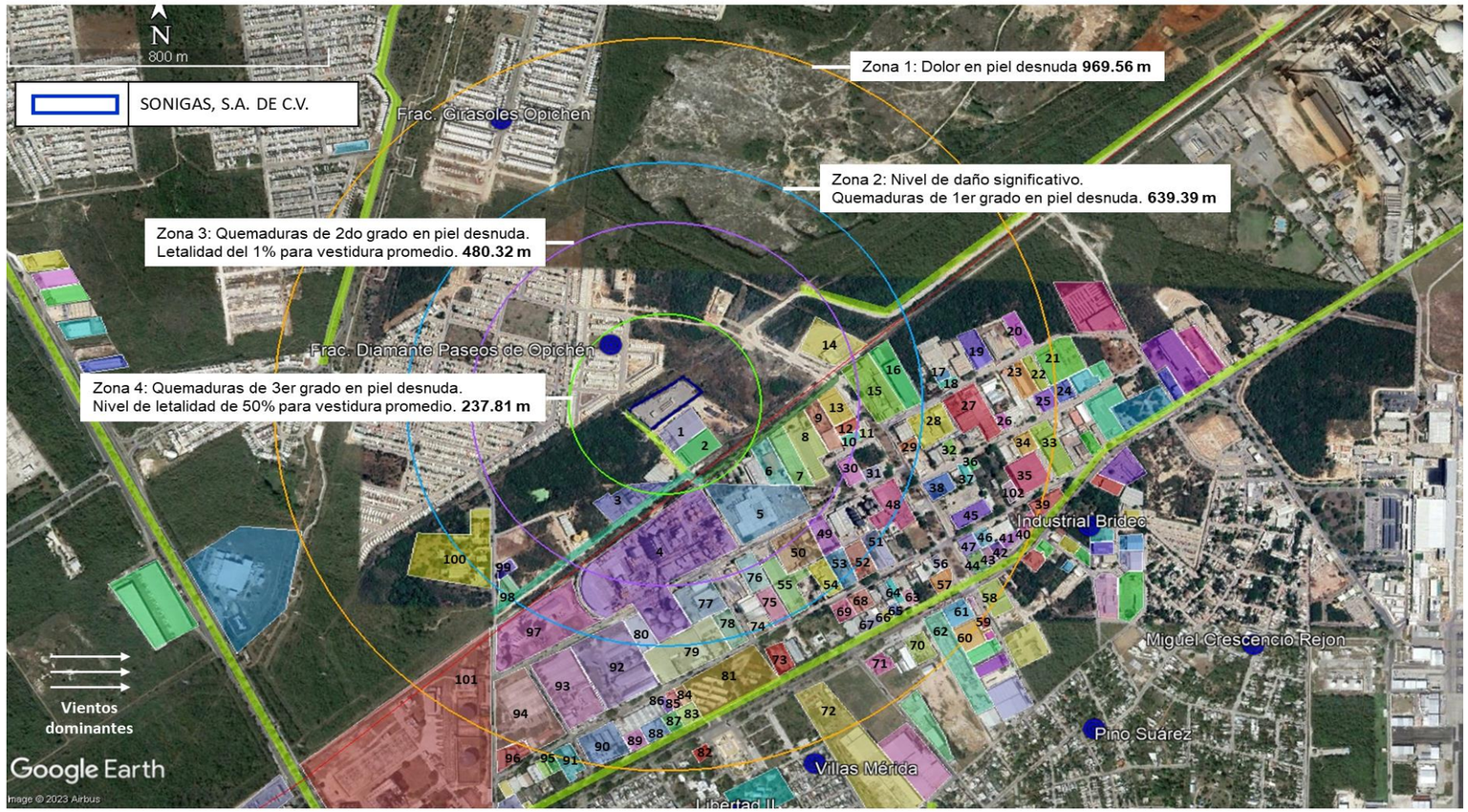
Se considera que, durante este suceso, el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad.

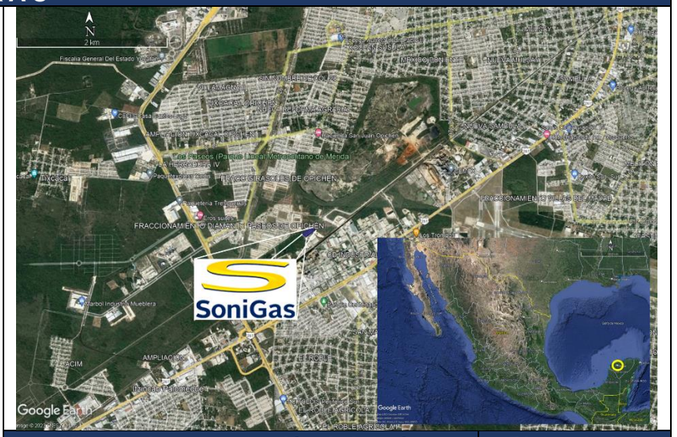
1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics, **3.** Enerkin Mérida, **4.** Proteínas y oleicos, **5.** PEPSICO, **6.** ISQUISA, **7.** SQ Servidora Química, **8.** Empaques Carvajal, **9.** ARBI Industrial S.A. de C.V., **10.** DHL, **11.** DEYUSA, **12.** Te la ponemos fácil, S.A. de C.V., **13.** Tpf Wines & Liquor Services, **14.** Cementos Moctezuma, **15.** Zelma Kooler S.A. de C.V., **16.** SIGMA, **17.** Saxon de Yucatán, S.A. de C.V., **18.** INTECH, **19.** El Rey del Tornillo, **20.** Grupo Industrial B.Z., S.A. de C.V., **21.** Fortacero, **22.** Comercial Distribuidora Mar, S. A. de C.V., **23.** Serquisur Materias Primas, **24.** Forma Print, **25.** Infra del Sur, **26.** Treza del Caribe, S.A. de C.V., **27.** Plastherm, **28.** Palsa Seijo Aluminios y Cristales, **29.** Monservis, **30.** Zelma Kooler Ayvi, **31.** Distribuidora Mayorista de Tornillos, **32.** Grupo Resa, **33.** CAD Telcel, **34.** Almacén Telcel, **35.** TELMEX, **36.** PROMEXMA, **37.** LEVIC, **38.** Servicio Panamericano de Protección, **39.** Junta Local de Conciliación y Arbitraje del Estado de Yucatán, **40.** ALFACERO, **41.** Materiales y fulminantes del sureste, **42.** Hotel San Rafael, **43.** Transportes Castores, **44.** POLPUSA, **45.** CEVA, **46.** BIMBO, **47.** Connector, **48.** Yucatán Herbal, **49.** BONAFONT, **50.** Radial, **51.** MINSA, **52.** Ternium CEDIA, **53.** Planta Termotek, **54.** Diversos negocios, **55.** Avante, **56.** Ferretería Vallen, **57.** EQUIGAS, **58.** Servitread, **59.** Helados Holanda, **60.** MCC, S.A. de C.V., **61.** Sublitex Mex, S.A. de C.V., **62.** TEXBAG, **63.** Sigma Alimentos, **64.** Maya Fuerte, S.A. de C.V., **65.** PROMA, **66.** Logística FDR, **67.** Cenezia Mérida, **68.** Oxxo Gas, **69.** Gas Tomza, **70.** Sur Acua Fire, **71.** CAMPI, **72.** Nutrimentos Peninsulares, **73.** Alimentos Balanceados, **74.** Cordeles y hamacas de Yucatán, **75.** TUPSAFLEX, **76.** Autolavado, **77.** Polígono Diamoro, **78.** MAYAB, **79.** Almacén Estatal ISSSTE, **80.** Encanto México, **81.** Stampi Tech Tools & Plastic, **82.** Mayan Trend, S.A. de C.V., **83.** Hotel Chichen Itzá, **84.** Llantera Servimax, **85.** COMEGA, **86.** ODM Express, **87.** Patzi Mérida, **88.** Universal Cargo M., S.A. de C.V., **89.** Grupo hidráulico, **90.** Paquetexpress, **91.** Gasolinera PEMEX, **92.** Pensión Minerva, **93.** AQUAPLAS, **94.** Safety Offshore of Mexico, S.A. de C.V., **95.** Aluminio y vidrios Mayalum, **96.** ALBANY, **97.** NACORE, **98.** Abarrotes La Mexicana, **99.** Venta de abarrotes, **100.** Energyparts, S.A. de C.V., **101.** Incubadora Bachoco, **102.** DIMASUR, **103.** Andamio SM8, **104.** Mundaca Beer, **105.** POLPUSA, **106.** Monopark, **107.** BIMBO, **108.** Escuela Prim. Centenario del Ejército Mexicano, **109.** Guardería Canacintra, **110.** Cemento Portland, **111.** Universidad Autónoma de Yucatán, **112.** Aceros y perfiles de Mérida, S.A. de C.V., **113.** AG Logistics, **114.** Grupo La Anita, **115.** A Logistics, **116.** ALPENSA, **117.** Fabrica Bachoco, **118.** GOU, **119.** DPL, **120.** 3 Carnes, **121.** DIREGO, **122.** RAYASA, **123.** Recicladora de Cartón, **124.** Zelma Kooler de México S.A. de C.V., **125.** Bachoco, **126.** Bachoco Centro de Distribución, **127.** SEGLAMEX, **128.** Kemix Plasticos, **129.** Raiston Purina, **130.** MALLASOL, **131.** MALLASOL, **132.** ASISA, **133.** Gasolinera PEMEX, **134.** Central Termoeléctrica CFE, **135.** PETROMAYAB, **136.** Gasolinera PEMEX, **137.** RedPack Centro operativo, **138.** Cremería Americana, **139.** Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo, **140.** PCC Airfoils, **141.** Mérida Bussines, **142.** Motel Eros, **143.** Neumáticos Mueve Tierra, **144.** Bodega Ferrecabsa, **145.** Plaza Comercial Plaza del Poniente, **146.** Plaza comercial, **147.** Hacienda San Juan Opichen, **148.** Bajo Cero.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 004 – A.** BLEVE del recipiente de almacenamiento debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo a causa de un impacto mecánico sobre la superficie.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR QUEMADURAS

ESC. 004 – A.1 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P. BLEVE DEL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO – QUEMADURAS





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
Zona 1	Dolor en piel desnuda	969.56
Zona 2	Quemaduras de 1er grado en piel desnuda	639.39
Zona 3	Quemaduras de 2do grado en piel desnuda	480.32
Zona 4	Quemaduras de 3er grado en piel desnuda	237.81

1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics, **3.** Enerkin Mérida, **4.** Proteínas y oleicos, **5.** PEPSICO, **6.** ISQUISA, **7.** SQ Servidora Química, **8.** Empaques Carvajal, **9.** Arbi Industrial, S.A. de C.V., **10.** Te lo ponemos fácil, S.A. de C.V., **11.** Tpf Wines & Liquor Services, **12.** DEYUSA, **13.** DHL, **14.** Cementos Moctezuma, **15.** Zelma Kooler, S.A. de C.V., **16.** SIGMA, **17.** Saxon de Yucatán, S.A. de C.V., **18.** INTECH, **19.** El Rey del Tornillo, **20.** Grupo Industrial B.Z., S.A. de C.V., **21.** CAD Telcel, **22.** Zelma Kooler Ayvi, **23.** MONSERVIS, **24.** Grupo RESA, **25.** Distribuidor Mayorista de Tornillos, **26.** Palsa Seijo Aluminios y Cristales, **27.** Plastherm, **28.** Infra del Sur, **29.** Forma Print, **30.** Comercial Distribuidora Mar S.A. de C.V., **31.** Serquisur Materias Primas, **32.** Treza del Caribe, S.A. de C.V., **33.** POLPUSA, **34.** CEVA, **35.** BIMBO, **36.** Connector, **37.** Yucatán Herbal, **38.** BONAFONT, **39.** Radial, **40.** Diversos Negocios, **41.** Avante, **42.** Ferretería Vallen, **43.** Equigas, **44.** Servitread, **45.** MINSA, **46.** Planta Termotek, **47.** Ternium CEDIA; **48.** CAMPI, **49.** Nutrimentos Peninsulares, **50.** Alimentos Balanceados, **51.** Cordeles y hamacas de Yucatán, **52.** TUPSAFLEX, **53.** Autolavado, **54.** Polígino Diamoro, **55.** MAYAB, **56.** Grupo Hidráulico, **57.** Paquetexpress, **58.** Gasolinera PEMEX, **59.** Aluminio y vidrios Mayalum, **60.** ALBANY, **61.** Safety Offshore of Mexico, S.A. de C.V., **62.** Incubadora Bachoco, **63.** Universal Cargo M, S.A. de C.V., **64.** Patzi Mérida, **65.** ODM Express, **66.** COMEGA, **67.** Llantera Servimax, **68.** Hotel Chichen Itzá, **69.** Mayan Trend, S.A. de C.V., **70.** DIMASUR, **71.** Andamio SM8, **72.** BIMBO, **73.** Cemento Portland, **74.** Stampi Tech Tools & Plastic, **75.** Encanto México, **76.** almacén Estatal ISSSTE, **77.** AG Logistics, **78.** Aceros y Perfiles de Mérida, S.A. de C.V., **79.** Grupo La Anita, **80.** A Logistics, **81.** Universidad Autónoma de Yucatán, **82.** Guardería Canacintra, **83.** Diregо, **84.** GOU, **85.** DPL, **86.** 3 Carnes, **87.** RAYASA, **88.** Recicladora de Cartón, **89.** Zelma Kooler de México, S.A. de C.V., **90.** Bachoco, **91.** Kemix Plásticos, **92.** ALPENSA, **93.** Centro de distribución Bachoco, **94.** SEGALMEX, **95.** Raiston Purina, **96.** MALLASOL, **97.** Fábrica Bachoco, **98.** Centro operativo RedPack, **99.** Cremería Americana, **100.** Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo, **101.** Central Termoeléctrica CFE. **102.** Bajo Cero

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.2: Almacenamiento de Gas L.P.	**Descripción del escenario:** Zonificación de los efectos causados durante el tiempo que dura la bola de fuego sobre las personas. En este caso, se determina la distancia a la cual se tendrían niveles de radiación con la posibilidad de causar daños sobre las personas expuestas.
No. de escenario: 004 – A.1	

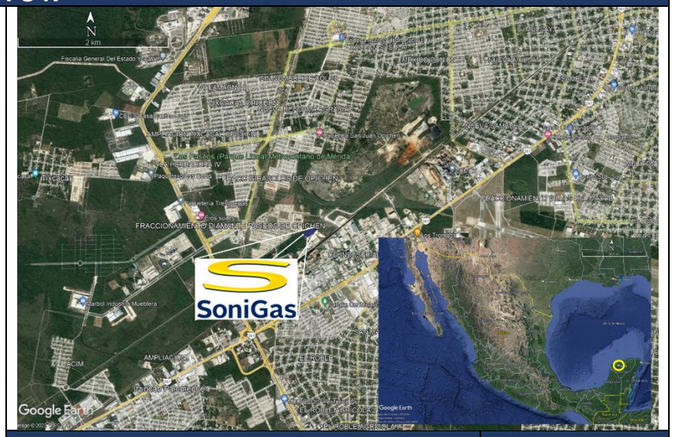
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 004 – A.1** BLEVE del recipiente de almacenamiento debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo a causa de un impacto mecánico sobre la superficie – Quemaduras.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 004 – B. ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P. TNT



1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics,



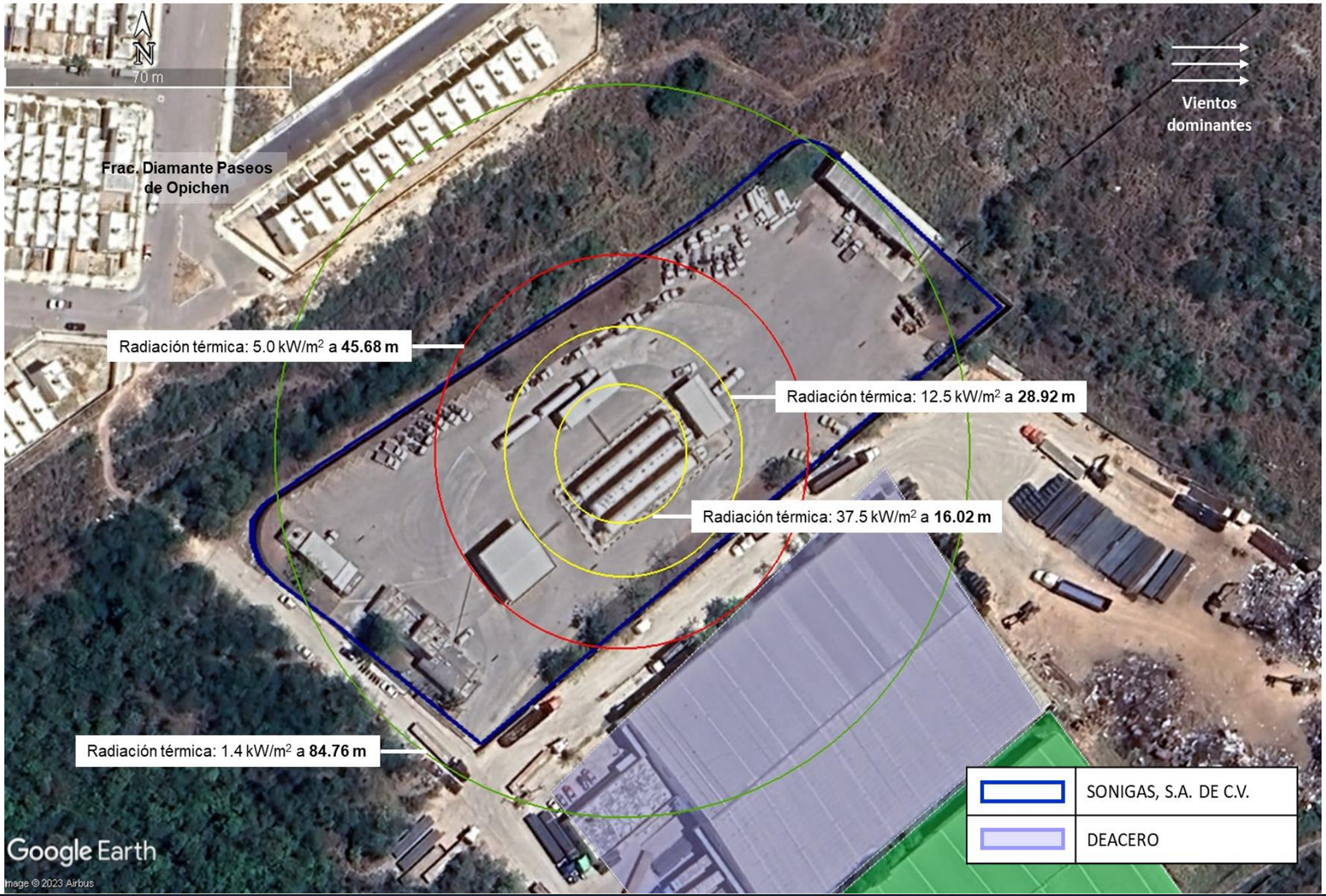
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	191.37
1.00 psi	Zona de alto riesgo	112.58
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	49.32 24.17

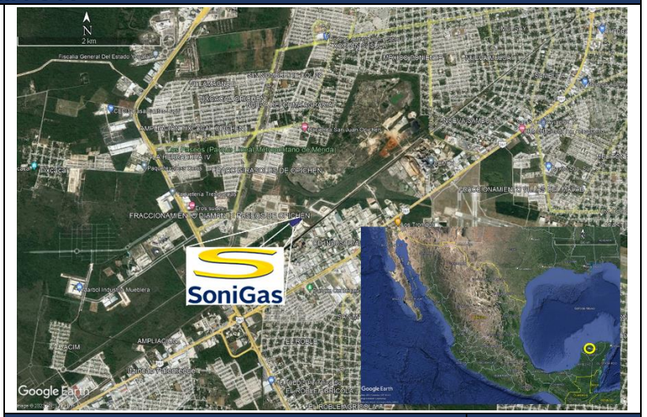
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.2: Almacenamiento de Gas L.P.	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe. Se considera que, al producirse la BLEVE, el recipiente se encontraba al 80% de su capacidad y este se vacía.
No. de escenario: 004 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 004 – B.** BLEVE del recipiente de almacenamiento debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo a causa de un impacto mecánico sobre la superficie.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 005 – A ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P. DARDO DE FUEGO



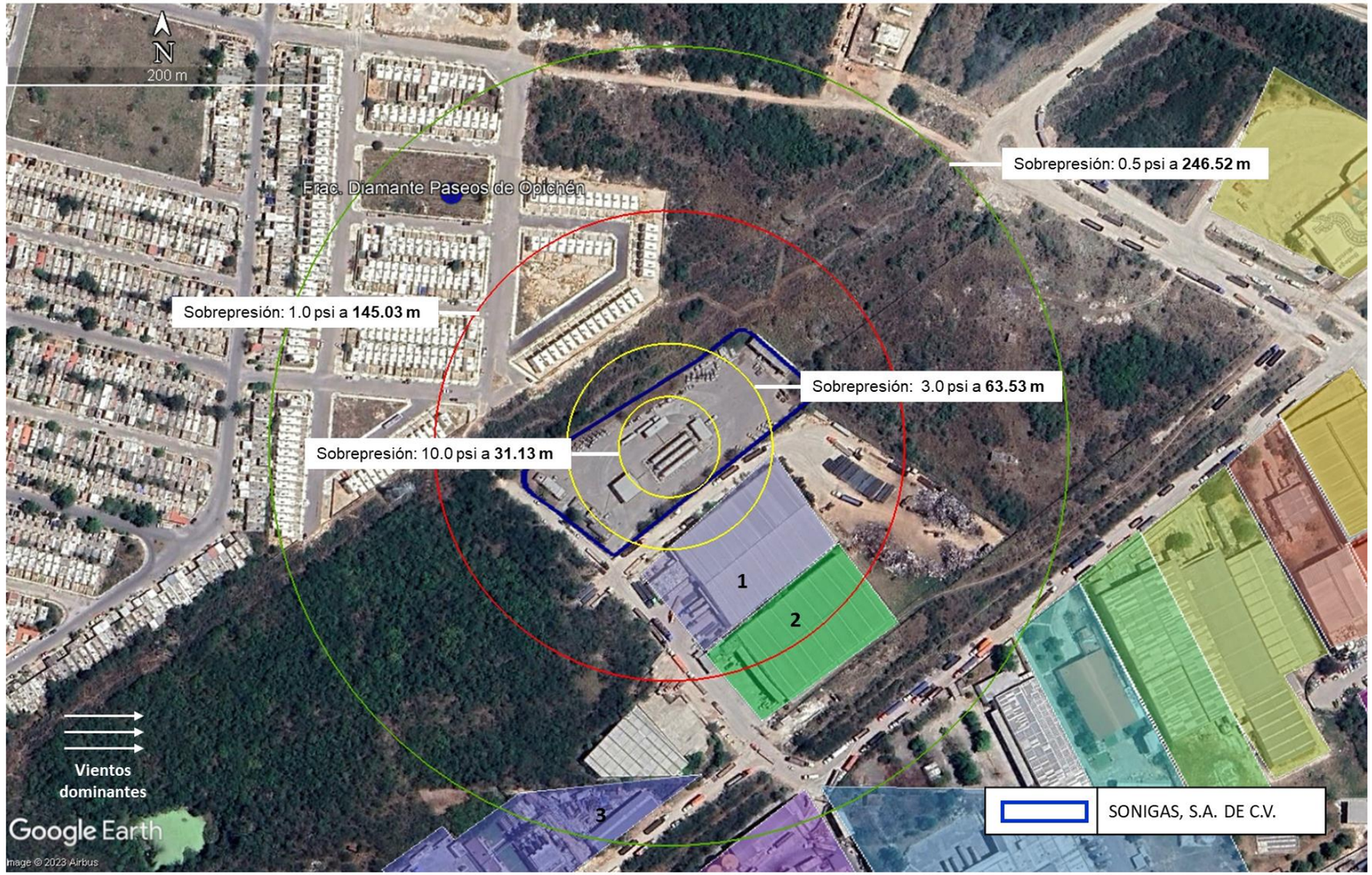


Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	84.76
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	45.68
12.5 kW/m²	Zona de alto riesgo	28.92
37.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	16.02
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.2: Almacenamiento de Gas L.P.	**Descripción del escenario:** Representación de los efectos de radiación térmica originada por el dardo de fuego formado por la ignición del desfogue de Gas L.P. a través de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 250,000 L, como consecuencia del calentamiento de este. Se considera que la válvula de tiene una capacidad de desfogue de 308 m³/min.	
No. de escenario: 005 - A		

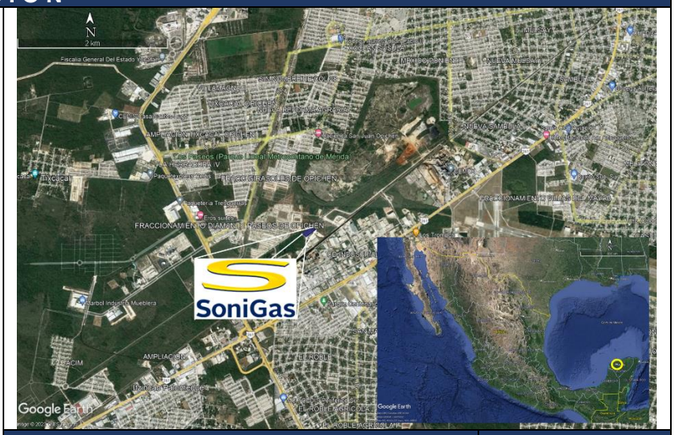
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 005 – A.** Desfogue de una de las válvulas de seguridad del recipiente de almacenamiento debido a una sobrepresión.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 005 – B ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P. NVNC



1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics, **3.** ENERKIN Mérida.



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	246.52
1.00 psi	Zona de alto riesgo	145.03
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	63.53 31.13

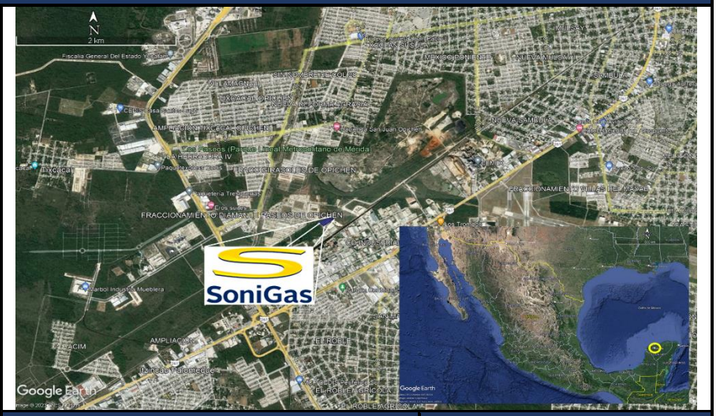
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.2: Almacenamiento de Gas L.P.	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada, si durante la descarga del semirremolque, el acoplador de líquido se soltara, 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 el indicador de flujo.
No. de escenario: 005 - B	Por lo que, la masa fugada será el equivalente a la contenida en la manguera, para lo cual se considera un diámetro de 51 mm y 7.0 metros de longitud.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 005 – B.** Desfogue de una de las válvulas de seguridad del recipiente de almacenamiento debido a una sobrepresión.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 006 – A SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTOTANQUES. LLAMARADA – CHORRO HORIZONTAL





Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde: 1.67 Hasta: 19.27 m Y de exclusión: 4.97 m Dist. Máx.: 19.27 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde: 1.76 Hasta: 12.37 m Y de exclusión: 3.55 m Dist. Máx.: 12.37 m
93000 ppm L.S.I.	Zona de desastre	Desde: 2.01 Hasta: 4.20 m Y de exclusión: 0.83 m Dist. Máx.: 4.20 m

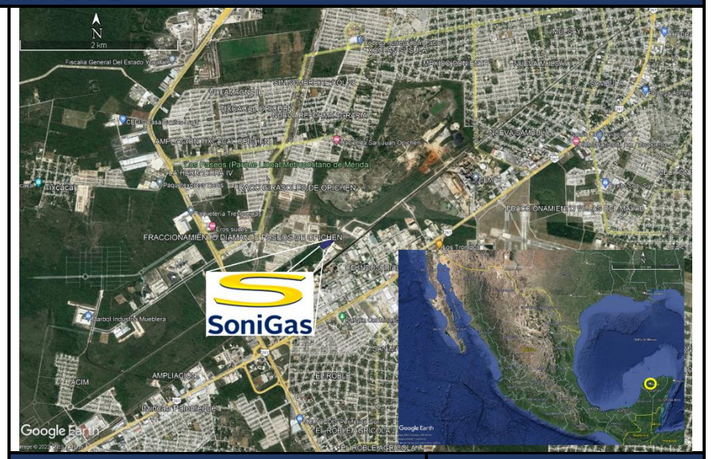
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a 1.6 m (altura promedio en las personas). Si durante la carga de un autotanque, debido a una inadecuada conexión ocurriera el desprendimiento de la manguera y que, ante este desprendimiento la válvula de exceso de flujo y el separador mecánico (pull away), no cerraran oportunamente, se tendría la fuga de Gas L.P. misma que ante una fuente de ignición causaría una llamarada. Se considera que se están bombeando 378 LPM y un tiempo de respuesta de medio minuto.
No. de escenario: 006 - A	

Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 006 – A.** Fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de Gas L.P. a un autotanque.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 006 – B SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTOTANQUES. LLAMARADA – EMISIÓN INSTANTÁNEA





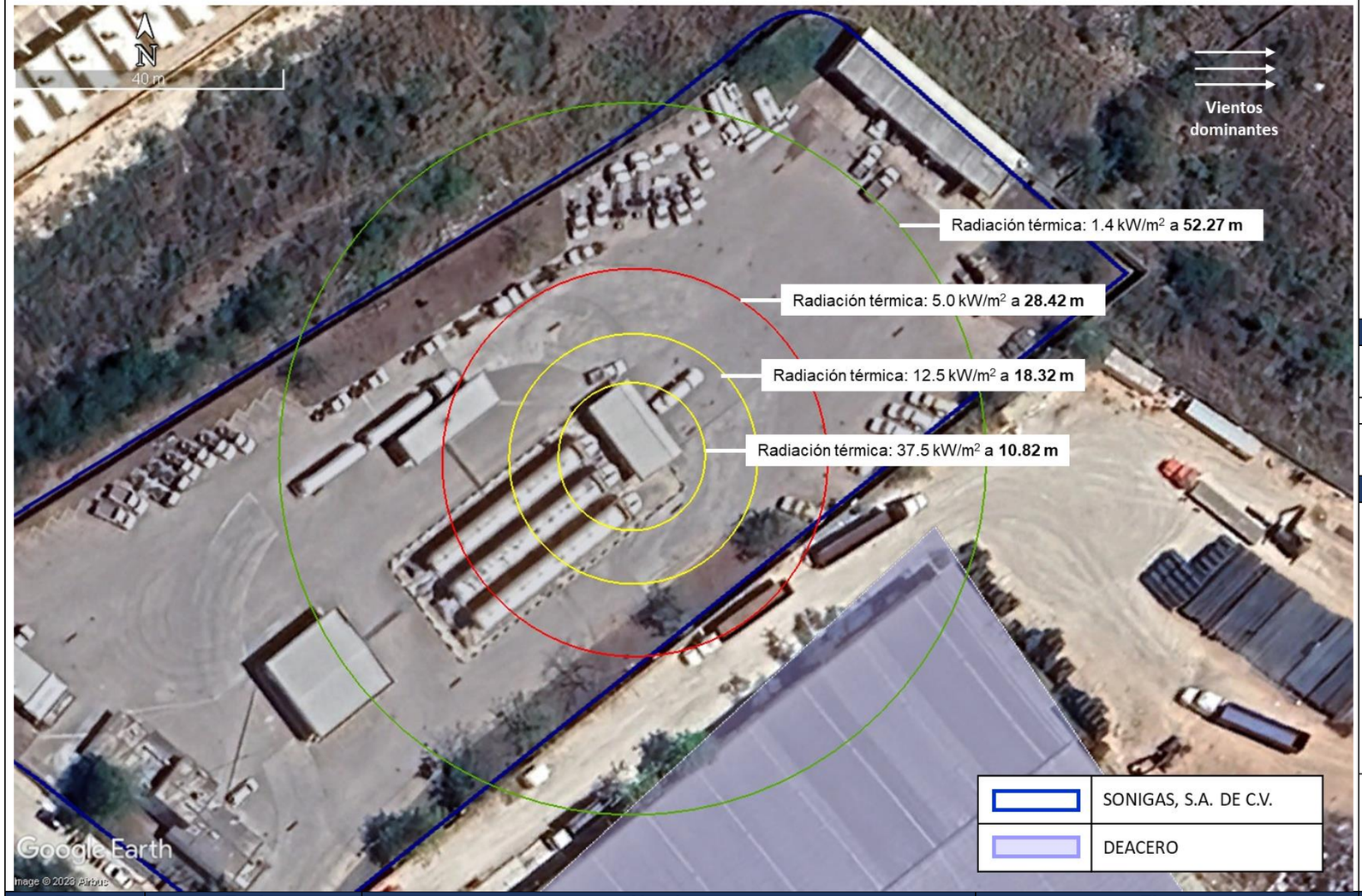
Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde: 0.03 Hasta: 5.60 m Y de exclusión: 3.18 m Dist. Máx.: 5.60 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde: 0.02 Hasta: 2.97 m Y de exclusión: 2.42 m Dist. Máx.: 2.97 m

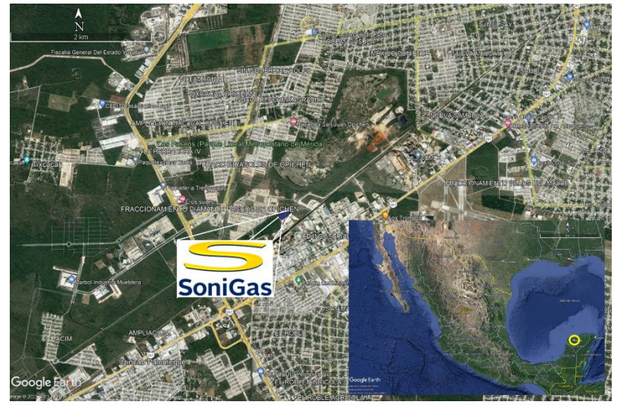
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a 1.6 m (altura promedio en las personas). Si durante la carga de un autotanque, debido a una inadecuada conexión ocurriera el desprendimiento de la manguera y que, ante este desprendimiento la válvula de exceso de flujo y el separador mecánico (pull away), no cerraran oportunamente, se tendría la fuga de Gas L.P. misma que ante una fuente de ignición causaría una llamarada. Se considera que se están bombeando 378 LPM y un tiempo de respuesta de medio minuto.
No. de escenario: 006 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 006 – B.** Fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de Gas L.P. a un autotanque.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 006 – C. SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTOTANQUES. DARDO DE FUEGO





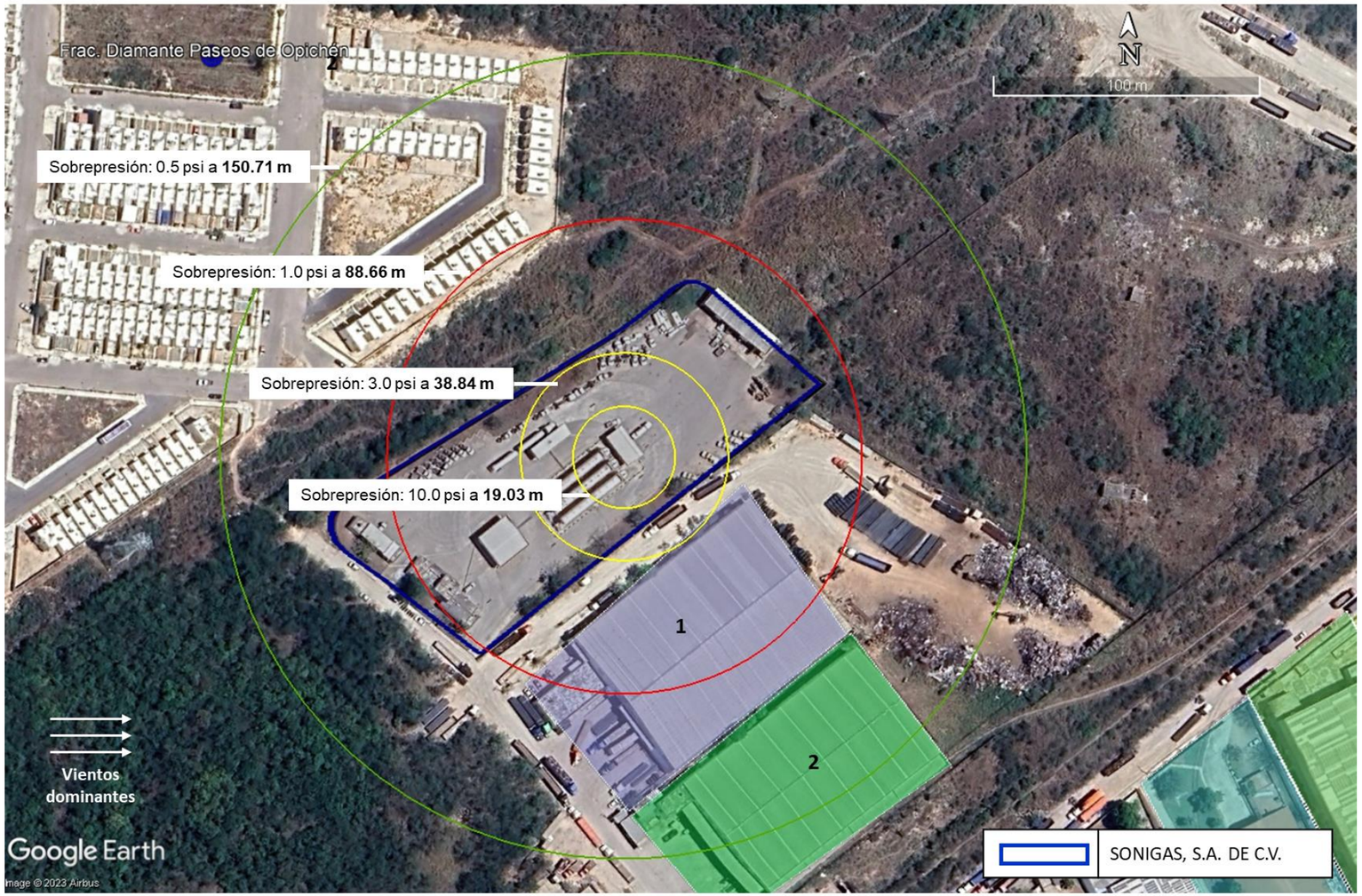
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	52.27
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	28.42
12.5 kW/m² 37.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	18.32 10.82

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	**Descripción del escenario:** Representación de los efectos de radiación térmica originada por el dardo de fuego formado por la ignición del desprendimiento de la manguera durante el suministro de Gas L.P. a un autotanque. Se considera que se están bombeando 378 LPM y un tiempo de respuesta de medio minuto.
No. de escenario: 006 - C	

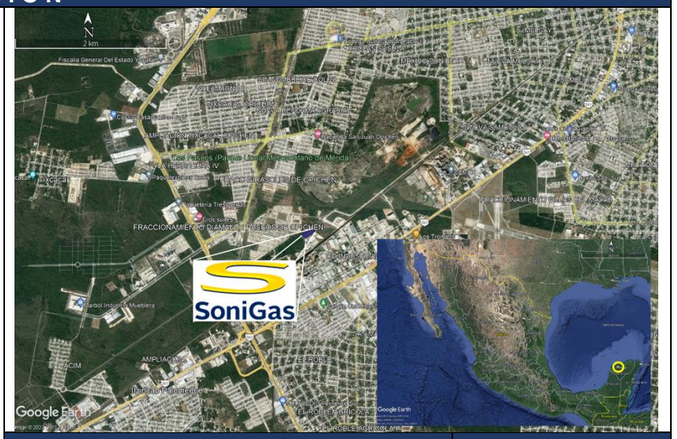
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 006 – C.** Fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de Gas L.P. a un autotanque.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 006 – D. SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTOTANQUES. NVNC



1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	150.71
1.00 psi	Zona de alto riesgo	88.66
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	38.84 19.03

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada, si durante la carga de un autotanque, ocurriera el desprendimiento de la manguera, provocando la liberación de material inflamable Se considera que se están bombeando 378 LPM y un tiempo de respuesta de medio minuto.
No. de escenario: 006 - D	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 006 – D.** Fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de Gas L.P. a un autotanque.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 007 – A SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTOTANQUES. LLAMARADA – CHORRO HORIZONTAL





Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde: 1.18 Hasta: 5.11 m Y de exclusión: 1.18 m Dist. Máx.: 5.11 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde: 1.37 Hasta: 2.46 m Y de exclusión: 0.29 m Dist. Máx.: 2.46 m

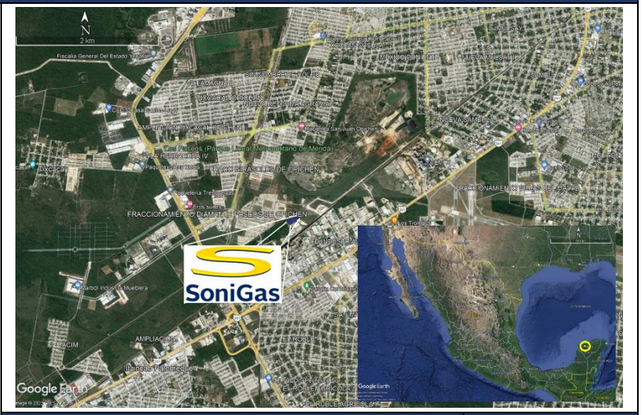
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a 1.6 m (altura promedio en las personas). Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego para el llenado de autotanques, considerando que el diámetro equivalente de fuga es de ¼".
No. de escenario: 007 - A	

Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 007 – A.** Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación de la misma.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 007 – B SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTOTANQUES. DARDO DE FUEGO





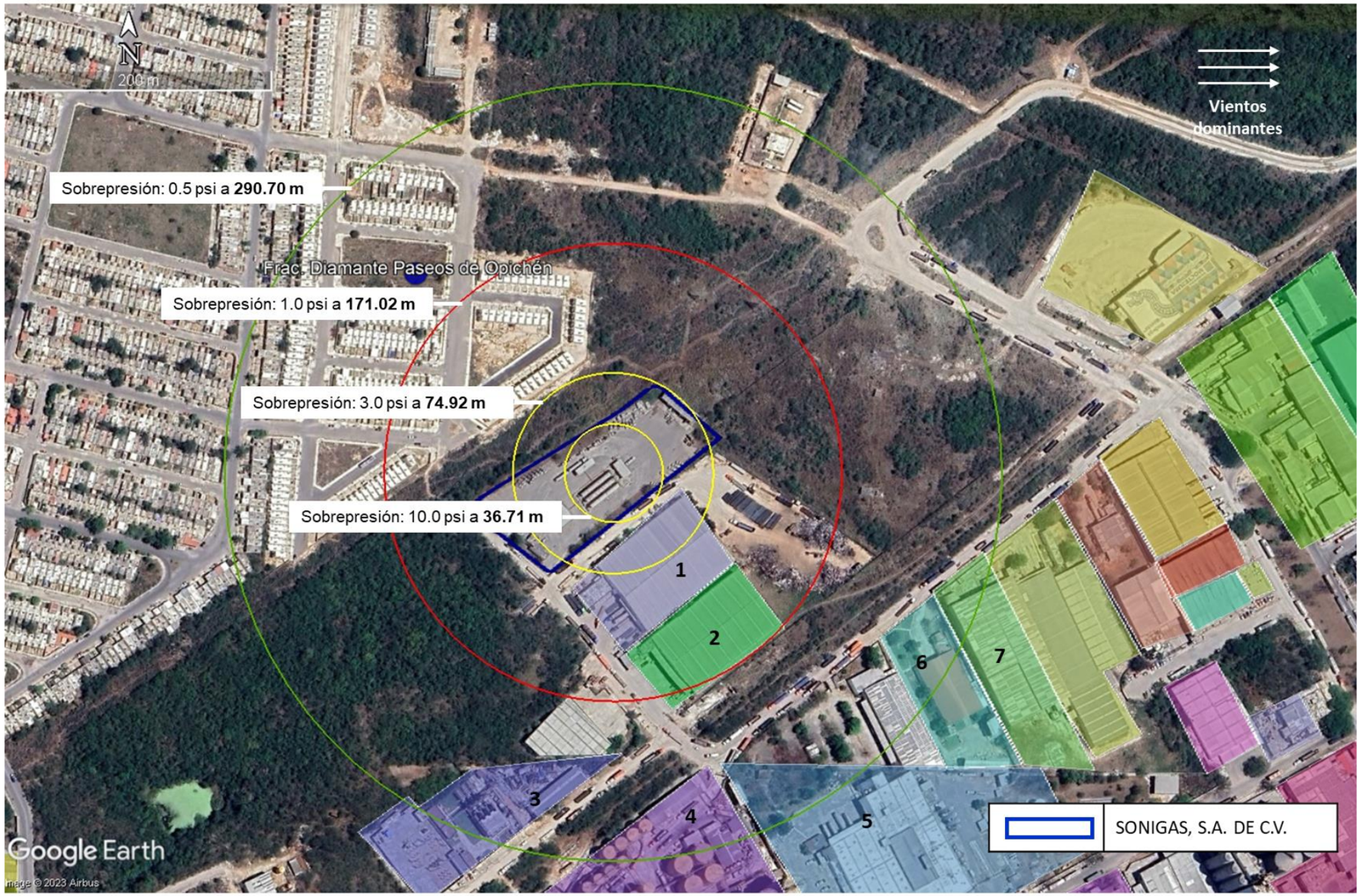
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	19.59
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	10.65
12.5 kW/m² 37.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	6.87 4.06

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	**Descripción del escenario:** Representación de los efectos de radiación térmica originada por el dardo de fuego formado por la ignición de la fuga de gas a través del sello mecánico de la bomba de trasiego para el llenado de autotanques. Se considera un diámetro equivalente de fuga de ¼”.
No. de escenario: 007 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 007 – B.** Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación de la misma.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 007 – C. SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTOTANQUES. NVNC



1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics, **3.** ENERKIN Mérida, **4.** Proteínas y Oleicos, **5.** PEPSICO, **6.** ISQUISA Mérida, **7.** SQ Servidora Química.



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	290.70
1.00 psi	Zona de alto riesgo	171.02
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	74.92 36.71

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.3: Suministro de Gas L.P. a autotanques	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada, debido a la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego para el llenado de autotanques. Se considera un diámetro equivalente de fuga de ¼".
No. de escenario: 007 - C	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 007 – C.** Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación de la misma.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 008.1 – A LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES. LLAMARADA – EMISIÓN INSTANTÁNEA





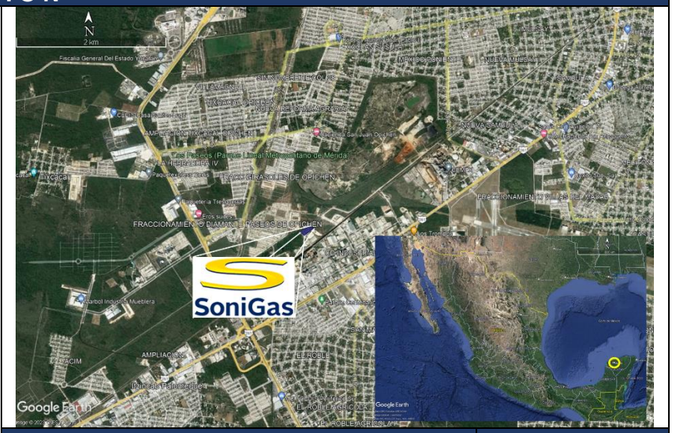
Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde 0.03 Hasta: 10.78 m Y de exclusión: 5.78 m Dist. Máx.: 10.78 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde: 0.02 Hasta 6.09 m Y de exclusión: 4.58 m Dist. Máx.: 6.09 m
93000 ppm L.S.I.	Zona de desastre	Desde: 0.08 Hasta: 0.87 m Y de exclusión: 1.83 m Dist. Máx.: 1.88 m
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.5 Llenado de recipientes transportables.	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a 1.6 m (altura promedio en las personas). Si debido al desgaste del material de un recipiente transportable con capacidad de 30 kg, además de la presión que se ejerce al momento del llenado del mismo, se provocaría el desprendimiento del fondo del mismo. Se considera un tiempo de respuesta de un minuto, tomando en cuenta que este es sobrestimado, ya que, al desfondarse el recipiente, el gas fugado se evapora y se dispersa instantáneamente.	
No. de escenario: 008.1 – A		

Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 008.1 – A.** Fuga de Gas L.P. debido al desfonde del recipiente transportable.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 008.1 – B LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES. NVNC





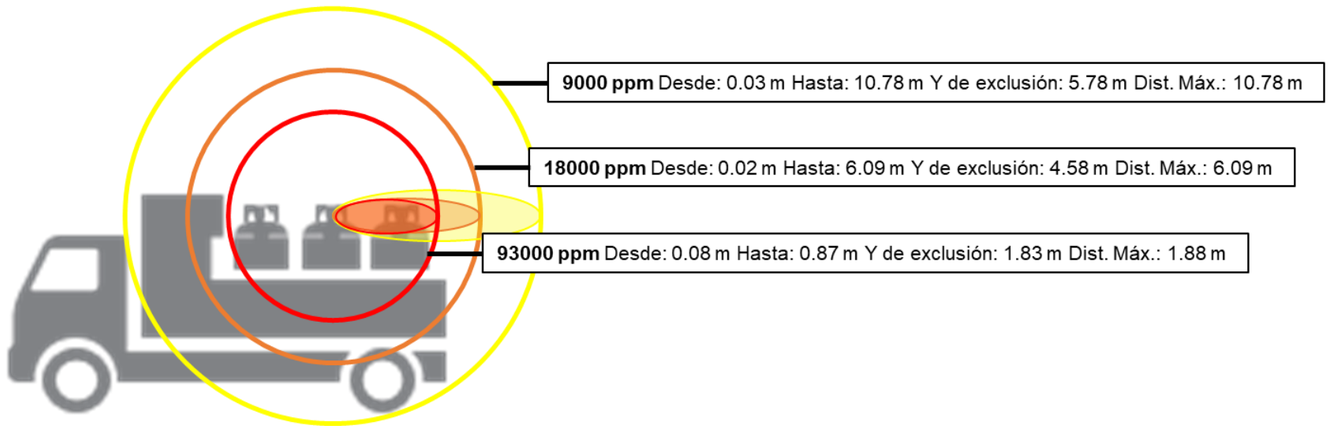
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	94.86
1.00 psi	Zona de alto riesgo	55.80
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	24.45 11.98

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 1. Trasiego de Gas L.P. Subsistema 1.5 Llenado de recipientes transportables	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada, si durante el llenado de un recipiente transportable, debido al desgaste del material y la presión ejercida durante el llenado, se desprendiera el fondo de este, se originaría una fuga instantánea del contenido total del mismo. Se considera un tiempo de respuesta estimado de un minuto, tomando en cuenta que este es sobrestimado, ya que, al desfondarse el recipiente, el gas fugado se evapora y se dispersa instantáneamente.
No. de escenario: 008.1 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 008.1 – B.** Fuga de Gas L.P. debido al desfonde del recipiente transportable.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 008.2 – A DISTRIBUCIÓN DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES. LLAMARADA – EMISIÓN INSTANTÁNEA





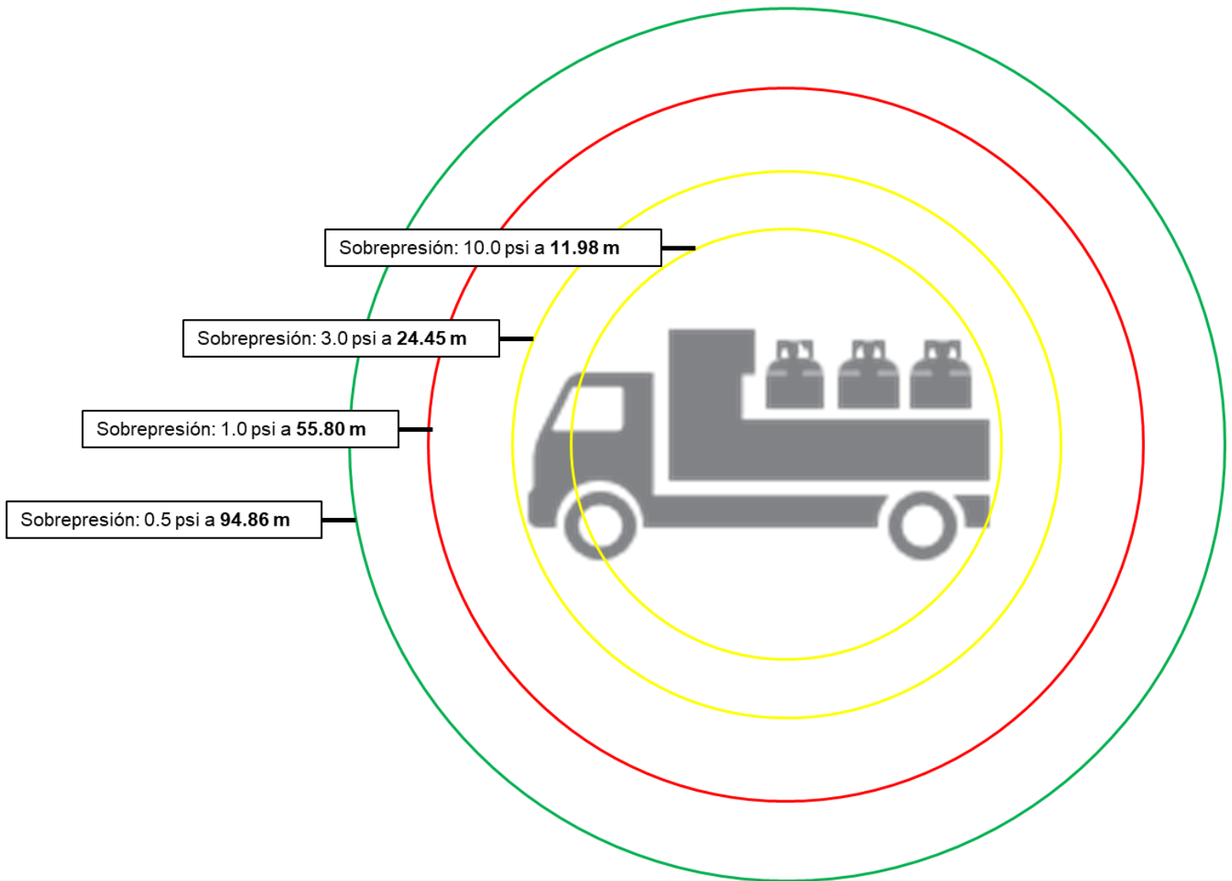
Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde 0.03 Hasta: 10.78 m Y de exclusión: 5.78 m Dist. Máx.: 10.78 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde: 0.02 Hasta 6.09 m Y de exclusión: 4.58 m Dist. Máx.: 6.09 m
93000 ppm L.S.I.	Zona de desastre	Desde: 0.08 Hasta: 0.87 m Y de exclusión: 1.83 m Dist. Máx.: 1.88 m

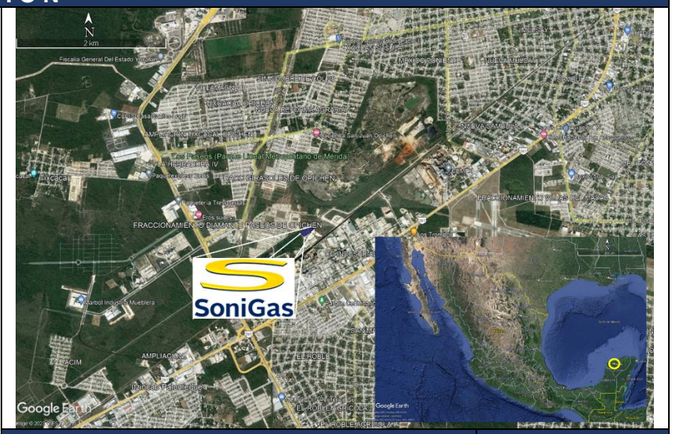
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.2 Vehículo de reparto	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a 1.6 m (altura promedio en las personas). Fuga del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg durante el traslado en un vehículo de reparto. Se considera un tiempo de respuesta de un minuto, tomando en cuenta que este es sobrestimado, ya que, al desfondarse el recipiente, el gas fugado se evapora y se dispersa instantáneamente.
No. de escenario: 008.2 – A	

Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 008.2 – A.** Fuga de Gas L.P. debido al desfonde del recipiente transportable.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 008.2 – B DISTRIBUCIÓN DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES. NVNC





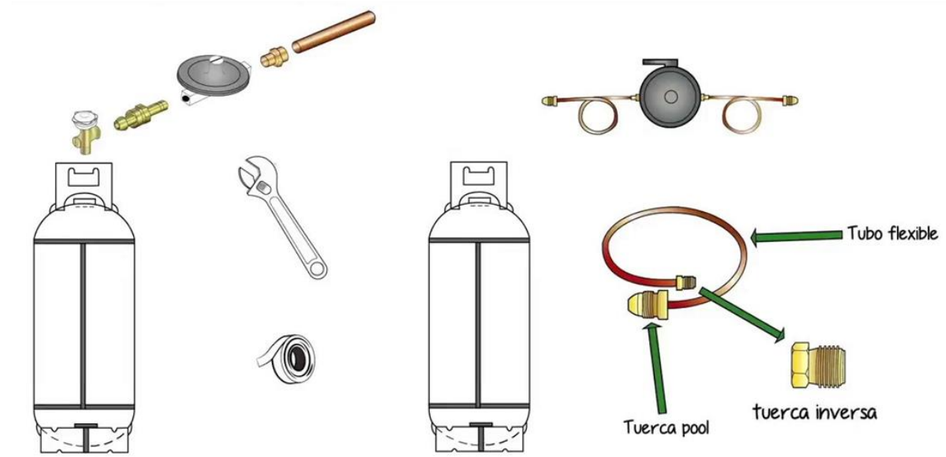
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	94.86
1.00 psi	Zona de alto riesgo	55.80
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	24.45 11.98

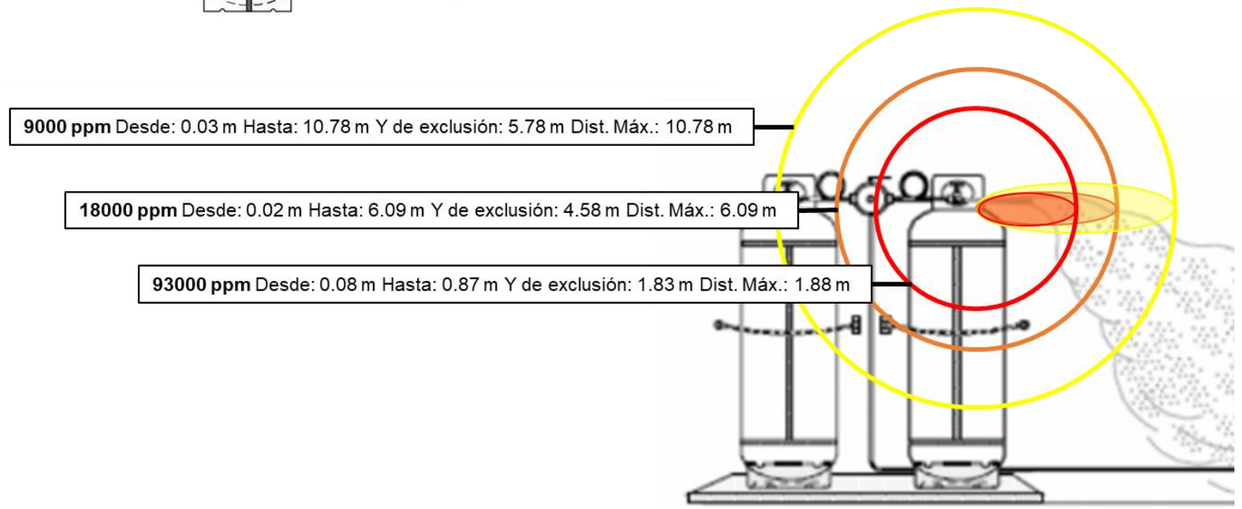
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.2 Vehículo de reparto	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada, debido a la fuga del contenido total de un recipiente de 30 kg durante el traslado en un vehículo de reparto. Se considera un tiempo de respuesta estimado de un minuto, tomando en cuenta que este es sobrestimado, ya que, al desfondarse el recipiente, el gas fugado se evapora y se dispersa instantáneamente.
No. de escenario: 008.2 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 008.2 – B.** Fuga de Gas L.P. debido al desfonde del recipiente transportable.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 008.3 – A CONEXIÓN DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES. LLAMARADA – EMISIÓN INSTANTÁNEA







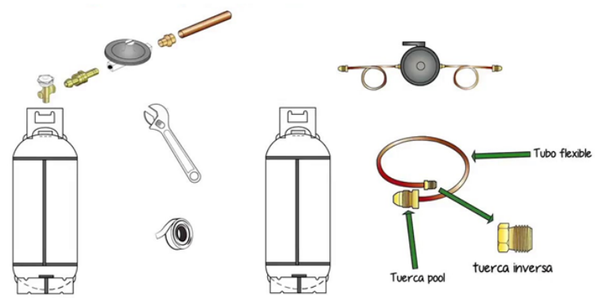
Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde 0.03 Hasta: 10.78 m Y de exclusión: 5.78 m Dist. Máx.: 10.78 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde: 0.02 Hasta 6.09 m Y de exclusión: 4.58 m Dist. Máx.: 6.09 m
93000 ppm L.S.I.	Zona de desastre	Desde: 0.08 Hasta: 0.87 m Y de exclusión: 1.83 m Dist. Máx.: 1.88 m

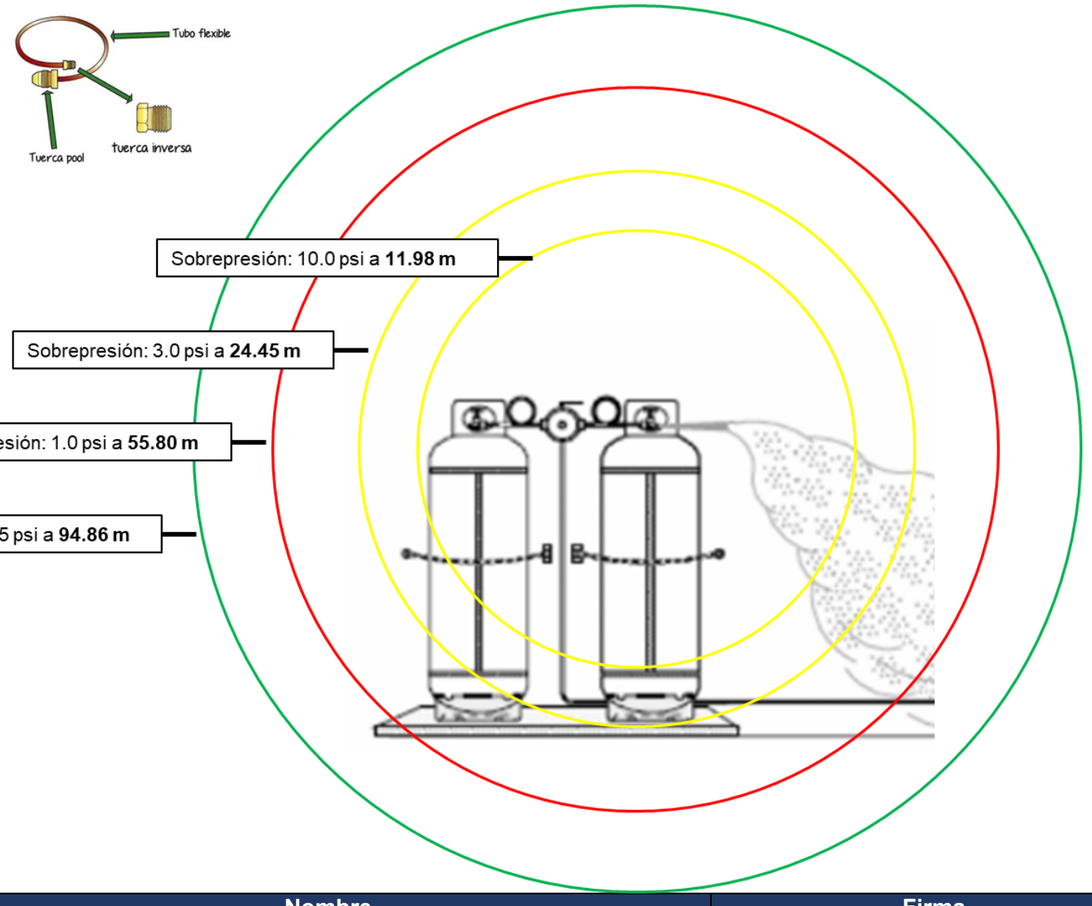
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.2 Vehículo de reparto	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a 1.6 m (altura promedio en las personas). Debido al desgaste del material en la soldadura del fondo se provocaría el desprendimiento del fondo del recipiente, provocando con esto una fuga instantánea del contenido total de un recipiente transportable con 30 kg de capacidad. Se considera un tiempo de respuesta de un minuto, pero hay que tomar en cuenta que este es sobrestimado, ya que, al desfondarse el recipiente transportable, el gas fugado se evapora y se dispersa instantáneamente.
No. de escenario: 008 – A	

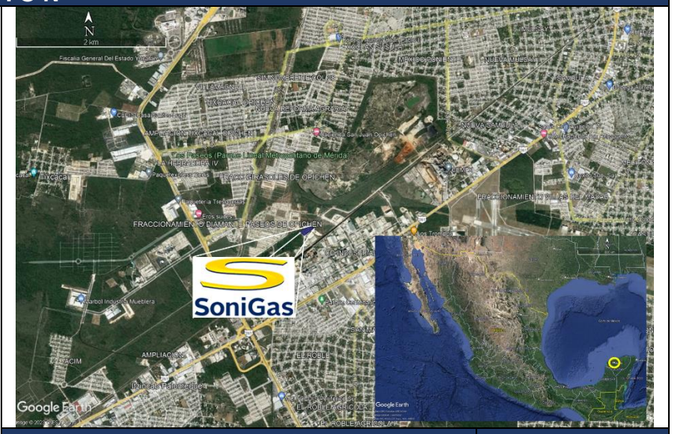
Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 008.3 – A.** Fuga de Gas L.P. debido al desfonde del recipiente transportable.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 008.3 – B CONEXIÓN DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES. NVNC







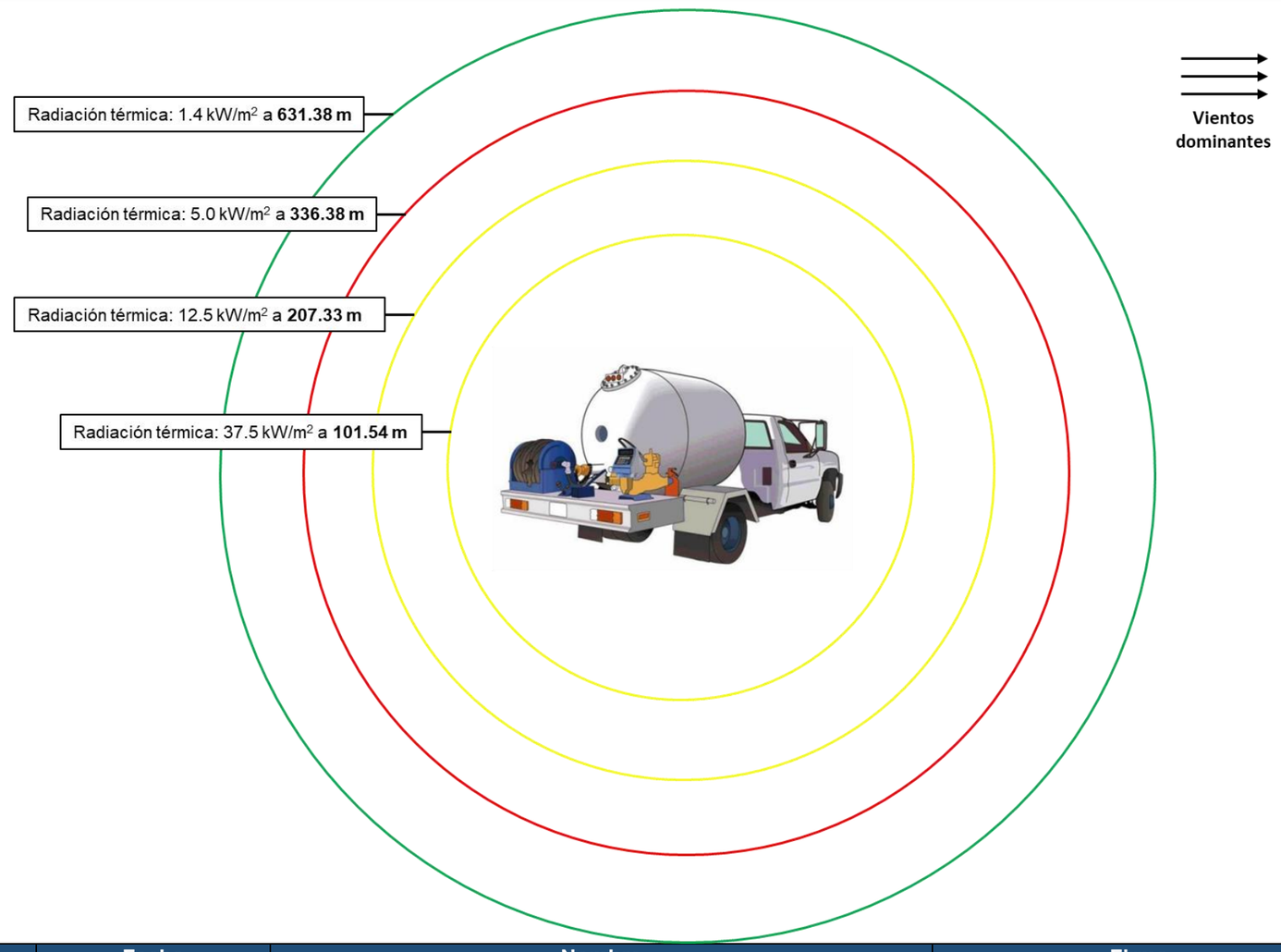
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	94.86
1.00 psi	Zona de alto riesgo	55.80
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	24.45 11.98

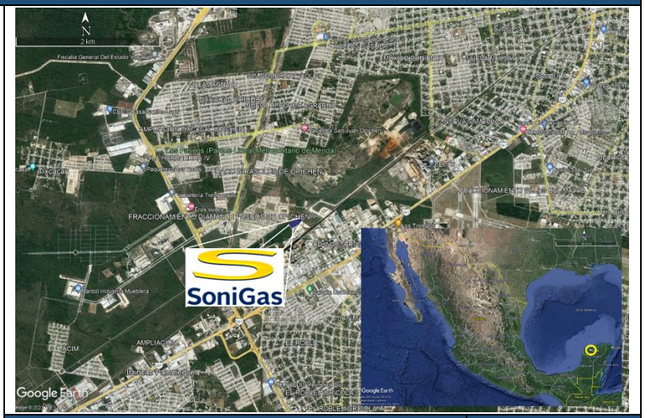
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.2 Vehículo de reparto	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada, debido al desgaste del material en la soldadura del fondo se provocaría el desprendimiento del fondo del recipiente, provocando con esto una fuga instantánea del contenido total de un recipiente transportable con 30 kg de capacidad. Se considera un tiempo de respuesta de un minuto, pero hay que tomar en cuenta que este es sobrestimado, ya que, al desfondarse el recipiente transportable, el gas fugado se evapora y se dispersa instantáneamente.
No. de escenario: 008 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 008.3 – B.** Fuga de Gas L.P. debido al desfonde del recipiente transportable.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 009.1 – A. DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. BOLA DE FUEGO





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	631.38
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	336.38
12.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	207.33
37.5 kW/m²		101.54
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	

Nodo o sistema:

Sistema 4. Distribución y venta

Subsistema 4.1 Autotanque

No. de escenario:

009.1 - A

Descripción del escenario:

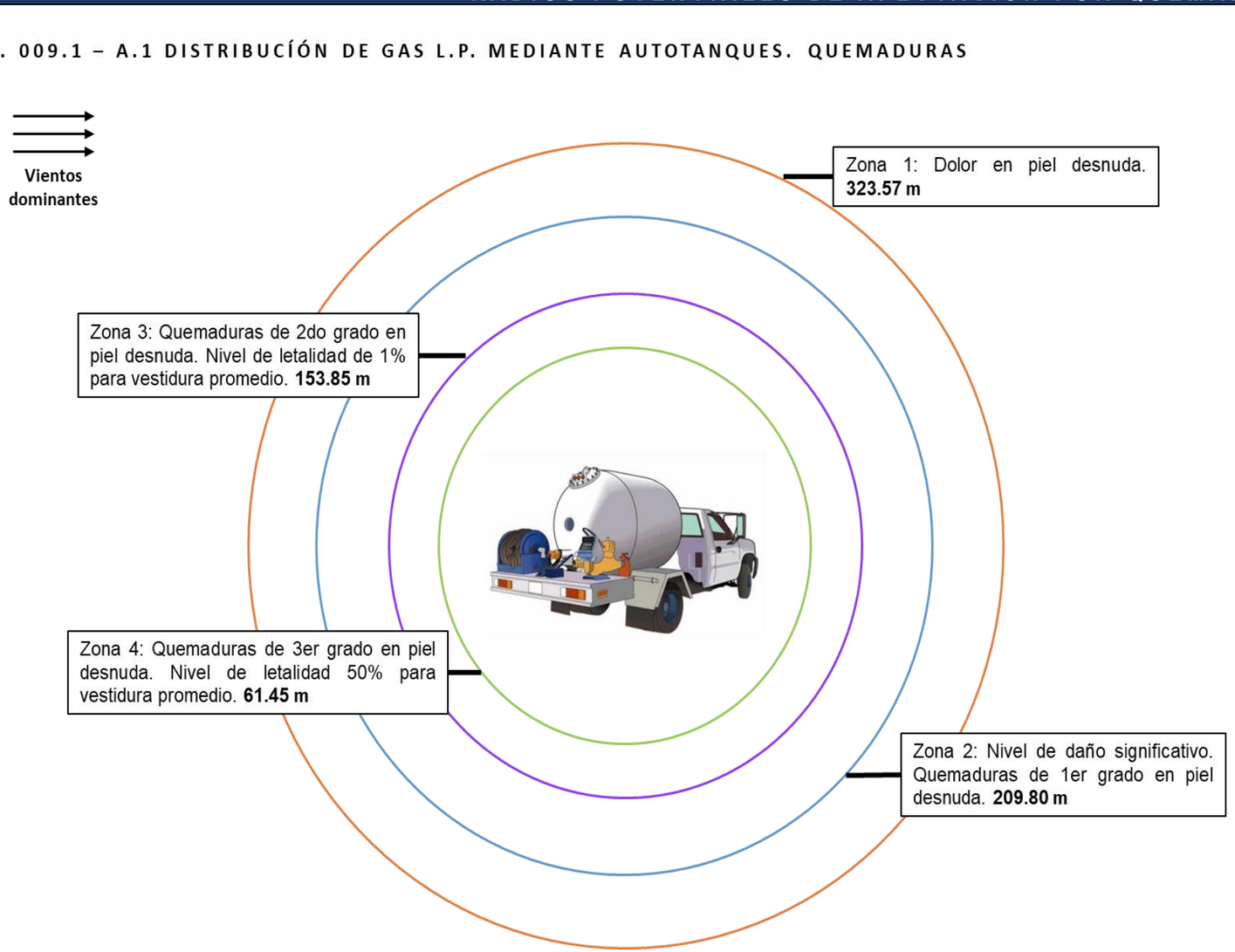
Representación de los radios de afectación causados por la bola de fuego originada por la BLEVE del autotanque de capacidad de 18,000 litros, si por el exceso de velocidad con el que se maneja la unidad, el operador perdiera el control, ocasionando la volcadura de la unidad y esta a su vez se fractura.

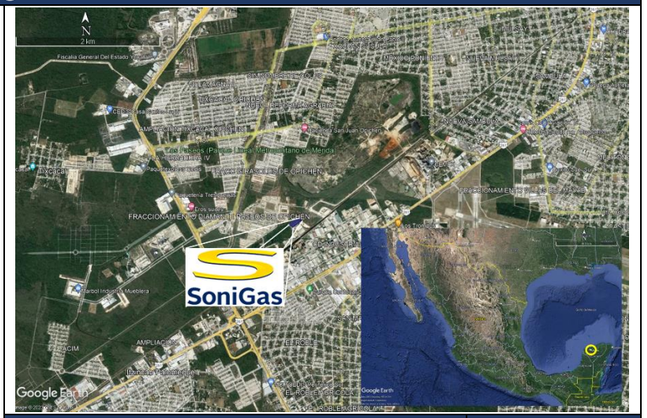
Se considera que, durante este suceso, el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 009.1 – A** BLEVE del autotanque debido a la perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de una colisión durante el traslado (ruta de distribución).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR QUEMADURAS

ESC. 009.1 – A.1 DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. QUEMADURAS





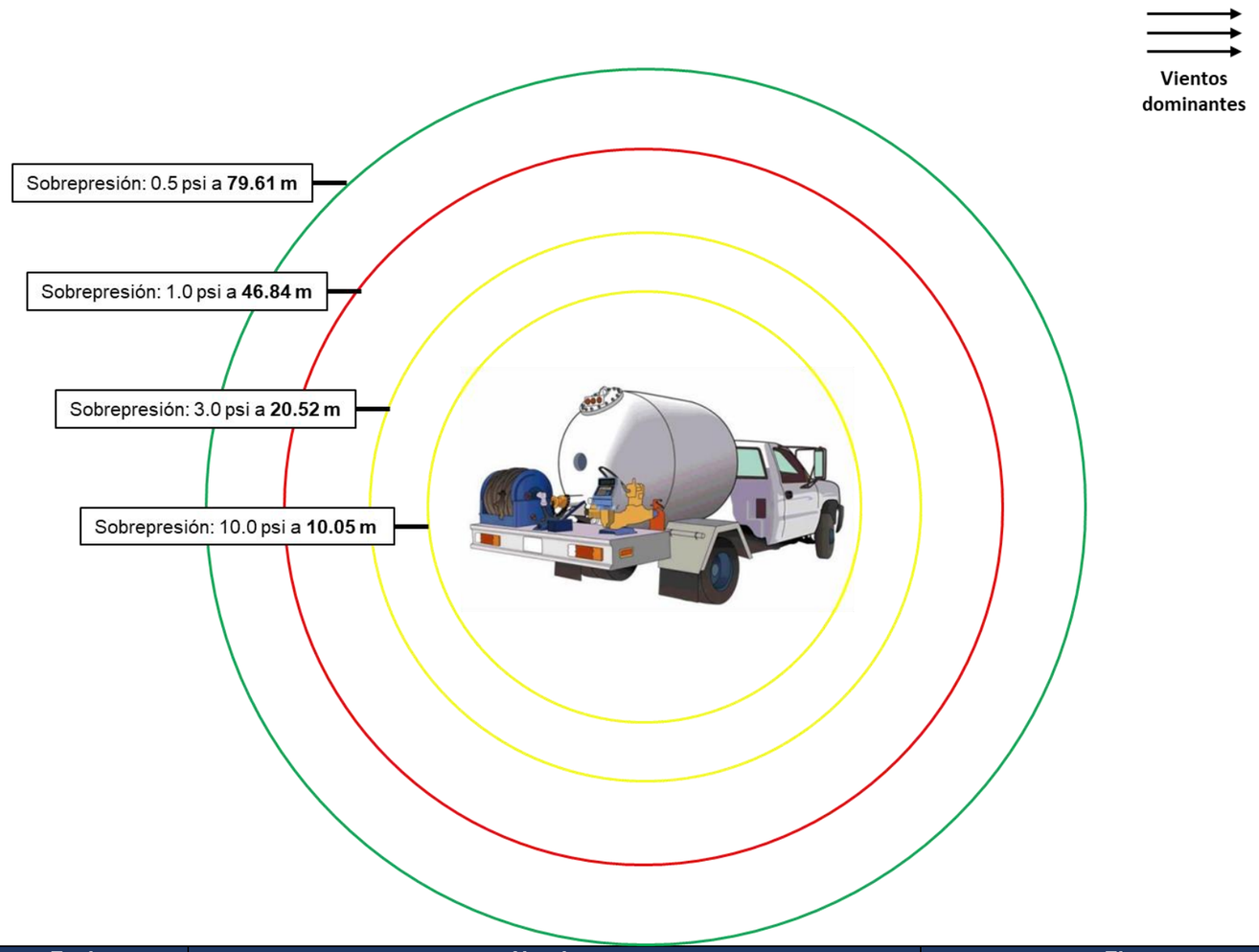
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
Zona 1	Dolor en piel desnuda	323.57
Zona 2	Quemaduras de 1er grado en piel desnuda	209.80
Zona 3	Quemaduras de 2do grado en piel desnuda	153.85
Zona 4	Quemaduras de 3er grado en piel desnuda	61.45

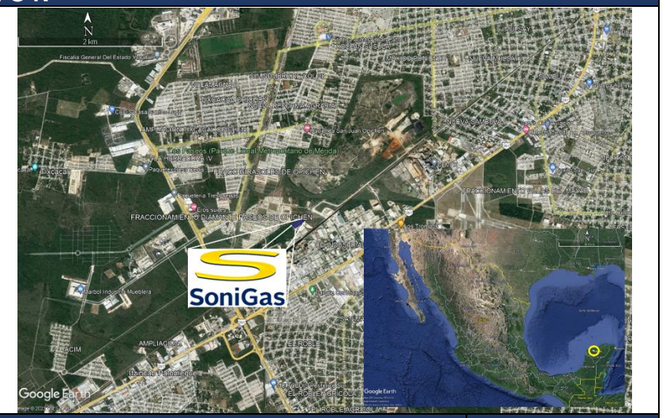
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta. Subsistema 4.1 Autotanque	**Descripción del escenario:** Zonificación de los efectos causados durante el tiempo que dura la bola de fuego sobre las personas. En este caso, se determina la distancia a la cual se tendrían niveles de radiación con la posibilidad de causar daños sobre las personas expuestas.
No. de escenario: 009.1 – A.1	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 009.1 – A.1** BLEVE del autotanque debido a la perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de una colisión durante el traslado (ruta de distribución). - Quemaduras.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 009.1 – B. DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. TNT





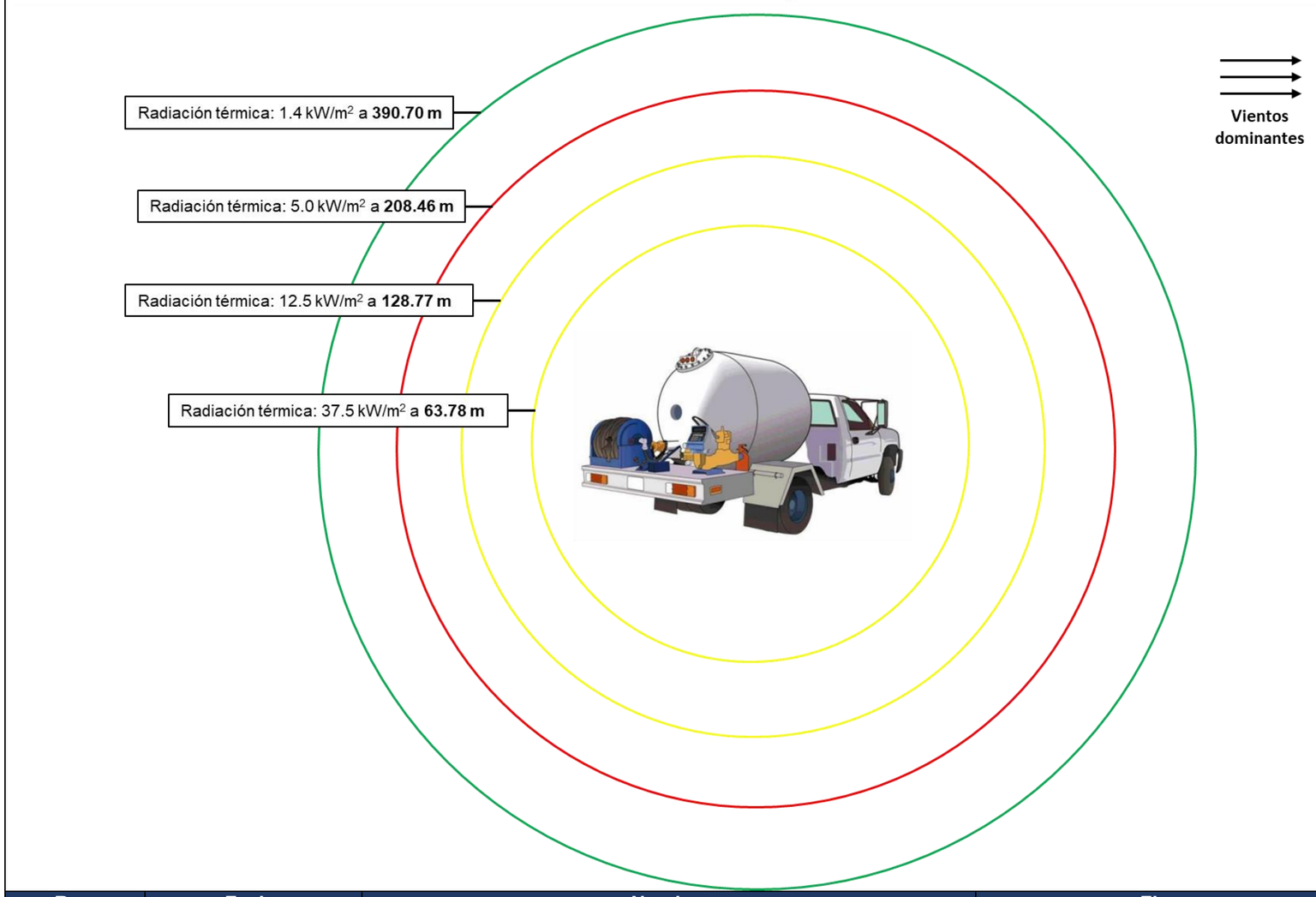
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	79.61
1.00 psi	Zona de alto riesgo	46.84
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	20.52 10.05

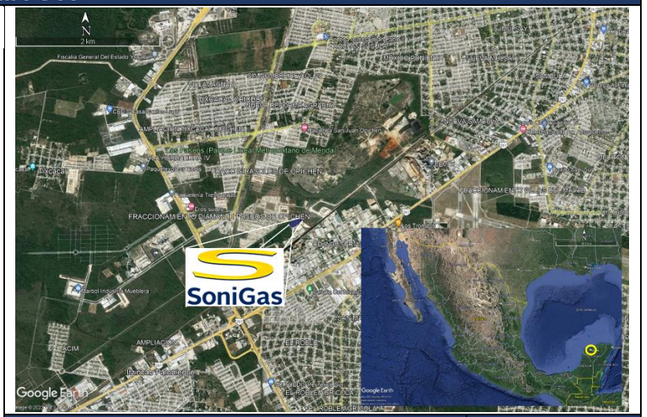
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.1 Autotanque	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del vapor contenido en el momento en que la presión del vapor contenido en el recipiente de 18,000 litros, en el momento en que, la presión supera le resistencia del recipiente y este se rompe si debido al exceso de velocidad con el que se maneja la unidad, el operador perdiera el control, ocasionando la volcadura de la unidad y esta a su vez se fractura. Se considera que, al producirse la BLEVE, el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad.
No. de escenario: 009.1 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 009.1 – B** BLEVE del autotanque debido a la perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de una colisión durante el traslado (ruta de distribución).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 009.2 – A. DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. BOLA DE FUEGO



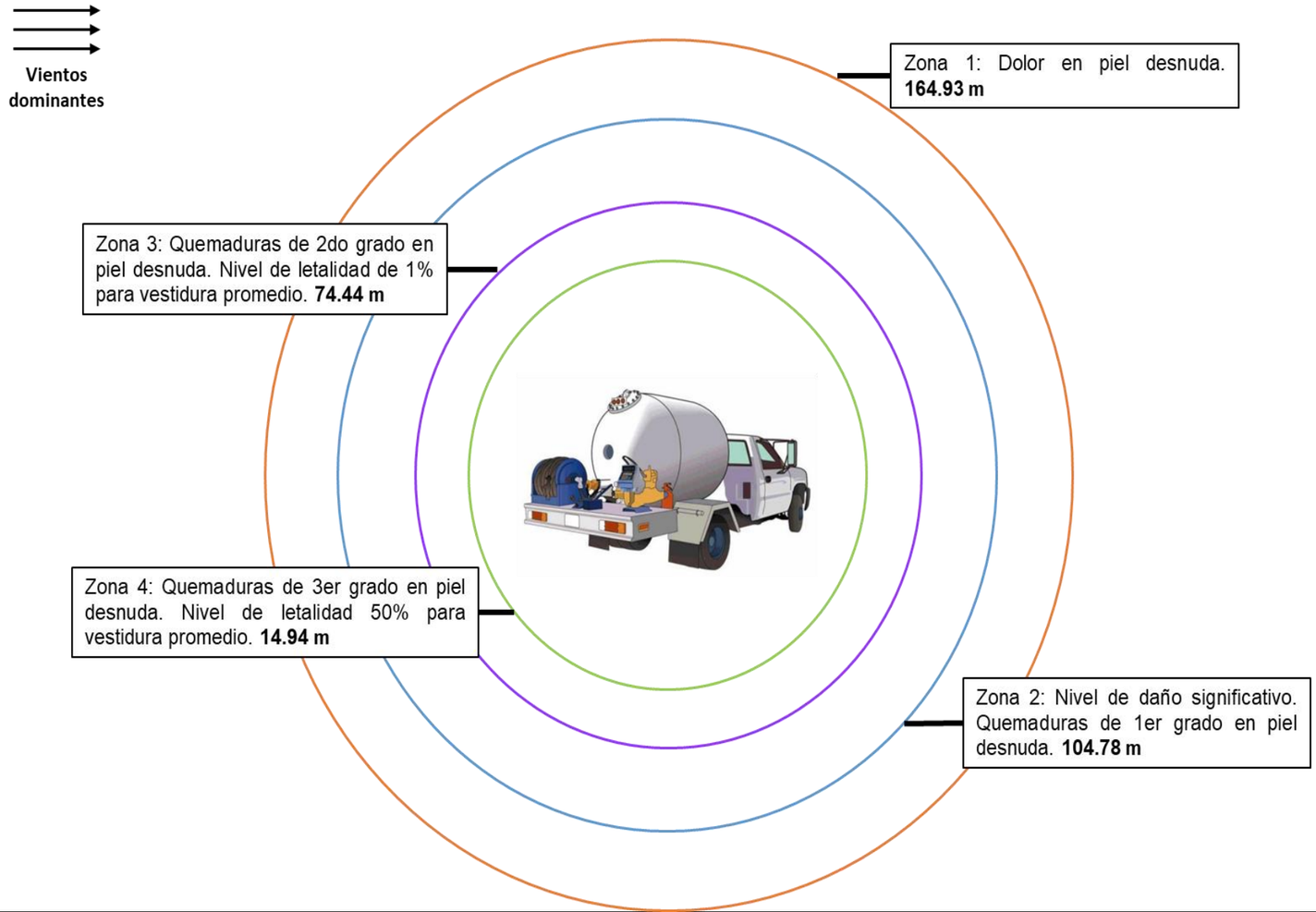


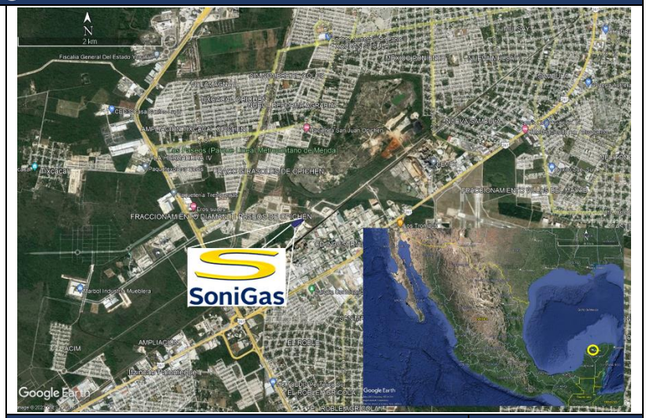
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	390.70
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	208.46
12.5 kW/m² 37.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	128.77 63.78
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.1 Autotanque	**Descripción del escenario:** Representación de los radios de afectación causados por la bola de fuego originada por la BLEVE del autotanque de capacidad de 4,000 litros, si por el exceso de velocidad con el que se maneja la unidad, el operador perdiera el control, ocasionando la volcadura de la unidad y esta a su vez se fractura. Se considera que, durante este suceso, el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad.	
No. de escenario: 009.2 - A		

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 009.2 – A** BLEVE del autotanque debido a la perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de una colisión durante el traslado (ruta de distribución).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR QUEMADURAS

ESC. 009.2 – A.1 DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. QUEMADURAS





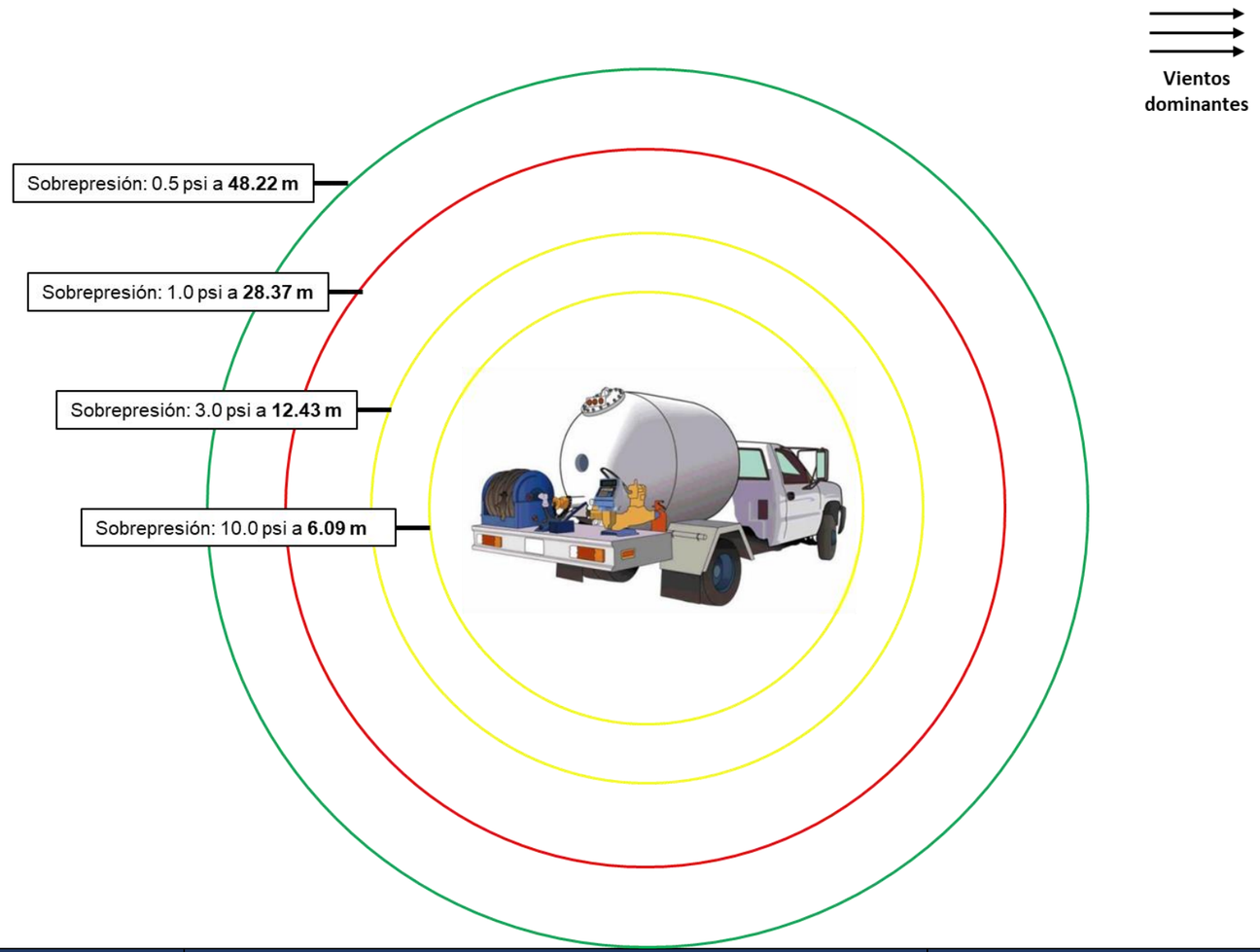
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
Zona 1	Dolor en piel desnuda	164.93
Zona 2	Quemaduras de 1er grado en piel desnuda	104.78
Zona 3	Quemaduras de 2do grado en piel desnuda	74.44
Zona 4	Quemaduras de 3er grado en piel desnuda	14.94

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.1. Autotanque	**Descripción del escenario:** Zonificación de los efectos causados durante el tiempo que dura la bola de fuego sobre las personas. En este caso, se determina la distancia a la cual se tendrían niveles de radiación con la posibilidad de causar daños sobre las personas expuestas.
No. de escenario: 009.2 – A.1	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 009.2 – A.1** BLEVE del autotanque debido a la perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de una colisión durante el traslado (ruta de distribución). - Quemaduras.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 009.2 – B. DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. TNT





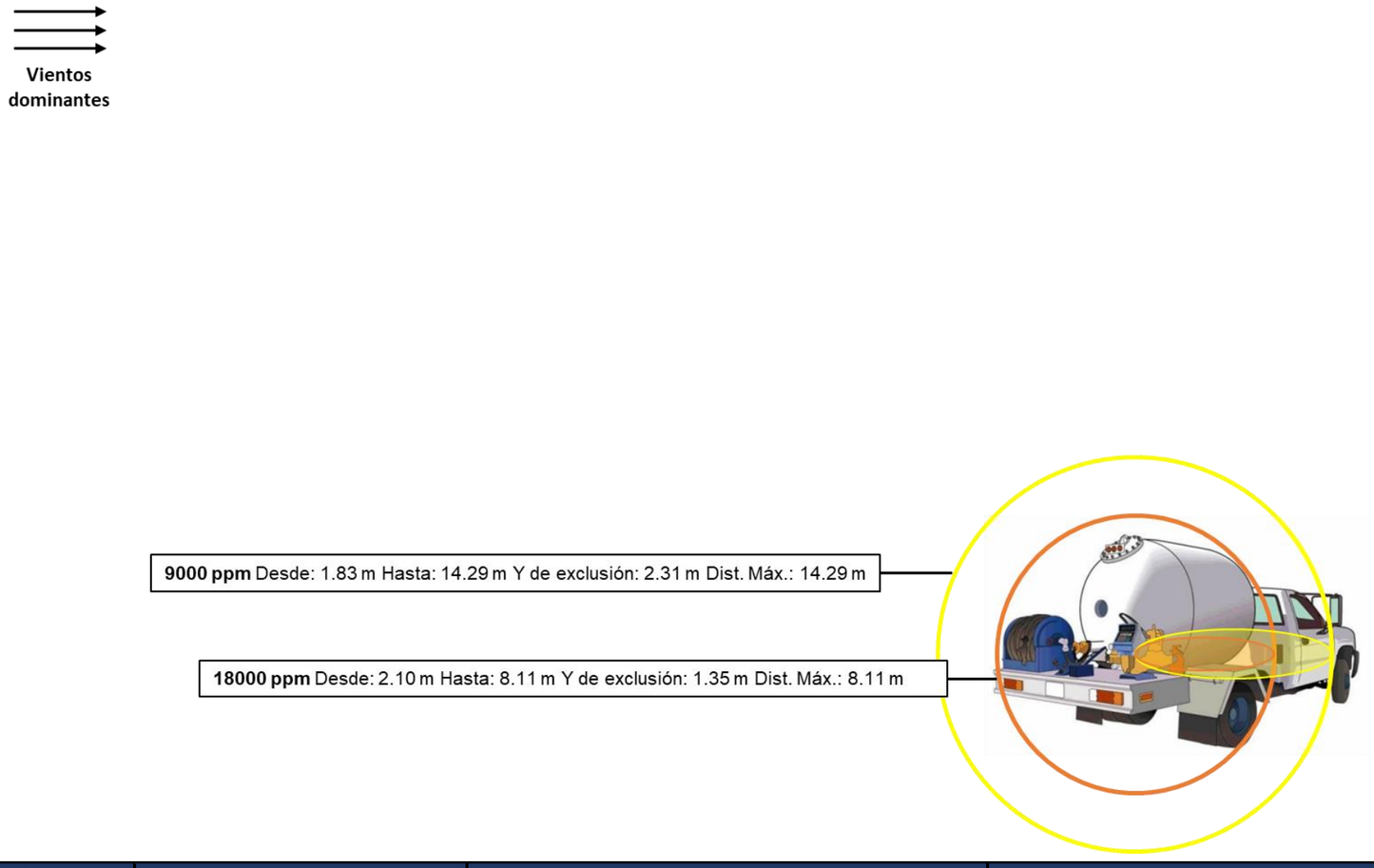
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	48.22
1.00 psi	Zona de alto riesgo	28.37
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	12.43 6.09

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.1 Autotanque	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del vapor contenido en el momento en que la presión del vapor contenido en el recipiente de 4,000 litros, en el momento en que, la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe. Si debido al exceso de velocidad con el que se maneja la unidad, el operador pierde el control, ocasionando la volcadura de la unidad y esta a su vez se fractura. Se considera que, al producirse la BLEVE, el recipiente se encuentra al 80%
No. de escenario: 009.2 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 009.2 – B** BLEVE del autotanque debido a la perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de una colisión durante el traslado (ruta de distribución).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 010 – A. DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. LLAMARADA CHORRO HORIZONTAL





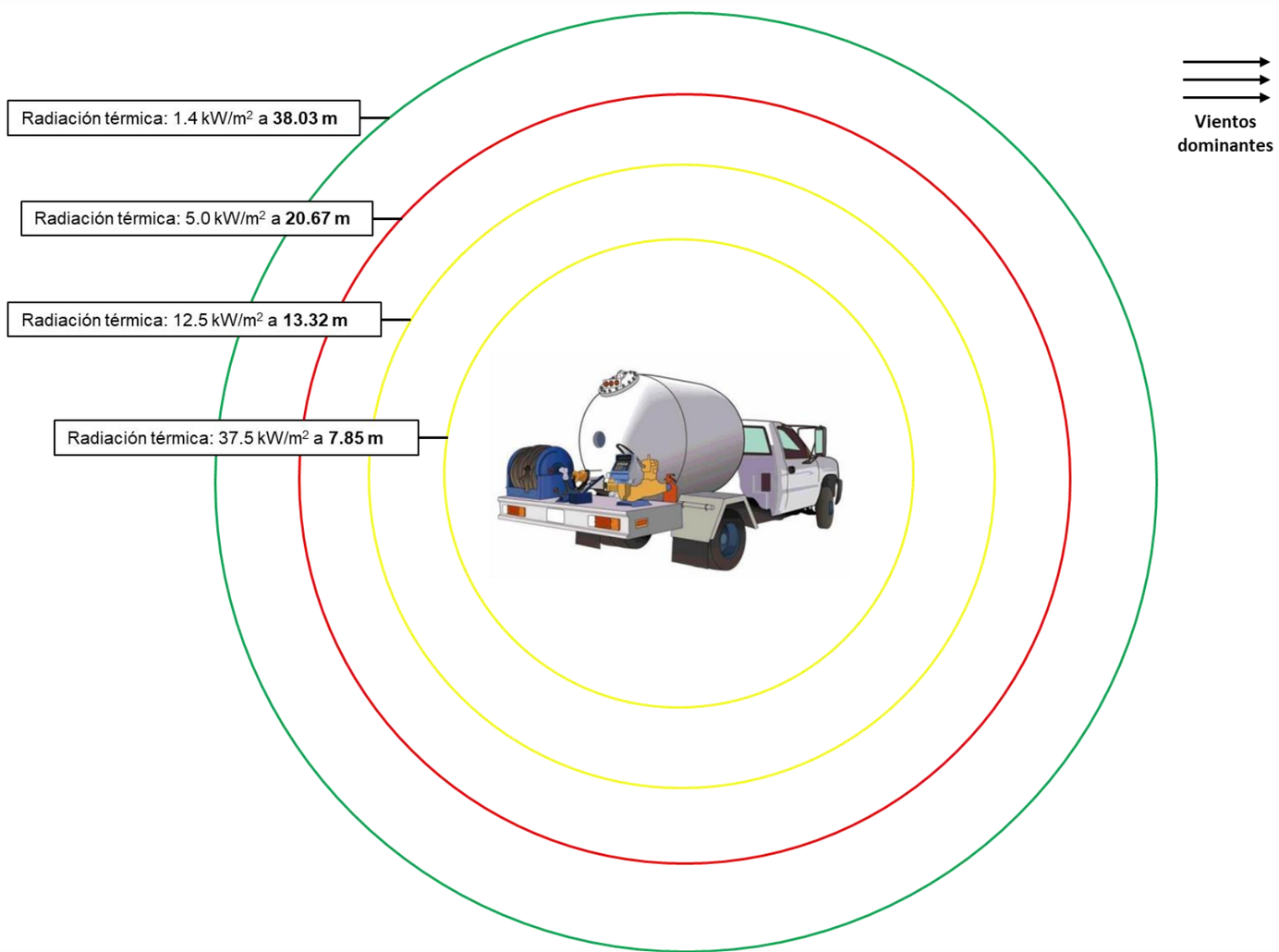
Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde 1.83 Hasta 14.29 m Y de exclusión: 2.31 m Dist. Máx.: 14.29 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde 2.10 Hasta: 8.11 m Y de exclusión: 1.35 m Dist. Máx.: 8.11 m

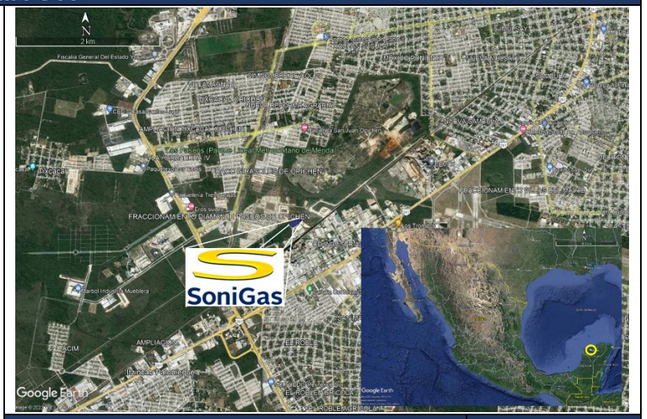
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.1 Autotanque	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a 1.6 m (altura promedio en las personas). Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba BLACKMER TLGLF3 en un autotanque, tomando en cuenta un diámetro equivalente de fuga de 0.5” y un tiempo de 2 minutos.
No. de escenario: 010 – A	

Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 010 – A.** Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación en el autotanque.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 010 – B. DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. DARDO DE FUEGO



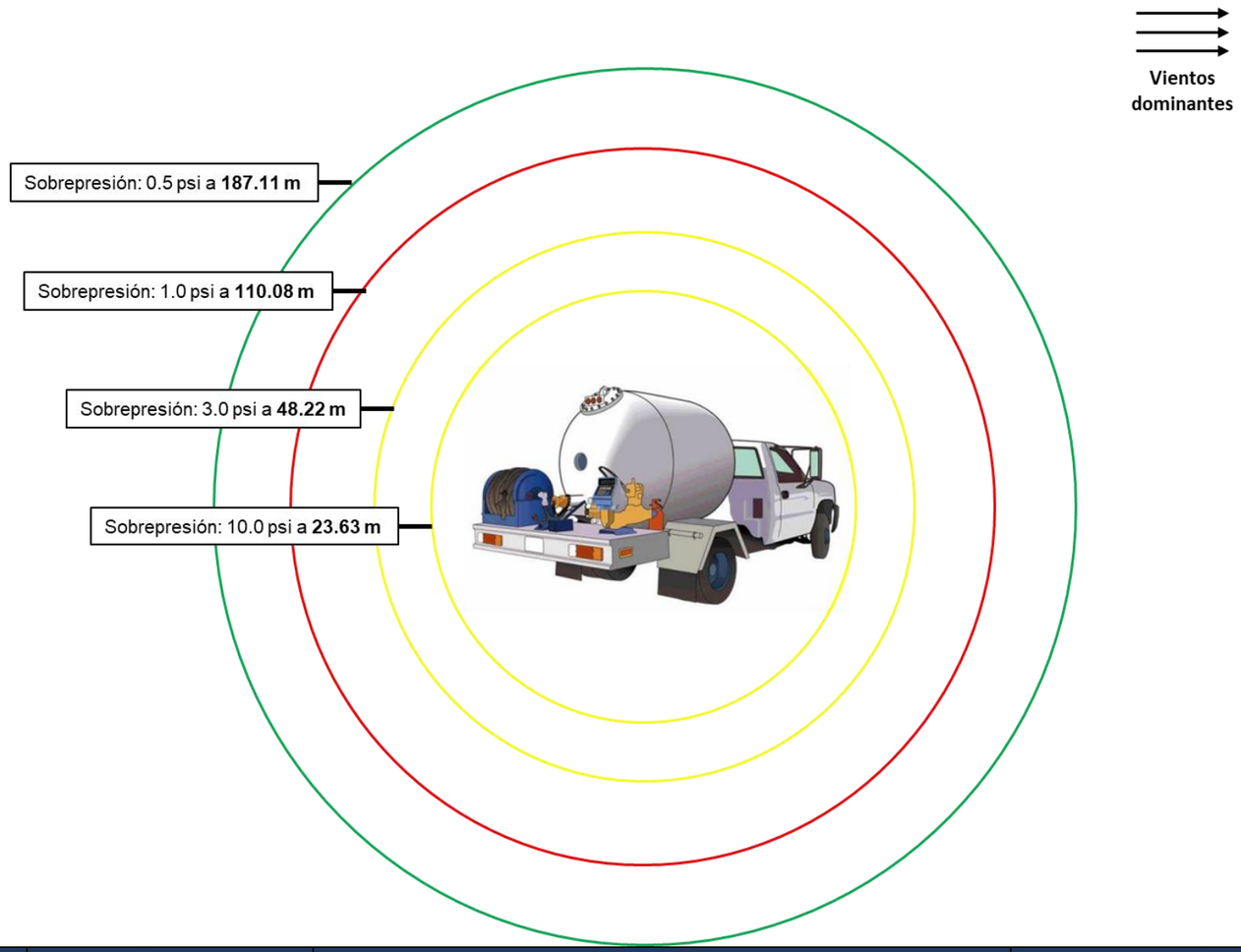


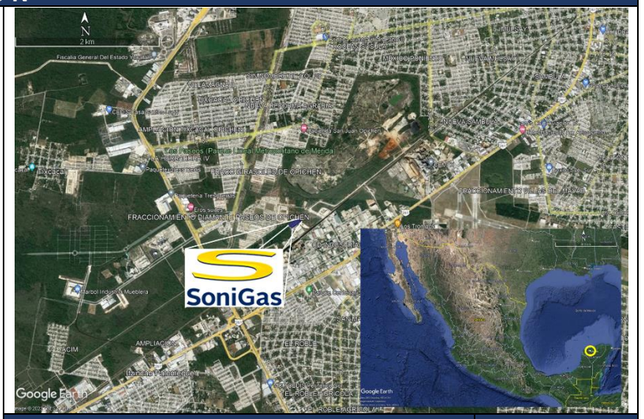
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	38.03
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	20.67
12.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	13.32
37.5 kW/m²		7.85
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta. Subsistema 4.1. Autotanque	**Descripción del escenario:** Representación de los efectos de radiación térmica originada por el dardo de fuego formado por la ignición de la fuga de gas a través del sello mecánico de la bomba del autotanque. Se considera un diámetro equivalente de fuga de 0.5” y un tiempo de 2 minutos.	
No. de escenario: 010 - B		

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 010 – B** Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación en el autotanque.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 010.1 – C. DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. DARDO DE FUEGO





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	187.11
1.00 psi	Zona de alto riesgo	110.08
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	48.22 23.63

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.1 Autotanque	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada debido a la fuga a través del sello mecánico de la bomba del autotanque. El daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco. Diámetro equivalente de fuga de 0.5” y un tiempo de fuga de 2 minutos en función a la respuesta del operador y tiempo promedio de operación.
No. de escenario: 010 - C	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 010 – C** Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación en el autotanque.

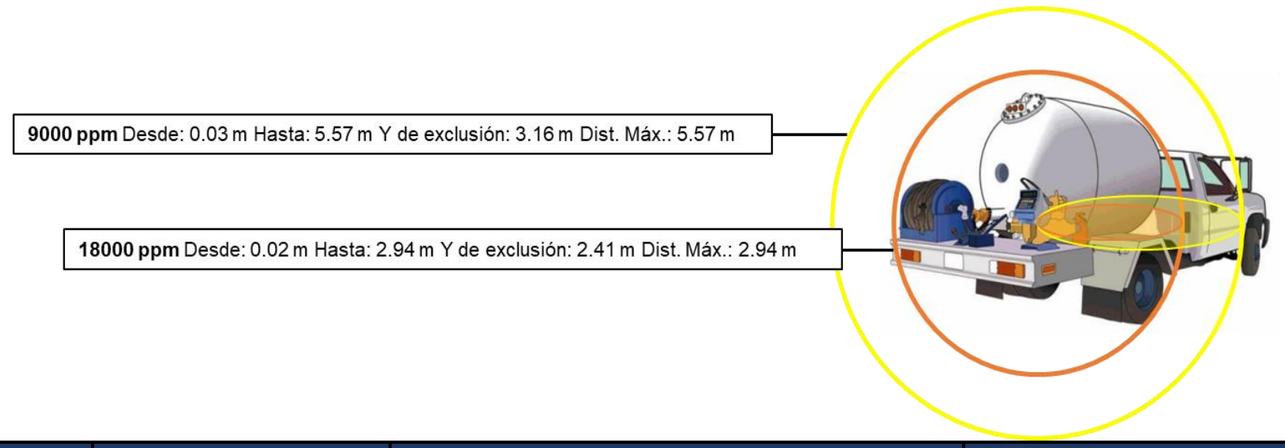
RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC. 011 – A. DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. LLAMARADA CHORRO HORIZONTAL

Vientos dominantes



Niveles de concentración de interés		Distancia
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Daños graves a equipos)	Desde 0.03 Hasta 5.57 m Y de exclusión: 3.16 m Dist. Máx.: 5.57 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% fatalidad)	Desde 0.02 Hasta 2.94 m Y de exclusión: 2.41 m Dist. Máx.: 2.94 m

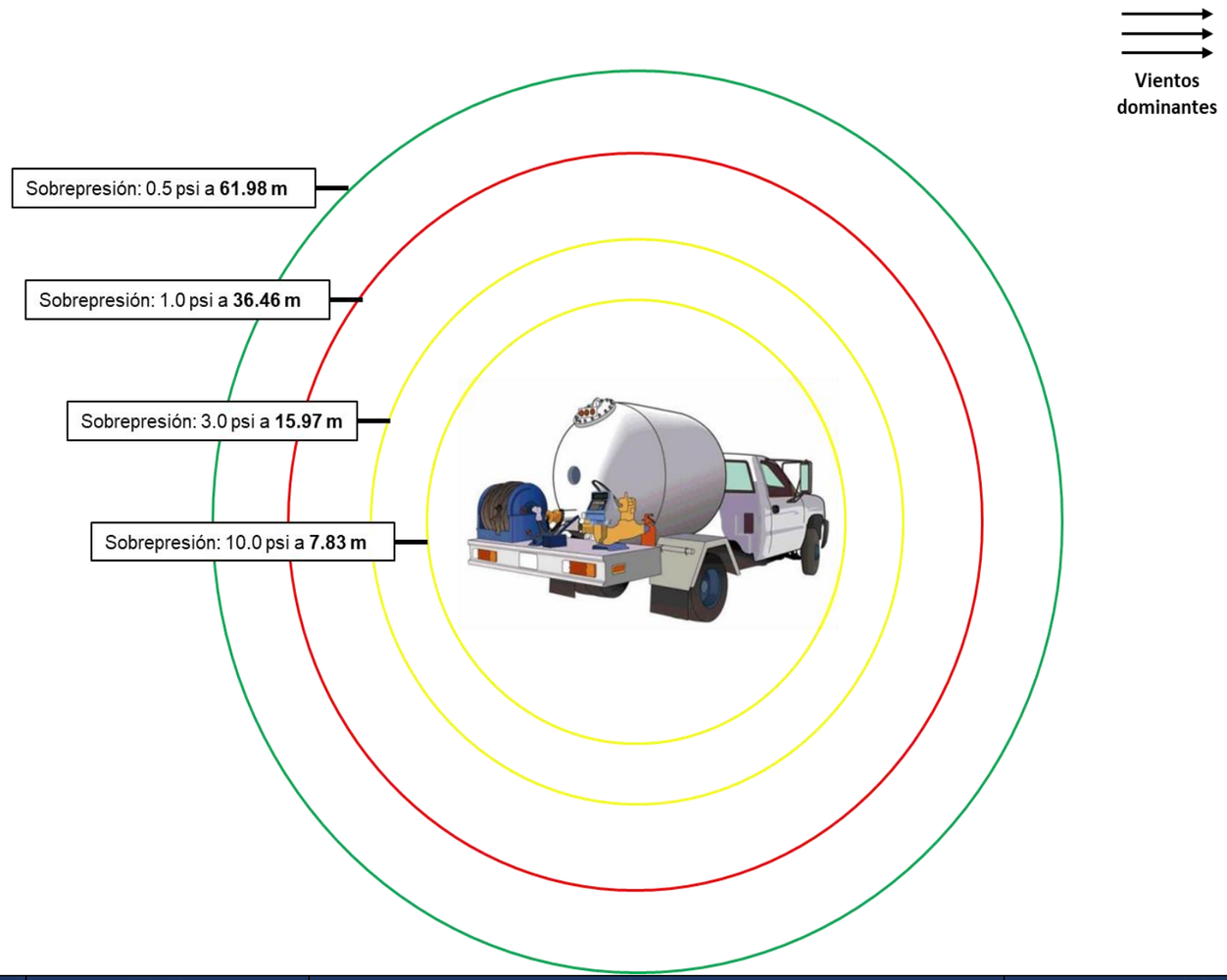


Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque Subsistema 3.2 Suministro de Gas L.P.	**Descripción del escenario:** Representación de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I. y L.S.I.) a 1.60 m (altura promedio de las personas). Fuga de los remanentes de Gas L.P. en la manguera de trasiego del autotanque.
No. de escenario: 011 – A	

Rev.	Fecha	Nombre	Firmas	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 011 – A.** Fuga de Gas L.P. ocasionada por los remanentes en la manguera del autotanque.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 011 – B. DISTRIBUCÍÓN DE GAS L.P. MEDIANTE AUTOTANQUES. DARDO DE FUEGO





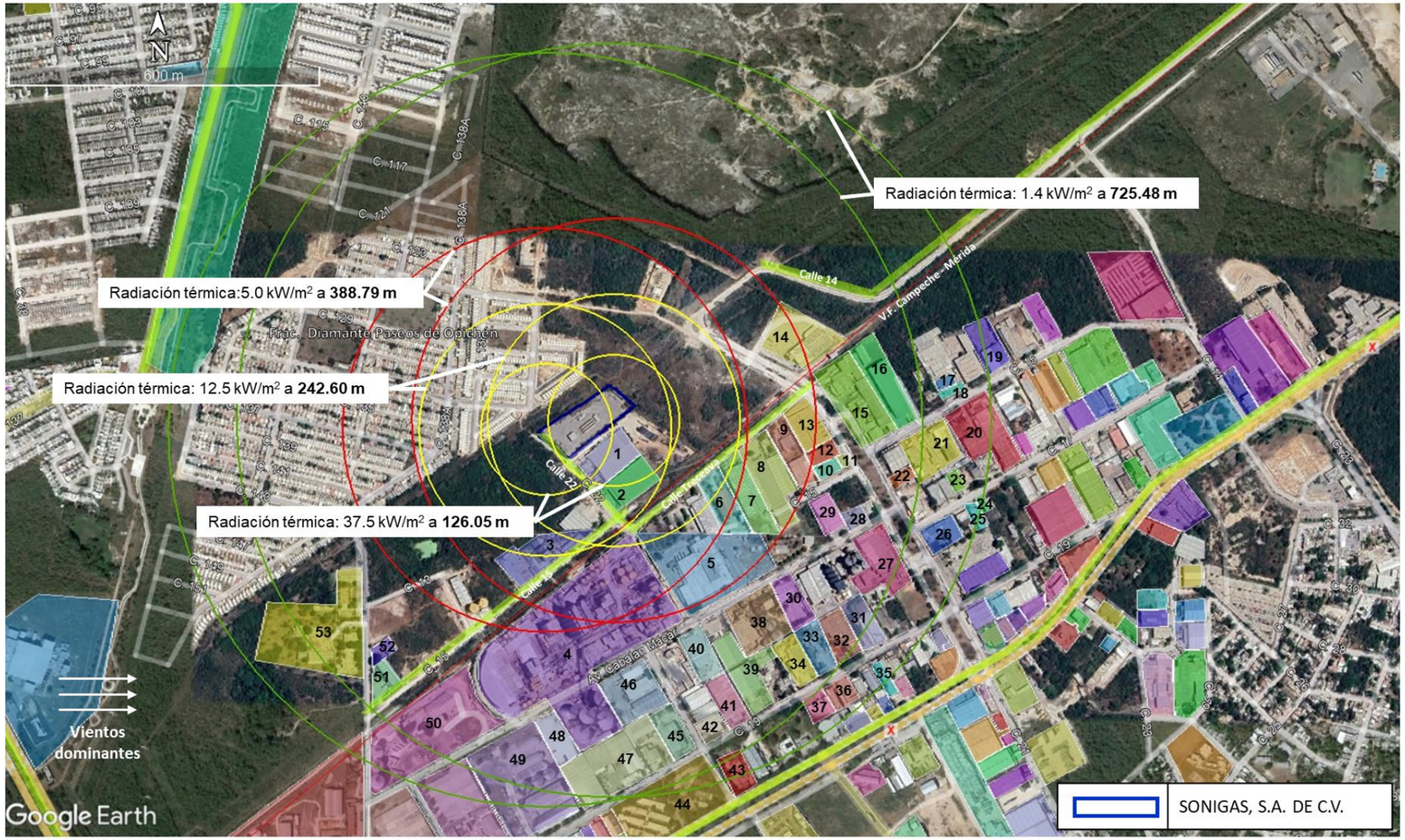
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	61.98
1.00 psi	Zona de alto riesgo	36.46
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	15.97 7.83

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque Subsistema 3.2 Suministro de Gas L.P.	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada, debido a la fuga de los remanentes de Gas L.P. de la manguera de trasiego del autotanque durante la distribución al usuario de aprovechamiento.
No. de escenario: 011 - B	

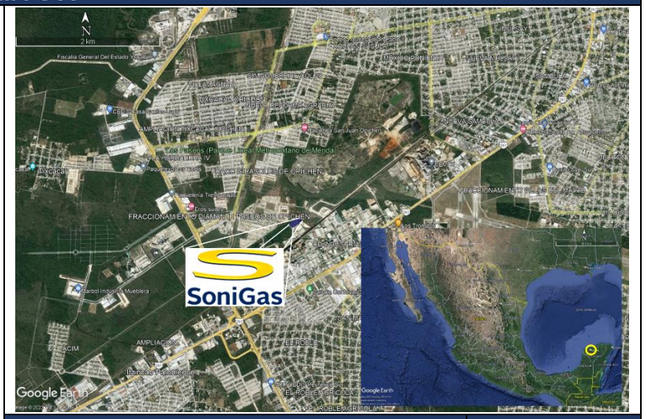
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 011 – B** Fuga de Gas L.P. ocasionada por los remanentes en la manguera del autotanque.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 012.1 – A. AUTOTANQUE. BLEVE DEL RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE – BOLA DE FUEGO



1. Deacero, **2.** Milestone Logistics, **3.** Enerkin,. **4.** Proteínas y oleicos, **5.** PEPSICO, **6.** ISQUISA, **7.** SQ Servidora Química, **8.** Empaques Carvajal, **9.** ARBI Industrial, **10.** Te la ponemos fácil, S.A. de C.V., **11.** Tpf Wines & Liquor Services, **12.** DEYUSA, **13.** DHL, **14.** Cementos Moctezuma, **15.** Zelma Kooler, S.A. de C.V., **16.** SIGMA, **17.** Saxon de Yucatán, S.A. de C.V., **18.** INTECH, **19.** El Rey del Tornillo, **20.** PLASTHERM, **21.** Infra del Sur, **22.** Forma Print, **23.** Treza del Caribe S.A. de C.V., **24.** Connector, **25.** Yucatán Herbal, **26.** BONAFONT, **27.** CAMPI, **28.** Serquisur Materias Primas, **29.** Comercial Distribuidora Mar, S.A. de C.V., **30.** Nutrimentos Peninsulares, **31.** Cordeles y hamacas de Yucatán, **32.** TUPSAFLEX, **33.** Autolavado, **34.** Poligono Diamoro, **35.** PATZI Mérida, **36.** Hotel Chichen Itzá, **37.** Mayan Trend, **38.** Alimentos Balanceados, **39.** MAYAB, **40.** Almacén Estatal ISSSTE, **41.** Encanto México, **42.** Stampi Tech Tools & Plastic, **43.** Cemento Portland, **44.** Universidad Autónoma de Yucatán, **45.** Aeros y Perfiles de Mérida, S.A. de C.V., **46.** AG Logistics, **47.** Grupo La Anita, **48.** A Logistics, **49.** ALPENSA, **50.** Fabrica Bachoco, **51.** Centro Operatico RedPack, **52.** Cremería Americana, **53.** Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo.



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	725.48
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	388.79
12.5 kW/m² 37.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	242.60 126.05
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	

Nodo o sistema:

Sistema 3. Autotanque

Subsistema 3.1 Recipiente no transportable

No. de escenario:

012.1 - A

Descripción del escenario:

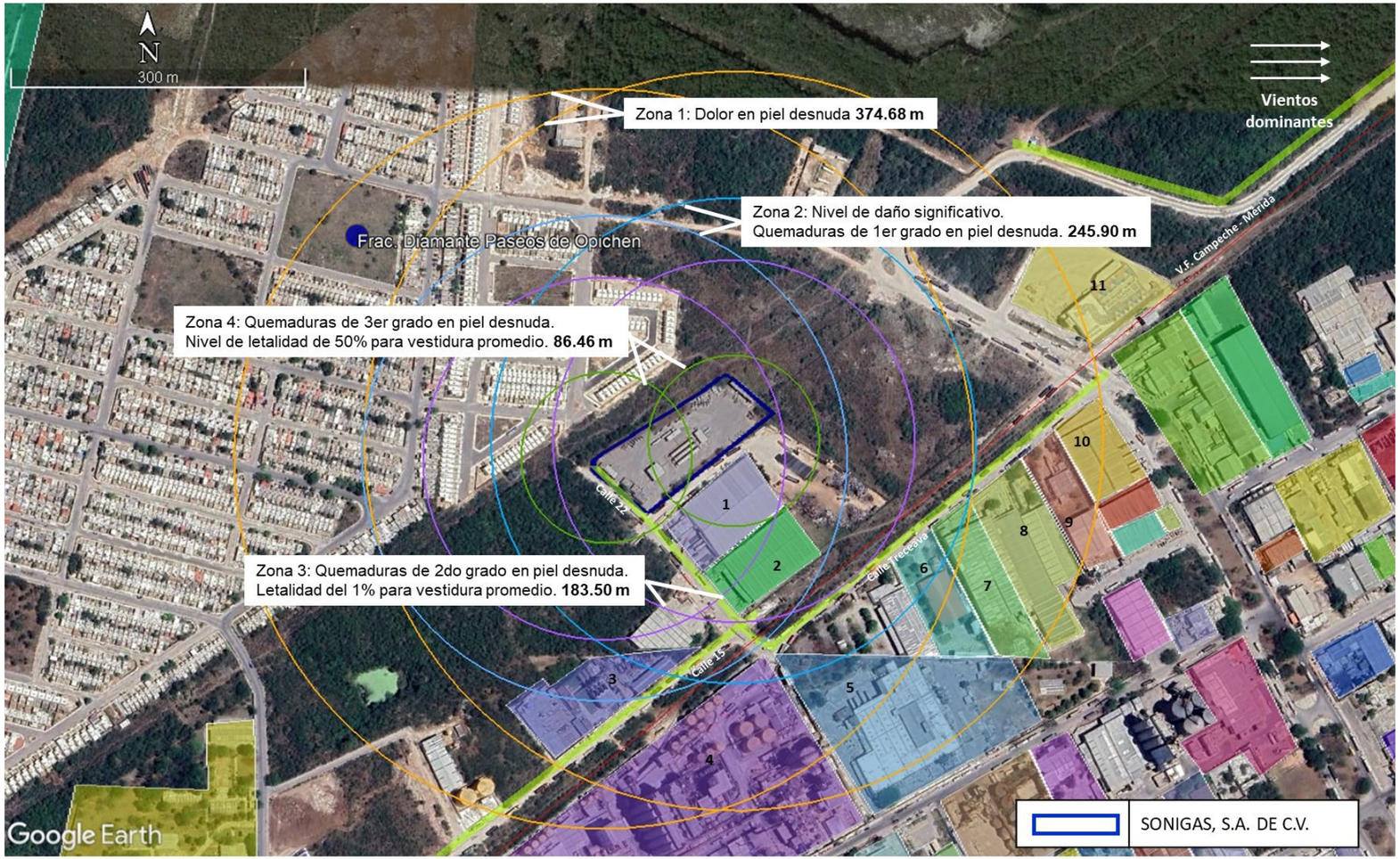
Representación de los radios de afectación causados por la bola de fuego originada por la BLEVE del autotanque con capacidad de 18,000 litros debido al calor emitido por un incendio cercano a la unidad.

Se considera que, durante este suceso, el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad.

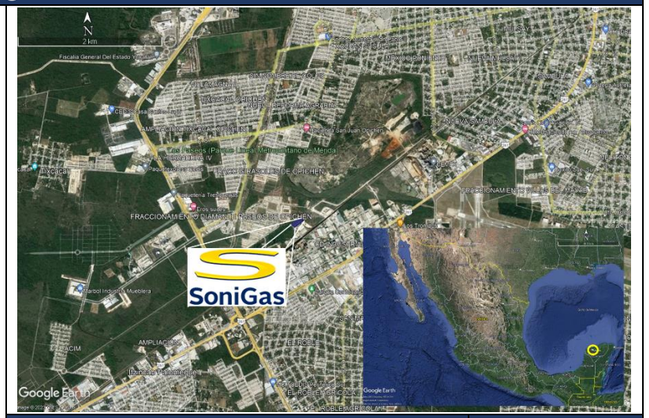
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 012.1 – A** BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR QUEMADURAS

ESC. 012.1 – A.1 AUTOTANQUE. BLEVE DEL RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE – QUEMADURAS



1. Deacero, **2.** Milestone Logistics, **3.** Enerkin,. **4.** Proteínas y oleicos, **5.** PEPSICO, **6.** IQUISA, **7.** SQ Servidora Química, **8.** Empaques Carvajal, **9.** ARBI Industrial, **10.** DHL, **11.** Cementos Moctezuma



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
Zona 1	Dolor en piel desnuda	374.68
Zona 2	Quemaduras de 1er grado en piel desnuda	245.90
Zona 3	Quemaduras de 2do grado en piel desnuda	183.50
Zona 4	Quemaduras de 3er grado en piel desnuda	86.46

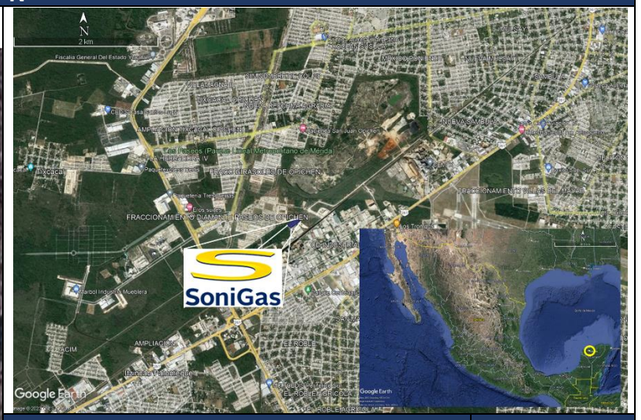
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque. Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	**Descripción del escenario:** Zonificación de los efectos causados durante el tiempo que dura la bola de fuego sobre las personas debido a la BLEVE del autotanque de 18,000 L. En este caso, se determina la distancia a la cual se tendría niveles de radiación con la posibilidad de causar daños sobre las personas expuestas.
No. de escenario: 012.1 – A.1	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 012.1 – A.1** BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 012.1 – B. AUTOTANQUE. BLEVE DEL RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE – TNT





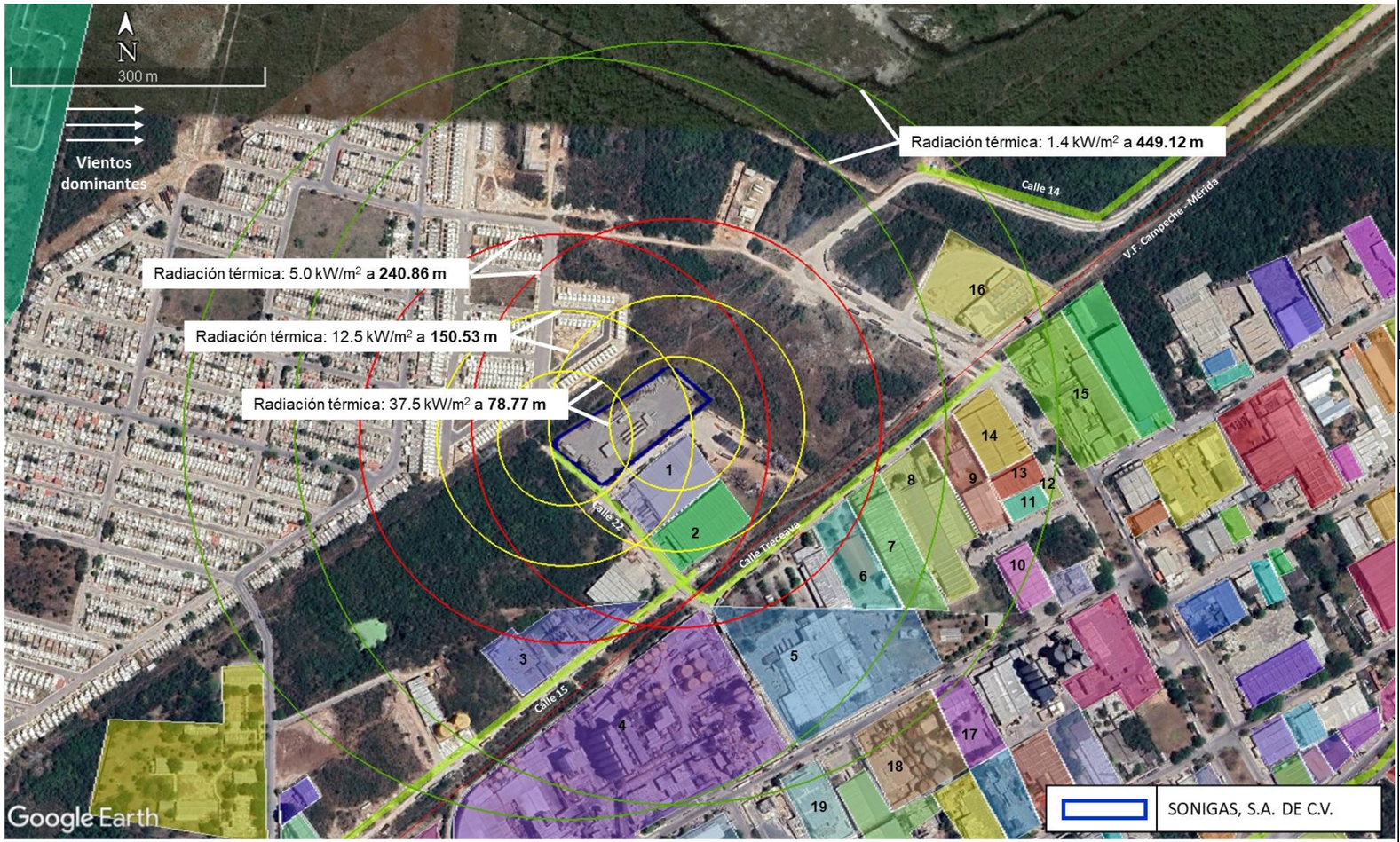
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	37.49
1.00 psi	Zona de alto riesgo	22.06
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	9.66 4.73

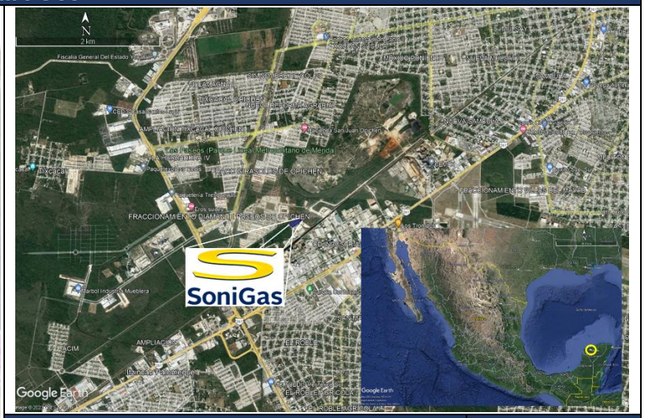
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente del autotanque de 18,000 L y este se rompe. Se considera que, al producirse la BLEVE, el recipiente, este se encuentra al 80% de su capacidad y este se vacía.
No. de escenario: 012.1 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 012.1 – B** BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 012.2 – A. AUTOTANQUE. BLEVE DEL RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE – BOLA DE FUEGO





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	449.12
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	240.86
12.5 kW/m² 37.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	150.53 78.77

Proyecto: Planta de distribución de Gas L.P.

Nodo o sistema:

Sistema 3. Autotanque

Subsistema 3.1 Recipiente no transportable

No. de escenario:

012.2 - A

Descripción del escenario:

Representación de los radios de afectación causados por la bola de fuego originada por la BLEVE del autotanque con capacidad de 4,000 litros debido al calor emitido por un incendio cercano a la unidad.

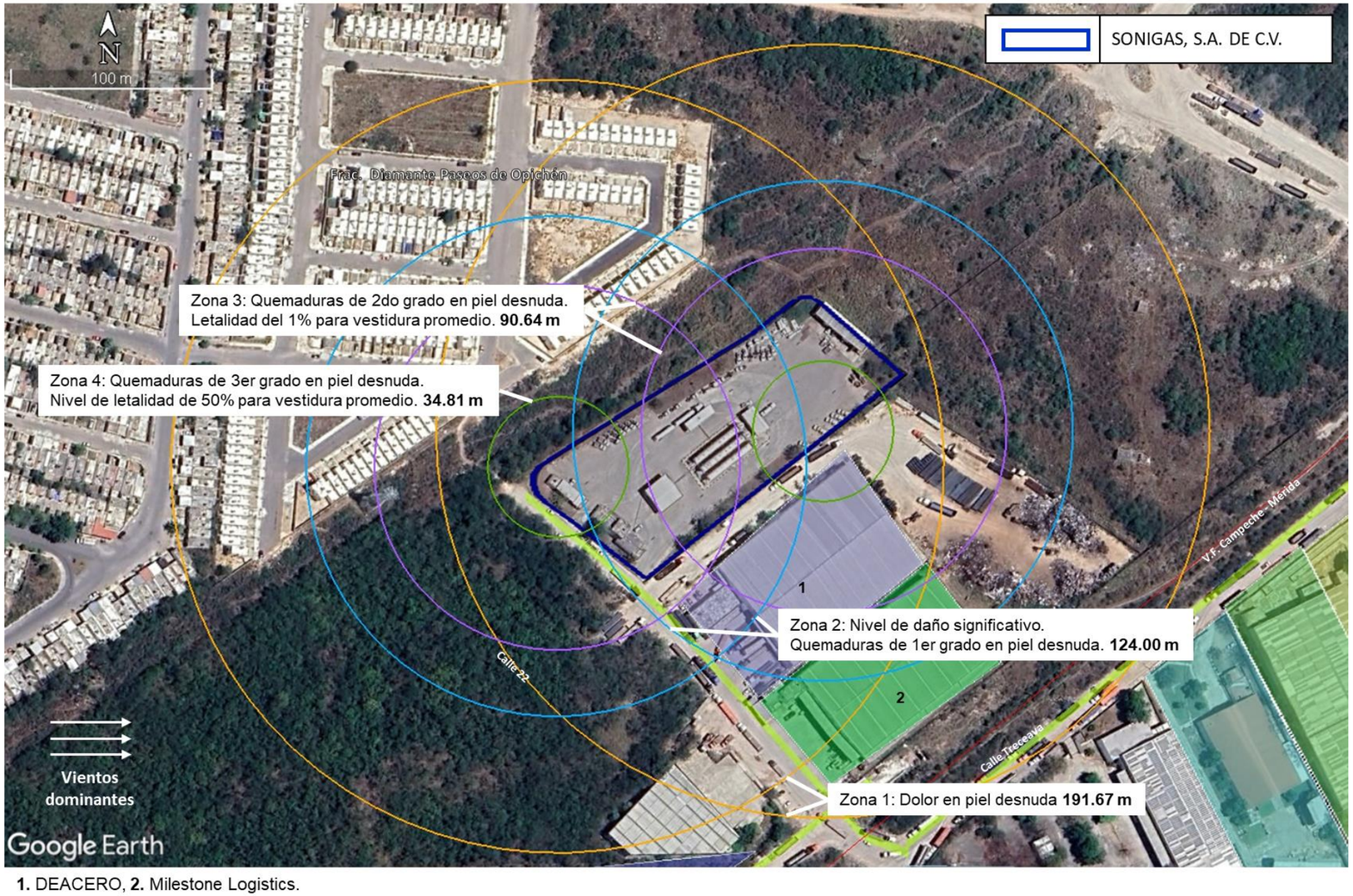
Se considera que, durante este suceso, el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad.

1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics, **3.** Enerkin,. **4.** Proteínas y oleicos, **5.** PEPSICO, **6.** ISQUISA, **7.** SQ Servidora Química, **8.** Empaques Carvajal, **9.** ARBI Industrial, **10.** Comercial Distribuidora Mar, S.A. de C.V., **11.** Te la ponemos fácil, S.A. de C.V., **12.** Tpf Wines & Liquor Services, **13.** DEYUSA, **14.** DHL, **15.** Zelma Kooler, S.A. de C.V., **16.** Cementos Moctezuma, **17.** Nutrimentos Peninsulares, **18.** Alimentos Balanceados, **19.** Almacén Estatal ISSSTE.

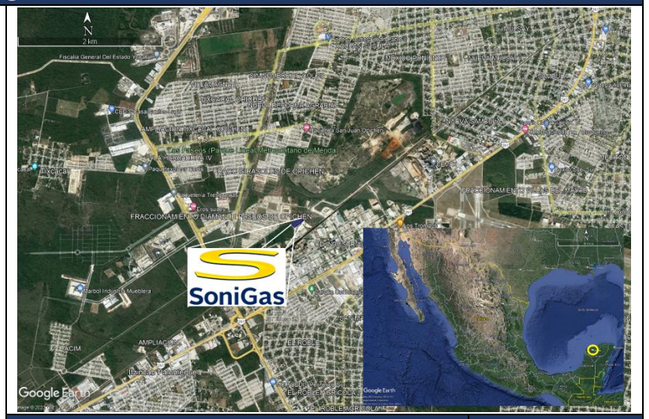
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 012.2 – A** BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR QUEMADURAS

ESC. 012.2 – A.1 AUTOTANQUE. BLEVE DEL RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE – QUEMADURAS



1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics.



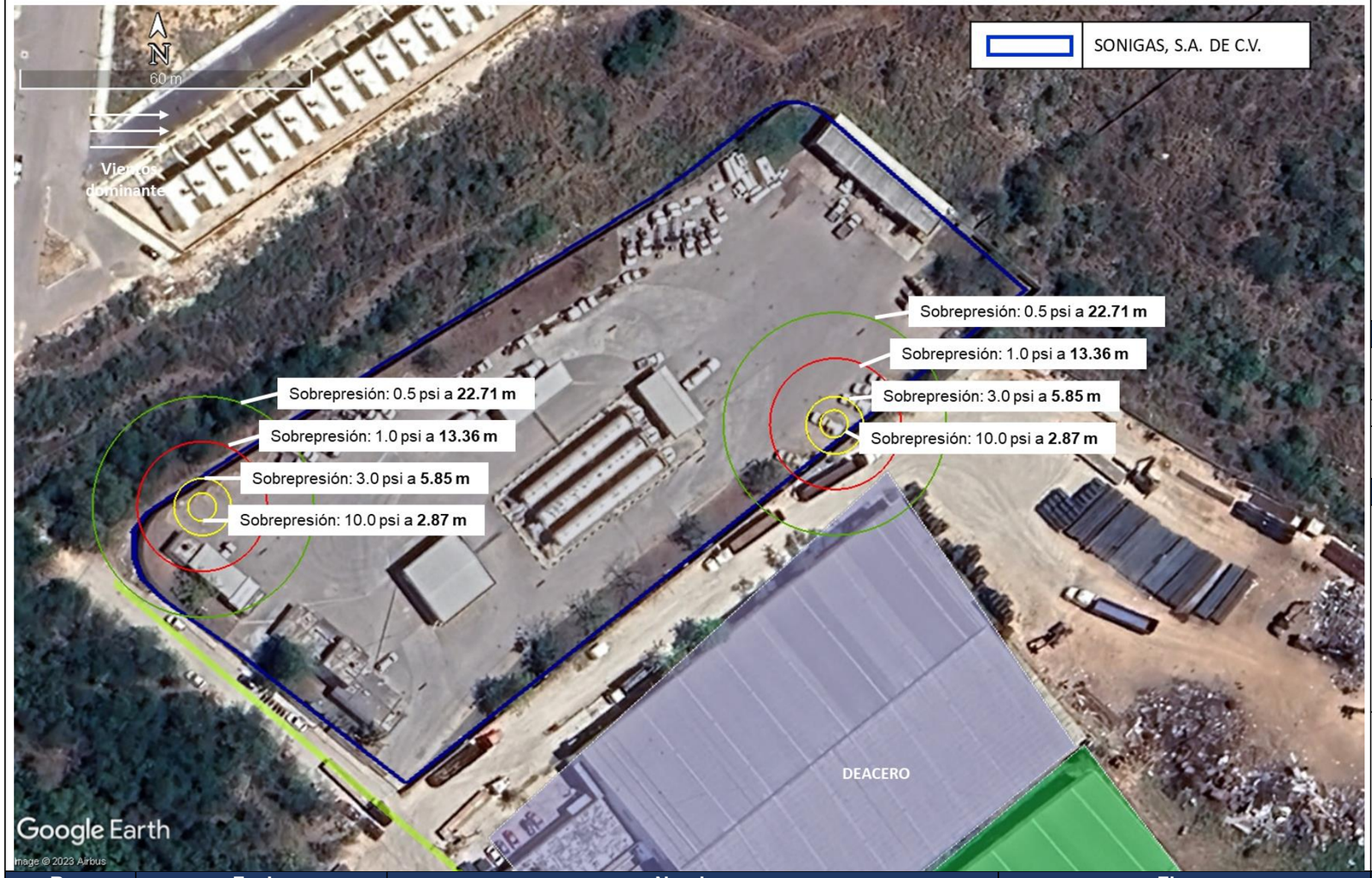
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
Zona 1	Dolor en piel desnuda	191.67
Zona 2	Quemaduras de 1er grado en piel desnuda	124.00
Zona 3	Quemaduras de 2do grado en piel desnuda	90.64
Zona 4	Quemaduras de 3er grado en piel desnuda	34.81

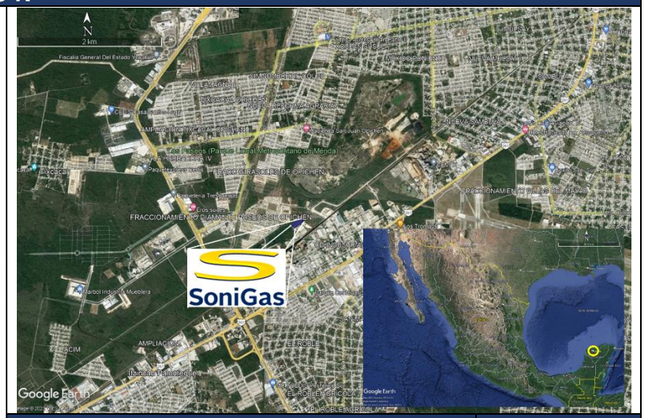
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque Sistema 3.1 Recipiente no transportable	**Descripción del escenario:** Zonificación de los efectos causados durante el tiempo que dura la bola de fuego sobre las personas debido a la BLEVE del autotanque de 4,000 litros. En este caso, se determina la distancia a la cual se tendrían niveles de radiación con la posibilidad de causar daños sobre las personas expuestas.
No. de escenario: 012.2 – A.1	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 012.2 – A.1** BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 012.2 – B. AUTOTANQUE. BLEVE DEL RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE – TNT





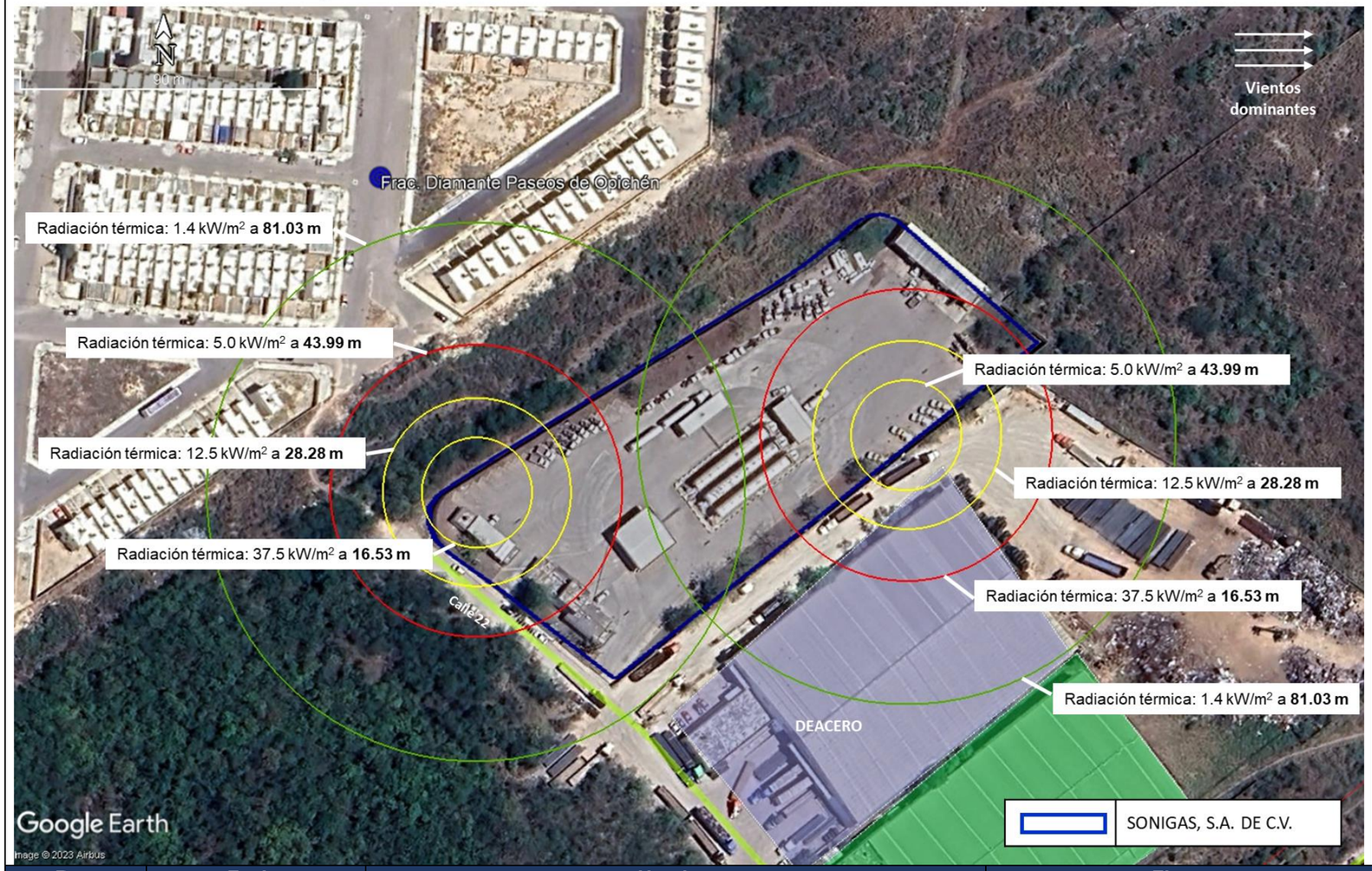
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	22.71
1.00 psi	Zona de alto riesgo	13.36
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	5.85 2.87

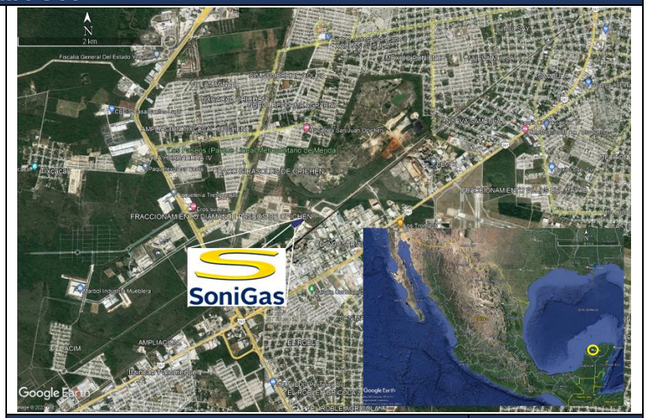
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente de 4,000 L y este se rompe. Se considera que, al producirse la BLEVE, el recipiente, este se encuentra al 80% de su capacidad y este se vacía.
No. de escenario: 012.2 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 012.2 – B** BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 013.1 – A. AUTOTANQUE. DESFOGUE DE LA VÁLVULA– DARDO DE FUEGO



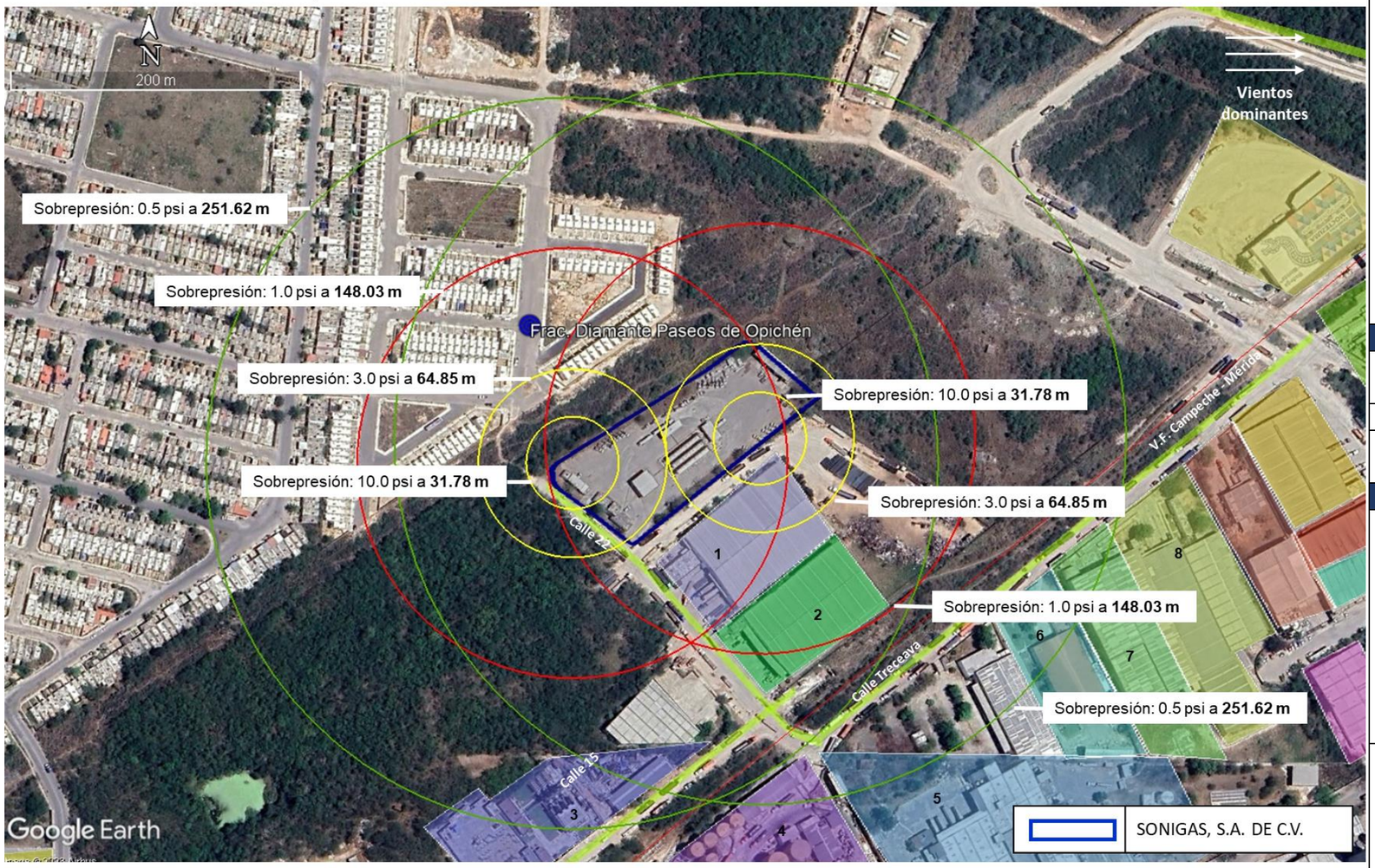


Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	81.03
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	43.99
12.5 kW/m² 37.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	28.28 16.53
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	**Descripción del escenario:** Representación de los efectos de radiación térmica originada por el dardo de fuego formado por la ignición de la fuga de gas debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque.	
No. de escenario: 013.1 - A	Se considera una capacidad de desfogue de 278.60 m^3/min.	

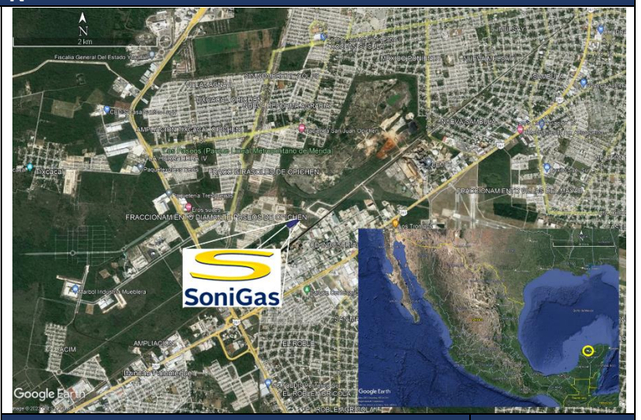
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 013.1 – A** Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque con capacidad de 18,000 L.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 013.1 – B. AUTOTANQUE. DESFOGUE DE LA VÁLVULA– NVNC



1. Deacero, **2.** Milestone Logistics, **3.** Enerkin,. **4.** Proteínas y oleicos, **5.** PEPSICO, **6.** IQUISA, **7.** SQ Servidora Química, **8.** Empaques Carvajal.



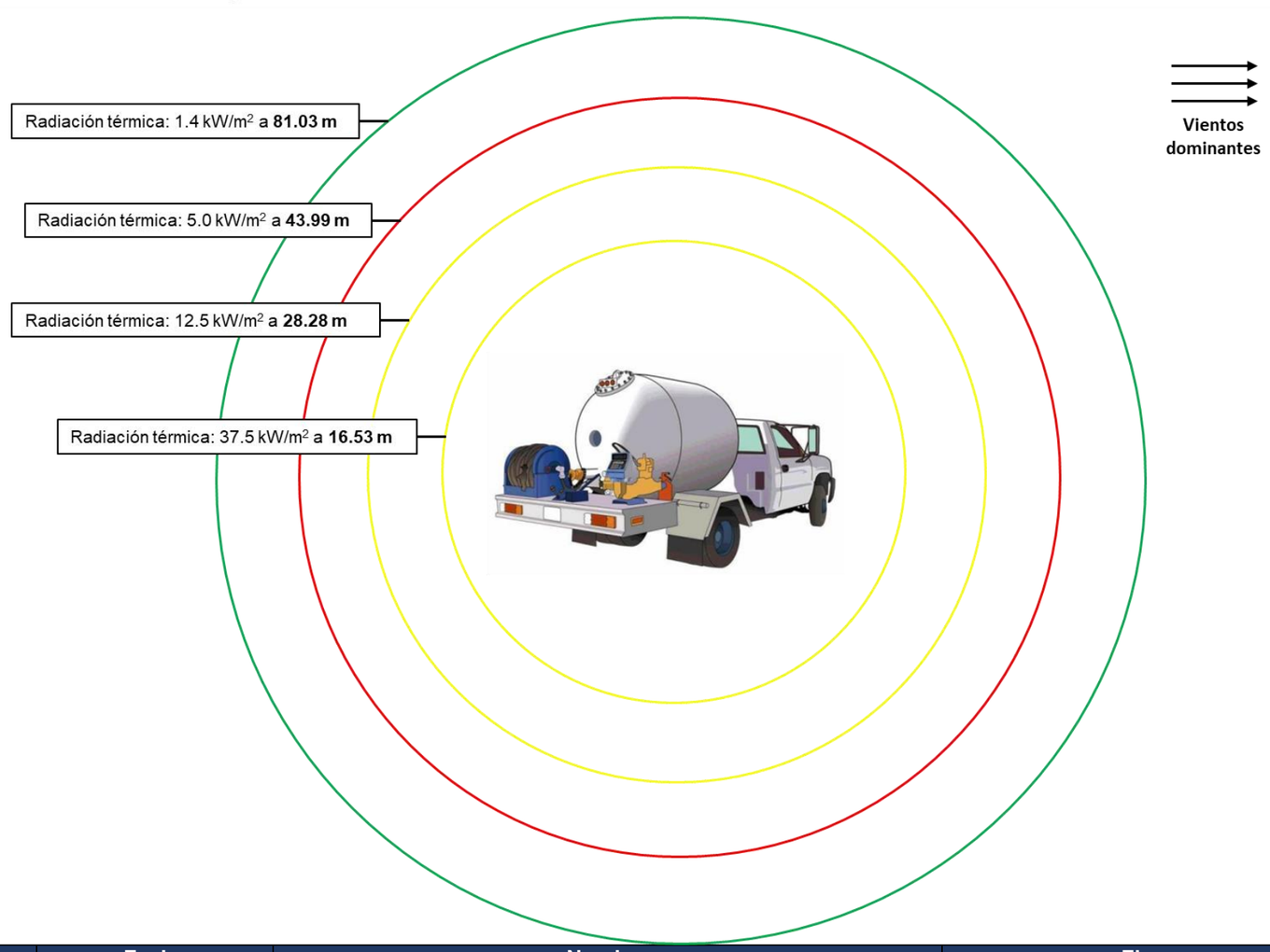
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	251.62
1.00 psi	Zona de alto riesgo	148.03
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	64.85 31.78

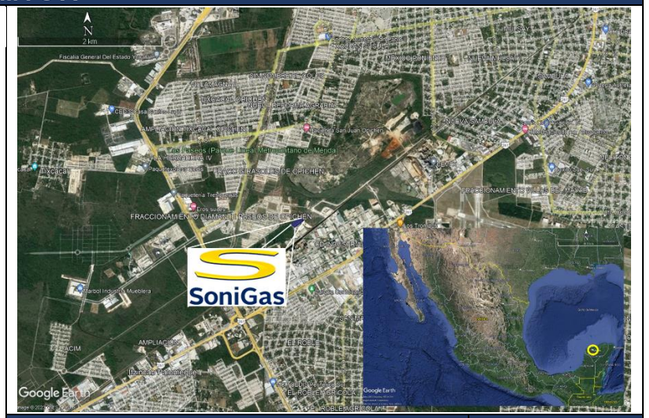
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque. Se considera una capacidad de desfogue de 278 m^3/min.
No. de escenario: 013.1 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 013.1 – B** Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque con capacidad de 18,000 L.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 013.1 – A. AUTOTANQUE. DESFOGUE DE LA VÁLVULA– DARDO DE FUEGO





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	81.03
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	43.99
12.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	28.28
37.5 kW/m²		16.53
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	

Nodo o sistema:

Sistema 4. Distribución y venta

Subsistema 4.1 Autotanque

No. de escenario:

013.1 - A

Descripción del escenario:

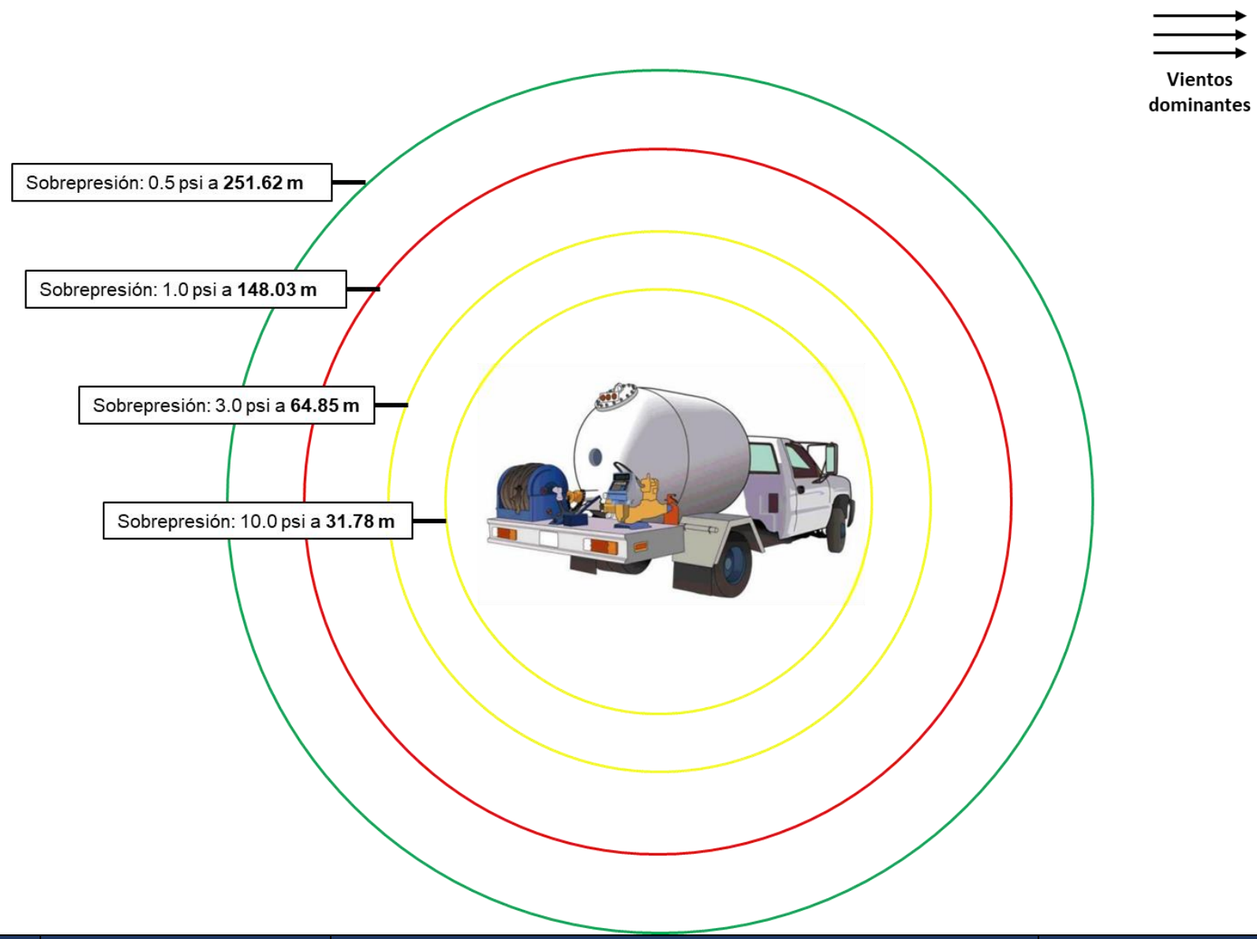
Representación de los efectos de radiación térmica originada por el dardo de fuego formado por la ignición de la fuga de gas debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque.

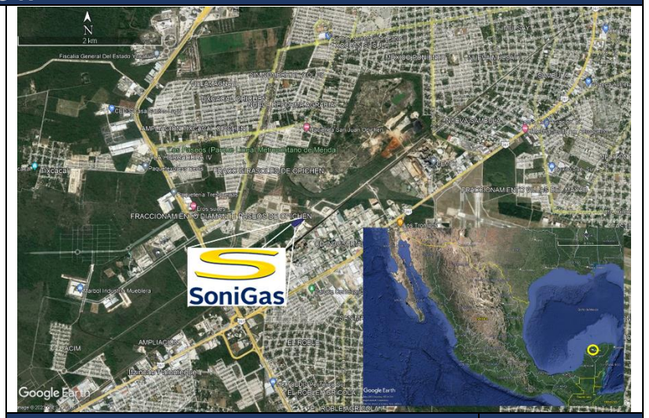
Se considera una capacidad de desfogue de 278.60 m³/min.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 013.1 - A** Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del auto-tanque con capacidad de 18,000 L.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 013.1 – B. AUTOTANQUE. DESFOGUE DE LA VÁLVULA– NVNC





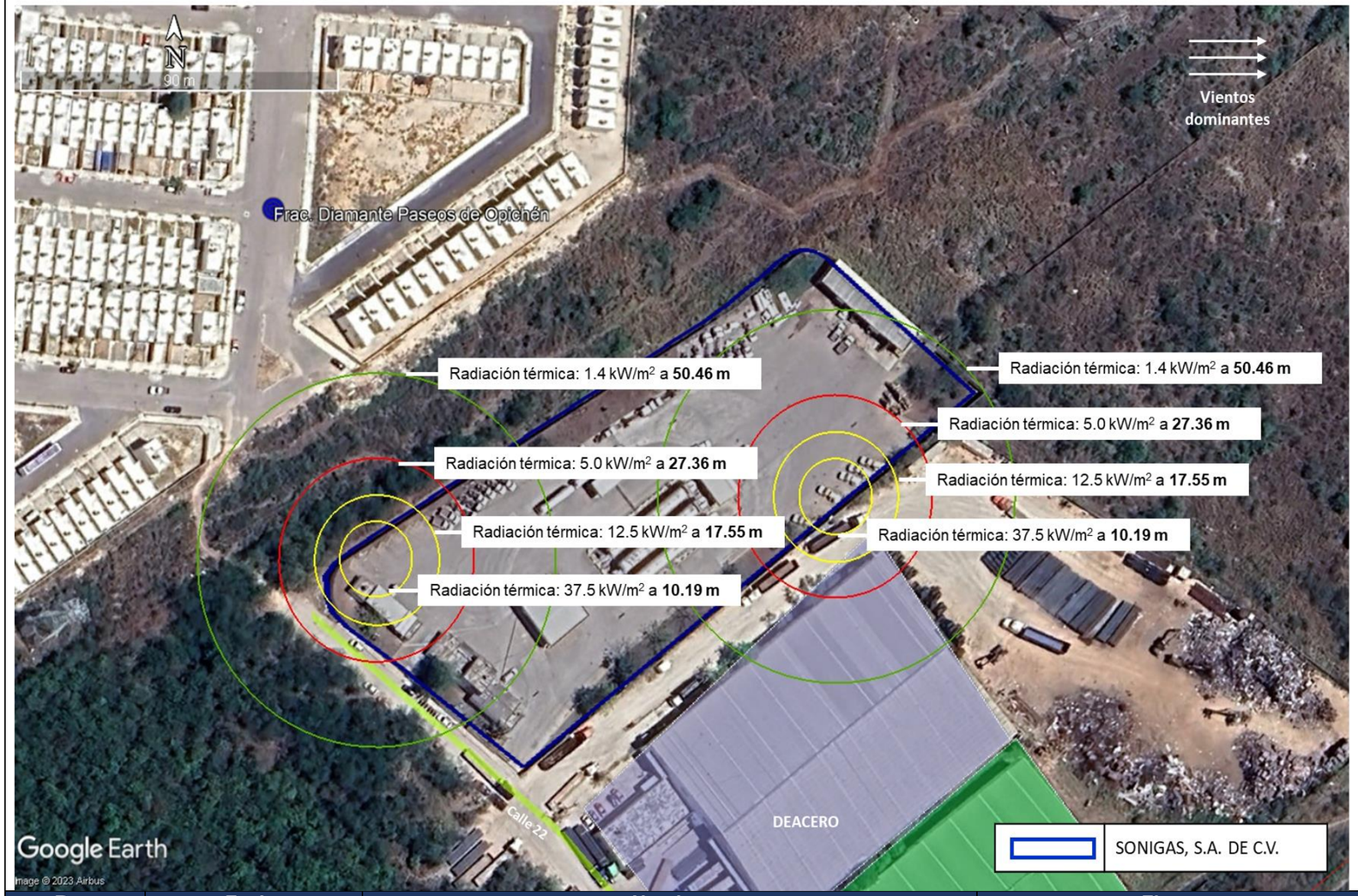
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	251.62
1.00 psi	Zona de alto riesgo	148.03
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	64.85 31.78

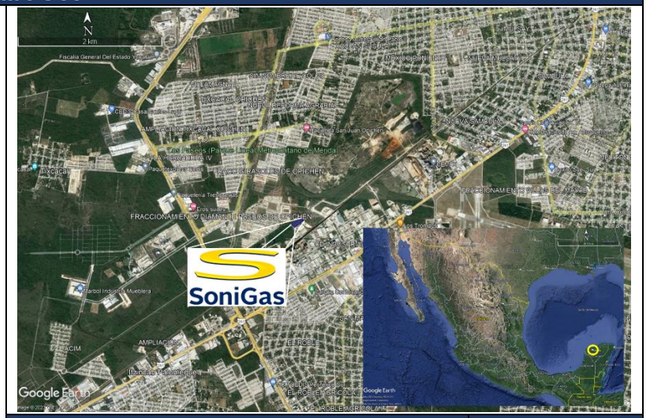
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.1 Autotanque	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque. Se considera una capacidad de desfogue de 278 m^3/min.
No. de escenario: 013.1 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 013.1 - B** Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del auto-tanque con capacidad de 18,000 L.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 013.2 – A. AUTOTANQUE. DESFOGUE DE LA VÁLVULA– DARDO DE FUEGO





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	50.46
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	27.36
12.5 kW/m² 37.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	17.55 10.19

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	**Descripción del escenario:** Representación de los efectos de radiación térmica originada por el dardo de fuego formado por la ignición de la fuga de gas debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque. Se considera una capacidad de desfogue de 103.61 m³/min.
No. de escenario: 013.2 - A	

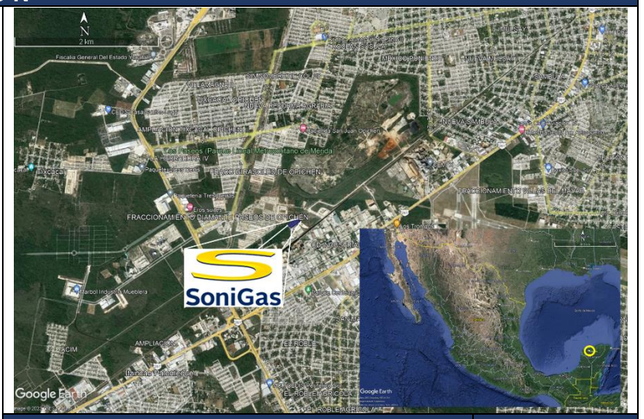
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 013.2 - A** Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del auto-tanque con capacidad 4,000 L.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 013.2 – B. AUTOTANQUE. DESFOGUE DE LA VÁLVULA– NVNC



1. DEACERO, **2.** Milestone Logistics.



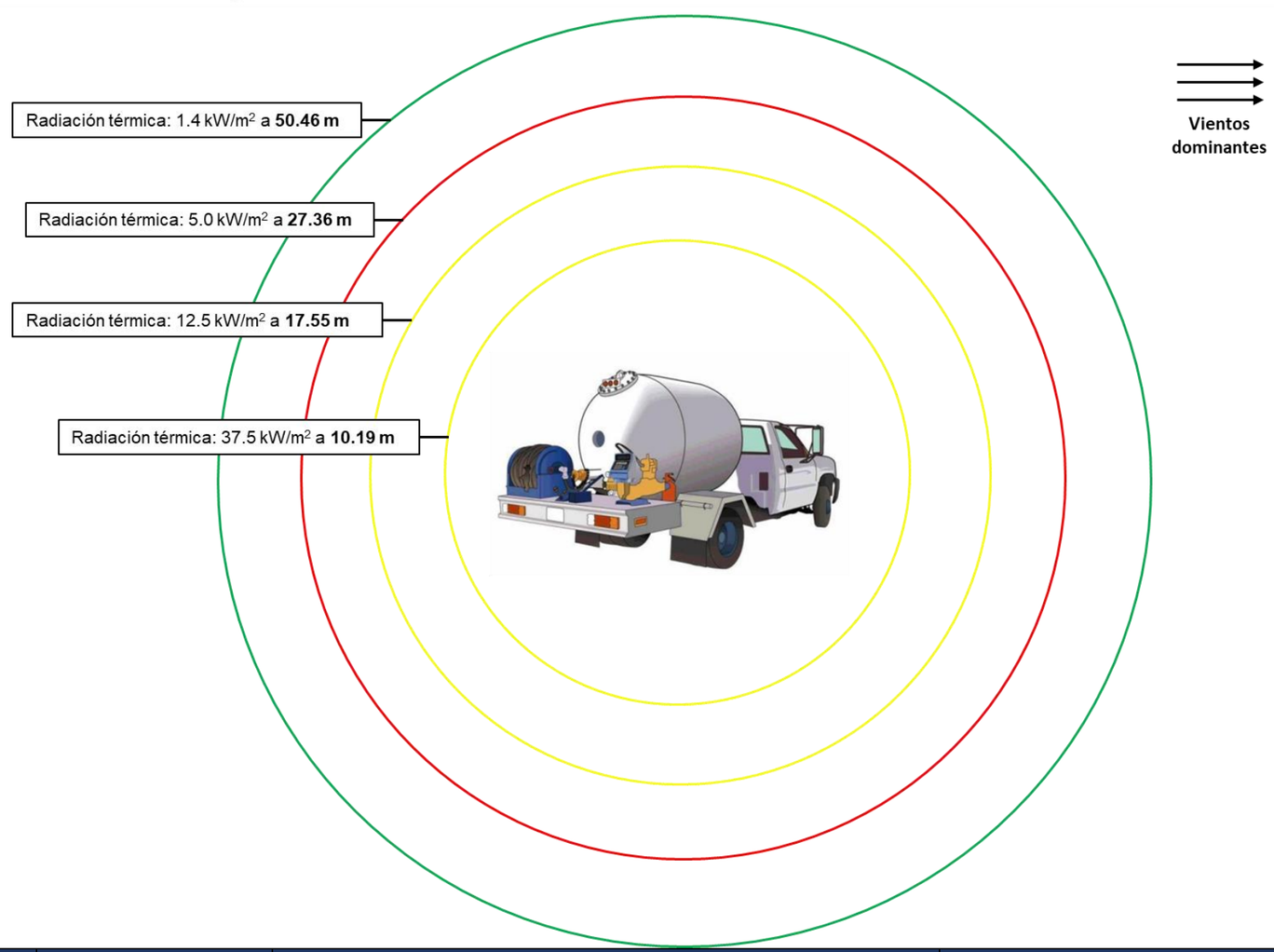
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	180.95
1.00 psi	Zona de alto riesgo	106.45
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	46.63 22.85

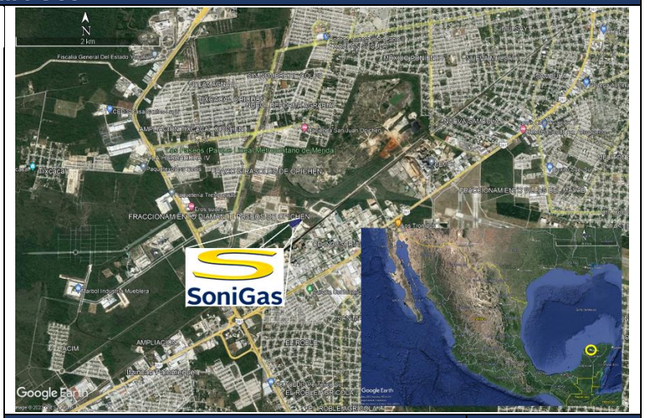
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 3. Autotanque Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque. Se considera una capacidad de desfogue de 103.61 m^3/min.
No. de escenario: 013.2 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 013.2 - B** Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque con capacidad de 4,000 L.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC. 013.2 – A. AUTOTANQUE. DESFOGUE DE LA VÁLVULA– DARDO DE FUEGO





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	50.46
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	27.36
12.5 kW/m²	Zona de alto riesgo	17.55
37.5 kW/m²	por daño a equipos	10.19
Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.	

Nodo o sistema:

Sistema 4. Distribución y venta

Subsistema 4.1 Autotanque

No. de escenario:

013.2 - A

Descripción del escenario:

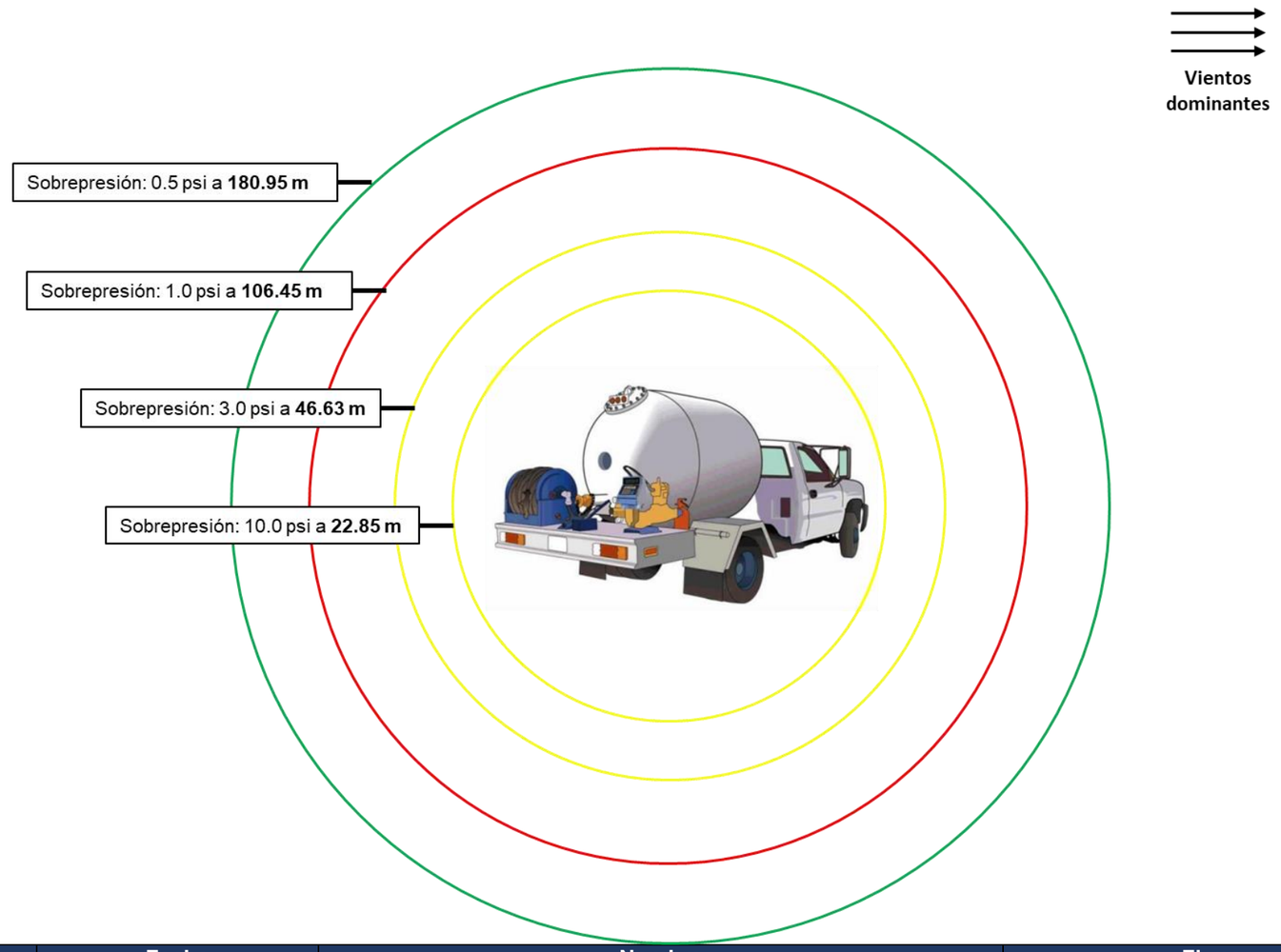
Representación de los efectos de radiación térmica originada por el dardo de fuego formado por la ignición de la fuga de gas debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque.

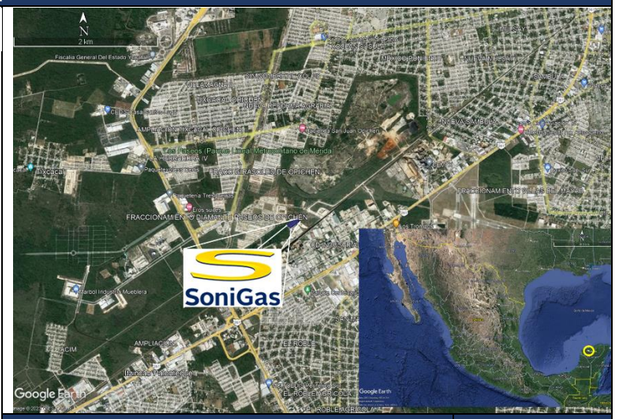
Se considera una capacidad de desfogue de 103.61 m³/min.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 013.2 - A** Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque con capacidad de 4,000 L.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC. 013.2 – B. AUTOTANQUE. DESFOGUE DE LA VÁLVULA– NVNC





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	180.95
1.00 psi	Zona de alto riesgo	106.45
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	46.63 22.85

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Sistema 4. Distribución y venta Subsistema 4.1 Autotanque	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas de la expansión de una nube de Gas L.P. no confinada debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque. Se considera una capacidad de desfogue de 103.61 m^3/min.
No. de escenario: 013.2 - B	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**ESC. 013.2 - B** Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del autotanque con capacidad de 4,000 L.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO VII.
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

VII.1 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.

A continuación, se describe a detalle, para cada uno de los escenarios de riesgo que podrían suscitarse en las instalaciones de "SONIGAS, S.A. DE C.V.", para las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento definidas por los efectos de sobrepresión y radiación, las posibles afectaciones sobre el personal, población, medio ambiente e infraestructura industrial.

Clave del escenario		Esc. 001 Fuga de Gas L.P: ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de Gas L.P. al recipiente de almacenamiento.				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥1.0 psi	≤36.60 m	Hasta un radio de 7.86 m, el personal que se encuentre en las tomas de recepción podría presentar un 90% de probabilidad de rotura de tímpano en tanto que en un radio de 16.03 m podría presentar una probabilidad del 10 al 50% de rotura de tímpano; quienes se encuentren en el recipiente de almacenamiento II, III, toma de carburación, tomas de suministro, muelle de llenado y los estacionamientos (hasta 36.60 m), puede presentar ligeros daños por heridas en la piel debidas a vidrios volando y otro tipo de misiles, así como una probabilidad menor del 1% debido a la rotura de tímpano.	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuentan en si 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Los choferes de los semirremolques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades, los cuales deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 de inciso X del Sistema de Administración. - Entre los procedimientos se debe incluir la verificación de paro de emergencia, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación. - Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su malla interna, asimismo, la manguera para Gas L.P. debe presentar una antigüedad menor de siete años, contados a partir de su fecha de fabricación.
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 62.21 > 36.60 m	Se espera que el personal que se encuentre de pie o caminando cerca de las áreas de circulación, puedan caer al suelo debido al impacto de la onda de choque.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Población	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 36.60 m	Debido a que estos radios de afectación se encuentran, en su mayoría, dentro de las instalaciones, no se esperan daños sobre la población.	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuentan en si 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Los choferes de los semirremolques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades, los cuales deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 de inciso X del Sistema de Administración. - Entre los procedimientos se debe incluir la verificación de paro de emergencia, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación. - Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su malla interna, asimismo, la manguera para Gas L.P. debe presentar una antigüedad menor de siete años, contados a partir de su fecha de fabricación.
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 62.21 > 36.60 m			
Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥1.0 psi	≤ 36.60 m	Para este radio de afectación se espera la caída al suelo de árboles y/o animales por el impacto de la onda expansiva. Dentro de las especies susceptibles a encontrarse se encuentran el cocotero *(Cocos nucifera),* el cedro *(Cedrela odorata),* el framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, el capulín *(Annona squamosa),* entre otros. En cuanto a la fauna, en las colindancias se observó la presencia de perros domésticos *(Canis familiaris),* Zanate mayor *(Quiscalus mexicanus)* y la paloma turca de collar *(Streptopelia decactor).*		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 62.21 > 36.60 m	En este radio de afectación, se espera que la fauna presente pueda caer al suelo debido al impacto de la onda de choque, dentro de las especies que podría encontrarse están el perro doméstico *(Canis familiaris)*, la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Scirus yacatanensis)*, la paloma morada *(Patagioenas flavirostris)*, la Chara yucateca *(Cyanocorax yucatanicus)*, entre otras. En cuanto a la flora presente no se esperan graves daños sobre el elemento. Es posible encontrar especies como la palma botella *(Roystonea regia)*, el cocotero *(Cocos nucifera),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* entre otros.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥10.0	≤ 7.86 m	Dentro de un radio de 7.86 m se encuentran las tomas de recepción, en donde se espera la demolición total y graves daños sobre el equipo (compresores). Mientras que, en un radio de 16.03 m, se espera la demolición de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño en equipos, dentro de este radio se encuentra el recipiente de almacenamiento I.	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuentan en si 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Los choferes de los semirremolques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades, los cuales deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 de inciso X del Sistema de Administración. - Entre los procedimientos se debe incluir la verificación de paro de emergencia, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación. - Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su malla interna, asimismo, la manguera para Gas L.P. debe presentar una antigüedad menor de siete años, contados a partir de su fecha de fabricación.
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 16.03 >7.86 m			
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 36.60 > 16.03 m	Dentro de esta zona se encuentra el recipiente de almacenamiento II y III, la toma de carburación, las tomas de suministro, el muelle de llenado y los estacionamientos, en donde se esperan daños menores, ventanas estrelladas y daños en los marcos.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 62.21 > 36.60 m	Debido a que este radio abarca las zonas de circulación y bardas, se esperan daños menores y limitados en las estructuras.		

Clave del escenario		Esc. 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.				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 51.88 m	Dentro de esta zona se esperan daños que van desde la presencia de dolor en la piel si esta no se cubre en un tiempo de 20 segundos hasta una probabilidad de mortalidad del 100% para el personal que se encuentre en las propias áreas de la planta. Esto en función de la distancia a la que se encuentren del origen del evento.	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuenta 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Llevar registros de la 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. - Verificar el funcionamiento segur de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar las pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 95.40 > 51.88 m	Dentro de este radio de afectación, se espera dolor en la piel para el personal que se encuentre en las áreas de circulación, debido a que este nivel de radiación térmica es el máximo soportable por personas con vestiduras normales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 132.78 > 95.40 m	El personal que se encuentre cerca del origen del evento presentará una probabilidad de hasta el 100% por fatalidades debido a lesiones pulmonares, en tanto que quienes se encuentren en los baños, estacionamiento administrativo, cocina, cuarto de equipo contra incendio, vigilancia, recipientes portátiles rechazados, pintura de recipientes, taller llantero, almacén de residuos, taller y área de lavado podría presentar ligeros daños por heridas en la piel debido a vidrios volando u otro tipo de misiles, además, se tiene una probabilidad del 1% por ruptura de tímpano.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 225.70 > 132.78 m	Debido a que este radio sobrepasa los límites de la instalación, no se esperan daños en el personal.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 51.88 m	Debido a que estos radios se encuentran en su mayoría dentro de los límites de la planta, no se esperan daños para la población.	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuenta 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Llevar registros de la 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. - Verificar el funcionamiento segur de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar las pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
		Amortiguamiento ≥1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 95.40 > 51.88 m	En una distancia de 65.24 m desde las tomas de recepción se encuentra el Fracc. Diamante Paseos de Opichen en donde se espera dolor en la piel desnuda dependiendo de la distancia a la que se encuentre del origen del evento.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 132.78 > 95.40 m	En una distancia de 65.24 m desde las tomas de recepción se encuentra el Frac. Diamante Paseos de Opichen, en donde se espera una probabilidad del 1% por ruptura de tímpano, así como daños que van de ligeros a serios por vidrios volando u otro tipo de misiles.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 225.70 > 132.78 m	Dentro de este radio se encuentra el Frac, Diamante Paseos de Opichen, en donde se espera la caída al suelo de las personas que se encuentren de pie o caminando en una distancia de hasta 225.70 m.		
Medio Ambiente	Radiación Térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 51.88 m	Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de particulas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Dentro de este radio se esperan afectaciones que van desde la devastación parcial de la flora y deterioro de la cubierta vegetal hasta afectaciones menores a la flora presente. Entre las especies susceptibles a encontrarse se encuentra el capulín *(Annona squamosa)*, el cacalosúchil *(Plumeria rubra),* la palma blanca *(Washingtonia robusta),* tronadora *(Tecoma stans),* entre otras especies. En cuanto a la fauna, es posible encontrar especies como el zanate mayor *(Quiscalus mexicanus),* la golondrina pueblera *(Petrochelidon fulva),* el centzontle tropical *(Mimus gilvus)*, la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis),* entre otras especies, mismas que podrían presentar desde dolor si la exposición es mayor a 20 segundos hasta una mortalidad del 100% dependiendo de la distancia a la que se encuentren del origen del evento.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Radiación térmica	Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 95.40 > 51.88 m	Dentro de esta zona de riesgo no se esperan afectaciones en el aire, flora y fauna presentes.	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuenta 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Llevar registros de la 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. - Verificar el funcionamiento segur de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar las pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 132.78 > 95.40 m	La calidad del aire sería el principal componente afectado debido a la emisión de gases de combustión y partículas. Dentro de esta zona de afectación se prevé un 50% de afectación de la flora presente hasta la devastación parcial de la misma dependiendo la altura del elemento y la distancia a la que se encuentren del origen del evento. Destaca la presencia de especie como la cruceta *(Dicliptera sexangularis),* el capulín *(Annona squamosa),* la palma botella *(Roystonea regia),* la Palma Blanca *(Washingtonia robusta),* entre otras. Cabe mencionar que la palma botella se encuentra sujeta a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto a las especies faunísticas se prevé que podrían presentar traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. Es posible encontrar aves como el zanate mayor *(Quiscalus mexicanus),* la golondrina pueblera *(Petrochelidon fulva),* el centzontle tropical *(Mimus gilvus)*, mamíferos como la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis),* entre otras especies.	
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 225.70 > 132.78 m	En este radio no se espera que los elementos florísticos se vean severamente dañados. Mientras que en el caso de las especies faunísticas se espera la caída al suelo debido al impacto de la onda de choque. Es posible encontrar especies como el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti)*, la chara yucateca *(Cyanocorax yucatanicus),* el tordo cantor *(Dives dives),* entre otras espeicies.	

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 19.77 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 19.77 m se encuentran las tomas de recepción y los recipientes de almacenamiento I y II, en donde se esperan graves daños a equipos de proceso, así como el colapso y destrucción de estructuras.	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuenta 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Llevar registros de la 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. - Verificar el funcionamiento segur de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar las pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 33.46 > 19.77 m	Desde una distancia de 19.77 m hasta 33.46 m se encuentra el recipiente de almacenamiento III, la toma de carburación, las tomas de suministro, el muelle de llenado y el estacionamiento, en donde se esperan daños severos a equipos de instrumentación, así como ignición de tubos y recubrimientos de plástico.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 51.88 > 33.46 m	En esta zona de afectación se esperan daños que van de moderados a ligeros en estructuras, siendo el estacionamiento y la barda los afectados.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 95.40 > 51.88 m	Dentro de este radio no se esperan daños estructurales para los baños, cocina, oficinas, vigilancia, recipientes portátiles rechazados, pintura de recipientes, talleres, almacén de residuos y área de lavado.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 28.50 m	Dentro de un radio de hasta 28.50 m se prevé la demolición total y graves daños en estructuras, así como severos daños sobre el equipo de la planta, es decir, en las tomas de recepción, los recipientes de almacenamiento, la toma de carburación, tomas de suministro y estacionamiento.	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuenta 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Llevar registros de la 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. - Verificar el funcionamiento segur de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar las pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 58.17 > 28.50 m	Dentro de la zona que va desde 28.50 m hasta 58.17 m se encuentra el muelle de llenado y estacionamientos, donde se esperaría la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño en equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 132.78 > 58.17 m	Dentro de esta zona se esperan daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas estrelladas, así como daños en los marcos, en esta zona se encuentran los baños, estacionamiento administrativo, cocina, oficinas, equipo contra incendio, vigilancia, recipientes portátiles rechazados, pintura de recipientes, taller llantero, almacén de residuos, taller y área de lavado y la empresa Deacero.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 225.70 > 132.78 m	En este radio de afectación se esperan daños menores y limitados en las estructuras civiles, siendo Milestone Logística la empresa que se encuentra dentro de esta zona.		

Clave del escenario		Esc. 003 BLEVE del semirremolque				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 529.50 m	Dentro de esta zona se espera que el personal que se encuentre a una distancia de 144.66 m reciba una dosis de radiación térmica de 44.45 kW/m^2 ocasionando un nivel de letalidad del 50% para vestidura promedio y quemaduras de 3er grado, es decir, para el personal que se encuentre en la planta.	- Los semirremolques cuentan con válvulas de globo de acción manual. - En la toma para gas – líquido se cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- 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 atmosferas peligrosas. - Verificación de paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como de las condiciones de operación.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 988.51 > 529.50 m	No se esperan daños para el personal debido a que estos radios sobrepasan los límites de las instalaciones		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤30.48 m	Dentro de esta zona, se espera que el personal que se encuentre desde el inicio del incidente hasta una distancia de 30.48 m presente daños que van desde daños ligeros por heridas en la piel debidas a vidrios volando u otros misiles, así como una probabilidad de rotura de timpano del 1% hasta una probabilidad del 100% por fatalidades debidas a lesiones pulmonares, dependiendo de la distancia a la que se encuentren del origen del evento. Las áreas de la planta que se encuentran dentro de esta zona son las tomas de recepción, el área de almacenamiento de Gas L.P., las tomas de suministro y carburación y el estacionamiento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 51.81 > 30.48 m	Se espera que el personal que se encuentre de pie o caminando en áreas de circulación, estacionamientos y en el muelle de llenado pueda caer al suelo debido al impacto de la onda de choque.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 529.50 m	Dentro de esta zona de afectación, se espera que las personas expuestas en el Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichen a una distancia de hasta 144.66 m desde el origen del incendio reciban una dosis de radiación térmica de hasta 44.45 kW/m^2, misma que podría ocasionar quemaduras de 3 er grado en piel desnuda y un nivel de letalidad del 50% para vestidura promedio, quienes se encuentren a una distancia de 286.87 m, es decir, en el fraccionamiento antes mencionado y en la empresa Enerkin, recibirían una dosis de radiación de 15.72 kW/m^{2,} misma que podría causar quemaduras de 2do grado en piel desnuda, así como un nivel de letalidad del 1% para vestidura promedio; quienes se encuentren en las empresas Proteinas y oleicos, PEPSICO, ISQUISA, SQ Servidora Química, Empaques Carvajal y el Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichén en una distancia de hasta 380.86 m recibiría una dosis de radiación térmica de hasta 9.34 kW/m^2 ocasionando quemaduras de 1er grado en piel desnuda, en tanto quw, quienes se encuentren en una distancia de hasta 576.41 m recibirían una dosisi de 4.16 kW/m^2 presentarían dolor en la piel, siendo las personas afectadas aquellas que se encuentren en ARBI Industrial, Bodega de Cementos Moctezuma, SIGMA, Zelma Kooler S.A. de C.V., DHL, DEYUSA, Te la ponemos fácil S.A. de C.V., Tpf Wines & Liquor Advisors, Comercial Distribuidora Mar S.A. de C.V., Serquisur, Nutrimentos Peninsular, Alimentos balanceados, MAYAB, Almacén ISSSTE, AG Logistics, Fábrica BACHOCO, Cremería américana y en el CRODE.	- Los semirremolques cuentan con válvulas de globo de acción manual. - En la toma para gas – líquido se cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- 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 atmosferas peligrosas. - Verificación de paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como de las condiciones de operación.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 988.51 > 529.50 m	En este radio de afectación se espera que las personas presenten dolor en piel desnuda en tanto que, para personas con vestimentas normales no se esperan daños.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 30.48 m	Debido a que estos radios de afectación se encuentran en su mayoría dentro de los límites de la instalación no se esperan daños sobre este elemento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 51.81 > 30.48 m			

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 529.50 m	Como consecuencia de la radiación térmica, se puede generar el desarrollo de incendios secundarios, en donde se quemará el material cumbistible sobre la superficie del suelo ocasionando cambios en las propiedades del mismo. Los productos de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Dentro de esta zona se esperan daños que van desde la devastación parcial de de la flora y deterioro de la cubierta vegetal hasta la devastación total, dependiendo de la distancia a la que se encuentre el elemento del origen del evento. Destaca la presencia de especies como capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En cuanto a fauna se refiere, se prevén daños que van desde una probabilidad del 100% de mortalidad hasta la presencia de dolor si la exposición es mayor a 20 segundos, Es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los semirremolques cuentan con válvulas de globo de acción manual. - En la toma para gas – líquido se cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- 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 atmosferas peligrosas. - Verificación de paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como de las condiciones de operación.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	988.51 m	En el caso de la fauna expuesta, esta podría presentar dolor en la piel dependiendo de la distancia a la que se encuentren.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 30.48 m	La calidad del aire sería el principal componente afectado debido a la emisión de gases de combustión y partículas. Dentro de esta zona se prevé la afectación del 50% de la flora presente. Entre las especies susceptibles a encontrarse están el Framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, gallitos *(Cynodon dactylon),* Lluvia de oro asiática *(Cassia fistula)* y el Apamate Rosa *(Tabebuia rosea).* Se prevé que las especies faunísticas presentes que pudieran encontrarse en esta zona, podrían presentar desde traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta la amputación de miembros o la apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de órganos. Debido a que este radio de afectación se encuentra, en su mayoría, dentro de la instalación, es posible encontrar especies como perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti).*	- Los semirremolques cuentan con válvulas de globo de acción manual. - En la toma para gas – líquido se cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- 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 atmosferas peligrosas. - Verificación de paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como de las condiciones de operación.
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 51.81 > 30.48 m	Dentro de este radio no se esperan afecciones severas en la flora presente. En los linderos inmediatos a la planta se encuentran especies como el Framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, gallitos *(Cynodon dactylon),* Lluvia de oro asiática *(Cassia fistula)* y el Apamate Rosa *(Tabebuia rosea).* Cocotero *(Cocos nucifera),* entre otras. Se prevé que las especies faunísticas presentes podrían caer al suelo debido al impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 51.81 m. En las inmediaciones de la planta es posible encontrar especies como lo son el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti)*, entre otras.	
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 170.66 m	Dentro de un radio de hasta 170.66 metros se encuentran las instalaciones propias de la planta, así como las empresas Deacero y Milestone Logística, mismas con actividades comerciales y de transporte por lo que los daños esperados son el colapso y destrucción total de estructuras.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 330.05 > 170.66 m	Dentro de esta zona se espera la ignición de tubos y recubrimientos de plástico, en donde se encuentran las empresas Enerkin, Proteínas y Oleicos, PEPSICO, ISQUISA, SQ Servidora Química y Empaques Carvajal.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 529.50 > 330.05 m	En este nivel de radiación térmica se esperan ligeros daños estructurales, siendo los afectados ARBI Industrial S.A. de C.V., DHL, DAYUSA, Te la ponemos fácil, S.A. de C.V., Tpf Wines & Liquor Advisors, Bodega de Cementos Moctezuma, Zelma Kooler S.A. de C.V., Comercial Distribuidora Mar S.A. de C.V., Nutrimentos Peninsulares, Alimentos balanceados, MAYAB, Almacén estatal ISSSTE, Centro BACHOCO y Zelma Kooler de México S.A. de C.V.	- Los semirremolques cuentan con válvulas de globo de acción manual. - En la toma para gas – líquido se cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- 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 atmosferas peligrosas. - Verificación de paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como de las condiciones de operación.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 988.51 > 529.50 m	Dentro de este radio no se esperan afectaciones sobre los elementos presentes.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 6.54 m	En un radio de hasta 6.54 se encuentra la toma de recepción, en donde se espera la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, así como el 100% de daños sobre el equipo.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 13.35 >6.54 m	Dentro de esta zona no se encuentran elementos externos a la toma de recepción que pudieran resultar con la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado, además de un 50% de daño en los equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 30.48 > 13.35 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas estrelladas y daños en los marco, dentro de esta zona se encuentra la zona de almacenamiento de Gas L.P., la toma de carburación, tomas de suministro y estacionamiento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 51.81 > 30.48 m	En este radio se encuentra el muelle de llenado y estacionamientos para los cuales se esperan daños menores y limitados en las estructuras civiles.		

Clave del escenario		Esc. 004 BLEVE del recipiente de almacenamiento debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 776.74 m	Dentro de esta zona se encuentran las propias áreas de la plnata, por lo que se espera que el el personal que se encuentre en una distancia de hasta 237.81 m reciba una dosis de radiación térmica de 33.91 kW/m^2, misma que podría ocasionar quemaduras de 3er grado en piel desnuda, así como un nivel de letalidad del 50% para vestidura promedio.	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤1459.77 > 776.74 m	Debido a que esta zona de afectación sobrepasa los límites que conforman a la planta, no se esperan daños para el personal.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 112.58 m	Dentro de esta zona de afectación, se espera que los daños vayan desde ligeros por heridas en la piel debidos a vidrios volando u otros misiles, así como una probabilidad del 1% por rotura de tímpano hasta una probabilidad de fatalidades del 100% debido a lesiones pulmonares. Es decir que el personal afectado sería el que se encuentre en la Planta, asimismo, es importante mencionar que estos daños dependen de la distancia a la que el personal se encuentre del origen del evento por lo que, entre más cercano a este mayor será la afectación.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	191.37 m	Debido a que este radio sobrepasa los límites de la planta, no se esperan daños para el personal.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 776.74 m	Dentro de esta zona, se espera que las personas expuestas en el Frac. Diamante Paseos de Opichén y Milestone Logistics, en una distancia de hasta 237.81 m reciban una radiación térmica de 33.91 kW/m^2, misma que podría ocasionar quemaduras de 3er grado y un nivel de letalidad del 50% para vestidura promedio; quienes se encuentren en una distancia de hasta 480.32 m, es decir, en Enerkin, Proteínas y Oleícos, PEPSICO, ISQUISA, SQ Servidora Química, Empaques Carvajal, Arbi Industrial S.A. de C.V., DHL, DEYUSA, Te la ponemos fácil S.A. de C.V. y la bodega de Cementos Moctezuma presentaría una radiación de 11.99 kW/m^2 la cual ocasionaría quemaduras de 2do grado y un nivel de letalidad del 1% para vestidura promedio. En tanto que aquellos que se encuentren a una distancia de 639.39 m recibiría una dosis de 7.13 kW/m^2 ocasionando quemaduras de 1er grado en piel desnuda, por lo que las personas afectadas serían quienes se encuentren en Zelma Kooler S.A. de C.V., SIGMA, Comercial Distribuidora Mar, S.A. de C.V., Forma Print, Serquisur, CAMPI, Cordeles y Hamacas de Yucatán, TUPSAFLEX, Nutrimentos Peninsulares, MAYAB, Encanto México, AG Logistic, Cremería Americada y el Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Población	Radiación térmica	Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 1459.77 > 776.74 m	Las personas que se encunetren expuestas en una distancia de hasta 969.56 m recibirían una radiación térmica de hasta 3.17 kW/m^2 por lo que podrían presentar dolor en piel desnuda si esta no se protege en un tiempo de 20 segundos, los afectados serían aquellos expuestos en la Central Termoeléctrica CFE, SEGALMEX, Mallasol, Cedis BACHOCO, ALPENSA, KEMIX, Recicladora de Cartón, Zelma Kooles de México S.A. de C.V., RAYASA, 3 carnes, DPL, GOU, DIREGO, Bajo Cero, Universidad autonóma de Yucatán, Guardería Canacintra, Parque Centenario del Ejercito Mexicano, Cemento Portland, BIMBO, Mayan Trend S.A. de C.V., Hotel Chichén Itzá, SERVIMAX, COMEGA, ODM Express, Patzi Merida, Universal Cargo M. S.A. de C.V., Andamio SM8, DIMASUR, Incubadora BACHOCO, Grupo hidráulico, PAQUETEXPRESS, Safety Offshore of Mexico S.A. de C.V., Aquaplas, ALBANY, Aluminio y vidrio Mayalum, Gasolinera PEMEX, Connector, Treza del Caribe S.A. de C.V., POLPUSA, CEVA, Palsa Seijo Aluminios y Cristales, PLASTHERM, Infra del Sur, INTECH, Sazón de Yucatán S.A. de C.V., El Rey del Tornillo, MONSERVIS, Grupo RESA, CAD TELCEL, Grupo Industrial B.Z. S.A. de C.V., Parque Lineal Metropolitano y el Fraccionamiento Girasoles de Opichen.	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.
	Sobrepresión	Alto Riesgo (1.0 psi)	112.58 m	Dentro de este radio se espera que las personas expuestas en el Frac. Diamante Paseos de Opichen presenten heridas que van de ligeras a serias debido a vidrios volando u otro tipo de misiles, así como una probabilidad del 1% por ruptura de tímpano.		
		Amortiguamiento (0.50 psi)	191.37 m	Se espera que las personas que se encuentren de pie o caminando en el Frac. Diamante Paseos de Opichen en una distancia de hasta 191.37 m puedan caer al suelo debido al impacto de la onda de choque.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 776.74 m	Como consecuencia de la radiación térmica, se puede generar el desarrollo de incendios secundarios hasta un radio de 476.76 m, en los cuales se quemará el material combustible situado sobre la supericie del suelo, por lo que este sufriría cambios en sus propiedades. Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. En esta zona de afectación se prevén desde daños menores a la flora presente hasta la devastación total y parcial de la cubierta vegetal. Destaca la presencia de especies como capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. Se prevé que las especies que se encuentren dentro de esta zona de afectación presenten desde una mortalidad del 100% en un minuto hasta dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Esto dependiendo de la cercanía del mismo al origen del incendio, es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.
		Amortiguamiento ≥1.40 > 5.0 kW/m^2	≤ 1459.77 > 776.74 m	Debido a que este nivel de radiación térmica es el máximo soportable, non se esperan daños para el suelo, aire, flora y fauna.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 112.58 m	La calidad del aire sería el principal componente afectado deobido a la emisión de gases y partículas de combustión. Dentro de esta zona se prevé la afectación del 50% de la flora presente. Entre las especies susceptibles a encontrarse están el Framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, gallitos *(Cynodon dactylon),* Lluvia de oro asiática *(Cassia fistula)* y el Apamate Rosa *(Tabebuia rosea).* Se prevé que las especies faunísticas presentes que pudieran encontrarse en esta zona podrían presentar desde traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta la devastación del 50 al 90% de las especies con una porbable amputación de miembros o la apertura de cavidades, esto dependiendo la distancia a la que se enceuntren del origen del evento. Debido a que estas distancias se encuentran, en su mayoría, dentro de la instalación, es posible encontrar especies como perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti).*	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 191.37 > 112.58 m	Dentro de esta zona no se esperan afecciones severas en la flora presente. En los linderos inmediatos a la planta se encuentran especies como el Framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, gallitos *(Cynodon dactylon),* Lluvia de oro asiática *(Cassia fistula)* y el Apamate Rosa *(Tabebuia rosea).* Cocotero *(Cocos nucifera),* entre otras. Se prevé que las especies faunísticas presentes podrían caer al suelo debido al impacto de la onda expansiva. En las inmediaciones de la planta es posible encontrar especies como lo son el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti)*, entre otras.		
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 228.41 m	Desde el origen del incendio, hasta una distancia de 228.41 m se encuentran las propias áreas de la planta, así como las empresas Deacero, Milestone Logisitca, y Enerkin, para los cuales se prevé el colapso y destrucción total de estructuras.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 476.76 > 228.41 m	En un radio de hasta 476.76 m, se esperaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico en Proteínas y Oleicos, PEPSICO, ISQUISA, SQ Servidora Química, Empaques Carvajal, ARBI Industrial S.A. de C.V., DHL, DAYUSA, Te la ponemos fácil S.A. de C.V., Bodega Cementos Moctezuma, AG Logistics, Almacén estatal ISSSTE, MAYAB, Alimentos balanceados, Nutrimentos Peninsulares, Comercial Distribuidora Mar S.A. de C.V. y Zelma Kooler S.A. de C.V.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 776.74 > 476.76 m	En esta zona de afectación se esperan daños que van de ligeros a moderados en estructuras, por lo que las industrias afectadas serán Cremería Americana, RedPack Centro Operativo, Fábrica BACHOCO, CEDIS BACHOCO, ALPENSA, A Logisitcs, Grupo La Anita, 3 Carnes, DPL, GOU, Aceros y perfiles de Mérida S.A. de C.V., Stampi Tech Tools & Plastic, Cemento Portland, Encanto México, Polígono Diamoro, Autolavado, Mayan Trend S.A. de C.V., TUPSAFLEX, Cordeles y Hamacas de Yucatán, SERQUISUR Materias Primas, CAMPI, Llantera SERVIMAX, COMEGA, ODM Express, PATZI Mérida, Universal Cargo M S.A. de C.V., Grupo Hidráulico, Bodega MINSA, BONAFONT, Yucatán Herbal, Connector, Treza del Caribe S.A. de C.V., Forma Print, Infra del Sur S.A. de C.V., INTECH, PLASTHERM, El Rey del Tornillo, DIREGO, SEGALMEX y la Central Termoeléctrica CFE,	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 1459.77 > 776.76 m	Dentro de esta zona no se esperan daños estructurales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 24.17 m	En un radio de hasta 24.17 m se encuentra la zona de almacenamiento de Gas L.P., tomas de recepción, toma de carburación, tomas de suministro y muelle de llenado, en donde se esperaría la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, así como el 100% de daños en equipos.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤49.32 > 24.17 m	En tanto que, a una distancia de hasta 49.32 m se encuentran las oficinas, cuarto de equipo contra incendio, estacionamientos y la empresa Deacero, en donde se esperaría la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado, además de un 50% de daño en los equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 112.58 > 49.32 m	En esta zona se presentarían daños menores a instalaciones, ventanas estrelladas y daño en los marcos, las áreas afectadas en la planta serían los baños, estacionamiento administrativo, cocina, vigilancia, recipientes portátiles rechazados, pintura de recipientes portátiles, taller llantero, almacén de residuos, taller y área de lavado y la empresa Milestone Logistics.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi)	≤ 191.37 > 112.58 m	En esta zona de afectación no se encuentran instalaciones industriales que pudieran resultar con daños.		

Clave del escenario		Esc. 005 Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 45.68 m	El personal que se encuentre en una distancia de hasta 16.02 m (Almacenamiento de Gas L.P., toma de recepción, tomas de suministro y muelle de llenado) podría presentar una mortalidad del 100%, quienes se encuentren en el estacionamiento pueden presentar desde quemaduras de 1er grado hasta dolor en la piel si esta no se cubre en un tiempo de 20 segundos.	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de PQS tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de los procedimientos. - Verificar que el tubo de desfogue conectado a la válvula de seguridad cuente con capuchón protector. - Verificar que las válvulas de seguridad no presenten: ▪ Partículas foráneas que puedan impedir el correcto funcionamiento de la válvula. ▪ Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ▪ Daño físico. ▪ Fuga en el asiento o en la conexión del recipiente. ▪ Corrosión.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 84.76 > 45.68 m	Dentro de esta zona de afectación se espera que el personal expuesto pueda presentar dolor en la piel desnuda, entanto que, no se esperan daños para personas con vestimentas normales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 145.03 m	Dentro de esta zona de afectación se esperan daños que van desde daños ligeros en la piel debido a vidrios volando u otros misisles hasta una probabilidad del 100% por fatalidades debido a lesiones pulmonares. Cabe mencionar que estos daños dependen de la cercanía que tenga el personal al incio del evento, siendo todo el personal que se encuentre en la planta el afectado.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 246.52 > 145.03 m	Debido a que este radio de afectación sobrepasa los límites de la planta, no se esperan daños para el personal.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 45.68 m	Dentro de estas zonas de afectación no existen elementos vulnerables de población que puedan resultar afectados.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 84.76 > 45.68 m			
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 145.03 m	En esta zona de afectación se encuentra el Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichen podrían presentar daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel debido a vidrios volando u otros proyectiles, así como una probabilidad del 1% de ruptura de tímpano.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 246.52 > 145.03 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando en el Frac. Diamante Paseos de Opichen en una distancia de hasta 246.52 m podría caer al suelo debido al impacto de la onda de choque.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 45.68 m	Los productos generados de la combustión como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Dentro de esta zona se esparan afectaciones que van desde incendios de baja intensidad para los elementos vegetales presentes hasta la devastación parcial de la flora presente, entre estas especies se encuentran el cocotero *(Cocos nucifera),* el framboyán de Madagascar *(Delonix regia),* la lluvia de oro asiática *(Cassia fistula)* y el apamate rosa *(Tabebuia rosea)*. En cuanto a la fauna se espera desde la presencia de dolor si la exposición es mayor a 20 segundos hasta una mortalidad del 100% en un minuto. Es posible encontrar especies como el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto)* y la tortolita canela *(columbina talpacoti)*.	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de PQS tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de los procedimientos. - Verificar que el tubo de desfogue conectado a la válvula de seguridad cuente con capuchón protector. - Verificar que las válvulas de seguridad no presenten: ▪ Partículas foráneas que puedan impedir el correcto funcionamiento de la válvula. ▪ Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ▪ Daño físico. ▪ Fuga en el asiento o en la conexión del recipiente. ▪ Corrosión.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 84.76 > 45.08 m	En este nivel de radiación no se esperan daños en el suelo, aire, flora y/o faunas presentes.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥1.0 psi	≤ 145.03 m	La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectadp a causa de la emisión de gases de combustión y partículas. Dentro de esta zona de afectación se prevé de un 50 - 90% de afectación de la flora presente. Destaca la presencia de especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* entre otras. En cuanto a la fauna, se esperan daños que van desde la devastación del 50 al 90% de las especies presentes hasta la amputación de miembro o apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de órganos, es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* entre otras.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 246.52 > 145.03 m	En esta zona de afectación no se esperan daños en las especies florísticas presentes, no obstante, en el caso de la fauna se espera que las especies presentes puedan caer al suelo debido al impacto de la onda expansiva, en este radio es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* entre otras.	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de PQS tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de los procedimientos. - Verificar que el tubo de desfogue conectado a la válvula de seguridad cuente con capuchón protector. - Verificar que las válvulas de seguridad no presenten: ▪ Partículas foráneas que puedan impedir el correcto funcionamiento de la válvula. ▪ Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ▪ Daño físico. ▪ Fuga en el asiento o en la conexión del recipiente. ▪ Corrosión.
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 16.02 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 16.02 m se encuentra la zona de almacenamiento de Gas L.P., tomas de recepción, toma de carburación, tomas de suministro y muelle de llenado, en donde se esperan graves daños a equipos de proceso, así como el colapso y destrucción total de estructuras.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 28.92 > 16.02 m	Hasta una distancia de 28.92 m se espera la ignición de tubos y recubrimientos de plástico, siendo el estacionamiento el área afectada.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 45.68 > 28.92 m	Dentro de esta zona se encuentra otro estacionamiento y Deacero, en donde se esperan daños que van de ligeros a moderados en estructuras.		
		Amortiguamiento ≥ 1.4 < 5.0 kW/m^2	≤ 84.76 > 45.68 m	En esta zona de afectación, no se esperan daños estrucuturales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 31.13 m	Dentro de un radio de hasta 31.13 m se espera la demolición total y graves daños a equipos, por lo que las áreas afectadas serían el almacenamiento de Gas L.P., la toma de recepción, tomas de suministro y carburación y muelle de llenado.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 63.53 > 31.13 m	En esta zona de afectación se encuentra el estacionamiento administrativo, la cocina, oficinas, cuarto de equipo contraincendio, vigilancia, recipientes portátiles rechazados, estacionamientos y la empresa Deacero, en donde se espera la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño en los equipos de proceso de la planta.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 145.03 > 63.53 m	Dentro de esta zona se encuentran los baños, pintura de recipientes portátiles, taller llantero, almacén de residuos, taller y área de lavado, en donde se estiman daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas estrelladas, así como daños en los marcos.	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de PQS tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de los procedimientos. - Verificar que el tubo de desfogue conectado a la válvula de seguridad cuente con capuchón protector. - Verificar que las válvulas de seguridad no presenten: ▪ Partículas foráneas que puedan impedir el correcto funcionamiento de la válvula. ▪ Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ▪ Daño físico. ▪ Fuga en el asiento o en la conexión del recipiente. ▪ Corrosión.
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 246.52 > 145.03 m	En esta zona de afectación se esperan daños menores y limitados en las estructuras, en esta zona se encuentran las empresas Milestone Logistica y Enerkin.		

Clave del escenario		Esc. 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				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 28.42 m	Dentro de esta zona se esperan daños que van desde dolor en la piel desnuda hasta una probabilidad de mortalidad del 100% para el personal expuesto en la zona de almacenamiento de Gas L.P., toma de suministro y tomas de recepción. Es importante mencionar que los daños varían enfunción de la distancia a la que se encuentren del origen del evento.	- Se cuenta con dos juegos de tomas, las cuales se encuentran protegidas a base de grapas de acero y muretes de concreto de 0.6 m de alto del NPT. - 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). - Se cuenta con dos medidores de gas vapor en las tomas de suministro. - En las tuberías de gas líquido y tramos en los que pudiera quedar atrapado gas entre dos o más válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm^2 y capacidad de descarga de 22 m^3/min y son de 13 mm de diámetro. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg para las tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Los choferes de los autotanques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicitan en el punto 1.2 inciso X del Sistema de Administración. - Entre los procedimientos se debe incluir la verificación de comunicación de operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra e integridad de la instalación eléctrica. - Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su mala interna, asimismo, la manguera de Gas L.P., debe presentar una antigüedad menor a siete años contados a partir de su fecha de fabricación.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 52.27 > 28.42 m	Dentro de esta zona, se espera que el personal que se encuentre en el resto de las áreas de la planta pueda presentar dolor en la piel desnuda dependiendo de la distancia a la que se encuentre del origen del evento.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 88.66 m	Dentro de esta zona se esperan daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel, así como una probabilidad del 10% por ruptura de tímpano hasta una mortalidad del 100% debido a lesiones pulmonares dependiendo de la distancia a la que se encuentren desde el origen del evento, por lo que el personal afectado sería el que se encuentre en las tomas de sumisitro y carburación, almacenamiento de Gas L.P., tomas de recepción, muelle de llenado, las oficinas, vigilancia, pintura de recipientes portátiles, taller llantero, almacén de residuos, taller, área de lavado y estacionamiento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 150.71 > 88.66 m	El personal que se encuentre de pie o caminando en los baños, estacionamiento administrativo y cocina podría caer al suelo debido al impacto de la onda de choque.		
Población	Radiación térmica	Alto riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 28.42 m	Debido a que estas zonas de afectación se encuentran, en su mayoría, dentro de los límites que conforman el predio de la planta		
		Amortiguamiento ≥ 1.4 < 5.0 kW/m^3	≤ 52.27 > 28.42 m			
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 88.66 m	Dentro de esta zona de afectación no se encuentran elementos de población que puedan resultar afectados.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 150.71 > 88.66 m	Se espera que las personas que se encuentren de pie o caminando en el Frac. Diamante Paseos de Opichen puedan caer al suelo debido al impacto de la onda de choque.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 28.42 m	Los productos de la combustión como gases, humos y residuos de partículas afectarán temporalmente la calidad del aire. Dentro de esta zona se esperan incendios de baja intensidad de la cubierta vegetal, es posible encontrar especies como la lluvia de oro asiática *(Cassia fistula),* el cocotero *(Cocos nucifera),* el framboyán de Madagascar *(Delonix regia),* y el apamate rosa *(Tabebuia rosea).* El la instalación es posible encontrar especies como el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto)* y la tortolita canela *(columbina talpacoti)* para los que se espera desde la presencia de dolor en la piel si esta no se protege en un tiempo de 20 segundos hasta una mortalidad del 100% dependiendo de la distancia a la que se encuentren del origen del evento.	- Se cuenta con dos juegos de tomas, las cuales se encuentran protegidas a base de grapas de acero y muretes de concreto de 0.6 m de alto del NPT. - 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). - Se cuenta con dos medidores de gas vapor en las tomas de suministro. - En las tuberías de gas líquido y tramos en los que pudiera quedar atrapado gas entre dos o más válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm^2 y capacidad de descarga de 22 m^3/min y son de 13 mm de diámetro. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg para las tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Los choferes de los autotanques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicitan en el punto 1.2 inciso X del Sistema de Administración. - Entre los procedimientos se debe incluir la verificación de comunicación de operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra e integridad de la instalación eléctrica. - Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su mala interna, asimismo, la manguera de Gas L.P., debe presentar una antigüedad menor a siete años contados a partir de su fecha de fabricación.
		Amortiguamiento ≥1.40 < 5.00 kW/m^2	≤ 52.27 > 28.42 m	En este nivel de radiación térmica no se esperan daños para el suelo, aire, flora y/o fauna presente.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 88.66 m	La calidad del aire sería el principal compoenete afectado a causa de la emisión de gases y partículas producto de la combustión. Dentro de esta zona de afectación se prevé desde un 50% a un 90% de afectación de la flora presente, entre las especies susceptibles a encontrarse están el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* entre otras. En cuanto a fauna se refiere, es posible encontrar especies como el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti)*, entre otras. Para las cuales se espera desde la presencia de traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta la devastación del 90% de las especies con una probable amputación tota de miembros o la apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de órganos.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 150.71 > 88.66 m	En este radio de afectación, no se esperan daños en las especies vegetales presentes, en tanto que, en el caso de la fauna se espera su caída al suelo debido al impacto de la onda expansiva, entre las que se encuentran el abaniquillo de Yucatán *(Anolis usuts)*, el toloque rayado *(Basiliscus vittatus)*, la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis),* el chotacabras menor *(Chordeiles acutipennis)*, el zopilote común *(Coragyps atratus),* la paloma domestica *(Columba livia)*, el jilguerito dominico *(Spinus psaltria)*, entre otros.	- Se cuenta con dos juegos de tomas, las cuales se encuentran protegidas a base de grapas de acero y muretes de concreto de 0.6 m de alto del NPT. - 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). - Se cuenta con dos medidores de gas vapor en las tomas de suministro. - En las tuberías de gas líquido y tramos en los que pudiera quedar atrapado gas entre dos o más válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm^2 y capacidad de descarga de 22 m^3/min y son de 13 mm de diámetro. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg para las tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Los choferes de los autotanques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicitan en el punto 1.2 inciso X del Sistema de Administración. - Entre los procedimientos se debe incluir la verificación de comunicación de operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra e integridad de la instalación eléctrica. - Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su mala interna, asimismo, la manguera de Gas L.P., debe presentar una antigüedad menor a siete años contados a partir de su fecha de fabricación.
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 10.82 m	En un radio de hasta 10.82 m se encuentra la toma de suministro, almacenamiento de Gas L.P. y toma de carburación, en donde se esperan graves daños a equipos de proceso, así como el colapso y destrucción de estructuras.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 18.32 > 10.82 m	Dentro de esta zona, se encuentran las áreas de circulación inmediatas a la toma de suministro, en donde se esperan daños severos en el equipo de instrumentación, así como de tubos y recubrimientos de plástico.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 28.42 > 18.32 m	En esta zona de afectación se esperan daños que van de moderados a ligeros en estructuras, por lo que las áreas afectadas serían las tomas de recepción.		
		Amortiguamiento ≥ 1.4 < 5.0 kW/m^2	≤ 52.27 > 28.42 m	Dentro de esta zona no se esperan daños estructurales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 19.03 m	En un radio de hasta 19.03 m se encuentran las tomas de suministro, toma de carburación y zona de almacenamiento de Gas L.P., en donde se prevé la demolición total y graves daños en estrucuturas, así como severos daños en equipos de proceso.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 38.84 > 19.03 m	Dentro de esta zona se encuentran las tomas de suministro, el almacenamiento de Gas L.P. y la toma de carburación, en donde se espera la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño en equipos de proceso.		
		Alto riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 88.66 > 38.84 m	se esperan daños menores en instalaciones, así como ventanas estrelladas y daños en los marcos. En esta zona se encuentra el muelle de llenado, las oficinas, vigilancia, estacionamiento, recipientes portátiles rechazados, pintura de recipientes portátiles, taller llantero, almacén de residuos, taller, área de lavado, estacionamientos y la empresa Deacero.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 150.71 > 88.66 m	Dentro de esta zona se encuentra Milestone Logistics, en donde se esperan daños ligeros y limitados en estrucutras civiles.		

Clave del escenario		Esc. 007 Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación de la misma.				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 10.65 m	Dentro de esta zona, el personal que se encuentre en las tomas de suministro y carburación, presentará desde dolor en la piel si esta no se cubre en un tiempo de 20 segundos hasta una mortalidad del 100% ante una exposición dde hasta un minuto, estos daños dependen de la distancia a la que el personal se encuentre del origen del evento.	- 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 13 mm de diámetro. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg paralas tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. - El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de las válvulas. - Bajo condiciones normales, renovar anualmente el sello mecánico. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido de la bomba. - 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 misma. Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ▪ Daño físico. ▪ Fuga ▪ Corrosión.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 19.59 > 10.65 m	Dentro de esta zona (tomas de suministro y carburación) se espera que el personal presente dolor en la piel desnuda.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 171.02 m	El personal que se encuentre en la planta podría presentar daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel debido a vidrios volando u otro tipo de misiles, así como el 1% de probabilidad de ruptura de tímpano hasta una probabilidad de mortalidad del 100% debido a lesiones pulmonares.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 290.70 > 171.02 m	Debido a que esta zona sobrepasa los límites de la planta, no se esperan daños en el personal.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 10.65 m	Debido a que estas zonas de afectación se encuentran dentro de los límtes de la planta, no se esperan daños para la población.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 19.59 > 10.65 m			
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 171.02 m	Las personas que se encuentren expuestas en el Frac. Diamante Paseos de Opichen puede presentar daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel debido a vidrios volando, así como una probabilidad del 1% por rotura de tímpano.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 290.70 > 171.02 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando en el Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichen podría caer al suelo debido al impacto de la onda de choque.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 10.65 m	Los productos generados de la combustión, com gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Dentro de esta zona no se esperan daños para la flora presente en el sitio debido a que el alcance máximo de este queda comprendido dentro de las áreas operativas que no registran especies de vegetación o áreas verdes. Al interior de las instalaciones es posible encontrar especies faunísticas como el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto)* y la tortolita canela *(columbina talpacoti)* para los cuales se espera desde la presencia de dolor si la exposición es mayor a 20 segundos hasta una mortalidad del 100% dependiendo de la distancia a la que se encuentren del origen del evento.	- 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 13 mm de diámetro. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg paralas tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. - El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de las válvulas. - Bajo condiciones normales, renovar anualmente el sello mecánico. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido de la bomba. - 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 misma. Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ▪ Daño físico. ▪ Fuga ▪ Corrosión.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 19.59 > 10.65 m	En este nivel de radiación térmica no se esperan daños en el suelo, aire, flora y/o fauna presente.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 171.02 m	La calidad del aire sería el principal compoente ambiental afectado a causa de la emisión de gases y partículas producto de la combustión. Dentro de esta zona de afectación se prevé de un 50% a un 90% de afectación de la flora presente. Destaca la presencia de el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* entre otras. Se prevé que las especies faunísticas presentes que pudieran encontrarse en este radio podrían presentar desde traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta una devastación del 90% con una probable amputación total de miembros o la posible apertura de cavidades y la consiguiente evisceración de órganos. Es posible encontrar especies como el abaniquillo de Yucatán *(Anolis ustus)*, la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis),* el chotacabras menor *(Chordeiles acutipennis)*, la paloma alas blancas *(Zenaida asiatica),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti)*, el tordo cantor *(Dives dives),* el Centzontle tropical *(Mimus gilvus)*, chipe amarillo *(Setophaga petechia),* mirlo café *(Turdus gravi),* entre otras.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 290.70 > 171.02 m	En este radio de afectación únicamente se espera la ciada al suelo de las especies faunísticas debido al impacto de la onda expansiva, entre las especies que podrían encontrarse en este radio se encuentra como el abaniquillo de Yucatán *(Anolis ustus)*, la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis),* el chotacabras menor *(Chordeiles acutipennis)*, la paloma alas blancas *(Zenaida asiatica),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti)*, el tordo cantor *(Dives dives),* el Centzontle tropical *(Mimus gilvus)*, chipe amarillo *(Setophaga petechia),* mirlo café *(Turdus gravi),* entre otras.	- 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 13 mm de diámetro. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg paralas tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. - El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de las válvulas. - Bajo condiciones normales, renovar anualmente el sello mecánico. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido de la bomba. - 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 misma. Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ▪ Daño físico. ▪ Fuga ▪ Corrosión.
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 4.06 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 4.06 m se encuentra la toma de suministro, en donde se esperan daños irrecuperables en el equipo de proceso.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 6.87 > 4.06 m	Dentro de esta zona se encuentran las tomas de suministro y carburación y almacenamiento de Gas L.P., en donde se espera la ignición de tubos y recubrimientos de plástico.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 10.65 > 6.87 m	Se esperan daños ligeros en estructuras para las tomas de recepción.		
		Amortiguamiento ≥ 1.4 < 5.0 kW/m^2	≤ 19.59 > 10.65 m	Dentro de esta zona de afectación no se esperan daños estructurales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 36.71 m	Desde el origen del evento hasta una distancia de 36.71 m se encuentran las tomas de suministro y carburación, almacenamiento de Gas L.P. y tomas de recepción en donde se esperan graves daños a equipos y estrucutras.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 74.92 > 36.71 m	Dentro de esta zona, se encuentra el muelle de llenado y la empresa Deacero, en donde se espera la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño en equipos de proceso, en el caso del muelle de llenado.		
		Alto riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 171.02 > 74.92 m	Dentro de esta zona, se esperan ventanas grandes y pequeñas estrelladas, así como daños en los marcos. Las áreas afectadas sería los baños, estacionamiento administrativo, cocina, oficinas, vigilancia, estacionamientos, recipientes portátiles rechazados, taller llantero, almacén de residuos, taller, área de lavado y la empresa Milestone Logisitcs.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 290.70 > 171.02 m	En este radio se encuentra Enerkin, Proteínas y Oleios, PEPSICO, ISQUISA y SQ Servidora Química, en donde se esperan daños limitados en estrucutras.		

Clave del escenario		Esc. 008 Fuga de Gas L.P. debido al desfonde del recipiente transportable.				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 55.80 m	El personal que se encuentre en el muelle de llenado presentará una probabilidad por fatalidades del 100% debido a lesiones pulmonares; en tanto que, el personal que se encuentre en el almacenamiento de Gas L.P., oficinas, cuarto de equipo contra incendio y vigilancia podría presentar daños severos en la piel debido a vidrios volando u otros proyectiles producto de la explosión, así como una probabilidad del 10% por ruptura de tímpano.Quienes se encuentren en las tomas de recepción, tomas de suministro, toma de carburación, baños del personal, estacionamiento administrativo y cocina, podría presentar daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel producto de la explosión, así como una probabilidad del 1% por ruptura de tímpano.	- Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg cada uno y dos extintores de carretilla de 50 kg en el muelle de llenado. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Los recipientes transportables parra Gas L.P. fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil 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 deben comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018.
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 94.86 > 55.80 m	El personal que se encuentre de pie o caminando por áreas de circulación y estacionamientos podría caer al piso debido al impacto de la onda de choque.		
		Alto Riesgo (1.0 psi)	55.80 m	Dentro de estos radios de afectación no se encuentran elementos de población que puedan resultar con daños ante la ocurrencia del evento.		
		Amortiguamiento (0.50 psi)	94.86 m			
Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 55.80 m	Los productos generados de la combustión como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Dentro de esta zona se prevé la afectación del 50% de la flora presente. Entre las especies susceptibles a encontrarse están el Framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, gallitos *(Cynodon dactylon),* Lluvia de oro asiática *(Cassia fistula)* y el Apamate Rosa *(Tabebuia rosea).* Se prevé que las especies faunísticas presentes que pudieran encontrarse en esta zona, podrían presentar desde traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta una devastación del 90% con la probable amputación de mienembros o la posible apertura de cavidades y la consiguiente evisceración de orgános. Debido a que este radio de afectación se encuentra, en su mayoría, dentro de la instalación, es posible encontrar especies como perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti).*		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 94.86 > 55.80 m	En esta zona de afectación no se esperan daños en la flora presente, mientras que en el caso de la fauna se espera su caída al suelo por el impacto de la onda expansiva. Es posible encontrar especies como perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti).*		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 11.98 m	Desde el origen del incidente hasta una distancia de 11.98 m se encunetra el muelle de llenado, en donde se espera la demolición total y daños graves en estrucuturas, así como severos daños en equipos de proceso.	- Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg cada uno y dos extintores de carretilla de 50 kg en el muelle de llenado. - Se tienen cuatri hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Los recipientes transportables parra Gas L.P. fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil 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 deben comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018.
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 24.45 > 11.98 m	Dentro de esta zona se esperaría la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un daño del 50% en equipos de proceso para el almacenamiento de Gas L.P., oficinas, cuarto de equipo contra incendio y vigilancia.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 55.80 > 24.45 m	En esta zona se encuentran las tomas de recepción, toma de carburación, tomas de suministro, baños del personal, estacionamiento administrativo, cocina y la empresa Deacero, en donde se esperarían ventanas granes y pequeñas estrelladas, así como daños en los marcos de puertas y ventanas.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 94.86 > 55.80 m	En esta zona de afectación se encuentran los estacionamientos y la empresa Deacero en donde se esperan daños limitados en estructuras civiles.		

Clave del escenario		Esc. 009.1 BLEVE del autotanque debido a la perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 336.38 m	El personal puede presentar desde dolor en la piel si esta no se cubre en un tiempo de 20 segundos hasta un 100% de mortalidad en un minutro.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC - Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- En caso de que el recipiente haya sido expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: ▪ El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. ▪ Medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. ▪ Medición de dureza. ▪ 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 minutos.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 631.38 > 336.38 m	Dentro de esta zona de afectación no se esperan daños al personal.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 46.84 m	Se esperaría que el personal sufra daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta la muerte debido a lesiones pulmonares.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 79.61 > 46.84 m	El personal que se encuentre de pie o caminando, puede caer al suelo por el impacto de la onda de choque.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 336.38 m	Se espera que las personas que se encuentren en una distancia de 61.45 m reciban una dosis de radiación térmica de 56.65 kW/m^2 ocasionando quemaduras de 3er grado en piel desnuda y una letalidad del 50% para vestidura promedio, quienes se encuentren a 153.85 m recibirían una dosis de radiación de 20.03 kW/m^2 ocasionando quemaduras de 2do grado en piel desnuda y letalidad del 1% en vestidura promedio, a una distancia de 209.80 una radiación de 11.94 kW/m^2 ocasionando quemaduras de 1er grado y a una distancia de hasta 323.57 m se recibiría una dosis de 5.30 kW/m^2 causando dolor en piel desnuda.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 631.38 > 336.38 m	Dentro de esta zona se espera que la población expuesta peda presentar dolor en la piel desnuda dependiendo de la distancia a la que se encuentren del origen del incidente.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 46.84 m	Se espera que las personas que se encuentre en un radio de hasta 46.84 m puedan presentar desde daños ligeros por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta una mortalidad del 100% debido a lesiones pulmonares, esto dependiendo de la distancia a la que se encuentren del origen del evento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 79.61 > 46.84 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando podrían caer al suelo debido al impacto de la onda de choque. Además, se esperan daños menores y limitados en las viviendas.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 336.38 m	Los productos generados de la combustión como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Como consecuencia de la radiación térmica, se puede generar el desarrollo de incendios secundarios, mismo que quemarán el material combustible situado sobre la superficie del suelo afectando este componente, sufriendo cambios en sus propiedades junto con la desaparición temporal de la cubiera vegetal. En esta zona se prevén desde daños menores hasta la devastación total o parcial de la flora presente. Destaca la presencia de especies como capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En cuanto a la fauna se refiere, se prevé que las especies que se encuentren dentro de esta zona de afectación presenten desde dolor si la exposición es mayor a 20 segundos hasta la mortalidad del 100%. Es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- En caso de que el recipiente haya sido expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: ▪ El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. ▪ Medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. ▪ Medición de dureza. ▪ 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 minutos.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 631.38 > 336.38 m	Debido a que este nivel de radiación térmica es el máximo soportable, no se esperan daños para el suelo, aire, flora y fauna.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 46.84 m	Se prevén afectaciones que van de menores a la devastación del 90% de la flora presente. En el municipio destaca la presencia de especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se prevé desde la presencia de traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta la devastación del 90% de las especies con la amputación total de miembros o la apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de órganos. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- En caso de que el recipiente haya sido expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: ▪ El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. ▪ Medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. ▪ Medición de dureza. ▪ 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 minutos.
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 79.61 > 46.84 m	No se esperan daños severos en la flora presente. En el municipio se encuentran especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se espera su caída al suelo debido al impacto de la onda de impacto. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 101.54 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 101.54 m, se prevén afectaciones a los equipos de proceso, así como el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolques con severos daños.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- En caso de que el recipiente haya sido expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: ▪ El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. ▪ Medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. ▪ Medición de dureza. ▪ 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 minutos.
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 207.33 > 101.54 m	Dentro de esta zona se podrían presentar daños severos en equipos de instrumentación, así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 336.38 > 207.33 m	En esta zona de afectación se prevén daños que van de moderados a ligeros en estructuras.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 631.38 > 336.38 m	No se esperan afectaciones considerables.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 10.05 m	En un radio de hasta 10.05 m se espera la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipientes horizontales a presión y el 100% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 20.52 > 10.05 m	Dentro de esta zona se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 46.84 > 20.52 m	En esta zona de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 79.61 > 46.84 m	En esta zona se podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones, así como vidrios rotos en un 90% y marcos dañados.		

Clave del escenario		Esc. 009.2 BLEVE del autotanque debido a la perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 208.46 m	El personal puede presentar desde dolor en la piel si esta no se cubre en un tiempo de 20 segundos hasta un 100% de mortalidad en un minutro.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC - Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- En caso de que el recipiente haya sido expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: ▪ El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. ▪ Medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. ▪ Medición de dureza. ▪ 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 minutos.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 390.70 > 208.46 m	En este nivel de radiación térmicxa se espera que el personal presente dolor en la piel desnuda, en tanto que a una radiación de 1.40 kW/m^2 no se espran daños.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 28.37 m	Se esperaría que el personal sufra daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta la muerte debido a lesiones pulmonares.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 48.22 > 28.37 m	El personal que se encuentre de pie o caminando, puede caer al suelo por el impacto de la onda de choque.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 208.46 m	Se espera que las personas que se encuentren en una distancia de 14.94 m reciban una dosis de radiación térmica de 82.51 kW/m^2 ocasionando quemaduras de 3er grado en piel desnuda y una letalidad del 50% para vestidura promedio, quienes se encuentren a 74.44 m recibirían una dosis de radiación de 29.17 kW/m^2 ocasionando quemaduras de 2do grado en piel desnuda y letalidad del 1% en vestidura promedio, a una distancia de 104.78 una radiación de 17.35 kW/m^2 ocasionando quemaduras de 1er grado y a una distancia de hasta 164.93 m se recibiría una dosis de 7.72 kW/m^2 causando dolor en piel desnuda.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 390.70 > 208.46m	En esta zona de afectación se espera la presencia de dolor en piel desnuda, en tanto que a 1.40 kW/m^2 no se esperan daños para personas con vestimentas normales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 28.37 m	Se espera que las personas que se encuentre en un radio de hasta 28.37 m puedan presentar desde daños ligeros por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta una mortalidad del 100% debido a lesiones pulmonares, esto dependiendo de la distancia a la que se encuentren del origen del evento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 48.22 > 28.37 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando podrían caer al suelo debido al impacto de la onda de choque. Además, se esperan daños menores y limitados en las viviendas.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 208.46 m	Los productos generados de la combustión como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Como consecuencia de la radiación térmica, se puede generar el desarrollo de incendios secundarios, mismo que quemarán el material combustible situado sobre la superficie del suelo afectando este componente, sufriendo cambios en sus propiedades junto con la desaparición temporal de la cubiera vegetal. En esta zona se prevén desde daños menores hasta la devastación total o parcial de la flora presente. Destaca la presencia de especies como capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En cuanto a la fauna se refiere, se prevé que las especies que se encuentren dentro de esta zona de afectación presenten desde dolor si la exposición es mayor a 20 segundos hasta la mortalidad del 100%. Es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- En caso de que el recipiente haya sido expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: ▪ El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. ▪ Medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. ▪ Medición de dureza. ▪ 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 minutos.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 390.70 > 208.46 m	Debido a que este nivel de radiación térmica es el máximo soportable, no se esperan daños para el suelo, aire, flora y fauna.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 28.37 m	Se prevén afectaciones que van de menores a la devastación del 90% de la flora presente. En el municipio destaca la presencia de especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se prevé desde la presencia de traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta la devastación del 90% de las especies con la amputación total de miembros o la apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de órganos. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- En caso de que el recipiente haya sido expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: ▪ El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. ▪ Medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. ▪ Medición de dureza. ▪ 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 minutos.
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 48.22 > 28.37 m	No se esperan daños severos en la flora presente. En el municipio se encuentran especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se espera su caída al suelo debido al impacto de la onda de impacto. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 63.78 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 63.78 m, se prevén afectaciones a los equipos de proceso, así como el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolques con severos daños.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- En caso de que el recipiente haya sido expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: ▪ El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. ▪ Medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. ▪ Medición de dureza. ▪ 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 minutos.
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 128.77 > 63.78 m	Dentro de esta zona se podrían presentar daños severos en equipos de instrumentación, así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 208.46 > 128.77 m	En esta zona de afectación se prevén daños que van de moderados a ligeros en estructuras.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 390.70 > 208.46 m	No se esperan afectaciones considerables.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 6.09 m	En un radio de hasta 6.09 m se espera la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipientes horizontales a presión y el 100% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 12.43 > 6.09 m	Dentro de esta zona se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 28.37 > 12.43 m	En esta zona de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 48.22 > 28.37 m	En esta zona se podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones, así como vidrios rotos en un 90% y marcos dañados.		

Clave del escenario		Esc. 010.1 Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del autotanque				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 20.67 m	En un radio de hasta 20.67 m se espera que el personal expuesto pueda presentar desde dolor en la piel si esta no se cubre en un tiempo de 20 segundos hasta una mortalidad del 100%.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. - Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. - Verificar que los autotanques se encuentran en condiciones óptimas de operación.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 38.03 > 20.67 m	Dentro de esta zona se espera la presencia de dolor en piel desnuda, dependiendoe de la distacia a la que se encuentre del incidente.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 110.08 m	Se esperaría que el personal sufra daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta una mortalidad debido a lesiones pulmonares, dependiendo de la distancia a la que se encuentre desde el origen del evento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 187.11 > 110.08 m	El personal que se encuentre de pie o caminando, puede caer al suelo por el impacto de la onda de choque.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≤ 5.0 kW/m^2	≤ 20.67 m	Se espera que las personas que se encuentren en una distancia de hasta 20.67del origen del evento presenten desde dolor en la piel si esta no se protege en un tiempo de 20 segundos hasta una mortalidad del 100%.		
		Amortiguamiento ≤ 1.40 > 5.0 kW/m^2	≤ 38.03 > 20.67 m	Dentro de esta zona de afectación, se espera que las personas presenten dolor en piel desnuda, dependiendo de la distanacia a la que se encuentren del origen del incidente.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 110.08 m	Se espera que las personas que se encuentren expuesta en un radio de hasta 110.08 m presenten daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta la muerte debido a lesiones pulmonares. Asimismo, la destrucción parcial de casas.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 187.11 > 110.08 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando podrían caer al suelo debido al impacto de la inda de choque. Además, se esperan daños menores y limitados en casas.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 20.67 m	Los productos generados de la combustión como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Como consecuencia de la radiación térmica, se puede generar el desarrollo de incendios secundarios hasta un radio de 13.32 m, los cuales quemarán 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. En este radio se prevén desde daños menores a la devastación total o parcial de la flora presente. Destaca la presencia de especies como capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. Se prevé que las especies que se encuentren dentro de esta zona de afectación presenten desde dolor si la exposición es mayor a 20 segundos hasta una mortalidad del 100%. Es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. - Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. - Verificar que los autotanques se encuentran en condiciones óptimas de operación.
		Amortiguamiento ≥ 1.4 < 5.0 kW/m^2	≤ 38.03 > 20.67 m	Dentro de esta zona de afectación, no se esperan daños para el suelo, aire, flora y fauna.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Sobrepesión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 110.08 m	Se prevén afectaciones que van de menores a la devastación del 90% de la flora presente. En el municipio destaca la presencia de especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se prevé que a una distancia de hasta 110.08 m se presenten desde traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta una devastación del 90% de las especies con la amputación parcial o total de miembros o apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de orgános. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. - Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. - Verificar que los autotanques se encuentran en condiciones óptimas de operación.
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 187.11 > 110.08 m	No se esperan daños severos en la flora presente. En el municipio se encuentran especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se espera su caída al suelo debido al impacto de la onda de impacto. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 7.85 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 7.85 m, se prevén afectaciones a los equipos de proceso, así como el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolques con severos daños.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. - Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. - Verificar que los autotanques se encuentran en condiciones óptimas de operación.
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤13.32 > 7.85 m	Dentro de esta zona de afectación se podrían presentar daños severos en equipos de instrumentación, así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 20.67 > 13.32 m	En esta zona de afectación se prevén daños que van de moderados a ligeros en estructuras.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 38.03 > 20.67 m	No se esperan afectaciones considerables.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 23.63 m	En un radio de 23.63 m se espera la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipientes horizontales a presión y el 100% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 48.22 > 23.63 m	Dentro de esta zona se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 110.08 > 48.22 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 187.11 > 110.08 m	En este radio se podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones, así como vidrios rotos en un 90% y marcos dañados.		

Clave del escenario		Esc. 010.2 Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del autotanque				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 20.67 m	En un radio de hasta 20.67 m se espera que el personal expuesto pueda presentar desde dolor en la piel si esta no se cubre en un tiempo de 20 segundos hasta una mortalidad del 100%.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. - Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. - Verificar que los autotanques se encuentran en condiciones óptimas de operación.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 38.03 > 20.67 m	Dentro de esta zona de afectación se espera que el personal presente dolor en la piel desnuda, dependiendo de la distancia a la que se encuentre desde el origen del incidente.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 188.23 m	Se esperaría que el personal sufra daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta una mortalidad debido a lesiones pulmonares, dependiendo de la distancia a la que se encuentre desde el origen del evento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 319.96 > 188.23 m	El personal que se encuentre de pie o caminando, puede caer al suelo por el impacto de la onda de choque.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≤ 5.0 kW/m^2	≤ 20.67 m	Se espera que las personas que se encuentren en una distancia de hasta 20.67del origen del evento presenten desde dolor en la piel si esta no se protege en un tiempo de 20 segundos hasta una mortalidad del 100%.		
		Amortiguamiento ≤ 1.40 > 5.0 kW/m^2	≤ 38.03 > 20.67 m	Dentro de esta zona de afectación, se espera que al presencia de dolor enh piel desnuda en un tiempo de exposición de hasta 20 segundos, dependiendo de la distancia a la que se encuentre del origen del evento.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 188.23 m	Se espera que las personas que se encuentren expuesta en un radio de hasta 188.23 m presenten daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta la muerte debido a lesiones pulmonares. Asimismo, la destrucción parcial de casas.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 319.96 > 188.23 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando podrían caer al suelo debido al impacto de la inda de choque. Además, se esperan daños menores y limitados en casas.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 20.67 m	Los productos generados de la combustión como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Como consecuencia de la radiación térmica, se puede generar el desarrollo de incendios secundarios hasta un radio de 13.32 m, los cuales quemarán 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. En este radio se prevén desde daños menores a la devastación total o parcial de la flora presente. Destaca la presencia de especies como capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. Se prevé que las especies que se encuentren dentro de esta zona de afectación presenten desde dolor si la exposición es mayor a 20 segundos hasta una mortalidad del 100%. Es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. - Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. - Verificar que los autotanques se encuentran en condiciones óptimas de operación.
		Amortiguamiento ≥ 1.4 < 5.0 kW/m^2	≤ 38.03 > 20.67 m	Dentro de esta zona de afectación, no se esperan daños para el suelo, aire, flora y fauna.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 188.23 m	Se prevén afectaciones que van de menores a la devastación del 90% de la flora presente. En el municipio destaca la presencia de especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se prevé que a una distancia de hasta 110.08 m se presenten desde traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta una devastación del 90% de las especies con la amputación parcial o total de miembros o apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de orgános. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. - Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. - Verificar que los autotanques se encuentran en condiciones óptimas de operación.
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 319.96 > 188.23 m	No se esperan daños severos en la flora presente. En el municipio se encuentran especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se espera su caída al suelo debido al impacto de la onda de impacto. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 7.85 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 7.85 m, se prevén afectaciones a los equipos de proceso, así como el colapso y destrucción total de estructuras y semirremolques con severos daños.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento. - Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. - Verificar que los autotanques se encuentran en condiciones óptimas de operación.
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤13.32 > 7.85 m	Dentro de esta zona de afectación se podrían presentar daños severos en equipos de instrumentación, así como la ignición de tubos y recubrimientos de plástico.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 20.67 > 13.32 m	En esta zona de afectación se prevén daños que van de moderados a ligeros en estructuras.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 38.03 > 20.67 m	No se esperan afectaciones considerables.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 40.40 m	En un radio de 23.63 m se espera la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipientes horizontales a presión y el 100% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 82.46 > 40.40 m	Dentro de esta zona se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 188.23 > 82.46 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 319.96 > 188.23 m	En este radio se podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones, así como vidrios rotos en un 90% y marcos dañados.		

Clave del escenario		Esc. 011 Fuga de Gas L.P. ocasionada por los remanentes en la manguera del autotanque				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 36.46 m	Se esperaría que el personal sufra daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta una mortalidad debido a lesiones pulmonares, dependiendo de la distancia a la que se encuentre desde el origen del evento.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC - Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su malla interna, asimismo, la manguera para Gas L.P. debe presentar una antigüedad menor a siete años, contados a partir de su fecha de fabricación. - Asegurarse de que las conexiones y accesorios no presenten anomalías.
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 61.98 > 36.46 m	El personal que se encuentre de pie o caminando, puede caer al suelo por el impacto de la onda de choque.		
Población	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 36.46 m	Se espera que las personas que se encuentren expuesta en un radio de hasta 36.46 m presenten daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles hasta la muerte debido a lesiones pulmonares. Asimismo, la destrucción parcial de casas.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 61.98 > 36.46 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando podrían caer al suelo debido al impacto de la inda de choque. Además, se esperan daños menores y limitados en casas.		
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 36.46 m	Se prevén afectaciones que van de menores a la devastación del 90% de la flora presente. En el municipio destaca la presencia de especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se prevé que a una distancia de hasta 110.08 m se presenten desde traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta una devastación del 90% de las especies con la amputación parcial o total de miembros o apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de orgános. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 61.98 > 36.46 m	No se esperan daños severos en la flora presente. En el municipio se encuentran especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. En el caso de la fauna, se espera su caída al suelo debido al impacto de la onda de impacto. Es posible encontrar especies como como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- Los autotanques cuentan con los siguientes accesorios: ▪ Medidor Magnetel Rochester ▪ Bomba Blackmer 51 mm ▪ Válvula de cierre rápido nariz corta ▪ Medidor Neptune con registro electrónico. ▪ Sistema de control por medio de cable o neumático. ▪ By Pass automático de 32 mm ▪ Termómetro 13 x 152 mm (-50 a + 50 °C) ▪ Válvula de llenado de 76 mm ▪ Manómetro de 6 mm con carátula de 51 mm (0 a 29 kg/cm^2) ▪ Extintor de polvo químico ABC ▪ Además, se cuenta con procedimientos de emergencia.	- Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su malla interna, asimismo, la manguera para Gas L.P. debe presentar una antigüedad menor a siete años, contados a partir de su fecha de fabricación. - Asegurarse de que las conexiones y accesorios no presenten anomalías.
Intalaciones	Sobrepesión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 7.83 m	En un radio de 7.83 m se espera la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, recipientes horizontales a presión y el 100% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 15.97 > 7.83 m	Dentro de esta zona se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 36.46 > 15.97 m	En este radio de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 61.98 > 36.46 m	En este radio se podrían presentar afectaciones menores a las instalaciones, así como vidrios rotos en un 90% y marcos dañados.		

Clave del escenario		012.1 BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia del fuego sobre la superficie del recipiente.				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 388.79 m	Para el personal que se encuentre en la planta, se espera una mortalidad del 100%.	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular de la planta - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	725.48 m	Debido a que esta área de afectación se encuentra fuera de los límites de la empresa, no se esperan daños para el personal.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 22.06 m	El personal que se encuentre cerca del autotanque puede presentar una probabilidad por fatalidades del 100% debido a lesiones pulmonares, en tanto que quienes se encuentrenn en el estacionamiento y áreas de circulación cercanas podría presentar daños que van de ligeros a serios por heridas en la piel debido a vidrios volando u otros misiles, así como una probabilidad del 1% por ruptura de tímpano.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 37.49 > 22.06 m	Se espera que el personal que se encuentre de pie o caminando en las áreas de circulación cercanas al estacionamiento, tomas de suministro y carburación, y área de recipientes transportables rechazados., pueda caer al suelo debido al impacto de la onda expansiva.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 388.79 m	En esta zona, se espera que las personas expuestas en el Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichen, a una distancia de 183.50 m reciban una radiación térmica de 20.03 kW/m^2 por lo que presentarían quemaduras de 2do grado en piel desnuda y un nivel de letalidad del 1% para vestidura promedio, en tanto que aquellas que se encuentren en una distancia de 245.90 m (calle 22, Frac. Diamante Paseos de Opichen e ISQUISA) reciban una radiación de 11.91 kW/m^2 presentando un nivel de daño significativo y quemaduras de 1er grado en piel desnuda y aquellas en una distancia de hasta 374.68 m (Enerkin, Proteínas y Oleicos, PEPSICO, SQ Servidora Química, Empaques Carvajal, ARBI Industrial, DHL, Cementos Moctezuma y Frac. Diamante Paseos de Opichen) presenten dolor en piel desnuda debido a una radiación de 5.30 kW/m^2.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.00 kW/m^2	≤ 725.48 > 388.79 m	Dentro de esta zona se espera que las personas expuestas en el Frac. Diamante Paseos de Opichen, Frac. Girasoles Opichen y el Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo. Presenten dolor en piel desnuda.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Población	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 22.06 m	Debido a que estas zonas de afectación se encuentran en su mayoría dentro de los límites de la planta, además de que no se encuentran elementos vulnerables de población, no se esperan daños sobre este elemento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 37.49 > 22.06 m			
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 388.79 m	Como consecuencia de la radiación térmica, se puede general el desarrollo de incendios secundarios, mismos que quemarían el material combustible situado sobre la superficie del suelo, por lo que este sufriría cambios en sus propiedades. Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Dentro de esta zona se prevén desde daños menores hasta la devastación parcial o total de la flora presente. Destaca la presencia de especies como capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra)*, Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera)*, chamiso *(Viguiera dentata)*, Anacahuite *(Cordia sebestena)*, almendro malabar *(Terminalia catappa)*, viga *(Coulteria mollis)*, huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. Se prevé que las especies que se encuentren dentro de esta zona de afectación presenten desde dolor si la exposición es mayor a 20 segundos hasta una probabilidad del 100%. Es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis)*, los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia)*, la tortolita canela *(Columbina talpacoti)*, tordo cantor *(Dives dives)*, el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus)*, carpintero moteado *(Sphyrapicus varius)*, el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular de la planta - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
		Amortiguamiento ≥ 1.4 < 5.0 kW/m^2	≤ 725.48 > 388.79 m	Dentro de esta zona de afectación no se esperan daños para el suelo, aire, flora y fauna.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 22.06 m	La calidad del aire sería el principal componente afectado debido a la emisión de gases de combustión y partículas. Dentro de este radio se prevé la afectación del 50% de la flora presente. Entre las especies susceptibles a encontrarse están el Framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, gallitos *(Cynodon dactylon),* Lluvia de oro asiática *(Cassia fistula)* y el Apamate Rosa *(Tabebuia rosea).* Se prevé que las especies faunísticas presentes que pudieran encontrarse en este radio, podrían presentar desde traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta una devastación del 90% de las especies. Debido a que este radio de afectación se encuentra, en su mayoría, dentro de la instalación, es posible encontrar especies como perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti).*	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular de la planta - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 37.49 > 22.06 m	Dentro de esta zona no se esperan afecciones severas en la flora presente. En los linderos inmediatos a la planta se encuentran especies como el Framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, gallitos *(Cynodon dactylon),* Lluvia de oro asiática *(Cassia fistula)* y el Apamate Rosa *(Tabebuia rosea).* Cocotero *(Cocos nucifera),* entre otras. Se prevé que las especies faunísticas presentes podrían caer al suelo debido al impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 37.49 m. En las inmediaciones de la planta es posible encontrar especies como lo son el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti)*, entre otras.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 126.05 m	Desde el origen del incendio, hasta una distancia de 126.05 m se encuentran las propias áreas de la planta, en donde se esperan graves daños a equipos de proceso, además, del colapso y destrucción total de estrucutras. Del mismo modo se encentran las empresas DEACERO y Milestone Logistics, mismas que debido a sus giros comerciales únicamente presentarían daños estrucuturales.	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular de la planta - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 242.60 > 126.05 m	Dentro de esta zona se encuentran las empresas ENERKIN e ISQUISA, en donde se presentaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 388.79 > 242.60 m	En este radio de afectación se esperan daños que van de ligeros a moderados en estructuras, por lo que las industrias afectadas podrían ser Enerkin, Proteínas y oleicos, PEPSICO, ISQUISA, SQ Servidora Química, Empaques Carvajal, ARBI Industrial, DHL, y la bodega de cementos Moctezuma.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 725.48 > 388.79 m	Dentro de este nivel de radiación térmica no se esperan daños estructurales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 4.73 – 9.66 m	En un radio de hasta 4.73 m se encuentra el estacionamiento de los autotanques, en donde se esperaría la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, así como el 100% de daños en equipos.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 9.66 > 4.73 m	Dentro de esta zona de afectación, se esperaría la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre-quemado, además de un 50% de daño en los equipos de proceso. (Estacionamiento de autotanques)		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 22.06 > 9.66 m	Dentro de este radio de afectación no se encuentran instalaciones que puedan resultar afectados.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0psi	≤ 37.49 > 22.06 m	En este nivel de afectación no se esperan daños en instalaciones industriales.		

Clave del escenario		012.2 BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia del fuego sobre la superficie del recipiente.				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 240.86 m	Dentro de esta zona de afectación se espera que el personal que se encuentre en la planta presente desde dolor en la piel desnuda y quemaduras de 1er grado hasta una mortalidad del 100% dependiendo de la distania a la que se encuentren desde el origen del evento.	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular de la planta - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 449.12 > 240.86 m	Debido a que esta zona de afectación sobrepasa los límites de la planta, no se esperan daños para el personal.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 13.36 m	El personal que se encuentre en el estacionamiento, puede presentar daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel debido a vidrios volando u otro tipo de misiles, así como el 1% de probabilidad de ruptura de tímpano hasta una mortalidad del 100% debido a lesiones pulmonares dependiendo de la distancia a la que se encuentre del origen del evento.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 22.71 > 13.36 m	Dentro de esta zona de afectación se espera que el personal circulando en las cercanías del estacionamiento pueda caer al suelo debido al impacto de la onda expansiva.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 240.86 m	En esta zona de afectación se espera que las personas en un radio de 124.00 m se encuentren expuestas a una radiación de 17.35 kW/m^2, por lo que, quienes se encuentren en el Frac. Diamante Paseos de Opichen pueden presentar quemaduras de 1er grado en piel desnuda, así como un nivel de daño significativo, en tanto que a una distancia de 191.67 m se presentaría dolor en piel desnuda debido a una radiación de 7.72 kW/m^2.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 449.12 > 240.86 m	Dentro de esta zona de afectación, se espera que la spersonas presenten dolor en piel desnuda dependiendo de la distancia a la que se encuentren del origen del evento.		
	Sobrepesión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 13.36 m	Debido a que estas zonas de afectación se encuentran dentro de los límites de la planta, no existen elementos vulnerables de población que puedan resultar afectados por la onda expansiva.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 22.71 > 13.36 m			

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 240.86 m	Como consecuencia de la radiación térmica se pueden generar incendios secundarios, mismos que quemarían el material combustible situado sobre la superficie del suelo, por lo que este sufriría cambios en sus propiedades. Los productos generados de la combustión, como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. En este radio se prevén desde daños menores hasta la devastación total de la flora presente. Destaca la presencia de especies como capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* viga *(Coulteria mollis),* huizache *(Vachellia farnesiana)*, la Acacia amarilla *(Albizia lebbeck)*, entre otras. Se prevé que las especies que se encuentren dentro de este radio de afectación presenten desde dolor si la exposición es mayor a 20 segundos hasta una mortalidad del 100% dependiendo de la distancia a la que se encnuentren desde el origen del incendio. Es posible encontrar especies como el toloque coronado *(Laemanctus serratus)*, la iguana negra de cola espinosa *(Ctenosaura similis),* los cuales se encuentran con estatus de amenaza de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además de especies de aves como el zopilote común *(Coragyps atratus)*, la paloma doméstica *(Columba livia),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti),* tordo cantor *(Dives dives),* el gorrión arlequín *(Chondestes grammacus),* carpintero moteado *(Sphyrapicus varius),* el papamoscas chico *(Empidonax minimus)* y el Vireo manglero *(Vireo pallens)*, cabe mencionar que este último se encuentra sujeto a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010., entre otras especies.	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular de la planta - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 449.12 > 240.86 m	Debido a que este nivel de radiación térmica es el máximo soportable, non se esperan daños para el suelo, aire, flora y fauna.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 13.36 m	La calidad del aire sería el principal componente afectado debido a la emisión de gases y particulas de combustión. Dentro de esta zona no se esperan daños en la flora, debido a que el alcance de este queda comprendido en el estacionamiento. Se prevé que las especies faunísticas presentes que pudieran encontrarse en este radio, podrían presentar desde traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas hasta la devastación de un 90% de las especies presentes con una probable amputación de miembros o la apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de órganos. Debido a que este radio de afectación se encuentra, en su mayoría, dentro de la instalación, es posible encontrar especies como perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti).*	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular de la planta - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 22.71 > 13.36 m	Dentro de esta zona no se esperan afecciones severas en la flora presente. Se prevé que las especies faunísticas presentes podrían caer al suelo debido al impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 37.49 m. En las inmediaciones de la planta es posible encontrar especies como lo son el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti)*, entre otras.		
Infraestructura	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≥ 78.77 m	En este radio de afectación se esperan daños que van de ligeros a moderados en estructuras, por lo que las áreas afectadas de la planta serían el estacionamiento, tomas de recepción, área de almacenamiento de Gas L.P., tomas de suministro y carburación de autoconsumo, área de recipientes transportables, área de pintura, servicio llantero, área de residuos peligrosos, taller mecánico, área de lavado y áreas de circulación, además de la empresa Deacero.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 150.53 > 78.77 m	Dentro de esta zona de afectación se presentaría la ignición de tubos y recubrimientos de plástico, dentro de este radio se encuentra la empresa Milestone Logistics.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Infraestructura	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	≤ 240.86 > 150.53 m	En este radio de afectación se esperan daños que van de ligeros a moderados en estructuras, por lo que la única industria afectada podría ser SQ Servidora Química.	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular de la planta - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 449.12 > 240.86 m	Dentro de este nivel de radiación térmica no se esperan daños estructurales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 2.87 m	Dentro de esta zona de afectación únicamente se encuentra el estacionamiento de los autotanques, en donde se espera la demolición total y daños irrecuperables en estructuras, así como el 100% de daños en equipos.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 5.84 > 2.87 m	Dentro de esta zona se encuentra el estacionamiento en donde se espera la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 13.36 > 5.84 m	En este radio de afectación se presentaría daños menores a instalaciones, ventanas completamente estrelladas y daños en los marcos, aquí se encuentra el estacionamiento de autotanques.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 22.71 > 13.36 m	Dentro de este radio de afectación, no se esperan daños en instalaciones.		

Clave del escenario		013.1 Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de una válvula de seguridad de un autotanque.				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 43.99 m	El personal que se encuentre hasta una distancia de 43.99 m, es decir, en el estacionamiento, área de recipientes transportables rechazados, área de pintura, tomas de suministro y carburación puede presentar desde dolor en la piel si esta no se cubre en un tiempo de 20 segundos hasta una probabilidad de mortalidad del 100% dependiendo de la distancia a la que se encuentre del origen del evento.	- Cada autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamientos se cuenta con siete extintores tipo ABC. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	- Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques. - Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 81.03 > 43.99 m	El personal expuesto dentro de esta zona de afectación podría presentar dolor en la piel desnuda, dependiendo de la distancia a la que se encuentre del origen del evento.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≥ 148.03 m	Se esperaría que el personal que se encuentre a una distancia de hasta 148.03 m, es decir, en estacionamientos, almacenamiento de Gas L.P., tomas de recepción, tomas de suministro y carburación, área de pintura, servicio llantero, almacén de residuos peligrosos, taller mecánico, área de lavado, muelle de llenado y áreas administrativas presente daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando u otro tipo de misiles así como una mortalidad del 100% debido a lesiones pulmonares.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 251.62 > 148.03 m	Debido a que esta zona de afectación sobrepasa los límites de la planta, no se esperan daños para el personal.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 43.99 m	Debido a que estas zonas de afectación se encuentran dentro de los límites de la planta, no existen elementos de población que puedan resultar con daños.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 81.03 > 43.99 m			
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 140.03 m	Se espera que las personas expuestas en el Frac. Diamante Paseos de Opichen puedan presentar heridas en la piel que van de ligeras a moderadas por vidrios volando u otro tipo de misiles.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	≤ 251.62 > 140.03 m	Las personas que se encuentren de pie o caminando en un radio de hasta 251.62 m (Frac. Diamante Paseos de Opichen), podrían caer al piso debido al impacto de la onda de choque.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio Ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 43.99 m	Los productos generados de la combustión como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Dentro de esta zona se esperan daños menores en la vegetación presente, debido a que esta se encuentra en su mayoría, dentro de los límites de la planta, es posible encontrar especies como cocotero *(Cocos nucifera),* Framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, Lluvia de oro *(Cassia Fistula)*, entre otras. En el caso de la fauna que se encuentre dentro de las instalaciones, esta podría presentar desde dolor en la piel si la exposición es mayor a 20 segundos hasta una mortalidad del 100% dependiendo de la distancia a la que se encuentre del origen del incendio. Las especies susceptibles a encontrase son el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti)*, entre otras.	- Cada autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamientos se cuenta con siete extintores tipo ABC. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	- Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques. - Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.
		Amortiguamiento ≥ 1.4 < 5.0 kW/m^2	≤ 81.03 > 43.99 m	Debido a que este nivel de radiación térmica es el máximo soportable, no se esperan daños para el aire, flora y fauna presente.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 148.03 m	Dentro de esta zona se prevé la devastación parcial de la flora presente con la caída parcial del elemento. Destaca la presencia de especies como el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* entre otras. Desde el origen del evento hasta una distancia de 148.03 m se tendría la devastación de un 50 al 90% de la fauna presente con amputación parcial o total de miembros o la apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de órganos. Asimismo, se prevé la presencia de traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas. Es posible encontrar especies como el abaniquillo de Yucatán *(Anolis ustus)*, la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis),* el chotacabras menor *(Chordeiles acutipennis)*, la paloma alas blancas *(Zenaida asiatica),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti)*, el tordo cantor *(Dives dives),* el Centzontle tropical *(Mimus gilvus)*, chipe amarillo *(Setophaga petechia),* mirlo café *(Turdus gravi),* entre otras.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 251.62 > 148.03 m	En esta zona de afectación no se esperan daños en la vegetación, por lo que únicamente se espera la caída al suelo de las especies faunísticas debido al impacto de la onda expansiva, en el municipio de Mérida es posible encontrar especies como el abaniquillo de Yucatán *(Anolis ustus)*, la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis),* el chotacabras menor *(Chordeiles acutipennis)*, la paloma alas blancas *(Zenaida asiatica),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti)*, el tordo cantor *(Dives dives),* el Centzontle tropical *(Mimus gilvus)*, chipe amarillo *(Setophaga petechia),* mirlo café *(Turdus gravi),* entre otras.	- Cada autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamientos se cuenta con siete extintores tipo ABC. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	- Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques. - Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 16.53 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 16.53 m se encuentra el estacionamiento, en donde se esperan daños irrecuperables en equipos de proceso (autotanques).		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 28.28 > 16.53 m	Dentro de esta zona de afectación, se espera la ignición de tubos y recubrimientos de plástico que se encuentren en el estacionamiento.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 > 12.5 kW/m^2	≤ 43.99 > 16.53 m	En esta zona de afectación se esperan daños ligeros en estructuras, siendo las tomas de suministro y carburación, área de recipientes transportables rechazados, área de pintura y área de almacenamiento de Gas L.P. las afectadas.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 81.03 > 43.99 m	Dentro de este nivel de radiación térmica no se esperan daños estructurales.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 31.78 m	Desde del origen del incidente hasta una distancia de 31.78 m se encuentran el estacionamiento y las tomas de suministro y carburación en donde se esperan graves daños a equipos y estructuras.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 64.85 > 31.78 m	En esta zona se encuentra el área de almacenamiento de Gas L.P., las tomas de recepción, tomas de suministro y carburación, área de repientes transportables, área de lavado, taller llantero, área de residuos peligrosos, taller mecánico y área de lavado, así como también la empresa Deacero, en donde se espera la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño en equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 148.03 > 64.85 m	Dentro de esta zona se esperan ventanas grandes y pequeñas estrelladas, así como daños en los marcos. Las áreas afectadas serían los estacionamientos, áreas administrativas, muelle de llenado y Milestone Logistics.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 251.62 > 148.03 m	En esta zona de afectación se encuentra Enerkin, Proteinas y Oleicos, PEPSICO, IQUISA y SQ Servidora Química, en donde se esperan daños limitados en estructuras.		

Clave del escenario		013.2 Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula del autotanque				
Receptor de riesgo	**Tipo de evento**	**Tipo de zona**		**Descripción de la afectación**	**Salvaguardas existentes**	**Recomendaciones**
Personal	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 27.36 m	El personal que se encuentre en el estacionamiento y las áreas de circulación cercanas al estacionamiento puede presentar desde dolor en la piel si esta no se protege en un tiempo de 20 segundos hasta una probabilidad de mortalidad del 100% en un tiempo de un minuto.	- Cada autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamientos se cuenta con siete extintores tipo ABC. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	- Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques. - Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 50.46 > 27.36 m	Dentro de esta zona se espera que el personal expuesto pueda presentar dolor en piel desnuda en un tiempo de exposición de hasta 20 segundos dependiendo de la distancia ala que se encuentre del origen del evento.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 106.45 m	Desde el origen del incidente hasta una distancia de 106.45 m se esperaría que el personal que se encuentre en estacionamientos, área de residuos peligrosos, taller mecánico, tomas recepción, área de almacenamiento de Gas L.P., muelle de llenado y demás áreas puede presentar daños que van de ligeros a moderados por heridas en la piel causadas por vidrios volando u otro tipo de misiles hasta una probabilidad de muerte del 100% debido a lesiones pulmonares.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 180.95 > 106.45 m	Se espera que el personal que se encuentre de pie o caminando en el estacionamiento administrativo, comedor, servicios sanitarios, oficinas, vigilancia y áreas de circulación cercanas puedan caer al suelo debido al impacto de la onda expansiva.		
Población	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 27.36 m	Dentro de estos radios de afectación no existen elementos vulnerables de población que puedan resultar afectados.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	≤ 50.46 > 27.36 m			
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 106.45 m	Desde el origen del incendio hasta un radio de 106.45 m no se esperan daños en la población.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 1.0 psi	≤ 180.95 > 106.45 m	Dentro de esta zona, las personas que se encuentren de pie o caminando en el Frac. Diamante Paseos de Opichen podrían caer al suelo debido al impacto de la onda expansiva.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Radiación térmica	Alto Riesgo ≥ 5.0 kW/m^2	≤ 27.36 m	Los productos generados de la combustión como gases, humos y residuos de partículas combustibles afectarán temporalmente la calidad del aire. Dentro de esta zona se esperan daños menores en la vegetación presente, debido a que este se encuentra en su mayoría dentro de los límites de la planta, es posible encontrar especies como el cocotero *(Cocos nucifera),* Framboyán de Madagascar *(Delonix regia)*, Lluvia de oro *(Cassia Fistula)*, entre otras. En el caso de la fauna que se encuentre dentro de las instalaciones, esta podría presentar desde dolor en la piel si la exposición es mayor a 20 segundos hasta una mortalidad del 100% en un minuto. Las especies susceptibles a encontrase son el perro doméstico *(Canis familiaris),* la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis)*, la paloma turca de collar *(Streptopelia decaocto),* la tortolita canela *(columbina talpacoti)*, entre otras.	- Cada autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamientos se cuenta con siete extintores tipo ABC. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	- Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques. - Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.
		Amortiguamiento ≥ 1.4 < 5.0 kW/m^2	≤ 50.46 > 27.36 m	Debido a que esta zona se encuentra el novel de radiación máximo soportable, no se esperan daños para el aire, flora y fauna presentes.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 106.45 m	Dentro de esta zona de afectación, se espera la devastación parcial de la flora presente con la caída del elemento (depende de la altura del mismo). Entre las especies susceptibles a encontrarse en el municipio destacan el capulín *(Annona squamosa)*, cacalosúchil *(Plumeria rubra),* Palma botella *(Roystonea regia)*, cocotero *(Cocos nucifera),* chamiso *(Viguiera dentata),* Anacahuite *(Cordia sebestena),* almendro malabar *(Terminalia catappa),* entre otras. Se prevé que las especies faunísticas presentes que pudieran encontrarse en esta zona podrían presentar desde traumatismo, hemorragias, contusiones y fracturas hasta la devastación del 50 al 90% de las especies, con amputación parcial o total de miembros o la apertura de cavidades con la consiguiente evisceración de órganos. Es posible encontrar especies como el abaniquillo de Yucatán *(Anolis ustus)*, la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis),* el chotacabras menor *(Chordeiles acutipennis)*, la paloma alas blancas *(Zenaida asiatica),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti)*, el tordo cantor *(Dives dives),* el Centzontle tropical *(Mimus gilvus)*, chipe amarillo *(Setophaga petechia),* mirlo café *(Turdus gravi),* entre otras.		

Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Salvaguardas existentes	Recomendaciones
Medio ambiente	Sobrepresión	Amortiguamiento ≥ 0.50 psi	≤ 180.95 > 106.45 m	En esta zona de afectación no se esperan daños en la vegetación, por lo que únicamente se espera la caída al suelo de las especies faunísticas debido al impacto de la onda expansiva, en el municipio es posible encontrar especies como el abaniquillo de Yucatán *(Anolis ustus)*, la rata negra *(Rattus rattus),* la ardilla yucateca *(Sciurus yucatanensis),* el chotacabras menor *(Chordeiles acutipennis)*, la paloma alas blancas *(Zenaida asiatica),* la tortolita canela *(Columbina talpacoti)*, el tordo cantor *(Dives dives),* el Centzontle tropical *(Mimus gilvus)*, chipe amarillo *(Setophaga petechia),* mirlo café *(Turdus gravi),* entre otras.	- Cada autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamientos se cuenta con siete extintores tipo ABC. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	- Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques. - Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.
Instalaciones	Radiación térmica	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 37.5 kW/m^2	≤ 10.19 m	Desde el origen del incendio hasta una distancia de 10.19 m se encuentra el estacionamiento, en donde se esperarían daños severos en equipos de proceso de los autotanques.		
		Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 12.5 < 37.5 kW/m^2	≤ 17.55 > 10.19 m	Dentro de esta zona de afectación se espera la ignición de tubos y recubrimientos de plástico que se encuentren en el estacionamiento de los autotanques.		
		Alto Riesgo ≥ 5.0 < 12.5 kW/m^2	27.36 m	En esta zona de afectación se esperan daños ligeros en estructuras, dentro de este radio se encuentra el estacionamiento.		
		Amortiguamiento ≥ 1.40 < 5.0 kW/m^2	50.46 m	Dentro de este nivel de radiación térmica no se esperan daños en estructuras.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos ≥ 10.0 psi	≤ 22.85 m	Desde el origen del incidente hasta una distancia de 22.85 m se encuentra el estacionamiento, en donde se esperan graves daños a equipos y estructuras.		
		Alto Riespo por daño a equipos ≥ 3.0 < 10.0 psi	≤ 46.63 > 22.85 m	En esta zona se encuentra el área de recipientes transportables, el área de pintura, el taller llantero, las tomas de suministro y carburación, y una parte del área de almacenamiento; en donde se espera la destrucción de muros de concreto no reforzado, o de block pre quemado y un 50% de daño en equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 < 3.0 psi	≤ 106.45 > 46.63 m	Dentro de esta zona se esperan ventanas grandes y pequeñas estrelladas, así como daños en los marcos. Las áreas afectadas serían los estacionamientos, tomas de recepción, área de almacenamiento, muelle de llenado, taller mecánico, área de lavado y áreas de circulación.		
		Amortiguamiento ≥ 0.50 < 3.0 psi	≤ 180.95 > 106.45 m	Aquí se encuentran los sanitarios, estacionamiento administrativo, comedor, oficinas, cuarto de equipo contra incendio, tablero eléctrico y vigilancia, en donde se esperan daños limitados en estructuras.		

De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad realizado anteriormente, podemos concluir que ante una eventualidad en las instalaciones de la planta de distribución de Gas L.P. los receptores de riesgo más vulnerables serían evidentemente el personal de la empresa y sus instalaciones. No obstante, considerando la cercanía del fraccionamiento habitacional “Diamante Paseos de Opichen”, ubicado al Norte-Noroeste del predio que ocupa la planta, y donde la casa habitación de dicho fraccionamiento más cercana, medida de la tangente del recipiente de almacenamiento No.1 a la pared de este elemento, tiene una distancia aproximada de 82.67 m, se prevén afectaciones sobre el receptor de riesgo “Población”

Los efectos físicos que incidirían sobre las personas que se encuentren dentro de las zonas de afeactación serían los relacionados con las ondas de presión tras la explosión de nubes de vapor no confinadas, pudiendo provocar un conjunto de lesiones, afectando los órganos de las personas, fundamentalmente el tímpano y el pulmón, además de considerar los posibles daños derivados del desplazamiento y colisión del cuerpo contra objetos o estructuras. En este sentido, es importante señalar que ante el desarrollo de los eventos más probables (001, 005, 006, 007, 008, 010, 011 y 013) asi como del evento alterno (002), las ondas de presión ≥ 0.5 psi ≤ 1.0 psi serían las que pudieran provocar daños en las personas que se encuentren expuestas, que irían desde el 1% de la población con ruptura de timpano hasta la caída al piso de las personas que se encuentren caminando.

En cuanto a daños estructurales a este fraccionamiento, por el desarrollo de los eventos más probables y el caso alterno, se prevén de manera general daños estructurales menores, como ruptura de vidrios, daños en marcos de ventanas y techos asi como la demolición parcial de casas. Cabe recordar que el efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia, por lo que el impacto que un equipo o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

No obstante, ante el desarrollo del Peor Caso, los impactos de los efectos físicos de una BLEVE sobre este receptor de riesgo serían de mayor relevancia, principalmente por la radiación térmica generada por la bola de fuego, donde el fraccionamiento habitacional “Diamante Paseos de Opichen” quedaría comprendido dentro de las zonas de alto riesgo, por lo que los daños previstos irían desde dolor en piel desnuda y quemaduras de primer, segundo y tercer grado hasta el 50% de letalidad de la población expuesta durante el tiempo que dura la bola de fuego (18.2 s). En tanto que la población expuesta del fraccionamiento Girasoles de Opichen, Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo (2) y la Universidad Autónoma de Yucatán (ubicadas en la colonia Ciudad Industrial), Guardería Canacintra y Parque Centenario del Ejercito mexicano (3) (ubicados en la colonia La Libertad II), así como en el Parque Lineal Metropolitano podrían sentir dolor en piel desnuda.

Cabe señalar que la planta cuenta con las medidas, equipos y dispositivos de seguridad que señala la normativa aplicable a este tipo de instalaciones (NOM-001-SESH-2014), no obstante, de acuerdo con los resultados del análisis de vulnerabilidad se hace necesaria la implementación de un muro contra incendio o muro corta fuego, que permita restringir los efectos físicos de un evento de fuego o explosión, mediante la absorción de la enegía térmica y/o de la onda expansiva que incidirían sobre la población que se encuentre dentro de las zonas de afeactación.

Por ello, se recomienda elevar la barda perimetral ubicada por el lindero Norte-Noroeste del predio que ocupa la planta aproximadamente a 5.00 m de altura y adaptarla a fin de que esta cumpla con la función de un **muro cortafuego**, esto con el objetivo de contener e impedir la propagación del fuego y/o reducir las dosis específicas de radiación y a su vez contenga la energía con la cual se transporta la sobrepresión.De acuerdo con la NFPA 54, un muro corta fuego logra disminuir hasta un tercio de la distancia de alcance de una bola de fuego.

Tomando como refeferencia la clasificación de la NSR-10-Capítulo J.I “Requisitos de protección contra incendios en edificaciones”, las instalaciones de la planta se encuentran en una categoría de riesgo de edificaciones tipo I, donde se comprenden las edificaciones con mayor riesgo de pérdidas de vidas humanas o con alta amenaza de combustión. Debido a ello, de acuerdo a la categoría de clasificación de riesgo, se recomienda que la barda perimetral tenga una resistencia requerida al fuego de 3 horas de acuerdo a la NTC 1480 (ISO 834).

De manera general, **el muro corta fuego deberá tener una resistencia mínima de fuego de F – 120 y como máximo de F – 180 y un espesor de entre 15 a 30 cm como mínimo. No obstante, para llevar a cabo esta propuesta deberá consultar a un especialista en el diseño y construcción de elementos de protección pasiva contra incendios**.

VII.2 INTERACCIONES DE RIESGO.

Siempre que ocurre un accidente mayor, se tiene el riesgo de daño al equipamiento o instalaciones que se encuentran alrededor, esto debido a los efectos físicos del evento inicial, lo que a su vez puede generar eventos secundarios e incluso niveles superiores. Este fenómeno se conoce como “Efecto Dominó”, mismo que se define como un conjunto correlativo de sucesos en los que, las consecuencias de un accidente previo se ven incrementadas por estos, 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 provoquen nuevos fenómenos peligrosos.

Un fenómeno dominó implica la existencia de un accidente “primario” o “iniciador” que afecta a una instalación primaria (este accidente puede no ser suficientemente grave) pero, 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 la misma zona, pero retardado en el tiempo); en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma, o ambas.

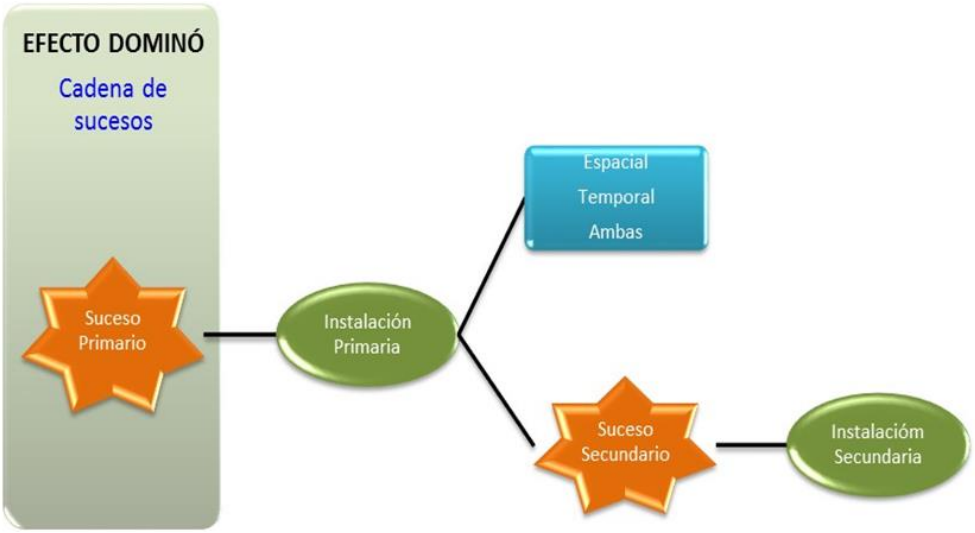


Figura VII. 1. Esquematización de un efecto dominó.

En Reiners and Cozzani (2013) se identifican algunos elementos necesarios para que tenga lugar el efecto dominó, mismos que se describen en la siguiente figura.

Tabla VII. 1. Definición de los elementos de un efecto dominó.

Elemento	Definición
Escenario primario	Escenario donde el accidente primario inicia un efecto dominó, propagándose e intensificándose al afectar otras unidades de proceso o almacenamiento, desencadenando uno o varios escenarios de accidentes secundarios.
Escenario secundario	Escenario donde el accidente es causado por el impacto de al menos uno de los vectores de escalación generados por el accidente primario.
Propagación	En un efecto dominó interno, la propagación tiene lugar dentro de la misma unidad o grupo de equipos. En un efecto dominó externo, la propagación inicia la ampliación 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	Efectos físicos (radiación térmica, sobrepresión y/o proyección de fragmentos) generados por el evento primario.

Considerando que el evento dominó es aquél que incrementa las consecuencias del evento primario o iniciador, así también como aquél que incrementa la frecuencia de que ocurra un accidente en la unidad objetivo o blanco, en este apartado se presenta de manera cualitativa las posibles interacciones de riesgo y 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, el efecto dominó que se ha presentado en la industria lo han hecho en su mayoría en instalaciones fijas, siendo así un 80% del total de los accidentes que involucran un efecto dominó, mientras que el transporte involucraría solo el 20%. Siendo las actividades que aportan dentro de las instalaciones fijas el mayor porcentaje, las de almacenamiento con un 25% y las unidades de proceso con un 28%, mientras que las actividades de carga y descarga aportan un 13.3% del total. Del mismo modo, dichos autores señalan la distribución a través de los sistemas de autotransporte teniendo 40% carretera, 39% vía ferrocarril, 13% barco y 8% tubería. Genserik y Cozzani resumen las causas que han iniciado eventos dominó de la siguiente manera:

Tabla VII. 2. Principales causas de iniciación de un efecto dominó.

Causa	No. de eventos	%
Eventos externos	69	30.7
Falla mecánica	65	28.9
Factores humanos	47	20.9
Fallo por impacto	40	17.8
Reacción violenta	21	9.3
Falla de instrumentos	8	3.6
Proceso fuera de condiciones	5	2.2
Falla en los servicios	3	1.3

La secuencia de eventos dominó más frecuentes es la siguiente: Explosión → Fuego (27.6%); Fuego → Explosión (27.5%); Fuego → Fuego (17.8%). Además, cabe señalar que de los equipos donde la mayoría de los eventos dominó se derivan, son los recipientes presurizados, siendo el 30% de los causantes de los eventos primarios.

Los estudios realizados por Cozzani et al. (2006) y Absolhamidzdeh et al. (2010) revelaron que, el no considerar el efecto dominó en el análisis de consecuencias conlleva a que el riesgo no sea evaluado en su magnitud real. Todo lo cual justifica que, en la actualidad, ninguna valoración de riesgo puede ser considerada completa sin incluir el análisis del efecto dominó.

De acuerdo con el análisis de consecuencias de los eventos de riesgo identificados a través de la metodología What if…? y jerarquizados mediante la matriz de riesgos presentada, los eventos primarios derivan de fugas, las cuales dan lugar, dependiendo de las condiciones y de la cercanía de las fuentes de ignición, a dardo de fuego, explosiones de nubes de vapor y/o llamaradas. De acuerdo con la literatura ya mencionada, se describen los efectos físicos que derivan de los eventos primarios y que fueron responsables de 100 accidentes dominó.

Tabla VII. 3. Vectores de escalación de eventos

Evento primario	No. de eventos	Valores de escalación		
		Radiación térmica	Sobrepresión	Fragmentación
Explosión de nube de vapor	17	0	16	1
Dardo de fuego	8	8	0	0
Llamarada	0	0	0	0

Según la tabla anterior, para las explosiones de nubes de vapor se consideran los efectos por sobrepresión, para el dardo de fuego, la radiación térmica y el impacto del fuego; mientras que para las llamaradas no se considera la posibilidad de escalamiento 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.

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/m^2, 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.

Asimismo, de acuerdo a Robertson, R.B.; (1976). *"Spacing in Chemical Plant Design Against Loss by Fire". I. Chem. E. Symposium Series, 47, Accidental release, assessment containment and control, 157;* se pueden producir incendios secundarios en edificaciones cuando éstas se hallen sometidas a flujos de radiación superiores a 12.6 kW/m^2 y cuando la radiación sea superior a 37.5 kW/m^2 se pueden provocar daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables, no obstante, el citado autor establece un límite de tiempo en torno a 20 minutos para que se produzca la ignición del elemento vulnerable.

Por otro lado, de acuerdo a los resultados de Reniers and Cozzaani, (2013), el tiempo necesario para que un recipiente de almacenamiento sujeto a presión colapse, debe ser superior a 10 minutos para una intensidad de radiación proveniente de una fuente lejana de 60 kW/m^2, y superior a 30 minutos para una intensidad de radiación inferior a 45 kW/m^2. Mientras que para un recipiente atmosférico debe ser superior a 10 minutos para una intensidad de radiación inferior a 15 kW/m^2, y para una radiación inferior a 10 kW/m^2, debe ser mayor a 30 minutos.

Tabla VII. 4. Zonas de alto riesgo por daño a equipos.

Radiación térmica		Sobrepresión	
37.5 kW/m²	**12.5 kW/m²**	**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 instalación.	50% de daño sobre equipo de proceso.

Tabla VII. 5. Zona de Alto Riesgo.

Radiación térmica	Sobrepresión
5.0 kW/m²	**1.0 psi**
No se registran daños a equipos/materiales a este nivel de radiación.	Falla en conexiones. 1% de daño en equipos.

Es importante considerar que los **efectos físicos de la onda de sobrepresión y radiación térmica van disminuyendo conforme aumenta la distancia,** por lo que, el impacto que una persona o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen del evento y del apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren.

Es importante señalar que, conforme a lo anterior, la posibilidad de interacciones de los eventos primarios se evaluó en el presente estudio, es decir, se evaluaron los efectos que de un evento podrían resultar en cualquiera de las áreas y dichos efectos a su vez se evaluaron con lo que se tendrían por evaluada la concatenación de eventos primarios que resultaría en una mayor área de afectación.

No obstante, en el presente apartado se les dará mayor relevancia a los escenarios catalogados como “Peor caso” para poder determinar los posibles daños máximos dentro y fuera de la instalación a fin de distinguir y en su caso, determinar el efecto dominó e interacciones de riego. Dicho lo anterior a continuación se detallan los posibles receptores de riesgo de los escenarios catalogados “Peor Caso” por radiación térmica y sobrepresión para la Planta de Distribución de Gas L.P.

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
001	Tomas de recepción Manguera de Gas L.P.	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	7.86 m	**Infraestructura interna de la planta:** Tomas de recepción 0.00 m	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuenta 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Los choferes de los semirremolques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades, los cuales deben 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 debe incluir la verificación de paro de emergencia, comunicación entre operadores válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación. - Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su malla interna, asimismo, la manguera para Gas L.P. debe presentar una antigüedad menor de siete años, contados a partir de su fecha de fabricación.
					16.03 m	**Infraestructura interna de la planta:** Recipiente de almacenamiento I 13.85 m		
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1.0 psi)	36.60 m	**Infraestructura interna de la planta:** Recipiente de almacenamiento II 19.03 m Recipiente de almacenamiento III 24.21 m Toma de carburación 23.24 m Tomas de suministro 25.68 m Muelle de llenado 32.34 m Estacionamiento 41.79 m Estacionamiento 22.13 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
002	Tomas de recepción Válvula de descarga del semirremolque	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 – 12.5 kW/m^2)	19.77 m	**Infraestructura interna de la planta:** Tomas de recepción 0.00 m Recipiente de almacenamiento I 13.85 m Recipiente de almacenamiento II 19.03 m	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuenta 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Llevar registros de la 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. - Verificar el funcionamiento segur de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar las pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
					33.46 m	**Infraestructura interna de la planta:** Recipiente de almacenamiento III 24.21 m Toma de carburación 23.24 m Tomas de suministro 25.68 m Muelle de llenado 32.34 m Estacionamiento 22.13 m		
				Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	28.50 m	**Infraestructura interna de la planta:** Tomas de recepción 0.00 m Recipiente de almacenamiento I 13.85 m Recipiente de almacenamiento II 19.03 m Recipiente de almacenamiento III 24.21 m Toma de carburación 23.24 m Tomas de suministro 25.68 m Estacionamiento 22.13 m		
					58.17 m	**Infraestructura interna de la planta:** Muelle de llenado 32.34 m Estacionamiento 50.61 m Estacionamiento 41.79 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
002	Tomas de recepción Válvula de descarga del semirremolque	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	51.88 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 50.61 m Estacionamiento 41.79 m	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos boca-tomas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, cuenta 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 cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo, una de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- Llevar registros de la 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. - Verificar el funcionamiento segur de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar las pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
				Sobrepresión (1.0 psi)	132.78 m	**Infraestructura interna de la planta:** Baños de empleados 75.22 m Estacionamiento administrativo 71.41 m Cocina 68.65 m Oficinas 62.54 m Cuarto de Equipo Contra Incendio 66.55 m Vigilancia 71.31 m Recipientes portátiles rechazados 77.78 m Pintura de recipientes portátiles 84.91 m Taller llantero 83.50 m Almacén de residuos 81.64 m Taller 79.53 m Área de lavado 77.89 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
003	Tomas de recepción Semirremolque	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 kW/m^2)	170.66 m	**Infraestructura interna de la planta:** Tomas de recepción 0.00 m Recipiente de almacenamiento I 13.85 m Recipiente de almacenamiento II 19.03 m Recipiente de almacenamiento III 24.21 m Toma de carburación 23.24 m Tomas de suministro 25.68 m Muelle de llenado 32.34 m Baños de empleados 75.22 m Estacionamiento administrativo 71.41 m Cocina 68.65 m Oficinas 62.54 m Cuarto de Equipo Contra Incendio 66.55 m Vigilancia 71.31 m Estacionamiento 50.61 m Recipientes portátiles rechazados 77.78 m Pintura de recipientes portátiles 84.91 m Taller llantero 83.50 m Almacén de residuos 81.64 m Taller 79.53 m Área de lavado 77.89 m Estacionamiento 41.79 m Estacionamiento 22.13 m	- Los semirremolques cuentan con válvulas de globo de acción manual. - En la toma para gas – líquido se cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- 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 atmosferas peligrosas. - Verificaicón de paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como de las condiciones de operación.

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
003	Tomas de recepción Semirremolque	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (12.5 kW/m^2)	330.05 m	**Infraestructura externa:** Enerkin 215.48 m Proteínas y oleicos 243.13 m PEPSICO 246.77 m SQ Servidora Química 281.26 m Empaques Carvajal 312.95 m	- Los semirremolques cuentan con válvulas de globo de acción manual. - En la toma para gas – líquido se cuenta con 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 cierre manual de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	- 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 atmosferas peligrosas. - Verificación de paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como de las condiciones de operación.
				Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	6.54 m	**Infraestructura interna de la planta:** Tomas de recepción 0.00 m		
					13.35 m	No se encuentran equipos o instalaciones industriales dentro de este radio de afectación.		
			Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	529.50 m	**Infraestructura externa:** Cementos Moctezuma 372.79 m Nutrimentos Peninsulares 487.80 m Alimentos balanceados 459.91 m Centro BACHOCO 519.04 m		
				Sobrepresión (1.0 psi)	30.48 m	**Infraestructura interna de la planta:** Recipiente de almacenamiento I 13.85 m Recipiente de almacenamiento II 19.03 m Recipiente de almacenamiento III 24.21 m Toma de carburación 23.24 m Tomas de suministro 25.68 m Estacionamiento 22.13 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P. Recipiente de almacenamiento	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 kW/m^2)	228.41 m	**Infraestructura interna de la planta:** Almacenamiento de Gas L.P. 0.00 m Toma de recepción 13.85 m Toma de carburación 6.46 m Tomas de suministro 6.27 m Muelle de llenado 14.06 m Baños empleados 66.31 m Estacionamiento administrativo 60.87 m Cocina 56.42 m Oficinas 47.21 m Cuarto de equipo contra incendio 47.54 m Vigilancia 49.53 m Estacionamiento 24.21 m Recipientes portátiles rechazados 58.79 m Pintura de recipientes portátiles 69.17 m Taller llantero 69.71 m Almacén de residuos 70.64 m Taller 70.80 m Área de lavado 72.11 m Estacionamiento 41.50 m **Infraestructura externa:** DEACERO 34.70 m Milestone Logistics 102.12 m Enerkin 194.00 m Proteínas y oleicos 217.04 m	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P. Recipiente de almacenamiento	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (12.5 kW/m^2)	476.76 m	**Infraestructura externa:** PEPSICO 285.77 m SQ Servidora Química 271.82 m Empaques Carvajal 309.76 m Cementos. Moctezuma. 390.43 m Alimentos Balanceados 436.73 m	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.
				Sobrepresión (10.0 psi)	24.17 m	**Infraestructura interna de la planta:** Almacenamiento de Gas L.P. 0.00 m Toma de recepción 13.85 m Toma de carburación 6.46 m Tomas de suministro 6.27 m Muelle de llenado 14.06 m		
				Sobrepresión (3.0 psi)	49.32 m	**Infraestructura interna de la planta:** Oficinas 47.21 m Cuarto de equipo contra incendio 47.54 m Estacionamiento 24.21 m Estacionamiento 41.50 m		
			Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	776.74 m	**Infraestructura externa:** Fábrica BACHOCO 519.73 m CAMPI 558.12 m Grupo Hidráulico 771.53 m MINSA 754.68 m Saxón de Yucatán S.A. de C.V. 662.98 m PLASTHERM 678.71 m Central Termoeléctrica CFE 735.95 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P. Recipiente de almacenamiento	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo	Sobrepresión (1.0 psi)	112.58 m	**Infraestructura interna de la planta:** Baños empleados 66.31 m Estacionamiento administrativo 60.87 m Cocina 56.42 m Vigilancia 49.53 m Recipientes portátiles rechazados 58.79 m Pintura de recipientes portátiles 69.17 m Taller llantero 69.71 m Almacén de residuos 70.64 m Taller 70.80 m Área de lavado 72.11 m	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
005	Almacenamiento temporal de Gas L.P. Válvula de seguridad	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 – 12.5 kW/m^2)	16.02 m	**Infraestructura interna de la planta:** Almacenamiento de Gas L.P. 0.00 m Toma de recepción 13.85 m Toma de carburación 6.46 m Tomas de suministro 6.27 m Muelle de llenado 14.06 m	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de PQS tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de los procedimientos. - Verificar que el tubo de desfogue conectado a la válvula de seguridad cuente con capuchón protector. - Verificar que las válvulas de seguridad no presenten: ▪ Partículas foráneas que puedan impedir el correcto funcionamiento de la válvula. ▪ Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ▪ Daño físico. ▪ Fuga en el asiento o en la conexión del recipiente. ▪ Corrosión.
					28.92 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 24.21 m		
				Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	31.13 m	**Infraestructura interna de la planta:** Almacenamiento de Gas L.P. 0.00 m Toma de recepción 13.85 m Toma de carburación 6.46 m Tomas de suministro 6.27 m Muelle de llenado 14.06 m Estacionamiento 24.21 m		
					63.53 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento administrativo 60.87 m Cocina 56.42 m Oficinas 47.21 m Cuarto de equipo contra incendio 47.54 m Vigilancia 49.53 m Recipientes portátiles rechazados 58.79 m Estacionamiento 41.50 m		
			Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	45.68 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 41.50 m		
				Sobrepresión (1.0 psi)	145.03 m	**Infraestructura interna de la planta:** Baños empleados 66.31 m Pintura de recipientes portátiles 69.17 m Taller llantero 69.71 m Almacén de residuos 70.64 m Taller 70.80 m Área de lavado 72.11 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
006	Toma de suministro Manguera de Gas L.P.	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 – 12.5 kW/m^2)	10.82 m	**Infraestructura interna de la planta:** Toma de suministro 0.00 m Almacenamiento de Gas L.P. 6.27 m Toma de carburación 5.07 m	- Se cuenta con dos juegos de tomas, las cuales se encuentran protegidas a base de grapas de acero y muretes de concreto de 0.6 m de alto del NPT. - 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). - Se cuenta con dos medidores de gas vapor en las tomas de suministro. - En las tuberías de gas líquido y tramos en los que pudiera quedar atrapado gas entre dos o más válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm^2 y capacidad de descarga de 22 m^3/min y son de 13 mm de diámetro. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg para las tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Los choferes de los autotanques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicitan en el punto 1.2 inciso X del Sistema de Administración. - Entre los procedimientos se debe incluir la verificación de comunicación de operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra e integridad de la instalación eléctrica. - Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su mala interna, asimismo, la manguera de Gas L.P., debe presentar una antigüedad menor a siete años contados a partir de su fecha de fabricación.
					18.32 m	No se encuentran equipos o instalaciones industriales dentro de este radio de afectación.		
				Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	19.03 m	**Infraestructura interna de la planta:** Toma de suministro 0.00 m Almacenamiento de Gas L.P. 6.27 m Toma de carburación 5.07 m		
					38.84 m	**Infraestructura interna de la planta:** Toma de recepción 25.68 m Estacionamiento 30.77 m Estacionamiento 32.30 m		
			Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	28.42 m	**Infraestructura interna de la planta:** Toma de recepción 25.68 m		
				Sobrepresión (1.0 psi)	88.66 m	**Infraestructura interna de la planta:** Muelle de llenado 48.33 m Oficinas 80.40 m Vigilancia 81.09 m Estacionamiento 32.30 m Recipientes portátiles rechazados 49.75 m Pintura de recipientes portátiles 61.03 m Taller llantero 59.53 m Almacén de residuos 60.01 m Taller 58.12 m Área de lavado 58.97 m Estacionamiento 30.77 m Estacionamiento 32.30 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
007	Sello mecánico de la bomba	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 – 12.5 kW/m^2)	4.06 m	**Infraestructura interna de la planta:** Toma de suministro 0.00 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/cm^2, capacidad de descarga de 22 m^3/min y 13 mm de diámetro. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg paralas tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. - El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de las válvulas. - Bajo condiciones normales, renovar anualmente el sello mecánico. - El filtro debe ser limpiado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido de la bomba. - 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 misma. Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ▪ Daño físico. ▪ Fuga ▪ Corrosión.
					6.87 m	**Infraestructura interna de la planta:** Toma de suministro 0.00 m Almacenamiento de Gas L.P. 6.27 m Toma de carburación 5.07 m		
				Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	36.71 m	**Infraestructura interna de la planta:** Toma de suministro 0.00 m Toma de recepción 25.68 m Almacenamiento de Gas L.P. 6.27 m Toma de carburación 5.07 m		
					74.92 m	**Infraestructura interna de la planta:** Muelle de llenado 48.33 m **Infraestructura externa:** Deacero 39.34 m		
			Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	10.65 m	No se encuentran equipos o instalaciones industriales dentro de este radio de afectación.		
				Sobrepresión (1.0 psi)	171.02 m	**Infraestructura interna de la planta:** Baños de los empleados 99.16 m Estacionamiento administrativo 94.13 m Cocina 89.56 m Oficinas 80.40 m Vigilancia 81.09 m Estacionamiento 32.30 m Recipientes portátiles rechazados 49.75 m Pintura de recipientes portátiles 61.03 m Taller llantero 59.53 m Almacén de residuos 60.01 m Taller 58.12 m Área de lavado 58.97 m Estacionamiento 30.77 m Estacionamiento 32.30 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
008	Recipiente transportable Muelle de llenado	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	11.98 m	**Infraestructura interna de la planta:** Muelle de llenado 0.00 m	- Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco con capacidad de 9kg cada uno y dos extintores de carretilla de 50 kg en el muelle de llenado. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	- Los recipientes transportables para Gas L.P. fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil 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 deben comprobar que cumplen con la NOM-2013-SCFI-2018.
					24.45 m	**Infraestructura interna de la planta:** Zona de almacenamiento de Gas L.P. 14.06 m Oficinas 18.34 m Cuarto de equipo contra incendio 19.71 m Vigilancia 24.40 m		
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1.0 psi)	55.80 m	**Infraestructura de la planta:** Tomas de recepción 32.34 m Toma de carburación 46.97 m Tomas de suministro 48.33 m Baños del personal 49.35 m Estacionamiento administrativo 41.55 m Cocina 34.19 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
012.1	Recipiente no transportable Autotanque de 18,000 L	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 – 12.5 kW/m^2)	126.05 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m Tomas de recepción 57.43 m Área de almacenamiento de Gas L.P. 29.65 m Tomas de suministro y carburación 24.90 m Muelle de llenado 75.79 m Área de recipientes transportables rechazados 31.73 m Área de pintura 47.53 m Taller llantero 48.01 m Almacén de residuos 50.34 m Taller mecánico 54.27 m Área de lavado 59.88 m Estacionamiento 47.60 m Estacionamiento 94.81 m Cocina 118.83 m Oficinas 105.00 m Cuarto de equipo contra incendio 102.20 m Vigilancia 103.33 m	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores; la cual posteriormente deberá realizarse cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
					242.60 m	**Infraestructura interna de la planta:** Sanitarios 131.03 m Estacionamiento administrativo 126.37 m **Infraestructura externa de la planta:** Enerkin Mérida 224.25 m Proteínas y oleicos 228.74 m SQ Servidora Química 222.95 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
012.1	Recipiente no transportable Autotanque de 18,000 L	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en Equipos	Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	4.73 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores; la cual posteriormente deberá realizarse cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
					9.66 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m		
			Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	388.79 m	**Infraestructura externa de la planta:** PEPSICO 279.26 m Empaques Carvajal 278.71 m Cementos Moctezuma 364.86 m		
				Sobrepresión (1.0 psi)	22.06 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
012.2	Recipiente no transportable Autotanque de 4,000 L	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 – 12.5 kW/m^2)	78.77 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m Tomas de recepción 57.43 m Área de almacenamiento de Gas L.P. 29.65 m Tomas de suministro y carburación 24.90 m Muelle de llenado 75.79 m Área de recipientes transportables rechazados 31.73 m Área de pintura 47.53 m Taller llantero 48.01 m Almacén de residuos 50.34 m Taller mecánico 54.27 m Área de lavado 59.88 m Estacionamiento 47.60 m	- El autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores; la cual posteriormente deberá realizarse cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
					150.53 m	**Infraestructura interna de la planta:** Sanitarios 131.03 m Estacionamiento administrativo 126.37 m Cocina 118.83 m Oficinas 105.00 m Cuarto de equipo contra incendio 102.20 m Vigilancia 103.33 m		
				Sobrepresión (10.0 psi)	2.87 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
012.2	Recipiente no transportable Autotanque de 4,000 L	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en Equipos	Sobrepresión (3.0 psi)	5.85 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m	- El auto-tanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular - Sistema de alarma de emergencia. - Procedimientos de emergencia.	- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable. - Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010. - Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años con la evaluación de espesores; la cual posteriormente deberá realizarse cada cinco años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
			Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	240.86 m	**Infraestructura externa de la planta:** Enerkin Mérida 224.25 m Proteínas y oleicos 228.74 m SQ Servidora Química 222.95 m		
				Sobrepresión (1.0 psi)	13.36 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
013.1	Válvula de desfogue Autotanque de 18,000 L	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 – 12.5 kW/m^2)	16.53 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m	- Cada autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamientos se cuenta con siete extintores de tipo ABC: - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	- Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques. - Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.
					28.28 m	**Infraestructura interna de la planta:** Tomas de suministro y carburación 24.90 m		
				Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	31.78 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m Área de almacenamiento de Gas L.P. 29.65 m Tomas de suministro y carburación 24.90 m Área de recipientes transportables rechazados 31.73 m		
					64.85 m	**Infraestructura interna de la planta:** Tomas de recepción 57.43 m Muelle de llenado 75.79 m Área de pintura 47.53 m Taller llantero 48.01 m Almacén de residuos 50.34 m Taller mecánico 54.27 m Área de lavado 59.88 m Estacionamiento 47.60 m		
			Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	43.99 m	**Infraestructura interna de la planta:** Área de almacenamiento de Gas L.P. 29.65 m Área de recipientes transportables rechazados 31.73 m		
				Sobrepresión (1.0 psi)	148.03 m	**Infraestructura interna de la planta:** Muelle de llenado 75.79 m Estacionamiento 94.81 m Sanitarios 131.03 m Estacionamiento administrativo 126.37 m Cocina 118.83 m Oficinas 105.00 m Cuarto de equipo contra incendio 102.20 m Vigilancia 103.33 m		

Clave del esc.	Equipo/sitio de la instalación	Sustancia involucrada en el escenario	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancia al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
013.2	Válvula de desfogue Autotanque de 4,000 L	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Radiación térmica (37.5 – 12.5 kW/m^2)	10.19 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m	- Cada autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamientos se cuenta con siete extintores de tipo ABC: - Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	- Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques. - Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.
					17.55 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m		
				Sobrepresión (10.0 – 3.0 psi)	22.85 m	**Infraestructura interna de la planta:** Estacionamiento 0.00 m		
					46.63 m	**Infraestructura interna de la planta:** Área de almacenamiento de Gas L.P. 29.65 m Tomas de suministro y carburación 24.90 m Área de recipientes transportables rechazados 31.73 m		
			Alto Riesgo	Radiación térmica (5.0 kW/m^2)	27.36 m	**Infraestructura interna de la planta:** Área de almacenamiento de Gas L.P. 29.65 m Tomas de suministro y carburación 24.90 m		
				Sobrepresión (1.0 psi)	106.45 m	**Infraestructura interna de la planta:** Tomas de recepción 57.43 m Muelle de llenado 75.79 m Área de pintura 47.53 m Taller llantero 48.01 m Almacén de residuos 50.34 m Taller mecánico 54.27 m Área de lavado 59.88 m Estacionamiento 47.60 m Estacionamiento 94.81 m Oficinas 105.00 m Cuarto de equipo contra incendio 102.20 m Vigilancia 103.33 m		

De acuerdo con lo anterior expuesto, se puede decir que los efectos físicos (radiación térmica y sobrepresión) generados por el desarrollo de los eventos primarios que dervian en dardos de fuego y explosiones de nube de vapor no confinadas afectarían principalmente a los equipos de proceso y auxiliares que integran la planta, tales como área de almacenamiento, tomas de recepción, toma de carburación de autoconsumo, tomas de suministro, muelle de llenado y los equipos de trasiego pertenecientes a cada área. En este caso, las posibles interacciones de riesgo serían a causa de la radiación térmica emitida por los dardos de fuego, lo que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes de gas licuado e incendios secundarios. En tanto que, las ondas de sobrepresión derivarían principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.

Sin embargo, aún cuando existe la posibilidad de interacciones de riesgo entre las propias áreas de las instalaciones, 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. Asimismo, los efectos físicos derivados del desarrollo de los eventos primarios que dervian en dardos de fuego y explosiones de nube de vapor no confinadas también podrían afectar a las instalaciones cercanas a la planta, caso concreto, de *DEACERO* y *Milestone Logistics*, que si bien, podrían sufrir daños estructurales, principalmente por los efectos de la onda de sobrepresión, **se descarta una interacción de riesgo**, una vez que las actividades se limitan al comercio al por mayor de materiales metálicos para la construcción y al autotransporte foráneo de materiales para la construcción, respectivamente.

Cabe señalar que el alcance de los efectos con mayor potencial de daño tanto por radiación térmica generada por un dardo de fuego y por la sobrepresión generada por la explosión de nubes de vapor no confinadas, no rebasan en su mayoría los limites del predio que ocupa la instalación, por lo que dichas instalaciones quedarían confinadas dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, lo que significa que el daño previsto sería menor. En el caso de Milestone Logistics se prevé la demolición parcial del edificio, daños estructurales y ruptura de ventanas. Para las instalaciones DEACERO, se prevé un daño estructural mayor, una vez que ante el desarrollo de los eventos 007 y 013 las ondas de sobrepresión mayores a 3.0 psi, pero menores a 10.0 psi impactarían esta estructura, lo que se traduciría en la distorsión de la estructura de acero y posible extraída de sus cimientos.

Es importante mencionar que la BLEVE de cualquiera de los recipientes de almacenamiento (Escenario 004) de la planta se desarrolla al momento en que uno de estos es impactado por algún fragmento producto de la BLEVE del semirremolque (Escenario 003), originado por un fuego externo que incide sobre la superficie del recipiente a presión montados sobre este. Este fuego a su vez es producto de la radiación térmica generada por un dardo de fuego derivado del incendio de la emisión de chorro horizontal al desprenderse la manguera durante las operaciones de descarga del semirremolque. Dicha cadena de sucesos considera que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada, considerada con el fin de predecir el mayor daño representativo. Por lo que se puede decir que, dentro de la descripción de escenarios, tanto la BLEVE del semirremolque, como la BLEVE de los recipientes de almacenamiento de la planta de distribución es en sí un efecto dominó.

Como resultado de la BLEVE de un recipiente de almacenamiento, semirremolque o auto-tanque resultarían en 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 escalamiento 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 radicación térmica llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones, debido a la corta duración de la bola de fuego.

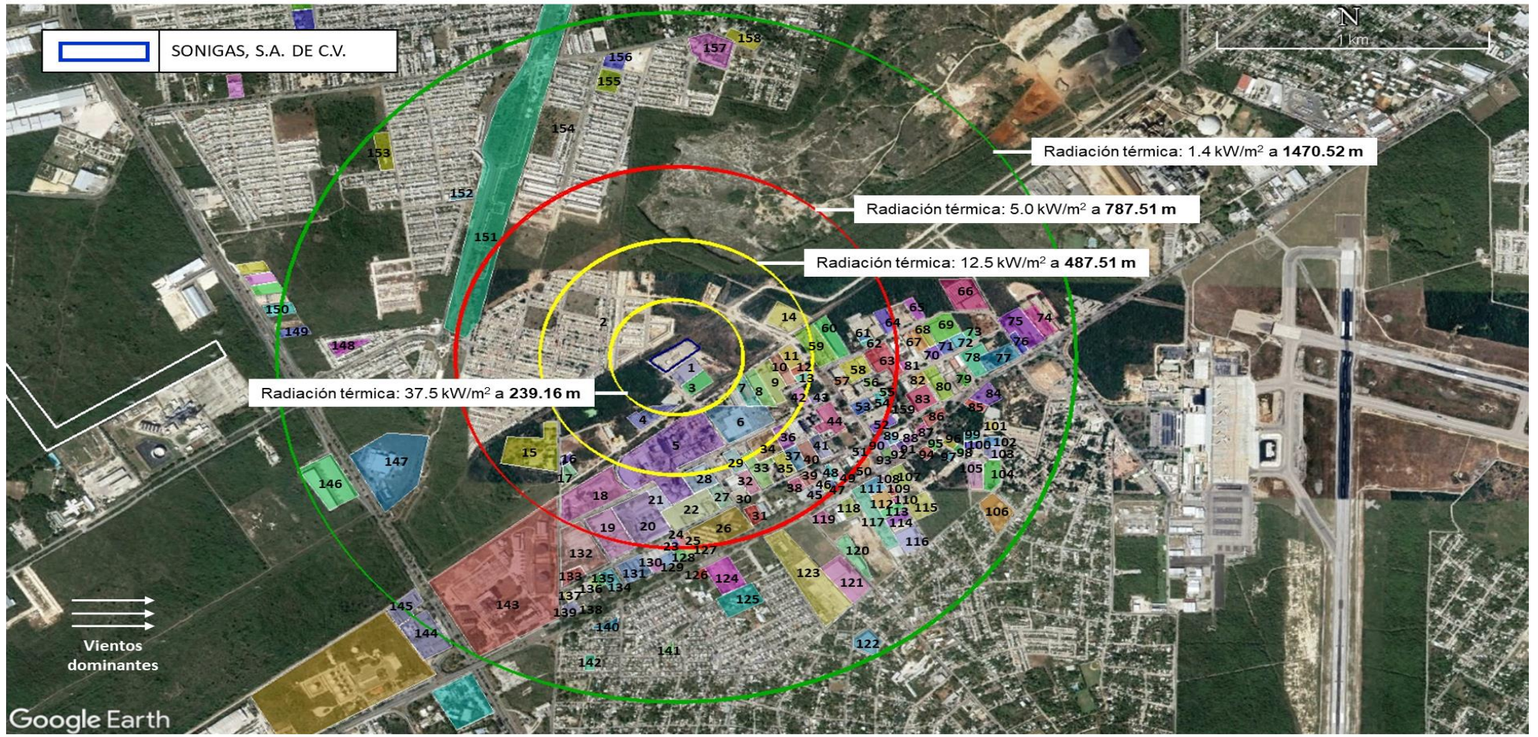
Por lo que, como **efecto dominó en la planta de distribución se definirá la BLEVE de los tres recipientes de almacenamiento**, los efectos resultado de este escenario catastrófico serán de naturaleza mecánica y térmica, es decir la radiación producida por la bola de fuego y la onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en cada uno de los recipientes. A continuación, se representan gráficamente los radios de afectación, resultado del efecto dominó.

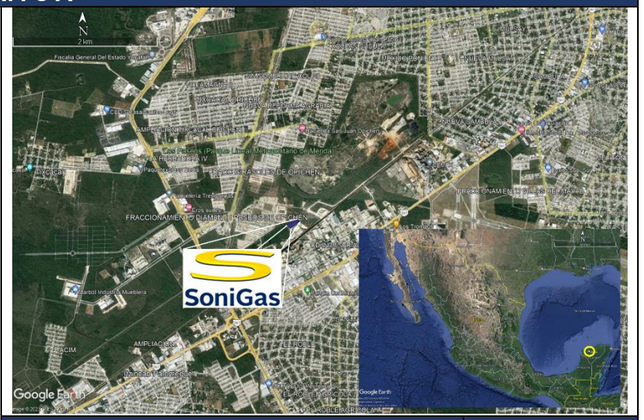
Tabla VII. 6. Radios totales de afectación por el desarrollo del Efecto Domino (BLEVE DE LOS TRES RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO)

Radiación térmica		Ondas de sobrepresión	
37.5 kW/m^2	239.16 m	**10.0 psi**	34.92 m
12.5 kW/m^2	487.51 m	**3.00 psi**	60.07 m
5.00 kW/m^2	787.49 m	**1.00 psi**	123.33 m
1.40 kW/m^2	1470.52 m	**0.50 psi**	202.12 m

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P. BLEVE DEL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO – BOLA DE FUEGO





Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
1.40 kW/m²	Zona de amortiguamiento	1470.52
5.00 kW/m²	Zona de alto riesgo	787.51
12.5 kW/m²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	487.51
37.5 kW/m²		239.16

Proyecto: Planta de distribución de Gas L.P.

Nodo o sistema: Almacenamiento temporal de Gas L.P.

No. de escenario: EFECTO DOMINÓ

Descripción del escenario:

Representación de los radios de afectación causados por la bola de fuego originada por la BLEVE de los tres recipientes de almacenamiento con capacidad individual de 250,000 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie de estos, dando lugar a la pérdida de integridad mecánica de los mismos, provocando la liberación de grandes cantidades de Gas L.P. en estado líquido generando así el efecto dominó

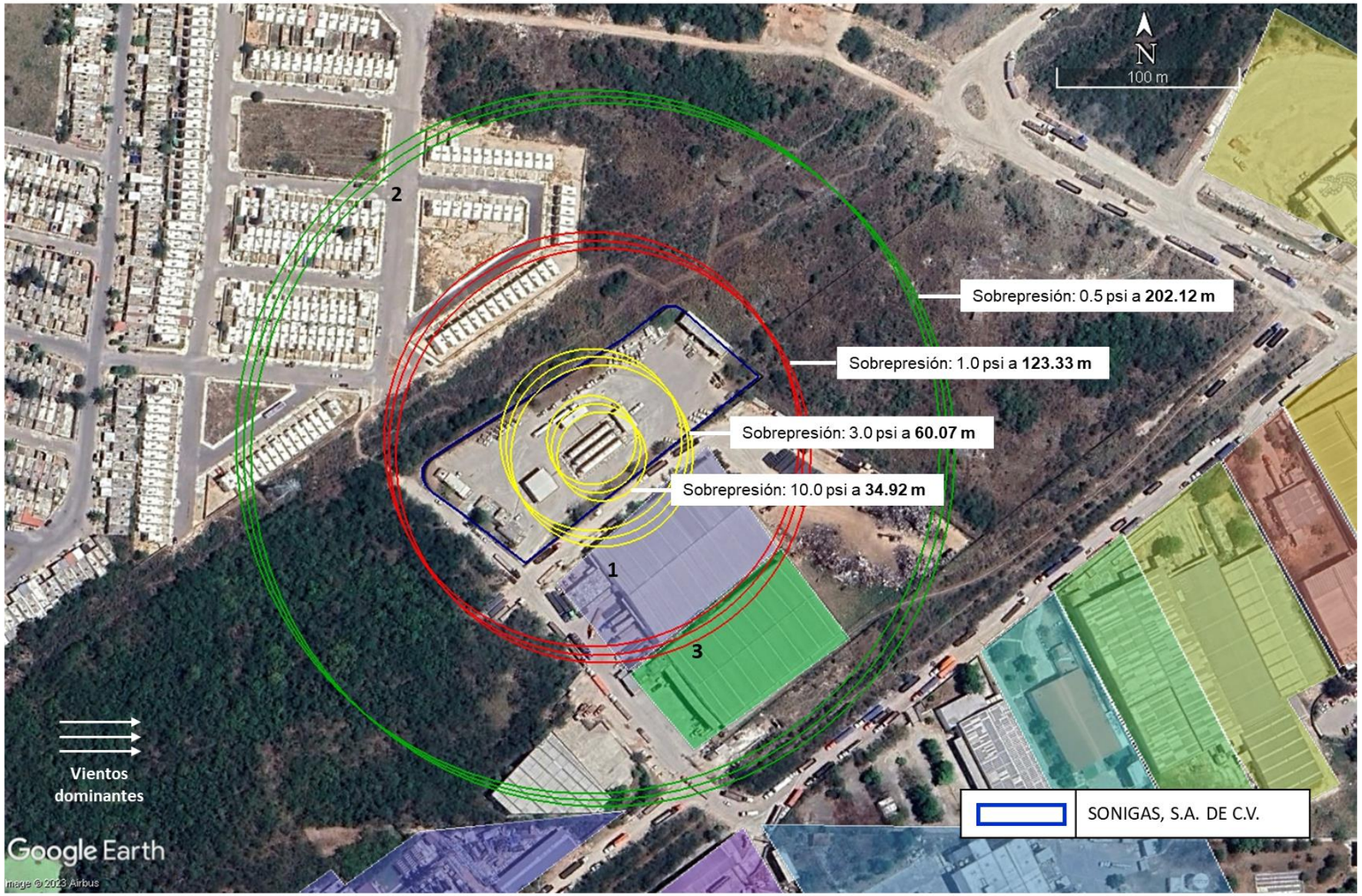
Se considera que, durante este suceso, cada uno de los recipientes se encuentran al 80% de su capacidad.

1. Deacero, **2.** Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichén, **3.** Milestone Logistics, **4.** Enerkin, **5.** Proteínas y oleicos, **6.** PEPSICO, **7.** IQUISA, **8.** SQ Servidora Química, **9.** Empaques Carvajal, **10.** Arbi Industrial S.A. de C.V., **11.** DHL, **12.** DEYUSA, **13.** Te la ponemos fácil, S.A. de C.V., **14.** Bodega Cementos Moctezuma, **15.** Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo, **16.** Cremería Americana, **17.** RedPack Centro Operativo, **18.** Fábrica BACHOCO, **19.** Centro de distribución BACHOCO, **20.** ALPENSA, **21.** A Logistics, **22.** Grupo La Anita, **23.** 3 Carnes, **24.** DPL, **25.** GOU, **26.** Universidad Autónoma de Yucatán, **27.** Aceros y Perfiles de Mérida, S.A. de C.V., **28.** AG Logistics, **29.** Almacén Estatal ISSSTE, **30.** Stampi Tech Tools & Plastic, **31.** Cemento Portland, **32.** Encanto México, **33.** MAYAB, **34.** Alimentos Balanceados, **35.** Polígono Diamoro, **36.** Nutrimentos Peninsulares. **37.** Autolavado, **38.** MAYAN TREND, S.A. DE C.V., **39.** Hotel Chichen Itzá, **40.** TUPSAFLEX, **41.** Cordeles y Hamacas de Yucatán, **42.** Comercial Distribuidora Mar, S.A. de C.V., **43.** SERQUISUR Materias Primas, **44.** CAMPI, **45.** Llantera SERVIMAX, **46.** COMEGA, **47.** ODM EXPRESS, **48.** PATZI Mérida, **49.** Universal Cargo M, S.A. de C.V., **50.** PAQUETEXPRESS, **51.** Grupo Hidráulico, **52.** Bodega MINSA, **53.** BONAFONT, **54.** Yucatán Herbal, **55.** Connector, **56.** Treza del Caribe S.A. de C.V., **57.** Forma Print, **58.** INFRA DEL SUR, **59.** Zelma Kooler, S.A. de C.V., **60.** SIGMA, **61.** Saxón de Yucatán S.A. de C.V., **62.** INTECH, **63.** PLASTHERM, **64.** El Rey del Tornillo, **65.** Grupo Industrial B.Z., S.A. de C.V., **66.** FORTACERO, **67.** MONSERVIS, **68.** Zelma Kooler Ayvi, **69.** CAD Telcel, **70.** Distribuidora Mayorista de Tornillos, **71.** Grupo RESA, **72.** Almacén TELCEL, **73.** TELMEX, **74.** PROMEXMA, **75.** LEVIC, **76.** Servicio Panamericano de Protección, **77.** Junta Local de Conciliación y Arbitraje del Estado de Yucatán, **78.** ALFACERO, **79.** Materiales y Fulminantes del Sureste, **80.** POLPUSA, **81.** Palsa Seijo Aluminios y Cristales, **82.** CEVA, **83.** BIMBO, **84.** Hotel San Rafael, **85.** Transportes Castores, **86.** Radial, **87.** Negocios diversos, **88.** AVANTE, **89.** Planta Termotek, **90.** TERNIUM CEDIA, **91.** Ferretería Vallen, **92.** EQUIGAS, **93.** SERVITREAD, **94.** Gas Tomza, **95.** Oxxo Gas, **96.** Cenezia Mérida, **97.** Sur Acua Fire, **98.** Logística FDR, **99.** MCC, S.A. DE C.V., **100.** PROMA, **101.** Helados HOLANDA, **102.** Sublitex Mex, S.A. de C.V., **103.** TEXBAG, **104.** Sigma Alimentos, **105.** Maya Fuerte S.A. de C.V., **106.** Parque Crescencio Rejón, **107.** Gasolinera PEMEX, **108.** AQUAPLAS, **109.** Aluminio y vidrio mayalum, **110.** NACOBRE, **111.** Safety Offshore of Mexico S.A. de C.V., **112.** ALBANY, **113.** La Mexicana Abarrotes, **114.** Venta de Abarrotes, **115.** Pensión Minerva, **116.** Energyparts, S.A. de C.V., **117.** Incubadora BACHOCO, **118.** DIMASUR, **119.** Andamio SM8, **120.** Mundaca Beer, **121.** POLPUSA, **122.** Monopark, **123.** BIMBO, **124.** Parque Centenario del Ejército Mexicano, **125.** Escuela Primaria Centenario del Ejército Mexicano, **126.** Guardería Canacintra, **127.** DIREGO, **128.** RAYASA, **129.** Recicladora de Cartón, **130.** Zelma Kooler de México, S.A. de C.V., **131.** BACHOCO, **132.** SEGALMEX, **133.** MALLASOL, **134.** KEMIX Plásticos, **135.** Raiston Purina, **136.** MALLASOL, **137.** ASISA, **138.** MERSOL, **139.** Gasolinera PEMEX, **140.** Parque Graciano Ricalde II, **141.** Parque Libertad, **142.** Parque Graciano Ricalde, **143.** Central Termoeléctrica CFE, **144.** PETROMAYAB, **145.** Gasolinera PEMEX, **146.** Mérida Bussines Park, **147.** PCC Airfoils, **148.** Parque Diamante Paseos de Opichén, **149.** Motel Eros, **150.** Neumáticos Mueve Tierra, **151.** Parque Lineal Metropolitano, **152.** Centro Comercial Plaza del Poniente, **153.** Parque La Joya, **154.** Fraccionamiento Girasoles de Opichén, **155.** Parque Arqueológico Girasoles de Opichén, **156.** Plaza Comercial, **157.** Hacienda San Juan Opichén, **158.** Atletico Opichén, **159**. Bajo Cero

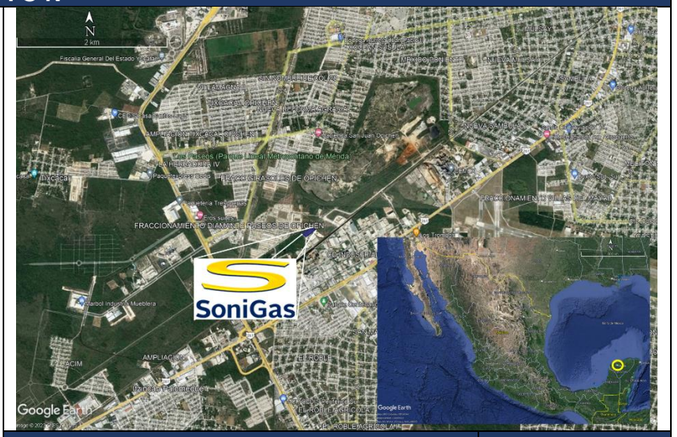
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**CAP. VII – 1** EFECTO DOMINÓ – BLEVE DE TRES RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P. TNT



1. Deacero, **2.** Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichén, **3.** Milestone Logistics,



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
0.50 psi	Zona de amortiguamiento	202.12
1.00 psi	Zona de alto riesgo	123.33
3.00 psi 10.0 psi	Zona de alto riesgo por daño a equipos	60.07 34.92

Proyecto:	Planta de distribución de Gas L.P.
Nodo o sistema: Almacenamiento temporal de Gas L.P.	**Descripción del escenario:** Representación de las ondas de sobrepresión derivadas del efecto dominó a causa de la explosión del vapor contenido en los recipientes en el momento en que la presión supera la resistencia de los mismos y estos se rompen. Se considera que, al producirse este suceso, cada uno de los recipientes se encontraba al 80% de su capacidad y estos se vacían.
No. de escenario: EFECTO DOMINÓ	

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	03/05/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP		**CAP. VII – 2** EFECTO DOMINÓ – BLEVE DE TRES RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

De acuerdo a *Cozzani et al (2004),* los efectos físicos de sobrepresión y proyección de fragmentos derivados de la ocurrencia de la BLEVE, son los que principalmente generan una interacción de riesgo, una vez que, debido a la corta duración de la bola de fuego se ve limitada la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones. No obstante, el autor expone que los equipos e instalaciones dentro del radio que abarca la bola de fuego son propensos a ser dañados por la radiación térmica, sobre todo los recipientes atmosféricos, ya que la radiación en esta zona es por la exposición directa a las llamas. Los resultados del estudio de Cozzani, muestran que los recipientes atmosféricos son propensos a estallar, al ser sometidos a niveles de radiación entre 60 a 90 kW/m^2, en un intervalo de tiempo entre 100 a 200 segundos. Es posible alcanzar valores de radiación superiores, sin embargo, en puntos muy cercanos al origen del evento. En este sentido, bajo el supuesto de que ocurriera la BLEVE de los tres recipientes de almacenamiento, dentro del diámetro que abarca la bola de fuego equivalente a 295.53 m no se ubican otros recipientes atmosféricos o presurizados que puedan sufrir daños y que, por ende, conlleven a la escalación de eventos.

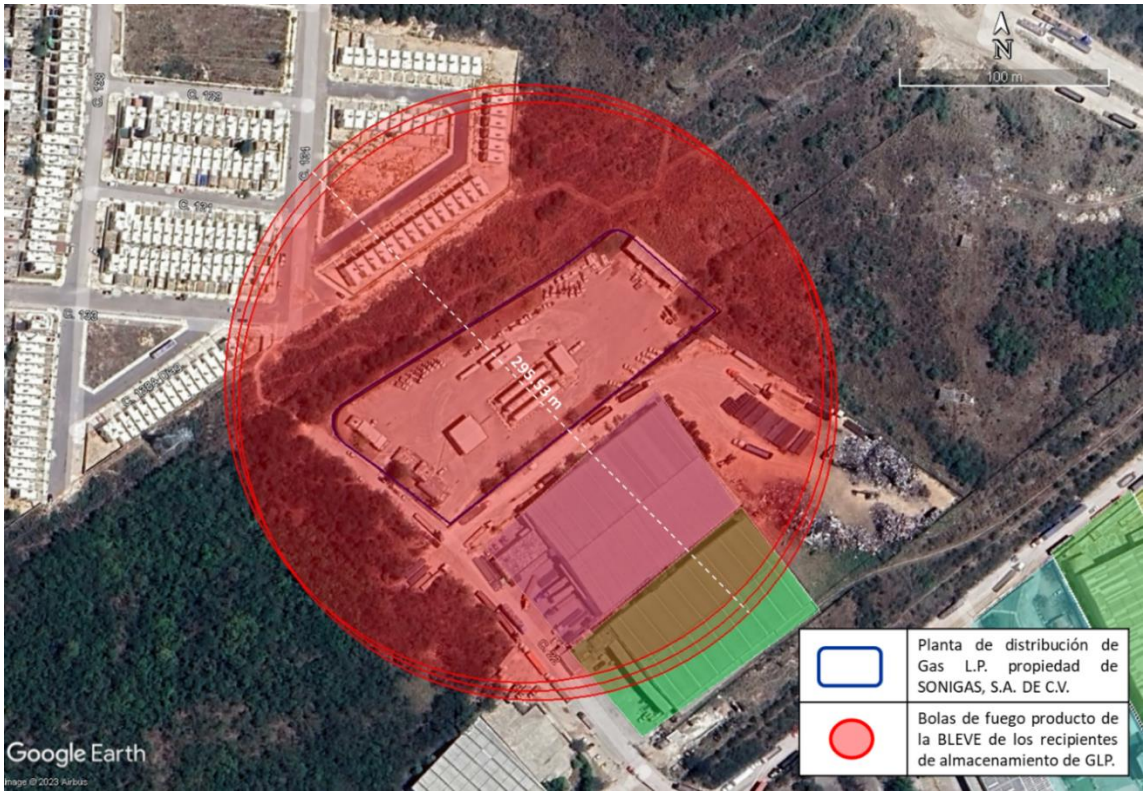


Figura VII. 2. Diámetro máximo de la bola de fuego de los recipientes de almacenamiento de Gas L.P.

De igual forma, de acuerdo con los resultados obtenidos del modelo de radiación térmica por bola de fuego (fire ball) SCRI-FUEGO, en caso de una eventualidad relacionada con el fenómeno de la BLEVE, en un radio de hasta **228.41 m en donde se alcanzaría una radiación térmica igual o mayor a 37.5 kW/m^2** se esperarían daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables, así como el colapso de estructuras, siempre y cuando el tiempo de exposición a este nivel de radiación sea superior a 10 minutos.

Dentro de este radio de afectación, a una distancia de 34.70 m y 102.12 m desde la zona de almacenamiento se encuentran las instalaciones de DEACERO y Milestone Logistics, respectivamente, sin embargo, se descarta un efecto dominó o interacción de riesgo debido a la inexistencia de tanques atmosféricos o presurizados que pudieran resultar afectados, debido a que el giro de estas instalaciones esta realacionado con la venta y transporte de materiales para la contrucción y manufactura, por lo que únicamente se tendrían daños estrucutrales en función del tiempo de exposición y de la actuación de los equipos y dispositivos de emergencia con los que se cuenta.

Asimismo, se prevé el desarrollo de incendios secundarios en un radio de hasta 476.76 m, medidos desde la zona de almacenamiento, suponiendo que los elementos vulnerables de tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos, entre otros, son incendiados. Dentro de este radio se encuentran las empresas *Enerkin, Proteínas y Oleicos, PEPSICO, ISQUISA, SQ Servidora Química, Empaques Carvajal, ARBI Industrial S.A. de C.V., DHL, DEYUSA, Te la ponemos fácil S.A. de C.V. y Cementos Moctezuma*, de las cuales destaca la empresa “Proteínas y Oleicos”, dedicada a la fabricación de aceites y grasas comestibles, jabones y derivados, una vez que de acuerdo con la información del CENAPRED 2018, en esta intalación se almacena Amoniaco (~ 1 ton), Hexano (~ 89.7 ton), Hidrógeno (~ 1 ton) y Propano (~ 101 ton), por lo que sus equipos de proceso y recipientes de almacenamiento pudieran estar expuestos a la incidencia de la radiación térmica producto de los incendios secundarios, sin embargo, se desconocen las características de los recipientes/tanques de almacenamiento, condiciones de operación, ubicación exacta dentro del arreglo general de la instalación, por lo que una evaluación cuantitativa del alcance de los efectos que provocaría una fuga o derrame de dichas sustancias está fuera del alcance de este estudio, además de considerar que para que un recipiente de almacenamiento sujeto a presión colapse, debe ser expuesto por un tiempo superior a 30 minutos para una intensidad de radiación inferior a 45 kW/m^2. Mientras que para un recipiente atmosférico debe ser superior a 10 minutos para una intensidad de radiación inferior a 15 kW/m^2. Por lo que considerando que, ante una situación de tal magnitud, se pondrían en marcha los equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario tanto de la planta como de dicha instalación se ve limitada la posibilidad de que se pudiera suscitar un efecto dominó.

En cuanto al efectos causados por las ondas de sobrepresión generadas por la explosión tipo BLEVE de los tres recipientes de almacenamiento con capacidad individual de 250,000 litros, se tiene que, dentro de la zona de alto riesgo por daño a equipos de proceso, definida por las ondas de choque con mayor poder destructivo equivalentes a 10.0 psi (24.17 m) y 3.0 psi (49.32 m), se encuentran únicamente las propias áreas operativas de la planta. En tanto que entre la zona donde se alcanzaría una onda de sobrepresión de entre 3.0 y 1.0 psi se encuentran las instalaciones de DEACERO, y el posible efecto que se esperaría sería el desplazamiento de la estructura civil. Por lo que se descarta una interacción de riesgo o efecto dominó por el efecto de las ondas de sobrepresión producto de la explosión de los recipientes por la expansión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO VIII.
REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

VIII.1 REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS.

A fin de determinar el riesgo residual de las instalaciones, es decir, aquél que considera implementación de controles y medidas de reducción de riesgos para mitigar el riesgo inherente de la instalación, es esta sección se realiza el reposicionamiento de todos los escenarios de riesgo identificados mediante la metodología cualitativa de análisis de riesgo denominada “What if…?” y jerarquizados de acuerdo con los criterios establecidos en el documentos COMERI 144 Rev. 2/Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver.1. considerando los resultados del análisis de frecuencias realizado mediante la técnica árbol de fallas (FTA. Fault Tree Analysis) y los resultados del análisis de consecuencias de dichos escenarios.

Además de lo anterior, se toma en cuenta para la ponderación de frecuencias y consecuencias todos los controles y medidas de reducción de riesgos (salvaguardas, protecciones o barreras) de tipo preventivo, de control y de mitigación incluyendo los sistemas activos o contraincendios con los que cuenta la instalación.

Clave del esc.	Identificación del nodo o sistema	Salvaguarda	Análisis cualitativo									Análisis cuantitativo								
			FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
001	Recepción de semirremolques 1.1.1	- Para la descarga de semirremolques se cuenta con dos bocas terminales protegidas a base de postes de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto. - Las tomas de descarga, 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 cuenta con una válvula de desprendimiento (pull away). - En la toma de 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 cierre manual de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Las mangueras están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	**3**	**3**	**C**	**3**	**C**	**3**	**C**	**1**	**D**	**3**	**2**	**C**	**1**	**D**	**1**	**D**	**1**	**D**
002	Recepción de semirremolques 1.1.2		**2**	**6**	**B**	**4**	**C**	**3**	**C**	**3**	**C**	**2**	**4**	**C**	**2**	**D**	**2**	**D**	**2**	**D**

Clave del esc.	Identificación del nodo o sistema	Salvaguarda	Análisis cualitativo									Análisis cuantitativo								
			FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
003	Recepción de semirremolques 1.1.3	- Los semirremolques cuentan con válvulas de globo de acción manual. - 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 cierre tipo manual de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático. - Se cuenta con pinzas tipo caimán para conexión a tierra de los vehículos, así como calzas de seguridad. - Se cuenta con dos extintores de PQS con capacidad de 9 kg, cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta y un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual.	2	6	B	6	B	4	C	5	B	2	4	C	4	C	3	C	3	C
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P. 1.2.4	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	2	6	B	6	B	6	B	6	B	2	6	B	6	B	4	C	5	B

Clave del esc.	Identificación del nodo o sistema	Salvaguarda	Análisis cualitativo									Análisis cuantitativo								
			FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
005	Almacenamiento temporal de Gas L.P. 1.1.5b	- Para el enfriamiento del recipiente, se cuenta con 72 boquillas de rociado con un gasto individual de 29.52 LPM. - Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco tipo carretilla de 50 kg de capacidad. - Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	3	3	C	1	D	4	C	2	C	3	2	C	1	D	2	C	1	D
007	Suministro de Gas L.P. a autotanques 1.3.2a	- A la descarga de cada bomba se tienen instalado un control automático de 38 mm de diámetro, calibrada para una presión de 5 kg/cm^2. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg para las tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	3	4	C	3	C	3	C	2	C	3	3	C	3	C	2	C	1	D
	Suministro de Gas L.P. a autotanques 1.3.6		3	4	C	3	C	4	C	2	C	3	3	C	3	C	1	D	3	C

Clave del esc.	Identificación del nodo o sistema	Salvaguarda	Análisis cualitativo									Análisis cuantitativo								
			FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
006	Suministro de Gas L.P. a autotanques 1.3.1	- Se cuenta con dos juegos de tomas, las cuales se encuentran protegidas a base de grapas de acero y muretes de concreto de 0.60 m de alto del NPT. - Cuentan en su boca terminar 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). Se cuenta con dos medidores de gas líquido y dos medidores de gas vapor en las tomas de suministro. - En las tuberías de gas líquido y tramos en los que pudiera quedar atrapado gas entre dos o más válvulas de cierre manual se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presión hidrostática. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg para las tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren loas áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	3	2	C	2	C	2	C	2	C	3	2	C	2	C	2	C	1	D

Clave del esc.	Identificación del nodo o sistema	Salvaguarda	Análisis cualitativo									Análisis cuantitativo								
			FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
007	Suministro de Gas L.P. a autotanques 1.3.5b	- Válvula de alivio interna de la bomba. - Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg para las tomas de suministro. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren a la perfección las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	2	3	C	3	C	3	C	2	D	2	3	C	2	D	2	D	2	D
007	Suministro de Gas L.P. a autotanques 1.3.8		3	4	C	3	C	3	C	2	C	3	3	C	2	C	2	C	2	C
008	Llenado de recipientes transportables 1.5.3	- Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco con una capacidad de 9 kg cada uno y dos extintores de carretilla de 550 kg en el muelle de llenado. - Se tienen cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta. - Además, se cuenta con un sistema de alarma de emergencia con apoyo visual y procedimientos de emergencia.	4	5	B	2	C	2	C	1	D	4	3	C	2	C	2	C	1	D
013	Recipiente no transportable 3.1.1	- Cada autotanque cuenta con válvula de seguridad. - Se cuenta con extintores de polvo químico seco. En el área de estacionamiento se cuenta con siete extintores tipo ABC. - Se cuenta con tres hidrantes que cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	3	4	C	3	C	3	C	3	C	3	3	C	2	C	3	C	2	C
013	Recipiente no trasportable 3.1.2		3	2	C	2	C	2	C	2	C	3	1	D	2	C	2	C	1	D
012	Recipiente no transportable 3.1.3	- Se cuenta con tres hidrantes que cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	3	5	B	4	C	4	C	3	C	3	4	C	3	C	3	C	3	C

Clave del esc.	Identificación del nodo o sistema	Salvaguarda	Análisis cualitativo									Análisis cuantitativo								
			FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
011	Suministro de Gas L.P. 3.2.4	- A bardo de la unidad se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg.	4	4	B	2	C	3	C	2	C	4	3	C	2	C	2	C	2	C
009	Autotanque 4.1.1	- A bardo de la unidad se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg.	5	4	B	3	B	3	B	3	B	5	3	B	2	C	3	B	3	B
009	Autotanque 4.1.2		2	4	C	3	C	3	C	3	C	2	3	C	2	D	2	D	3	C
009	Autotanque 4.1.3		4	4	B	4	B	3	C	3	C	4	3	C	3	C	3	C	3	C
010	Autotanque 4.1.4	- Válvula bypass de líquido de la bomba. - El autotanque cuenta con extintor de PQS de 9 kg junto a la bomba de trasiego. - Procedimientos de emergencia.	4	5	B	5	B	4	B	3	C	4	3	C	3	C	3	C	2	C
010	Autotanque 4.1.5	- El autotanque cuenta con extintor de PQS de 9 kg junto a la bomba de trasiego. - Procedimientos de emergencia.	4	5	B	5	B	4	B	3	C	4	3	C	3	C	3	C	2	C

VIII.2 RESULTADOS DEL REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS.

A continuación, se muestra la representación gráfica del primer análisis realizado y, posteriormente el reposicionamiento de escenarios con el porcentaje real.

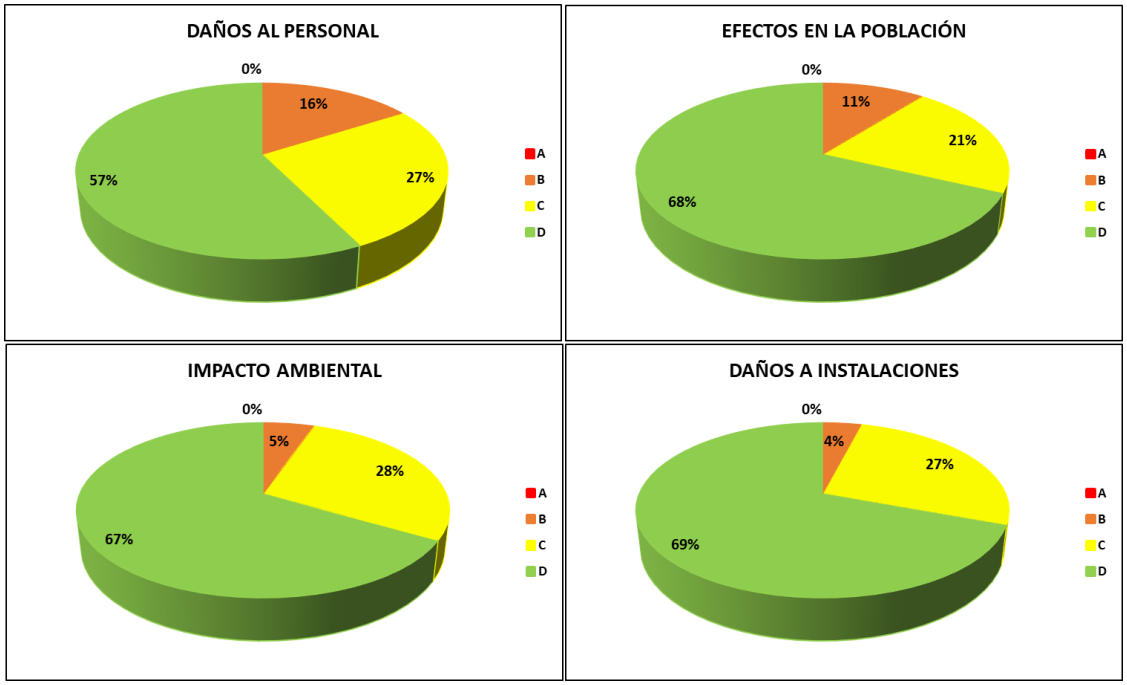


Figura VIII. 1. Porcentaje de riesgo previo al reposicionamiento de escenarios.

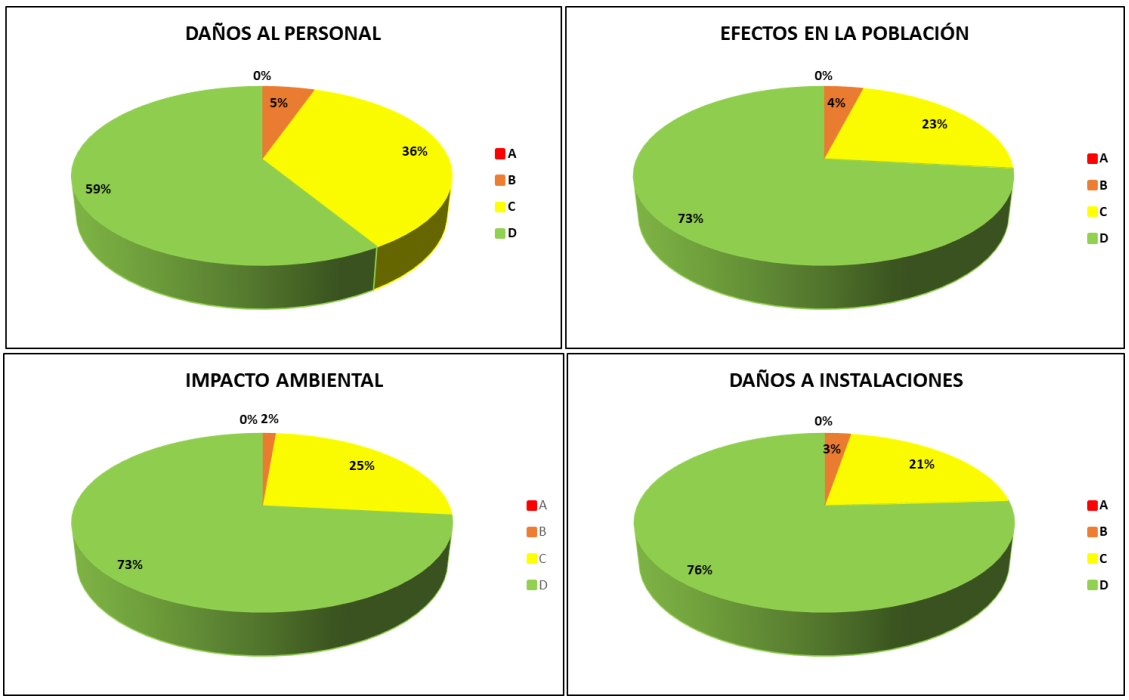


Figura VIII. 2. Porcentaje de riesgo posterior al reposicionamiento de escenarios.

Haciendo una comparación entre los resultados previos y los posteriores al reposicionamiento de los escenarios para cada uno de los rubros señalados, se puede observar una enorme disminución en los riesgos indeseables (Tipo B), así como en los riesgos aceptables, pero con controles (Tipo C).

Es así qué, en cuanto a los daños al personal, hubo una disminución del 16% al 5% para los escenarios situados en un nivel de riesgo indeseable (Tipo B), siendo que estos se ubicaron en un riesgo de tipo aceptable, pero con controles (Tipo C) y, a su vez estos se ubicaron en un riesgo tolerable (Tipo D), por lo que, se observa un ligero aumento de los escenarios que se encuentran en riesgo aceptable pero con controles (Tipo C) del 27% al 36%, en tanto que el porcentaje de los escenarios con riesgo Tolerable (Tipo D) aumentaron del 57% al 59%.

De acuerdo a los rubros considerados, en el caso de los efectos en la población, es posible apreciar una disminución del 11% al 4% referente a los escenarios catalogados con un riesgo del tipo indeseable (Tipo B), además de un ligero aumento en los escenarios ubicados con un riesgo aceptable, pero con controles (Tipo C) del 21% al 23%; dando como consecuencia un aumento en los riesgos del tipo tolerable (Tipo D) del 68 al 73%, de esta manera, para reducir el nivel de resigo en este rubro, se deberán atender las recomendaciones derivadas del análisis de vulnerabilidad.

Hablando del impacto ambiental que se podría generar, es posible observar la disminución de los riesgos catalogados como riesgo indeseable (Tipo B) del 5% al 2%, así como una disminución considerable de los eventos catalogados dentro de un riesgo aceptable, pero con controles (Tipo C) del 28 al 25%, propiciando un aumento del 67 al 73% de los escenarios ubicados en un riesgo tolerable (Tipo D).

Finalmente, en cuanto a los daños a las instalaciones, puede observar la disminución de los eventos ubicados dentro de un riesgo indeseable (Tipo B) del 4% al 3%, así como una disminución del 27% al 21% de los escenarios catalogados con un riesgo del tipo aceptable, pero con controles (Tipo C) y, por consiguiente, un aumento de los escenarios catalogados en un riesgo del tipo tolerable (Tipo D) del 69 al 76%.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO IX
SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

IX.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Como se ha mencionado con anterioridad, la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V. se basa en la NOM-001-SESH-2014, misma que establece los requerimientos técnicos y de seguridad mínimos con los que se debe cumplir en el territorio nacional para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de una planta de distribución de Gas L.P.

IX.1.1 Recipiente de almacenamiento.

Se tiene una serie de medidas, equipos, sistemas y dispositivos de seguridad orientadas específicamente a disminuir la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias de una BLEVE que, de acuerdo con el análisis y evaluación de riesgo está determinado como el evento máximo catastrófico que pudiera presentarse en la Planta.

Dicho evento determina las zonas tolerables de afectación, una vez que este fenómeno genera graves consecuencias, fundamentalmente por radiación térmica y sobrepresión, lo que a su vez provoca que los equipos de proceso englobados por dicha bola, si no disponen de protección, no sean capaces de resistir el calor recibido y el impacto, provocando entonces su falla,

Debido a lo anterior, es fundamental evitar que inicialmente se puede generar una BLEVE, por lo que es importante señalar que se deben dar ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:

- Debe tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
- Que se produzca una súbita baja de presión en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por el impacto, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.

Es por esto que se hace necesaria la instalación de medidas, dispositivos o sistemas de seguridad que estén orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten la BLEVE; dichas medidas se pueden englobar en los siguientes objetivos:

- Limitación de presiones excesivas
- Limitación de temperaturas excesivas
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos

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 las sobrepresiones; ya que, estos permiten que no se alcance la presión de diseño propia de los 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 una BLEVE, al ir descargando al exterior y, de no existir un incendio considerable, hacerla más dificultosa debido a la liberación del fluido interior. Con base en los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVEs, las válvulas de alivio de presiones deberán estar dimensionadas para que abran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y con ello una inercia de respuesta mínima.

Cada uno de los recipientes de almacenamiento cuenta con ocho válvulas de seguridad con capacidad de desfogue de 308 m^3/min cada una, estas son de 64 mm de diámetro y cuentan con puntos de ruptura.

- Control riguroso del llenado del recipiente de almacenamiento.

Una medida de seguridad fundamental es, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normatividad, 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, los recipientes de almacenamiento están dotados de los adecuados sistemas de regulación y control de nivel de llenado (medidor tipo magnético de nivel, medidor magnético de nivel, válvulas de exceso de flujo, etc.)

Por su parte, los semirremolques que ingresas a la planta cuentan con los siguientes accesorios:

- Un medidor indicador de nivel tipo magnético para gas líquido.
- Un termómetro con intervalo de temperatura de -50 a 50 °C.
- Un manómetro de 0 a 29 kg/cm^2.
- 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 válvula de ángulo y exceso de flujo.
- Cuatro válvulas de máximo llenado.

Del mismo modo, el recipiente de almacenamiento de Gas L.P. cuenta con dispositivos de seguridad y medición con indicación local que permiten conocer el nivel interior de la fase líquida contenida y máxima permisible, así como la presión interior de la zona de vapor y temperatura de la fase líquida del hidrocarburo, del mismo modo, cuenta con válvulas de exceso de gasto acorde a los diámetros del recipiente, haciendo notar que las marcas y modelos pueden variar, pero no así sus características y/o rangos.

El recipiente de almacenamiento de Gas L.P. No. 1 cuenta con los siguientes accesorios:

- Un termómetro marca Rochester con graduación de -50 a 50 °C.
- Un manómetro marca Metron con graduación de 0 a 21 kg/cm^2.
- Un medidor de nivel de líquido marca Magnetel.
- Un medidor ultrasónico de temperatura con una presión de 0.5%.
- Dos válvulas de máximo llenado, localizadas una al 90 y la otra al 85% del nivel del recipiente.

- Válvula interna neumática para gas – líquido de 76 mm de diámetro.
- Válvula interna neumática para gas – vapor de 51 mm de diámetro.
- Válvula interna neumática para gas – líquido de retorno de 51 mm de diámetro.

El recipiente de almacenamiento de Gas L.P. No. 2 cuenta con los siguientes accesorios:

- Un termómetro marca Rochester con graduación de -50 a 100°C.
- Un medidor para nivel de líquido marca Magnetel.
- Un medidor ultrasónico de temperatura con una presión de 0.5%.
-
- Un manómetro con graduación de 0 a21 kg/cm^2.
- Dos válvulas de máximo llenado, localizadas una al 90 y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- Válvula interna neumática para gas líquido de 76 mm de diámetro.
- Válvula interna neumática para gas – vapor de 51 mm de diámetro.
- Válvula interna neumática para gas – líquido de retorno de 51 mm de diámetro.

El recipiente de almacenamiento de Gas L.P. No. 3 cuenta con los siguientes accesorios:

- Un termómetro marca Metron con graduación de -50 a 50°C
- Un medidor para nivel e líquido marca Magnetel.
- Un medidor ultrasónico de temperatura con una presión de 0.5%.
-
- Un manómetro marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm^2.
- Dos válvulas de máximo llenado, localizadas una al 90 y la otra al 85% del nivel del recipiente.
- Válvula interna neumática para gas líquido de 76 mm de diámetro.
- Válvula interna neumática para gas – vapor de 51 mm de diámetro.
- Válvula interna neumática para gas – líquido de retorno de 51 mm de diámetro.

Limitación de temperaturas excesivas

- Sistemas de enfriamiento por aspersión

La sustancia almacenada en la instalación es un gas licuado a presión, el cual, en condiciones normales de presión y temperatura (T = 21 °C; P = 1 atm) sería un gas, sin embargo, para licuarlo, se somete dentro del recipiente a una presión muy superior a la ambiental (7 kg/cm^2), por lo que, de esta manera se presentan dos fases (líquido y vapor) en situación de equilibrio, de acuerdo a la curva de saturación presión – temperatura, o sea que, a cada temperatura de líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor.

Por lo que, en dicho recipiente se encuentran dos zonas bien definidas, la superior o cámara de vapores y la inferior o sector donde reposa el producto en estado líquido, correspondiendo más de las ¾ partes.

La zona superior es en donde generalmente se produce el colapso estructural ayudado indudablemente por la presión interna de los vapores del producto en relación con el sobrecalentamiento, debido a que el vapor es un mal disipador del calor, en consecuencia,

la chapa se sobrecalienta y comienza a perder resistencia, se alarga y reduce su espesor, apareciendo una grieta longitudinal hasta alcanzar la magnitud crítica, en este momento, la estructura es muy frágil, la grieta se alarga y propaga a la velocidad del sonido, dando por resultado el colapso estructural y la rotura en pedazos.

Dado lo anterior, los recipientes de almacenamiento cuentan con un sistema de aspersión, cuyo objetico es evitar el impacto térmico sobre la superficie del recipiente, en caso de que este fuera expuesto a fuego directo o a los efectos de la radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

Para el enfriamiento de los recipientes, en la parte superior de cada uno de ellos, se cuenta con 72 boquillas aspersoras uniformemente repartidas a lo largo del recipiente, estas tienen una capacidad de 29.52 LPM cada una.

Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

Debido a que los recipientes de la planta contienen gas licuado a presión, este debe estar sometido 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 estos los puntos más vulnerables.

Del mismo modo, es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies de los recipientes, ya que, una perforación de los mismos, ocasionaría una bajada brusca de presión que, junto con las condiciones térmicas adversas, podrían originar la BLEVE.

Del mismo modo, es necesario considerar un mantenimiento e inspección de manera periódica en el área de almacenamiento, donde se contemplen los siguientes puntos:

- Estado de la tubería que conduce Gas L.P. (no golpeada o despintada).
- Estado de las válvulas de globo, bola, relevo de presión y de máximo llenado (no golpeadas y en uso adecuado o que se encuentran en fecha de operación).
- Revisar que las tuberías, válvulas y accesorios realicen su función adecuadamente, que abran y cierren.
- Hermeticidad en tuberías, conexiones y accesorios.
- Estado de conectores flexibles (fugas, pintura y estado físico).
- Estado de muros de protección perimetrales (estado físico y pintura).
- Protección de válvulas de relevo de presión hidrostático contra el intemperismo.
- Estado de conexión a tierras del recipiente de almacenamiento.
- Operación del medidor magnético de nivel.
- Estado del termómetro y manómetro.
- Estado y vigencia de las válvulas de seguridad.

IX.1.2 Tomas de recepción.

Las tomas de recepción, en su boca terminal cuentan 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 maguera se cuenta con una válvula de desprendimiento (pull – away).

En la línea para gas – líquido se cuenta con una válvula de cierra manual de globo, una válvula de relevo de presión hidrostática y un accesorio de no retroceso tipo mirilla. Mientras que, en la línea de gas – vapor se cuenta con una válvula de cierre manual, una válvula de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático.

Del mismo modo, se debe considerar un mantenimiento e inspección de manera periódica en la toma de recepción, en donde se deben contemplar los siguientes puntos:

- Hermeticidad en tuberías, conexiones y accesorios.
- Estado del cable y pinza para conexión de los vehículos a tierra física.
- Estado de las mangueras para el trasiego.
- Revisar con agua jabonosa que no existen fugas, verificar que la manguera se encuentre en buenas condiciones y en vigencia.
- Estado de las válvulas de bola recta.
- Estado de las válvulas de exceso de flujo, válvulas de acción manual, válvulas de relevo de presión y válvulas neumáticas.
- Estado de conexión a tierra física del marco del soporte de la toma.

IX.1.3 Tomas de suministro

Las tomas de suministro, 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). Se cuenta, además, con dos medidores de gas líquido y dos medidores de gas vapor.

En las tuberías de gas líquido y en tramos en los que pudiera quedar atrapado gas 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 y capacidad de descarga de 22 m^3/min.

Del mismo modo, se debe considerar un mantenimiento e inspección de manera periódica en la toma de suministro, en donde se contemplen como mínimo los siguientes puntos:

- Verificar que, en las válvulas no existan puntos de corrosión, de ser así repintar las partes afectadas.
- Revisar las válvulas con agua jabonosa y confirmar que no existan fugas.
- Revisar que las válvulas de relevo de presión, de exceso de flujo, de no retroceso, de seguridad y pull away se encuentren en buenas condiciones y en vigencia.
- Revisar con agua jabonosa que la manguera no presente fugas.
- Verificar que la manguera de Gas L.P. se encuentre en vigencia y/o buen estado.

IX.1.4 Toma de carburación de autoconsumo

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 Gas L.P. y un acoplador de

llenado, del mismo modo, se cuenta con un medidor de gas. Como punto de separación entre el marco metálico del soporte y la manguera, se encuentra instalada una válvula de desprendimiento (pull away).

Del mismo modo, se debe considerar un mantenimiento e inspección de manera periódica en la toma de suministro, en donde se contemplen como mínimo los siguientes puntos:

- Verificar que, en las válvulas no existan puntos de corrosión, de ser así, repintar las partes afectadas.
- Revisar las válvulas con agua jabonosa y confirmar que no existan fugas.
- Revisar que las válvulas de relevo de presión, de exceso de flujo, de no retroceso y de seguridad se encuentren en buenas condiciones y en vigencia.
- Revisar con agua jabonosa que la manguera no presente fugas.
- Verificar que la manguera se encuentre en buenas condiciones y en vigencia.
- Revisar que el medidor de flujo no presente alguna fuga.
- Revisar la calibración del equipo de medición.
- Revisar que el equipo se encuentre funcionando adecuadamente.

IX.1.5 Muelle de llenado

Para el llenado de los recipientes transportables se cuenta con un múltiple de llenado, el cual consta de 12 llenaderas, de las cuales, únicamente funcionan 9. Cada llenadora cuenta con una válvula de globo de 13 mm, una válvula solenoide de 13 mm de diámetro, una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm, válvula de cierre rápido de 13 mm y un conector especial para el llenado de 13 mm.

El múltiple, además, cuenta con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm^2.

Para el control del peso en el llenado de recipientes portátiles, se cuenta con básculas del tipo plataforma con capacidad de 260 kg cada una.

Del mismo modo, se debe considerar un mantenimiento e inspección de manera periódica en el muelle de llenado, en donde se contemplen como mínimo los siguientes puntos:

- Revisar las válvulas con agua jabonosa y confirmar la inexistencia de fugas.
- Revisar que las válvulas de relevo de presión, de exceso de flujo, de no retroceso y de seguridad se encuentren en buenas condiciones y en vigencia.
- Revisar con agua jabonosa que la manguera no presente fugas.
- Revisar que la manguera se encuentre en vigencia.
- Hermeticidad en tuberías, conexiones y accesorios.

IX.1.6 Bombas y compresores de trasiego de Gas L.P.

Para el trasiego de Gas L.P: de las instalaciones se cuenta con dos compresores y cinco bombas de trasiego, estando ubicados los primeros en las tomas de recepción y las bombas en el área de protección de los recipientes de almacenamiento.

Las bombas y compresores junto con su motor, se encuentran cimentados a bases metálicas, las que a su vez se fijan por medio de tornillos anclados a otra base de concreto; los motores eléctricos acoplados a las bombas y compresores son los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuentan con interruptores automáticos de sobrecarga, además, se encuentran conectados a "tierra".

A la descarga de cada bomba, se cuenta con un control automático de 38 mm de diámetro para retorno de gas – líquido excedente al recipiente de almacenamiento, esta válvula está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm^2.

Del mismo modo, la instalación debe considerar un mantenimiento e inspección de manera periódica en donde se contemplen los siguientes puntos:

- Verificar el estado de las bombas de trasiego de Gas L.P.
    - Inyectar grasa en el área de los rodamientos.
    - Revisar que la polea se encuentre bien ajustada junto con las bandas.
    - Verificar con agua jabonosa que no exista fuga alguna.
    - Verificar la existencia de la guarda de seguridad y que se encuentre en buenas condiciones.
    - Revisar que no existan puntos de corrosión.
- Verificar el estado de los compresores de trasiego de Gas L.P.
    - Inyectar grasa en el área de los rodamientos.
    - Revisar que la polea se encuentre bien ajustada junto con las bandas.
    - Revisar que el registro eléctrico a prueba de explosión se encuentre en buenas condiciones.
    - Revisar que no existan puntos de corrosión, de ser así, repintar la parte afectada.
    - Revisar que la flecha no muestre desviación, golpes o desgaste anormal.

IX.1.7 Tuberías de trasiego de Gas L.P.

Todas las tuberías que se tienen instaladas para conducir Gas L.P. son de acero cédula 80 sin costura, para alta presión con conexiones de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2 y donde existan accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo de 140 -2010 kg/cm^2 y con tubería de acero cédula 80.

En las tuberías conductoras de gas – líquido y en tramo en las que pudiera quedar atrapado gas 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 y capacidad de descarga de 22 m^3/min y son de 13 mm de diámetro.

Se debe considerar un mantenimiento e inspección de manera periódica del sistema de tuberías en donde se contemplen los siguientes puntos:

- Estado de tuberías, válvulas y accesorios:

- Revisar que realicen su función adecuadamente, que abran y cierren.
- Revisar que, a lo largo de toda la tubería no existan puntos de corrosión, de ser así, repintar la parte afectada con su color específico.
- Revisar a lo largo de la tubería y confirmas que no existan fugas.
- Revisar que estos equipos se encuentren en buenas condiciones y en vigencia.

IX.1.8 Sistema contra incendio

- Extintores

Como medida de seguridad y como prevención contra incendios, se cuenta con un extintor de CO_2 para protección del tablero eléctrico, además se cuenta con un extintor de carretilla de PQS en la toma de recepción, cuatro en la zona de almacenamiento y dos en el muelle de llenado.

Del mismo modo, se cuenta con extintores a base de polvo químico seco con una capacidad de 9 kg en diversos puntos de la planta, los cuales han sido colocados a una altura máxima de 1.50 m y mínima de 1.20 m, medidos del piso a la parte más alta del extintor.

Tabla IX. 1. Ubicación de los extintores portátiles de PQS.

Ubicación	Cantidad
Tomas de recepción	2
Tomas de suministro	2
Tomas de carburación	1
Muelle de llenado	4
Bombas para Gas L.P.	5
Bombas para agua contra incendio	1
Talleres	3
Almacenes, oficinas y circulaciones	7
Estacionamiento de vehículos de reparto y autotanques	7
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta	1
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Caseta de vigilancia	1

- Sistema contra incendio a base de agua por aspersión

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

- Una cisterna de almacenamiento de agua con capacidad de 125,000 litros, su llenado se realiza a través de pipas, sobre esta se encuentran dos bombas, una con motor eléctrico de 75 HP y otra de combustión interna con motor de 86 HP, ambas con gasto de 3,500 LPM.

- Sistema de rociado de los recipientes de almacenamiento, para lo cual, cada recipiente cuenta con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba, estas tuberías son de 51 mm de diámetro y el rociado se hace a través de boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 72 boquillas de tipo recto con un gasto de 29.52 LPM.
- Además, se cuenta con cuatro hidrantes, mismos que han sido colocados de manera estratégica con el fin de cubrir a la perfección las áreas operativas de la planta.

La red distribuidora está construida con tubo de acero al carbón cédula 40, esta tubería está instalada en forma visible al cuadro de válvulas y de forma subterránea al sistema de enfriamiento.

- Equipo de seguridad

Se cuenta con un gabinete debidamente señalizado que contiene el equipo de protección personal para dos personas, este consiste en casco con protección facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero.

IX.1.9 Sistema general de tierras físicas.

Se cuenta con un sistema de tierras cuyo objetico es el de 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. El sistema de tierras cumple con el propósito de disponer caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

Se cuenta con un sistema de tierras para la áreas y equipo de trasiego y recipientes de almacenamiento de Gas L.P. que, garantiza el buen funcionamiento del sistema y, por lo tanto, evita la acumulación de cargas estáticas debido al tipo de producto que se maneja. Además, la instalación eléctrica cumple con los requisitos establecidos en la NOM-001-SEDE-2012 “Instalaciones eléctricas”.

Consultar Anexos 008 y 009. Memoria técnico descriptiva y planos.

IX.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

La Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V. cuenta con medidas, equipos y dispositivos de seguridad orientados a disminuir la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los escenarios identificados.

Escenario 001. Fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de Gas L.P. al recipiente de almacenamiento.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Indicador visual de flujo de tipo no retroceso.** Ubicado en la toma de recepción en la línea para gas - líquido.
2. **Válvulas de exceso de flujo de cierre automático.** Ubicada en la toma de recepción, en las líneas de gas – vapor.
3. **Válvulas de desprendimiento.** Instaladas como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma de recepción y la manguera.
4. **Controles manuales.** En las tomas se cuenta con válvulas de globo de acción manual.
5. **Controles automáticos.** En la toma para gas – vapor se cuenta con una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático.
6. **Procedimientos por escrito.** Los operadores siguen los procedimientos de descarga que se encuentran tanto en las tomas de recepción como en el manual de procedimientos operativos.
7. **Capacitación.** El entrenamiento y capacitación continua son factores de enseñanza que se tienen previstos dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.
8. **Programa calendarizado de mantenimiento.** La planta cuenta con un programa anual calendarizado de mantenimiento.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg cada uno.
2. **Agua a presión.** Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.
3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
4. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado se cuenta con dos trajes de bombero completos.
5. **Alarma.** Ante una eventualidad, la plana cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.
6. **Paro de emergencia.** Colocado en un área libre de obstáculos para su accionamiento en caso de emergencia.

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.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Indicador visual de flujo de tipo no retroceso.** Ubicado en la toma de recepción, en las líneas de gas – líquido.
2. **Válvulas de exceso de flujo de cierre automático.** Ubicada en la toma de recepción, en las líneas de gas – vapor.
3. **Válvulas de desprendimiento.** Instaladas como punto de separación entre el marco metálico de soporte de la toma de recepción y la manguera.
4. **Controles manuales.** En las tomas, se cuenta con válvulas de globo de acción manual.
5. **Controles automáticos.** En la toma para gas – vapor, se cuenta con una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático.
6. **Procedimientos por escrito.** Los operadores siguen los procedimientos de descarga que se encuentran tanto en las tomas de recepción como en el manual de procedimientos operativos.
7. **Capacitación.** El entrenamiento y capacitación continua son factores de enseñanza que se tienen previstos dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.
8. **Programa calendarizado de mantenimiento.** La planta cuenta con un programa anual calendarizado de mantenimiento.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg cada uno.
2. **Agua a presión.** Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.
3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
4. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado se cuenta con dos trajes de bombero completos.
5. **Alarma.** Ante una eventualidad, la plana cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.
6. **Paro de emergencia.** Colocado en un área libre de obstáculos para su accionamiento en caso de emergencia.

Escenario 003. BLEVE del semirremolque.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Diseño y fabricación.** Los semirremolques que entran a la planta se encuentran bajo los lineamentos establecidos en la NOM-007-SESH-2010 y el código ASME.
2. **Revisiones de seguridad.** Los semirremolques son sometidos a un examen radiográfico al 100% para detectar algún posible defecto en las soldaduras. Asimismo, pasar una prueba hidrostática o inspección por líquidos penetrantes, o ultrasonido para detectar fugas que puedan presentarse.
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: válvulas de seguridad en la parte superior, válvula de cierre rápido y válvulas de máximo llenado.

4. **Revisión y mantenimiento preventivo.** Diariamente, se revisa que no haya fuga en la salida de gas, observando tuberías, válvulas y accesorios de control y seguridad.
5. **Sistema de conexión a "tierra".** Cable flexible con pinzas de bronce para 50 amps, con el fin de conectarse al sistema de tierras físicas.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Agua a presión.** Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.
2. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
3. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado se cuenta con dos trajes de bombero completos.
4. **Alarma.** Ante una eventualidad, la plana cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.
5. **Paro de emergencia.** Colocado en un área libre de obstáculos para su accionamiento en caso de emergencia.

Escenario 004. BLEVE del recipiente de almacenamiento debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Accesorios y dispositivos de seguridad.** Los recipientes de almacenamiento cuenta con un medidor magnético marca Magnetel, un termómetro con graduación de -50 a 50°C, un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm^2, un medidor ultrasónico con precisión del 0.5%, dos válvulas de máximo llenado, localizadas una al 90% y otra al 85% del nivel del recipiente, cuatro válvulas de exceso de flujo internas neumáticas para gas líquido de 76 mm de diámetro, una válvula de exceso de flujo interna neumática para gas – líquido de 51 mm de diámetro, dos válvulas de exceso de flujo interna neumática para gas – vapor de 51 mm de diámetro, una válvula de exceso de flujo para drenado de 51 mm de diámetro (R - I y R- II), dos para el recipiente III; dos mecanismos multiport con cuatro válvulas de seguridad con capacidad de 308 m^3/min cada una y dos conexiones soldadas al recipiente para cable a "tierra".
2. **Sistema general de conexiones a tierra.** Los recipientes de almacenamiento cuentan con dos conexiones para el sistema general de tierras físicas.
3. **Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.** Los recipientes de almacenamiento, fueron sometidos a pruebas hidrostáticas.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Agua a presión.** Se cuenta con cuatro hidrantes, mismos que cubren las áreas operativas de la planta.

2. **Sistema de enfriamiento por aspersión de agua.** El rociado de los recipientes se hace por medio de 72 boquillas aspersoras uniformemente repartidas, estas cuentan con un gasto individual de 29.52 LPM.
3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
4. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado, se cuenta con dos trajes de bombero completos.
5. **Alarma.** Ante una eventualidad, la planta cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.
6. **Paro de emergencia.** Colocado en un área libre de obstáculos para accionamiento inmediato en caso de emergencia.

Escenario 005. Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Accesorios y dispositivos de seguridad.** Los recipientes de almacenamiento cuenta con un medidor magnético marca Magnetel, un termómetro con graduación de -50 a 50°C, un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm^2, dos válvulas de máximo llenado, localizadas una al 90% y otra al 85% del nivel del recipiente, cuatro válvulas de exceso de flujo internas neumáticas para gas líquido de 76 mm de diámetro, una válvula de exceso de flujo interna neumática para gas – líquido de 51 mm de diámetro, dos válvulas de exceso de flujo internas neumáticas para gas – vapor de 51 mm de diámetro, una válvula de exceso de flujo para drenado de 51 mm de diámetro para R-I y R-II, dos para el recipiente R-III, dos mecanismos multiport con cuatro válvulas de seguridad con capacidad de 308 m^3/min cada una y dos conexiones soldadas al recipiente para cable a “tierra”.
2. **Sistema general de conexiones a tierra.** Los recipientes de almacenamiento cuentan con dos conexiones para el sistema general de tierras físicas.
3. **Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.** Los recipientes de almacenamiento, fueron sometidos a pruebas hidrostáticas.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco de tipo carretilla de 50 kg de capacidad cada uno.
2. **Agua a presión.** Se cuenta con cuatro hidrantes, mismo que cubren las áreas operativas de la planta.
3. **Sistema de enfriamiento por aspersión de agua.** El rociado de los recipientes se hace por medio de 72 boquillas aspersoras uniformemente repartidas, estas cuentan con un gasto individual de 29.52 LPM.
4. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
5. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado, se cuenta con dos trajes de bombero completos.
6. **Alarma.** Ante una eventualidad, la planta cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.
7. **Paro de emergencia.** Colocado en un área libre de obstáculos para accionamiento en caso de emergencia.

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.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Válvulas de alivio de presiones hidrostáticas.** En las tuberías de gas – líquido y tramos en que pudiera quedar atrapado as entre dos o más válvulas de cierre manual se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presión hidrostática calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm^2 y capacidad de descarga de 22 m^3/min y son de 13 mm de diámetro.
2. **Válvula de desprendimiento.** 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.
3. **Controles automáticos.** En las tomas para gas – líquido y gas – vapor, se cuenta con una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático.
4. **Medidores.** Se cuenta en cada toma con medidores de gas.
5. **Procedimientos por escrito.** En el área de suministro se tienen letreros que contienen procedimientos de operación, estos se encuentran colocados en un lugar visible.
6. **Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se tienen previstos dentro de la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. Dentro del programa de capacitación se imparten cursos de uso y manejo de Gas L.P. así como de prevención de accidentes.
7. **Programa de mantenimiento.** La planta cuenta con un programa anual calendarizado de mantenimiento.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco del tipo ABC con capacidad de 9 kg cada uno.
2. **Agua a presión.** Se cuenta con cuatro hidrantes, mismos que cubren las áreas operativas de la planta.
3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
4. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado, se cuenta con dos trajes de bombero completos.
5. **Alarma.** Ante una eventualidad, la planta cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.
6. **Paro de emergencia.** Colocado en un área libre de obstáculos para accionamiento en caso de emergencia.

Escenario 007. Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación de la misma.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Válvulas de alivio de presión hidrostática.** 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 13 mm de diámetro.
2. **Controles automáticos.** A la descarga de cada bomba, se tiene instalado un control automático de 38 mm de diámetro, calibrada para una presión de 5 kg/cm^2.
3. **Sistema general a tierra.** Se cuenta con conexiones a tierra con el fin de proteger ante descargas eléctricas.
4. **Programa de mantenimiento.** La planta cuenta con un programa calendarizado anual de mantenimiento.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Se cuenta con dos extintores de polvo químico seco del tipo ABC con capacidad de 9 kg cada uno.
2. **Agua a presión.** Se cuenta con cuatro hidrantes, mismos que cubren las áreas operativas de la planta.
3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
4. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado, se cuenta con dos trajes de bombero completos.
5. **Alarma.** Ante una eventualidad, la planta cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.
6. **Paro de emergencia.** Colocado en un área libre de obstáculos para accionamiento en caso de emergencia.

Escenario 008. Fuga de Gas L.P. debido al desfonde del recipiente transportable.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes transportables de acuerdo a la NOM-011/1 SEDG-1999.** El personal de llenado selecciona los recipientes transportables con el fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismos. En caso de encontrarse en condiciones inadecuada se envían al fondo de reposición de recipientes transportables.
2. **Revisión y mantenimiento.** Los recipientes transportables que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicio de corrosión se separan y se les brinda mantenimiento.
3. **Dispositivos de seguridad.** Cada recipiente transportable cuenta con válvula de seguridad que abre a 250 psi.
4. **Manejo adecuado de recipientes transportables.** Se tiene cuidad en el manejo de los recipientes transportables, evitando rodarlos, azotarlos o que sufran daños físicos.
5. **Vida útil.** Los recipientes transportables 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, estos serán retirados del servicio e inutilizados.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Se cuenta con cuatro extintores de polvo químico seco con capacidad de 9 kg cada uno y dos extintores de carretilla de 50 kg cada uno.
2. **Agua a presión.** Se cuenta con cuatro hidrantes que cubren las áreas operativas de la planta.
3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
4. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado, se cuenta con dos trajes de bombero completos.
5. **Alarma.** Ante una eventualidad, la planta cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.
6. **Paro de emergencia.** Colocado en un área libre de obstáculos para su accionamiento inmediato en caso de emergencia.

Escenario 009. BLEVE del autotanque debido a la perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Mantenimiento de los autotanques.** El cual debe incluir como mínimo: verificar el funcionamiento de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de la corrosión.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores antes de que se de la escalación del evento.
2. **Procedimientos de emergencia al exterior.** En caso de suscitarse un evento que rebase los límites de la planta y la capacidad de atención, se cuenta con procedimientos para la comunicación de la emergencia y solicitar apoyo a organismos de ayuda, tales como: bomberos, protección civil, cruz roja, etc.

Escenario 010.1 y 010.2. Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del autotanque.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Mantenimiento de los autotanques.** 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 la corrosión.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Cada autotanque cuenta con un extintor de polvo químico seco.
2. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores antes de que se dé la escalación del evento.

3. **Procedimientos de emergencia al exterior.** En caso de suscitarse un evento que rebase los límites de la planta y la capacidad de atención, se cuenta con procedimientos para la comunicación de la emergencia y solicitar apoyo a organismos de ayuda, tales como: bomberos, protección civil, cruz roja, etc.

Escenario 011. Fuga de Gas L.P. ocasionada por los remanentes de la manguera del autotanque.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Mantenimiento de los autotanques.** 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.
2. **Verificación de la manguera.** Verificar que la manguera no presente grietas o daños que dejen al descubierto su malla interna, asimismo, que no presente una antigüedad mayor a siete años, contados a partir de su fecha de fabricación.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Cada autotanque cuenta con un extintor de polvo químico seco.
2. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores antes de que se dé la escalación del evento.
3. **Procedimientos de emergencia al exterior.** En caso de suscitarse un evento que rebase los límites de la planta y la capacidad de atención, se cuenta con procedimientos para la comunicación de la emergencia y solicitar apoyo a organismos de ayuda, tales como: bomberos, protección civil, cruz roja, etc.

Escenario 012. BLEVE de un autotanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Mantenimiento de los autotanques.** El cual debe incluir como mínimo, verificar el funcionamiento de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y el control de la corrosión.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En el estacionamiento se cuenta con siete extintores de polvo químico seco, con capacidad de 9 kg cada uno.
2. **Agua a presión.** Se cuenta con tres hidrantes que cubren los estacionamientos de la planta.
3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado.
4. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado, se cuenta con dos trajes de bombero completos.
5. **Alarma.** Ante una eventualidad, la planta cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.

Escenario 013. Fuga de Gas L.P. debido al desfogue de una válvula de seguridad de un autotanque.

a) Medidas y/o controles para minimizar la probabilidad de ocurrencia del evento.

1. **Mantenimiento de los autotanques.** El cual debe incluir como mínimo, verificar el funcionamiento de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y el control de la corrosión.

b) Equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario.

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** En el estacionamiento se cuenta con siete extintores de polvo químico seco, con capacidad de 9 kg cada uno.
2. **Agua a presión.** Se cuenta con tres hidrantes que cubren los estacionamientos de la planta.
3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado.
4. **Equipo de protección.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado, se cuenta con dos trajes de bombero completos.
5. **Alarma.** Ante una eventualidad, la planta cuenta con un sistema de alarma del tipo sonoro con apoyo visual de confirmación.

IX.3 MEDIDAS PREVENTIVAS.

IX.3.1 Programa de capacitación.

Con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios y mantener preparado al personal en general para afrontar los casos de emergencia que pudiesen suscitarse en el centro de trabajo, se cuenta con un programa de capacitación y adiestramiento de personal, mismo que incluye los temas de manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas y primeros auxilios.

Es importante mencionar que, la capacitación que se brinde al personal operativo en Haz – Mat, deberá ser de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad higiene y Medio Ambiente en 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 combustibles inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico práctica, según aplique.

En cumplimiento al numeral 5.1.2 inciso j de la NOM-001-SESH-2014, se debe mantener la evidencia en original de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego de Gas L.P., con una fecha de emisión máxima de dos años anteriores, contados a partir de la fecha en que se realiza la evaluación. La capacitación recibida debe contemplar: las propiedades del Gas L.P., el trasiego de Gas L.P., su manejo seguro, la prevención y control de siniestros en la planta de distribución, y haber sido impartida por personal capacitado en estos temas, a nivel personal o a través de instituciones reconocidas para este fin, con registro ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Asimismo, 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.

IX.3.2 Programa de simulacros

El programa de simulacros tiene como objetivo específico poner en práctica los conocimientos, durante las simulaciones de una emergencia mayor para detectar fallas que pudieran presentarse durante las maniobras contra incendio, para evitar su ocurrencia en casos reales, en este sentido, el programa propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. planta Mérida, se desarrolla de la siguiente manera

- Definición de objetivos.
- Identificación de participantes
- Elaboración de escenarios
- Planeación de recursos necesarios
- Invitación a los cuerpos especializados o agentes externos
- Realización del simulacro

El programa de simulacros para la Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V. debe ser elaborado bajo los criterios que se validan de acuerdo a

la Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2012. Sistema para la administración del trabajo – Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

IX.3.3 Programa de mantenimiento

Con el propósito de disminuir la vulnerabilidad de incidentes en la Planta de distribución de Gas L.P. debido a las agresiones que sufre la infraestructura, equipos de proceso, accesorios y dispositivos de seguridad, ya sea por su uso y/o bien por la acción de los factores internos y externos, se pueden producir averías que originan condiciones inseguras. Por eso, es evidente que la inspección y mantenimiento eficaz contribuyen a la seguridad de instalaciones y operaciones de manera importante. En este sentido, existen tres clases de mantenimiento: Predictivo, Preventivo y Correctivo.

El mantenimiento preventivo debe:

- Asegurar el buen funcionamiento del establecimiento.
- Conservar los equipos e instalaciones.
- Estar preparados para que, en el momento de una emergencia, el equipo que se use para combatirla se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento.
- Evitar riesgos y accidentes.
- Aminorar en lo posible, los efectos de un desastre.

El mantenimiento correctivo debe:

- Arreglar los equipos y mobiliario que se encuentren en malas condiciones.
- Minimizar los riesgos a los que está expuesto por el deterioro de los mismos.
- Evitar que los incidentes causados por el deterioro de estos equipos se conviertan en algo más grave.

El mantenimiento preventivo es complemento del correctivo. Se trata de efectuar inspecciones periódicas de todos los elementos de las instalaciones (con frecuencias mínimas o ajustadas a los análisis estadísticos de averías), con el fin de que la reparación o sustitución de aquellos se efectúe antes de que la avería se declare.

A continuación, se describen las principales acciones de mantenimiento preventivo que se siguen en las instalaciones y equipo.

Mantenimiento de los recipientes de almacenamiento.

- Los instrumentos de medición (medidor de nivel de líquido, termómetro, manómetro y válvulas de máximo llenado) se revisan periódicamente, remplazando de inmediato los instrumentos que muestren inexactitud en su funcionamiento.
- Las válvulas de seguridad (de relevo de presión hidrostática, de exceso de gasto y no retroceso), se prueban y supervisan mensualmente, reemplazando estas al término de cinco años de operación o antes, si muestran deficiencias en su operación.

- Revisar el estado de las válvulas de globo, válvulas de relevo de presión, válvulas de máximo llenado o válvulas de bola (no golpeadas y en uso adecuado o que estén en fecha de operación).
- Las pruebas reglamentarias para los recipientes de almacenamiento comprenden la verificación de su estado físico, para lo cual se practican pruebas de ultrasonido, por un técnico en la materia con nombramiento de nivel III internacional en pruebas no destructivas. Este tipo de pruebas se realizan a los diez años contados a partir de la fecha de fabricación del recipiente, posteriormente, cada cinco años, cuando el área de la sección cilíndrica o casquetes haya sido reparada con cambio de placa y cuando el recipiente haya estado expuesto al fuego.
- Revisar el estado de la tubería que conduce Gas L.P. (no golpeada o despintada)
- Revisar la hermeticidad de las tuberías, conexiones y accesorios.
- Revisar el estado de muros de contención o de protección perimetrales (estado físico y pintura).
- Revisar el estado de conexión a tierra de los recipientes de almacenamiento.

Mantenimiento de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo.

- Se prueban mensualmente las válvulas de exceso de gasto localizadas en el sistema. De esta manera, se comprueba su buen funcionamiento, debiendo operar las válvulas ante una salida súbita de gas (se conectan a un autotanque vacío para no liberar gas a la atmosfera).
- Las mangueras que se conectan a los transportes se revisan diariamente, reemplazándolas ante su fecha de vencimiento o antes, si muestran algún deterioro.
- Los acopladores de entrega se revisan en sus empaques para evitar fugas.
- Revisar el estado de tubería que conduce Gas L.P. (no golpeada o despintada).
- Revisar la hermeticidad en tuberías, conexiones y accesorios.
- Estado de cable y pinza para conectar los vehículos a tierra.
- Estado de las válvulas de globo.
- Estado de las válvulas de exceso de flujo, válvula de acción manual, válvulas pull away y válvulas de relevo de presión.
- Estado de marco de soporte de las tomas.
- Estado de conexión a tierra física del marco de soporte de las tomas.

Mantenimiento a los compresores de trasiego de Gas L.P.

- Estado del manómetro de presión de entrada y salida de gas.
- Estado del anclaje del compresor a la base metálica.
- Operación de las válvulas de cuatro vías.
- Estado de válvulas de relevo de presión.
- Estado de conectores flexibles.
- Medición de presión diferencial
- Estado y alineación de poleas
- Cambio de aceite y filtro.
- Estado de conexión a tierra física del motor eléctrico.

Mantenimiento de las bombas de trasiego de Gas L.P.

- Operación de válvulas de globo y bola.
- Estado de las válvulas de relevo de presión hidrostática
- Estado de conectores flexibles
- Hermeticidad de la bomba, válvulas y accesorios.
- Estado del manómetro.
- Estado y alineación de las poleas.
- Estado de conexión a tierra física del motor eléctrico

Mantenimiento de tuberías, conexiones y accesorios.

- La presencia de fugas y la corrección de las mismas se lleva a cabo de inmediato.
- Se reemplazan con la frecuencia que se requiera, los estoperos, vástagos, bridas y asientos de las válvulas de globo.
- Se revisan las soporterías de las tuberías, para que estas no estén sujetas a esfuerzos indebidos.
- Limpieza de trincheras.
- Se repintan tuberías, cuando la pintura tiende a deteriorarse, para evitar corrosión en las mismas. La pintura conforme a la NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- Revisión de rótulos y señales de sentido de flujo de las tuberías.

Mantenimiento del sistema eléctrico

- Se revisa que su canalización se conserve integra y que todo los condulets a prueba de explosión mantengan sus tapas perfectamente roscadas.
- Los capelos de las lámparas a prueba de explosión se reemplazan inmediatamente en caso en encontrarse fundidos.
- Los condulets se mantienen sellados con fibras y compuesto sellador, reemplazando este material cuando se cambien los conductores eléctricos.
- Se revisan las tierras físicas, tablero eléctricos y centros de carga.

Mantenimiento al equipo de emergencias.

- Extintores
- Hidrantes
- Alarmas
- Equipo de bombero
- Bombas contra incendio
- Cisterna de almacenamiento de agua
- Sistemas de aspersión

Es importante mencionar, que los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración. Asimismo, en cumplimiento al numeral 5.1.2 inciso I de la NOM-001-SESH-

2014, se debe mantener en original la bitácora de trabajos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, trasiego y sistema contra incendio e iluminación, la cual debe estar actualizada por el personal de la misma, firmada y avalada como mínimo cada seis meses por una unidad de verificación acreditada y aprobada en la presente Norma Oficial Mexicana. La bitácora antes referida, además, debe ser firmada por el responsable general de la planta de distribución y el responsable del mantenimiento cada ocho días naturales.

De acuerdo a la bitácora de mantenimiento de las instalaciones, se han efectuado las siguientes actividades:

- Cambio de válvulas internas y de alivio de presión correspondientes a los recipientes de almacenamiento 1 y 2.
- Cambio del tubo flexibles de almacenamiento 1 en la línea de liquido hacia la toma de recepción.
- Cambio de válvulas de relevo hidrostático ubicadas en la tubería de líquido de los almacenes hacia el muelle de llenado.
- Se realiza el cambio del flotador del almacenamiento 1.
- Se realiza el mantenimiento y pintura de los recipientes de almacenamiento 1, 2 y 3.
- Se colocaron los tapones acopladores tanto en las tomas de recepción como de suministro para las mangueras.
- Se realiza el mantenimiento y limpieza a los aspersores.
- Revisión y cambio de señaléticas en todas las áreas.

Consultar Anexo 006. Capacitación, mantenimiento y simulacros, bitácora de mantenimiento.

IX.4 MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la operación de la planta de distribución de Gas L.P. es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de trasformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, ya que las instalaciones se limitan a realizar el manejo del Gas L.P. a través de operaciones de trasiego.

Acorde a lo anterior, se enlistan, a continuación, las medidas preventivas que se aplican durante la operación normal de la planta, teniendo como objetivo evitar el deterioro del medio ambiente.

IX.4.1 Control de la contaminación por descarga de aguas residuales.

Las aguas residuales generadas en las instalaciones son por el uso de los servicios sanitarios, de la limpieza de las instalaciones y los vehículos de la empresa. Las aguas residuales son conducidas a la fosa séptica, donde se conservan temporalmente, posteriormente una empresa especializada se encarga de su destino final.

Para evitar la contaminación con 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 líquidos contaminantes en las descargas de aguas residuales.

IX.4.2 Mejora del control de emisiones.

Durante la operación normal de la Planta de distribución de Gas L.P., no existen fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmosfera, sólo se tienen pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras de las tomas de trasiego, estas emisiones furtivas son mínimas, una vez que se mantienen dispositivos de perdida mínima para la operación de trasiego. Estas válvulas para llenado de recipientes 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 Gas L.P., 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. debe 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 de la Licencia Ambiental Única (LAU), la empresa debe presenta la Cédula de Operación Anual (COA).

IX.4.3 Gestión de residuos.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se generan residuos sólidos urbanos resultantes de la limpieza de las áreas

administrativas, áreas de circulación, accesos e instalaciones en general, así como del uso de productos que consume el personal, entre otros.

Residuos de Manejo Especial (RME): La empresa genera neumáticos fuera de uso, metales ferrosos (chatarra), mangueras de GLP fuera de uso y recipientes transportables rechazados. Este tipo de residuos son responsabilidad de la empresa contratada para su manejo. No obstante, la empresa debe asegurarse de que el manejo de los mismos sea adecuado y por lo tanto debe contar con el respectico comprobante de destino final de los neumáticos, así como el certificado de destrucción de recipientes transportables rechazados.

Residuos peligrosos: Derivado de las actividades de mantenimiento en las áreas de taller mecánico y pintura de recipientes transportables, así como las actividades contempladas en los programas de mantenimiento que se implementen se tiene la generación de residuos considerados como peligrosos. Este tipo de residuos son aceites gastados, material absorbente, costras de pintura a base de aceite, solventes y sólidos impregnados de aceite lubricante, por ello, se cuenta con un área para el almacenamiento temporal de dichos residuos por el lindero Noroeste.

SONIGAS, S.A. DE C.V., cuenta con el Registro de generador de residuos peligrosos con Núm. de ofcio ASEA/UGSIVC/DGGC/8616/2017 emitido por la Dirección General de Gestión Comercial con fecha del 22 de junio de 2017. **Anexo 007. Gestión de residuos.**

IX.4.4 Reducción del riesgo de vertidos accidentales.

La única sustancia que se maneja en la Planta de distribución de Gas L.P., propiedad de SONIGAS S.A. DE C.V. como parte de su proceso operativo productivo, es precisamente el gas licuado de petróleo (GLP), el cual es considerado como peligroso por sus propiedades inflamables y explosivas, tal como se señala en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Esta sustancia se almacena y se transporta en estado líquido, sin embargo, se consume en estado gaseoso. Debido a esta propiedad, no existen riesgos por derrames dentro de la empresa, ya que, al ocurrir una fuga de Gas L.P., este se vaporiza casi de inmediato, por lo que el riesgo que se asocia a este por la liberación del mismo y que este al mezclarse con el aire, forme una nube de vapor no confinado, la cual, al encontrar una fuente de ignición, tendría consecuencias fatales.

Cuando el GLP que se escapa, normalmente se encuentra a una temperatura superior a su temperatura de ebullición a presión atmosférica, por lo que al producirse la fuga, dicha perdida de contención provoca que el GLP sufra un descenso súbito de su presión de almacenamiento hasta llegar a la presión atmosférica, dando como resultado una evaporación repentina, por lo anterior se prevé que en caso de presentarse una fuga o derrame accidental de GLP, este se evaporará rápidamente a causa de la absorción de calor procedente del aire ambiente que se mezclaría con la emisión del fluido fugado.

De igual manera, se debe señalar que el riesgo latente del GLP no es por su toxicidad, ya que como se indica en la hoja de datos de seguridad para sustancias químicas del GLP por parte de Petróleos Mexicanos (PEMEX), su riesgo es muy alto respecto al grado de riesgo

por inflamabilidad, mientras que su grado de riesgo a la salud es mínimo, tal como se menciona en esta.

Finalmente, se debe mencionar que, si bien es cierto que por las características físicas y químicas del GLP, este se considera un combustible limpio y seguro, es necesario evitar a toda costa fugas, mismas que al salirse de control podrían ocasionar daños irreversibles, ya que en caso de que ocurriese la fuga, el GLP liberado se evaporaría formando una nube de vapor no confinada, lo que representa un peligro latente, pues existe el riesgo de que dicha nube de vapor no confinada encuentre una fuente de ignición provocando una explosión.

IX.5 RECOMENDACIONES TÉCNICO OPERATIVAS

Recomendaciones derivadas de la aplicación de la metodología “What if…?”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R1	Los choferes de los semirremolques deben apegarse al manual de procedimientos de roles y responsabilidades, los cuales deben 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.	Elemento X Control de actividades y procesos	Recepción de semirremolques	1.1.1	Durante la descarga de Gas L.P. el semirremolque se pone en movimiento.	Gerente Operativo R1, R2 y R3: acciones de atención inmediata	ALARP
			Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.1	Durante el trasiego de Gas L.P. a los autotanques, el vehículo se mueve inesperadamente.		ALARP
R2	Entre los procedimientos se debe incluir la verificación de: paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación.	Elemento X Control de actividades y procesos	Recepción de semirremolques	1.1.1	Durante la descarga de Gas L.P. el semirremolque se pone en movimiento.		ALARP
				1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego.		ALARP
				1.1.11	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continúa funcionando.		TOLERABLE
			Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.1	Durante el trasiego de Gas L.P. a los autotanques, el vehículo se mueve inesperadamente.		ALARP
R3	Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su malla interna, asimismo, la manguera para Gas L.P. debe presentar una antigüedad menor a siete años, contados a partir de su fecha de fabricación.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.1	Durante la descarga de Gas L.P. el semirremolque se pone en movimiento.		ALARP
			Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.1	Durante el trasiego de Gas L.P. a los autotanques, el vehículo se mueve inesperadamente.		ALARP

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R4	Llevar registros de la 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.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.2	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso del flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de la manguera o tubería.	Gerente operativo R4, R5 y R6: Acciones de atención inmediata.	ALARP
				1.1.4	Durante el trasiego de Gas L.P. se tuviera una mayor descarga.		TOLERABLE
				1.1.5a	No se realiza la correcta nivelación de presiones entre el semirremolque y el recipiente a llenar		TOLERABLE
				1.1.5b			ALARP
				1.1.10	La válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada del recipiente de almacenamiento se encuentra cerrada.		TOLERABLE
R5	Verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de la corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.2	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso del flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de la manguera o tubería.		ALARP
R6	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 atmosferas peligrosas.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.3	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego.		ALARP

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R7	Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.4	Durante el trasiego de Gas L.P. se tuviera una mayor descarga.	Gerente operativo R7 y R8: Acciones de atención inmediata	TOLERABLE
				1.1.5a	No se realiza la correcta nivelación de presiones entre el semirremolque y el recipiente a llenar		TOLERABLE
				1.1.5b			ALARP
				1.1.10	La válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada del recipiente de almacenamiento se encuentra cerrada.		TOLERABLE
			Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.2a	Durante el trasiego de Gas L.P., las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas.		ALARP
				1.3.2b			TOLERABLE
				1.3.5a	La válvula de desvío (By – pass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba.		TOLERABLE
				1.3.5b			ALARP
				1.3.6	Hay una presión excesiva en la bomba.		ALARP
				1.3.7	Hay una presión menor en la bomba.		TOLERABLE
			Llenado de recipientes transportables	1.5.1	Durante el trasiego de GLP la válvula de bola ubicada en la entrada del múltiple se encuentra cerrada.		TOLERABLE
			Autotanque	4.1.4	Hay una presión excesiva en la bomba.		ALARP
R8	Verificar que las válvulas: * No presenten deterioro o corrosión en los resortes. * Daño físico. * Que se encuentren lubricadas. * Que el volante o maneral abra y cierre correctamente.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.5a	No se realiza la correcta nivelación de presiones entre el semirremolque y el recipiente a llenar.		TOLERABLE
				1.1.5b			ALARP
				1.1.7	Durante la transferencia de Gas L.P., la válvula de cierre rápido que se encuentra en la línea de gas – vapor se encuentra cerrada		TOLERABLE
				1.1.8	Durante la transferencia de Gas L.P. la válvula de cierre rápido que se encuentra en la línea de gas – líquido se encuentra cerrada.		TOLERABLE
				1.1.11	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continúa funcionando.		TOLERABLE

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R9	Verificar que las válvulas de relevo de presión hidrostática cumplan con las siguientes características: * Que el tapón esté sobre la válvula o la tubería de salida y que esté apretando a mano. * No presente partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la misma. * No presente deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. * No presente evidencias de daños físico. * Que no existan fugas en el asiento o en la conexión al recipiente.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.4	Durante el trasiego de Gas L.P. se tuviera una mayor descarga.	Gerente operativo R9, R10, R11 y R12: Acciones de atención inmediata R13: a los 10 años desde su fecha de fabricación, posteriormente cada cinco años	TOLERABLE
			Almacenamiento temporal de Gas L.P.	1.2.2	Aumenta la presión en el recipiente de almacenamiento.		TOLERABLE
				1.2.5	Ante una sobrepresión en el recipiente de almacenamiento fallara el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad.		ALARP
			Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.2a	Durante el trasiego de Gas L.P., las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas.		ALARP
				1.3.2b			TOLERABLE
				1.3.5a	La válvula de desvío (By – pass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba.		TOLERABLE
				1.3.5b			ALARP
				1.3.6	Hay una presión excesiva en la bomba.		ALARP
R10	Las válvulas de seguridad del semirremolque deben estar protegidas contra la intemperie.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.6	Aumenta la temperatura del líquido dentro del semirremolque.		TOLERABLE
R11	Verificar el correcto funcionamiento de la válvula de cuatro vías del compresor.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.9	La válvula de cuatro vías del compresor se encuentra en posición de suministrar líquido		TOLERABLE
				1.1.12	La válvula de cuatro vías del compresor se encuentra en posición para recuperar vapores.		TOLERABLE
R12	Verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	1.2.1a	Se rebasa el nivel de líquido del recipiente de almacenamiento		TOLERABLE
				1.2.1b			TOLERABLE
R13	Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	1.2.4	El recipiente se fractura.		ALARP

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R14	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recepción de semirremolques	1.1.5a	No se realiza la correcta nivelación de presiones entre el semirremolque y el recipiente a llenar.	Gerente operativo R14 y R15: acciones de atención inmediata	TOLERABLE
				1.1.5b			ALARP
				1.1.6	Aumenta la temperatura del líquido dentro del semirremolque		TOLERABLE
				1.1.7	Durante la transferencia de Gas L.P. la válvula de cierre rápido que se encuentra en la línea de gas – vapor se encuentra cerrada.		TOLERABLE
				1.1.8	Durante la transferencia de Gas L.P. la válvula de cierre rápido que se encuentra en la línea de gas – líquido se encuentra cerrada.		TOLERABLE
				1.1.12	La válvula de cuatro vías se encuentra en posición para recuperar vapores.		TOLERABLE
			Almacenamiento temporal de Gas L.P.	1.2.1a	Se rebasa el nivel de líquido del recipiente de almacenamiento		TOLERABLE
				1.2.1b			TOLERABLE
				1.2.5	Ante una sobrepresión en el recipiente de almacenamiento fallara el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad.		ALARP
			Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.2a	Durante el trasiego de Gas L.P. las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas.		ALARP
				1.3.2b			TOLERABLE
				1.3.3	Al poner en funcionamiento la bomba, la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del recipiente no está abierta.		TOLERABLE
R15	El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de las válvulas del sistema entre la toma de suministro y el autotanque que recibirá e GLP.	Elemento X. Control de actividades y procesos	Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.2a	Durante el trasiego de Gas L.P. las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas.		ALARP
				1.3.2b			TOLERABLE
				1.3.3	Al poner en funcionamiento la bomba, la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del recipiente no está abierta.		TOLERABLE

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R16	Verificar que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	1.2.2	Aumenta la presión en el reciente de almacenamiento.	Gerente operativo R16: acción de atención inmediata R17: en caso de exposición al fuego R18: anualmente R19: de acuerdo al programa de mantenimiento	TOLERABLE
				1.2.5	Ante una sobrepresión en el recipiente de almacenamiento fallara el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad.		ALARP
R17	En caso de que el recipiente haya estado expuesto al fuego, debe efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: * El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. * Efectuarse a aprobar una medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. * Medición de la dureza. * 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 minutos.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	1.2.3	Se eleva la temperatura del líquido almacenado.		TOLERABLE
R18	Bajo condiciones normales, renovar anualmente el sello mecánico.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.3	Al poner en funcionamiento la bomba, la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del recipiente no está abierta.		TOLERABLE
				1.3.6	Hay una presión excesiva en la bomba.		TOLERABLE
R19	El filtro debe ser limpiado periódicamente para impedir la falta de suministro de fluido de la bomba.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.4	La bomba tiene un flujo reducido.		TOLERABLE
				1.3.7	Hay una presión menor en la bomba.		TOLERABLE
				1.3.8	Hay cavitación en la bomba		ALARP

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R20	Verificar que no existen fugas en la línea de succión y descarga.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.4	La bomba tiene un flujo reducido.	Gerente operativo R20, R21, R22, R23 y R25: acciones de atención inmediata R24: en caso de emergencia	TOLERABLE
R21	El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de las válvulas del sistema de trasiego.	Elemento X. Control de actividades y procesos	Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.5a	La válvula de desvío (By – pass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba.		TOLERABLE
				1.3.5b			ALARP
				1.3.7	Hay una presión menor en la bomba.		TOLERABLE
R22	Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.8	Hay cavitación en la bomba		ALARP
			Autotanque	4.1.5	Hay cavitación en la bomba		ALARP
R23	Verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P. a autotanques	1.3.8	Hay cavitación en la bomba		ALARP
R24	Realizar acciones de emergencia: * Detener el bombeo y cerrar todas las válvulas de almacenamiento que esté suministrando. * Desconectar el interruptor de corriente eléctrica y activar la alarma. * Obturar la fuga desde un punto alejado a la toma de carburación. * Desalojar el área.	Elemento X. Control de actividades y procesos.	Llenado de recipientes para carburación	1.4.1	Se desprende la manguera durante el llenado del recipiente no desmontable		TOLERABLE
R25	Evitar bloquear las botoneras de paro de emergencia.	Elemento X. Control de actividades y procesos	Llenado de recipientes para carburación	1.4.1	Se desprende la manguera durante el llenado del recipiente no desmontable		TOLERABLE

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R26	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.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Llenado de recipientes para carburación	1.4.1	Se desprende la manguera durante el llenado del recipiente no desmontable	Gerente operativo R26, R27, R28, R29, R31: acciones de atención inmediata R30: en caso de tener un recipiente sobrellenado	TOLERABLE
			Llenado de recipientes transportables	1.5.4	Se desprende la pistola de llenado.		TOLERABLE
R27	El mantenimiento a realizarse al medidor volumétrico deberá realizarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y por personal capacitado para realizar dicha actividad.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Llenado de recipientes para carburación	1.4.2	Un pistón del medidor volumétrico se queda atascado.		TOLERABLE
R28	Programa de mantenimiento preventivo y predictivo detallado de los equipos estáticos y dinámicos de la planta.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Llenado de recipientes para carburación	1.4.2	Un pistón del medidor volumétrico se queda atascado.		TOLERABLE
R29	El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Llenado de recipientes transportables	1.5.1	Durante el trasiego de GLP, la válvula de bola ubicada en la entrada del múltiple se encuentra cerrada.		TOLERABLE
R30	En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no debe enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmosfera. Lo conveniente es transferirlo a un cilindro vacío.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Llenado de recipientes transportables	1.5.2	Se excede el nivel máximo de llenado de los recipientes transportables		TOLERABLE
R31	Los recipientes transportables para Gas L.P. fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil de 12 año a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados de servicio e inutilizados.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Llenado de recipientes transportables	1.5.3	El cilindro presenta falla en la soldadura del fondo durante el llenado.		ALARP

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R32	Los recipientes transportables que adquiera la empresa deben comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Llenado de recipientes transportables	1.5.3	El cilindro presenta falla en la soldadura del fondo durante el llenado.	Gerente operativo R32, R34, R35 y R36: acciones de atención inmediata R33: en caso de emergencia	ALARP
R33	Realizar acciones de emergencia: * Detener el bombeo y cerrar todas las válvulas de almacenamiento que estén suministrando. * Desconectar el interruptor de corriente eléctrica y activar la alarma. * Atacar el fuego. * Retirar los cilindros cercanos al fuego. * Desalojar el área.	Elemento X. Control de actividades y procesos	Llenado de recipientes transportables	1.5.4	Se desprende la pistola de llenado.		TOLERABLE
R34	Asegurarse de que las conexiones y accesorios no presenten anomalías.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recipiente de remanentes	2.1.1	Algún objeto golpea el recipiente de almacenamiento.		TOLERABLE
			Mangueras de Gas L.P.	2.2.1	Durante el vaciado de recipientes transportables se desprende la manguera.		TOLERABLE
			Tubería de vaciado de Gas L.P.	2.3.1	La tubería del múltiple presenta agrietamiento		TOLERABLE
R35	Colocar válvula de seguridad al recipiente.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recipiente de remanentes	2.1.2	El recipiente de remanentes se sobrellena.		TOLERABLE
R36	Previo a la operación, revisar el nivel del recipiente	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recipiente de remanentes	2.1.2	El recipiente de remanentes se sobrellena.		TOLERABLE

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R37	Mantener el medidor magnético en el recipiente.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recipiente de remanentes	2.1.2	El recipiente de remanentes se sobrellena.	Gerente operativo R37, R38, R41, R42 y R43: acciones de atención inmediata R39: de acuerdo al programa de simulacros R40: de acuerdo al programa de mantenimiento	TOLERABLE
R38	Verificar que no existen fugas en la tubería.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Tubería de vaciado de Gas L.P.	2.3.1	La tubería del múltiple presenta agrietamiento.		TOLERABLE
R39	Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques.	Elemento X. Control de actividades y procesos	Recipiente no transportable	3.1.1	El recipiente es llenado al 90% en un día caluroso.		ALARP
				3.1.2	El recipiente no transportable es sobrellenado, es decir, sobre el 90%		ALARP
R40	Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recipiente no transportable	3.1.1	El recipiente es llenado al 90% en un día caluroso.		ALARP
				3.1.2	El recipiente no transportable es sobrellenado, es decir, sobre el 90%		ALARP
R41	Dar un tiempo de reposo posterior al llenado y previo al estacionamiento de las unidades.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recipiente no transportable	3.1.2	El recipiente no transportable es sobrellenado, es decir, sobre el 90%		ALARP
R42	Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recipiente no transportable	3.1.3	Un autotanque es sometido al calor de un incendio.		ALARP
R43	Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recipiente no transportable	3.1.3	Un autotanque es sometido al calor de un incendio.		ALARP
			Suministro de Gas L.P.	3.2.1	La válvula interna se encuentra “trincada”		TOLERABLE
				3.2.2	Se efectúa una reparación de alguno de los elementos del gabinete en el estacionamiento.		TOLERABLE
				3.2.4	Se realizan arreglos improvisados al sistema de trasvase de la unidad.		ALARP
			Autotanque	4.1.4	Hay una presión excesiva en la bomba.		ALARP
				4.1.5	Hay cavitación en la bomba		ALARP

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R44	Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada 5 años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Recipiente no transportable	3.1.3	Un autotanque es sometido al calor de un incendio.	Gerente operativo R44, R45, R46, R47, R49: acciones de atención inmediata R48: de acuerdo al programa de mantenimiento R50, R51: de acuerdo al programa de capacitación	ALARP
			Autotanque	4.1.3	El autotanque colisiona.		ALARP
R45	El operador debe acatar en todo momento los procedimientos operativos y de seguridad establecidos.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P.	3.2.1	La válvula interna se encuentra “trincada”.		TOLERABLE
			Autotanque	4.1.4	Hay una presión excesiva en la bomba.		ALARP
R46	La válvula interna debe mantenerse cerrada cuando la bomba no se encuentre en operación.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P.	3.2.1	La válvula interna se encuentra “trincada”.		TOLERABLE
R47	Verificar fugas.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P.	3.2.1	La válvula interna se encuentra “trincada”.		TOLERABLE
			Autotanque	4.1.5	Hay cavitación en la bomba		ALARP
R48	Revisiones periódicas de las unidades, que incluya: mecánica, eléctrica y Gas L.P.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P.	3.2.2	Se efectúa una reparación de alguno de los elementos del gabinete en el estacionamiento.		TOLERABLE
R49	Las reparaciones del sistema de Gas L.P. se deberán realizar por personal capacitado y con la unidad vacía, dentro del taller mecánico.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P.	3.2.2	Se efectúa una reparación de alguno de los elementos del gabinete en el estacionamiento.		TOLERABLE
R50	Reforzar la capacitación en el manejo de equipos y herramientas para el trasiego.	Elemento X. Control de actividades y procesos	Suministro de Gas L.P.	3.2.3	Hay deficiencias en el procedimiento de suministro de Gas L.P.		TOLERABLE
R51	Capacitación en uso de escaleras móviles.	Elemento X. Control de actividades y procesos	Suministro de Gas L.P.	3.2.3	Hay deficiencias en el procedimiento de suministro de Gas L.P.		TOLERABLE

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R52	Contar con un registro de las inspecciones y mantenimientos realizados a cada elemento de la Unidad de Transporte y Distribución contemplados en los programas que incluya la evidencia documental de los últimos resultados.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P.	3.2.4	Se realizan arreglos improvisados al sistema de trasvase de la unidad.	Gerente operativo R52, R53, R55 y R56: acciones de atención inmediata R54: en caso de problemas	ALARP
R53	El personal que realice la inspección y mantenimiento debe estar capacitado en la actividad específica, en el manejo de Gas L.P. y en los procedimientos de seguridad y mantenimiento.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P.	3.2.4	Se realizan arreglos improvisados al sistema de trasvase de la unidad.		ALARP
R54	Si hay evidencia de cualquier problema, las válvulas se deben reemplazar o reparar de inmediato.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Suministro de Gas L.P.	3.2.4	Se realizan arreglos improvisados al sistema de trasvase de la unidad.		ALARP
R55	Evaluar el conocimiento de los operadores en temas de: * Las acciones para prevenir incidentes o accidentes en la ruta de distribución. * La conducción de Unidades para distribución de GLP (incluir manejo a la defensiva). * Información de emergencias durante el transporte de sustancias peligrosas. * Protocolo de Respuesta a Emergencias.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Autotanque	4.1.1	El autotanque es conducido a un exceso de velocidad.		ALARP
				4.1.3	El autotanque colisiona		ALARP
			Vehículo de reparto	4.2.1	El vehículo va a exceso de velocidad.		ALARP
				4.2.2	El vehículo de reparto colisiona		ALARP
				4.2.3	Hay una mala conexión del recipiente transportable a la instalación de aprovechamiento.		ALARP
R56	Cumplir con las condiciones físicas y de seguridad de acuerdo a la NOM-068-2-SCT-2014	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Autotanque	4.1.1	El autotanque es conducido a un exceso de velocidad.		ALARP

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R57	Evaluar las rutas o áreas de distribución a fin de determinar aquellas deterioradas o de difícil acceso.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Autotanque	4.1.2	El autotanque debe circular en un terreno con una pendiente considerable	Gerente operativo R57, R58, R59, R60, R61 y R62: acciones de atención inmediata	ALARP
R58	Las unidades que realicen rutas con pendientes, deberán de llenarse a un nivel máximo de 50%.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Autotanque	4.1.2	El autotanque debe circular en un terreno con una pendiente considerable		ALARP
R59	Cumplir con lo especificado en la NOM-007-SESH-2010.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Vehículo de reparto	4.2.1	El vehículo va a exceso de velocidad		ALARP
				4.2.2	El vehículo de reparto colisiona		ALARP
R60	Realizar pruebas al sistema	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Bombas contra incendio	5.1.1	El impulsor de la bomba no se encuentra conectado.		TOLERABLE
				5.1.2	La válvula de alivio de aire se instala inadecuadamente		TOLERABLE
				5.1.3	Falla la activación de las bombas durante una emergencia.		TOLERABLE
			Sistema de aspersión	5.3.1	Los rociadores se encuentran bloqueados.		TOLERABLE
				5.3.2	El agua esparcida no es expulsada con suficiente presión ni caudal.		TOLERABLE
			Hidrantes	5.4.1	El extremo de la manguera no cuenta con chiflón		TOLERABLE
R61	Supervisar el nivel de llenado de la cisterna de almacenamiento de agua para el sistema contra incendio.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Cisterna de almacenamiento de agua	5.2.1	La cisterna de almacenamiento de agua no alcanza el 70% de su capacidad		TOLERABLE
				5.2.2	Programar la limpieza de la cisterna de almacenamiento de agua		TOLERABLE
R62	Medición de la presión del sistema	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Sistema de aspersión	5.3.2	El agua esparcida no es expulsada con suficiente presión ni caudal.		TOLERABLE

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del subsistema	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo
				No.	Descripción		
R63	Realizar simulacros de acuerdo al numeral 10.2 de la NOM-002-STPS-2010.	Elemento X. Control de actividades y procesos	Hidrantes	5.4.2	El personal de la brigada no sabe realizar las maniobras de acercamiento y neblina.	Gerente operativo R63: de acuerdo al programa de simulacros R64, R66, R68, R69: acciones de atención inmediata R65, R70: de acuerdo al programa de mantenimiento R67: anualmente	TOLERABLE
R64	Realizar un programa de inspección al sistema contra incendio	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Extintores	5.5.1	Las boquillas de los extintores se encuentran rotas.		TOLERABLE
R65	Programar la recarga de los extintores	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Extintores	5.5.2	Los extintores no han sido cargados		TOLERABLE
R66	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.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Transformador eléctrico	6.1.1	El suministro de la electricidad de la red pública falla debido a algún corte, irregularidad o descarga.		TOLERABLE
				6.1.2	Hay descarga parcial en el transformador		TOLERABLE
			Tablero eléctrico	6.2.1	Existe un corto circuito		TOLERABLE
R67	Realizar mediciones anuales de los valores de resistencia de la respuesta a tierra conforme a la NOM-022-STPS-2008.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Conexiones a tierra	6.3.1	La conexión a tierra es inadecuada.		TOLERABLE
R68	Incluir en el programa de mantenimiento al compresor de aire.	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Compresor de aire	7.1.1	Existe un ruido y vibración excesiva en el compresor.		TOLERABLE
				7.1.2	Hay fuga de aceite		TOLERABLE
R69	Registrar el compresor ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, conforme a lo solicitado en la NOM-020-STPS-2011	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Compresor de aire	7.1.3	La presión en el tanque receptor se acumula lentamente.		TOLERABLE
R70	Pruebas periódicas al sistema neumático	Elemento XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad	Válvulas neumáticas	7.2.1	La presión de aire no es suficiente para el cierre o apertura		TOLERABLE
				7.2.2	El diafragma está dañado		TOLERABLE
			Tubería de aire	7.3.1	La tubería se encuentra corroída		TOLERABLE

IX.6 RECOMENDACIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS Y VULNERABILIDAD.

1. Deberá realizar la Evaluación de Consecuencias por medio de distancias por derrame máximo probable con las especificaciones establecidas en los numerales 5.6.1 y 5.6.2 de la NOM-001-SESH-2014, una vez que, por causas ajenas a la planta de distribución, esta, no cumple con las distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento descritas en el apartado 4.2.1.26 de la mencionada Norma.

2. Elevar la barda perimetral ubicada por el lindero Norte-Noroeste del predio que ocupa la planta aproximadamente a 5.00 m de altura y adaptarla a fin de que esta cumpla con la función de un muro cortafuego. Lo anterior con el objetivo de contener e impedir la propagación del fuego y/o reducir las dosis específicas de radiación y a su vez contenga la energía con la cual se transporta la sobrepresión. De acuerdo con la NFPA 54, un muro corta fuego logra disminuir hasta un tercio de la distancia de alcance de una bola de fuego. De manera general, el muro corta fuego deberá tener una resistencia mínima de fuego de F – 120 y como máximo de F – 180 y un espesor de entre 15 a 30 cm como mínimo. No obstante, para llevar a cabo esta propuesta deberá consultar a un especialista en el diseño y construcción de elementos de protección pasiva contra incendios.

3. Mantener canales fluidos de comunicación entre el personal designado de la empresa con las dependencias de los servicios de ayuda externa más cercanas a la instalación, como lo son el Cuerpo de Bomberos, Protección Civil y Cruz Roja, esto con la finalidad de dar adecuada y pronta atención a la emergencia y prevenir contingencias de magnitud superior.

4. Realizar periódicamente la prueba de presión al sistema contra incendio de acuerdo con el numera 4.2.4.2.4.1.1 de la NOM-001-SESH-2014 para verificar que se cumple con la presión mínima de bombeo para el elemento de descarga hidráulicamente más desfavorable, es decir, el hidrante más alejado debe tener una presión mínima de 0.2942 MPa (3 kg_f/cm^2) con el propósito de mitigar algún evento no deseado en caso de ocurrencia, y de esa forma evitar la escalación y propagación del fuego a otras áreas y/o equipos de la instalación.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO X
CONCLUSIONES

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

X.1. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.

El presente Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) se realiza para la actividad de distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución, la cual se encuentra ubicada en calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, municipio de Mérida, estado de Yucatán, que opera al amparo del Título de Permiso Núm. LP/04923/DIST/PLA/2016 bajo la razón social de “Sonigas, S.A. de C.V.”. con una capacidad instalada de almacenamiento temporal de 750,000 litros, equivalentes a **443,865 kg**, mismos que rebasan la cantidad de reporte establecida en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

El desarrollo del presente Estudio de Riesgo Ambiental consideró el contenido de la guía para la elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH), en su última versión de julio 2020, en el que se describieron los aspectos de mayor relevancia; el desarrollo de las metodologías para la identificación de peligros; evaluación y análisis de riesgos, que permitan identificar los peligros y evaluar los riesgos en las instalaciones; sistemas y dispositivos de seguridad; medidas de reducción de Riesgos para prevenir, controlar, minimizar o mitigar los escenarios de riesgo a un nivel de riesgo tolerable.

El proceso metodológico utilizado para el Análisis y Evaluación de Riesgos del presente proyecto, se realizó en cinco etapas, las cuales se clasifican de la siguiente manera:

I. Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo, la cual consistió en un análisis preliminar de peligros, recolección referente a los accidentes e incidentes en instalaciones similares y en regulados que desempeñan la misma actividad, identificación de peligros, evaluación cualitativa de riesgos, propuesta de escenarios de riesgos
II. Análisis cuantitativo de riesgo, en donde se incluye el análisis de frecuencias y consecuencias.
III. Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo.
IV. Reposicionamiento de escenarios.
V. Análisis del nivel de riesgo (riesgo residual)

En la etapa I, se realizó el Análisis Preliminar de Peligros, donde se identificaron las actividades que se llevan a cabo en la instalación, las áreas operativas que las conforman y la sustancia química peligrosa que se maneja, siendo el Gas L.P. la materia prima para el desarrollo de las actividades de la instalación, el cual se almacena, transporta y suministra bajo presión. Debido a que las actividades que se llevan a cabo en la Planta de Distribución de Gas L.P., se limitan al trasiego de GLP, las líneas operativas, así como los servicios auxiliares, se dividieron en los siguientes sistemas para un mejor análisis, quedando conformados de la siguiente manera: *recepción de semirremolques de Gas L.P., almacenamiento temporal de Gas L.P., llenado de recipientes transportables, carga de autotanques en las tomas de suministro, carga de recipientes montados en los vehículos de reparto en las tomas de carburación de auto abasto, sistema contra incendio, sistema de vaciado de recipientes transportables, sistema eléctrico, sistema neumático, distribución por medio de autotanques* y *distribución por medio de vehículos de reparto*.

Posteriormente, se hizo el reconocimiento de accidentes e incidentes en procesos similares a los que se llevan a cabo en la planta, mismos que sirven como referencia para llevar a cabo un mejor manejo de GLP, así como aquellas actividades que se deben considerar al manejar dicha sustancia.

Una vez consideradas las actividades que se realizan en las instalaciones, así como las propiedades fisicoquímicas del Gas L.P. y los antecedentes históricos, se obtuvo que los posibles escenarios de riesgo para las instalaciones, son las que se encuentran relacionadas con los siguientes eventos: flamazo (flash fire), bola de fuego (fire ball), expansión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE) y explosión de una nube de vapor no confinada (NVNC).

Bajo estas condiciones y considerando la información disponible de las instalaciones se realizó la elección de la metodología que permitiera identificar de manera preliminar los peligros inherentes a la planta acorde a la etapa del ciclo de vida de las instalaciones, que en este caso particular comprende la etapa de operación, por lo que, como parte del análisis preliminar de peligros se aplicó una lista de verificación basada en las especificaciones exigidas por la normatividad que rige a este tipo de instalaciones, con el fin de identificar el grado de cumplimiento de la planta con estas y así, determinar de manera general que las instalaciones se encuentran de conformidad con la normatividad aplicable.

Asimismo, considerando la información disponible de las instalaciones se desarrolló la metodología PreHA (Preliminary Hazard Analysis), misma que se centró en identificar los peligros, sucesos iniciadores y otros sucesos que provoquen consecuencias indeseables, por lo que permite la identificación de criterios de diseño o alternativas que contribuyan a eliminar o reducir peligros y/o riesgos. Seguido a esto, se realizó la identificación de peligros y escenarios de riesgo conforme a la división de los sistemas, y estos a su vez divididos en subsistemas, en donde, de acuerdo a los criterios dados por COMERI 144 Rev. 2/Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver. 1, de acuerdo a los escenarios que se ubican en un tipo de riego “B” indeseable, el receptor más afectado sería el personal con el 16% de los casos, seguido de la población con el 11% del total de los casos, esto debido a la cercanía existente entre el Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichen y las instalaciones pertenecientes a la Planta de Distribución de Gas L.P.

Continuando con el proceso metodológico, con ayuda del Árbol de Fallas se realizó el análisis de frecuencias. Al respecto, se determinó que la frecuencia de ocurrencia de los eventos 003, 004, 009 y 012 es muy improbable, mientras que los eventos 001, 002, 006, 007, 010 y 008 son los que presentan mayor frecuencia de ocurrencia respecto a los demás, destacando que son aquellos relacionados con la explosión de fugas de Gas L.P. a través de válvulas e instrumentos y por la falla del material del recipiente transportable que contiene el material almacenado.

La determinación de los radios potenciales de afectación se realizó mediante la utilización del software SCRI Fuego V.2.2. Los modelos de los que se vale este, 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.).

Con base en el análisis de consecuencias se encontró que para las llamaradas no se obtienen zonas de alto riesgo y amortiguamiento 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.

Por otro lado, para el caso de los dardos de fuego se encontró que el máximo alcance de radiación térmica deriva del escenario 005 donde la zona de alto riesgo por daño a equipos, estaría delimitada por un radio de 28.92 m, la zona de alto riesgo en 45.68 m y la zona de amortiguamiento en 84.76 m.

Respecto a la trascendencia de los efectos por sobrepresión derivada de la explosión de una nube de vapor no confinada, el alcance máximo de la sobrepresión está definido por el desarrollo del escenario 007, donde la zona de alto riesgo por daño a equipos, estaría delimitada por un radio de 74.92 m, la zona de alto riesgo en 171.02 m y la zona de amortiguamiento en 290.70 m.

Referente a los radios de afectación del peor caso, estos quedan definidos por los efectos de la radiación térmica y sobrepresión producto de la BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con una capacidad de 250,000 litros base agua, el cual se considera que se encuentra al 80% de su capacidad. Por lo que la zona de alto riesgo por daño a equipos quedara definida hasta un radio de 476.76 m, la zona de alto riesgo en 776.74 m y la zona de amortiguamiento en 1459.77 m.

En tanto que, en la etapa III se realizó el análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo de los componentes ambientales, población, personal e instalaciones.

De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad realizado se concluye que ante una eventualidad en las instalaciones de la planta de distribución de Gas L.P. los receptores de riesgo más vulnerables serían evidentemente el personal de la empresa y sus instalaciones. No obstante, considerando la cercanía del fraccionamiento habitacional “Diamante Paseos de Opichen”, ubicado al Norte-Noroeste del predio que ocupa la planta, y donde la casa habitación de dicho fraccionamiento más cercana, medida de la tangente del recipiente de almacenamiento No.1 a la pared de este elemento, tiene una distancia aproximada de 82.67 m, se prevén afectaciones sobre el receptor de riesgo “Población”

Los efectos físicos que incidirían sobre las personas que se encuentren dentro de las zonas de afectación serían los relacionados con las ondas de presión tras la explosión de nubes de vapor no confinadas, pudiendo provocar un conjunto de lesiones, afectando los órganos de las personas, fundamentalmente el tímpano y el pulmón, además de considerar los posibles daños derivados del desplazamiento y colisión del cuerpo contra objetos o estructuras. En este sentido, es importante señalar que ante el desarrollo de los eventos más probables (001, 005, 006, 007, 008, 010, 011 y 013) así como del evento alterno (002), las ondas de presión ≥ 0.5 psi ≤ 1.0 psi serían las que pudieran provocar daños en las personas que se encuentren expuestas, que irían desde el 1% de la población con ruptura de tímpano hasta la caída al piso de las personas que se encuentren caminando.

En cuanto a daños estructurales a este fraccionamiento, por el desarrollo de los eventos más probables y el caso alterno, se prevén de manera general daños estructurales menores, como ruptura de vidrios, daños en marcos de ventanas y techos asi como la demolición parcial de casas. Cabe recordar que el efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia, por lo que el impacto que un equipo o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

No obstante, ante el desarrollo del Peor Caso, los impactos de los efectos físicos de una BLEVE sobre este receptor de riesgo serían de mayor relevancia, principalmente por la radiación térmica generada por la bola de fuego, donde el fraccionamiento habitacional “Diamante Paseos de Opichen” quedaría comprendido dentro de las zonas de alto riesgo, por lo que los daños previstos irían desde dolor en piel desnuda y quemaduras de primer, segundo y tercer grado hasta el 50% de letalidad de la población expuesta durante el tiempo que dura la bola de fuego (18.2 s). En tanto que la población expuesta del fraccionamiento Girasoles de Opichen, Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo y la Universidad Autónoma de Yucatán (ubicadas en la colonia Ciudad Industrial), Guardería Canacintra y Parque Centenario del Ejercito mexicano (ubicados en la colonia La Libertad II), así como en el Parque Lineal Metropolitano podrían sentir dolor en piel desnuda.

En cuanto a la vulnerabilidad de los componentes ambientales presentes dentro de las zonas de afectación, los efectos de la radiación térmica generada por el desarrollo de dardos de fuego son mínimos, ya que los efectos con mayor potencial de daño por radiación térmica no rebasarían los límites de la instalación, además de considerar que la planta se encuentra localizada en una zona industrial, por lo que existen grandes áreas provistas de vegetación, no obstante, se prevé el deterioro de la cubierta vegetal existente y afectaciones menores en la fauna, principalmente aves y especies con facilidad de desplazamiento que pudieran encontrarse en la zona. En lo referente a las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión de nubes de gas no confinado, los radios de mayor afectación quedan comprendidos en los límites de la planta, por lo que, se prevé un 50% de afectación de la flora presente en los alrededores de la instalación, mientras que las especies faunísticas presentes podrían presentar traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas, así como la caída al suelo debido al impacto.

En cuanto a la posibilidad de interacciones de riesgo, se concluye que los efectos físicos (radiación térmica y sobrepresión) generados por el desarrollo de los eventos primarios que derivan en dardos de fuego y explosiones de nube de vapor no confinadas afectarían principalmente a los equipos de proceso y auxiliares que integran la planta, tales como área de almacenamiento, tomas de recepción, toma de carburación de autoconsumo, tomas de suministro, muelle de llenado y los equipos de trasiego pertenecientes a cada área. En este caso, las posibles interacciones de riesgo serían a causa de la radiación térmica emitida por los dardos de fuego, lo que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes de gas licuado e incendios secundarios. En tanto que, las ondas de sobrepresión derivarían principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.

Sin embargo, aun cuando existe la posibilidad de interacciones de riesgo entre las propias áreas de las instalaciones, 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. Asimismo, los efectos físicos derivados del desarrollo de los eventos primarios que derivan en dardos de fuego y explosiones de nube de vapor no confinadas también podrían afectar a las instalaciones cercanas a la planta, caso concreto, de *DEACERO* y *Milestone Logistics*, que si bien, podrían sufrir daños estructurales, principalmente por los efectos de la onda de sobrepresión, se descarta una interacción de riesgo, una vez que las actividades se limitan al comercio al por mayor de materiales metálicos para la construcción y al autotransporte foráneo de materiales para la construcción, respectivamente.

Cabe señalar que el alcance de los efectos con mayor potencial de daño tanto por radiación térmica generada por un dardo de fuego y por la sobrepresión generada por la explosión de nubes de vapor no confinadas, no rebasan en su mayoría los límites del predio que ocupa la instalación, por lo que dichas instalaciones quedarían confinadas dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, lo que significa que el daño previsto sería menor. En el caso de Milestone Logistics se prevé la demolición parcial del edificio, daños estructurales y ruptura de ventanas. Para las instalaciones DEACERO, se prevé un daño estructural mayor, una vez que ante el desarrollo de los eventos 007 y 013 las ondas de sobrepresión mayores a 3.0 psi, pero menores a 10.0 psi impactarían esta estructura, lo que se traduciría en la distorsión de la estructura de acero y posible extraída de sus cimientos.

Es importante mencionar que la BLEVE de cualquiera de los recipientes de almacenamiento (Escenario 004) de la planta se desarrolla al momento en que uno de estos es impactado por algún fragmento producto de la BLEVE del semirremolque (Escenario 003), originado por un fuego externo que incide sobre la superficie del recipiente a presión montados sobre este. Este fuego a su vez es producto de la radiación térmica generada por un dardo de fuego derivado del incendio de la emisión de chorro horizontal al desprenderse la manguera durante las operaciones de descarga del semirremolque. Dicha cadena de sucesos considera que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada, considerada con el fin de predecir el mayor daño representativo. Por lo que se puede decir que, dentro de la descripción de escenarios, tanto la BLEVE del semirremolque, como la BLEVE de los recipientes de almacenamiento de la planta de distribución es en sí un efecto dominó.

Como resultado de la BLEVE de un recipiente de almacenamiento, semirremolque o auto-tanque resultarían en 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 escalamiento 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 radicación térmica llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones, debido a la corta duración de la bola de fuego.

Por lo que, como efecto dominó en la planta de distribución se definirá la BLEVE de los tres recipientes de almacenamiento, los efectos resultado de este escenario catastrófico serán de naturaleza mecánica y térmica, es decir la radiación producida por la bola de fuego y la onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en cada uno de los recipientes.

De acuerdo con los resultados obtenidos del modelo de radiación térmica por bola de fuego (fire ball) SCRI-FUEGO, en caso de una eventualidad relacionada con el fenómeno de la BLEVE, en un radio de hasta 228.41 m en donde se alcanzaría una radiación térmica igual o mayor a 37.5 kW/m^2 se esperarían daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables, así como el colapso de estructuras, siempre y cuando el tiempo de exposición a este nivel de radiación sea superior a 10 minutos. Dentro de este radio de afectación, a una distancia de 34.70 m y 102.12 m desde la zona de almacenamiento se encuentran las instalaciones de DEACERO y Milestone Logistics, respectivamente, sin embargo, se descarta un efecto dominó o interacción de riesgo debido a la inexistencia de tanques atmosféricos o presurizados que pudieran resultar afectados, debido a que el giro de estas instalaciones esta relacionado con la venta y transporte de materiales para la construcción y manufactura, por lo que únicamente se tendrían daños estructurales en función del tiempo de exposición y de la actuación de los equipos y dispositivos de emergencia con los que se cuenta.

Asimismo, se prevé el desarrollo de incendios secundarios en un radio de hasta 476.76 m, medidos desde la zona de almacenamiento, suponiendo que los elementos vulnerables de tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos, entre otros, son incendiados. Dentro de este radio se encuentran las empresas *Enerkin, Proteínas y Oleicos, PEPSICO, ISQUISA, SQ Servidora Química, Empaques Carvajal, ARBI Industrial S.A. de C.V., DHL, DEYUSA, Te la ponemos fácil S.A. de C.V. y Cementos Moctezuma*, de las cuales destaca la empresa “Proteínas y Oleicos”, dedicada a la fabricación de aceites y grasas comestibles, jabones y derivados, una vez que de acuerdo con la información del CENAPRED 2018, en esta intalación se almacena Amoniaco (~ 1 ton), Hexano (~ 89.7 ton), Hidrógeno (~ 1 ton) y Propano (~ 101 ton), por lo que sus equipos de proceso y recipientes de almacenamiento pudieran estar expuestos a la incidencia de la radiación térmica producto de los incendios secundarios, sin embargo, se desconocen las características de los recipientes/tanques de almacenamiento, condiciones de operación, ubicación exacta dentro del arreglo general de la instalación, por lo que una evaluación cuantitativa del alcance de los efectos que provocaría una fuga o derrame de dichas sustancias está fuera del alcance de este estudio, además de considerar que para que un recipiente de almacenamiento sujeto a presión colapse, debe ser expuesto por un tiempo superior a 30 minutos para una intensidad de radiación inferior a 45 kW/m^2. Mientras que para un recipiente atmosférico debe ser superior a 10 minutos para una intensidad de radiación inferior a 15 kW/m^2. Por lo que considerando que, ante una situación de tal magnitud, se pondrían en marcha los equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario tanto de la planta como de dicha instalación se ve limitada la posibilidad de que se pudiera suscitar un efecto dominó.

En cuanto al efectos causados por las ondas de sobrepresión generadas por la explosión tipo BLEVE de los tres recipientes de almacenamiento con capacidad individual de 250,000 litros, se tiene que, dentro de la zona de alto riesgo por daño a equipos de proceso, definida por las ondas de choque con mayor poder destructivo equivalentes a 10.0 psi (24.17 m) y 3.0 psi (49.32 m), se encuentran únicamente las propias áreas operativas de la planta. En

tanto que entre la zona donde se alcanzaría una onda de sobrepresión de entre 3.0 y 1.0 psi se encuentran las instalaciones de DEACERO, y el posible efecto que se esperaría sería el desplazamiento de la estructura civil. Por lo que se descarta una interacción de riesgo o efecto dominó por el efecto de las ondas de sobrepresión producto de la explosión de los recipientes por la expansión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.

En la cuarta etapa del análisis, se realizó el reposicionamiento de los escenarios identificados y jerarquizados considerando los resultados del análisis de frecuencias y de análisis de consecuencias, además de considerar las medidas preventivas de seguridad para la prevención y la reducción de consecuencias con los que se cuenta en las instalaciones, de esta manera se obtuvo que, los riesgos clasificados como indeseables (Tipo B) disminuyeron considerablemente, aumentando por consiguiente el porcentaje de los escenarios clasificados como aceptables, pero con controles (Tipo C) y los porcentajes para riesgos Tolerables (Tipo D).

Es así que, de manera general se puede concluir que la operación de las instalaciones es técnicamente viable, ya que, si bien este tipo de instalaciones al ser altamente riesgosas debido a la naturaleza de las sustancias que se manejan (Gas Licuado de Petróleo), las condiciones de operación (altas presiones de operación) y las actividades que se realizan para llevar el Gas L.P. hasta la instalación de aprovechamiento del usuario final, la empresa propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. cuenta con las medidas, equipos y dispositivos de seguridad que señala la normativa aplicable a este tipo de instalaciones (NOM-001-SESH-2014), no obstante, de acuerdo con los resultados del análisis de vulnerabilidad se hace necesaria la implementación de un muro contra incendio o muro corta fuego, que permita restringir los efectos físicos de un evento de fuego o explosión, mediante la absorción de la energía térmica y/o de la onda expansiva que incidirían sobre la población que se encuentre dentro de las zonas de afectación. Por ello, se recomienda elevar la barda perimetral ubicada por el lindero Norte-Noroeste del predio que ocupa la planta aproximadamente a 5.00 m de altura y adaptarla a fin de que esta cumpla con la función de un muro cortafuego, esto con el objetivo de contener e impedir la propagación del fuego y/o reducir las dosis específicas de radiación y a su vez contenga la energía con la cual se transporta la sobrepresión. De acuerdo con la NFPA 54, un muro corta fuego logra disminuir hasta un tercio de la distancia de alcance de una bola de fuego.

Es importante mantener presente que las instalaciones poseen un riesgo inherente debido a la naturaleza de la sustancia que se maneja y sus actividades, además de que, no es posible contar con un riesgo cero, por lo que la empresa además de lo anteriormente descrito cuenta con procedimientos para el adecuado mantenimiento de equipos e instalaciones, un sistema de monitoreo y control de variables de proceso, así como con personal capacitado para llevar a cabo sus roles de manera óptima, dando como consecuencia un riesgo residual Tolerable.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

INSTALACIONES EN OPERACIÓN (ARSH)

CAPITULO XI
RESUMEN EJECUTIVO

SoniGas

SONIGAS, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución
Permiso núm. LP/14923/DIST/PLA/2016

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental.
Privada 19 sur 1907, Colonia Santiago, en Puebla, Puebla. C.P. 72160. Tel: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

XI.1 SITUACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN EN MATERIA DE RIESGO.

La empresa “Sonigas, S.A. de C.V.” realiza la distribución de gas l.p. mediante Planta de Distribución, la cual opera bajo el amparo del Título de Permiso: Núm. LP/14923/DIST/PLA/2016 y se encuentra ubicada en calle 22, No. 321, Col. Ciudad Industrial, municipio de Mérida, estado de Yucatán. Actualmente, la distribución de Gas L.P. mediante planta de distribución se lleva a cabo con una capacidad instalada de almacenamiento temporal de 750,000 litros equivalentes a 443,865 kg, distribuidos en tres recipientes del tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad individual de 250,000 litros al 100 % agua

El proceso operativo de la instalación inicia con la descarga de Gas L.P. que se encuentra contenido en el semirremolque que arriba a la instalación, para posteriormente realizar la guarda temporal de Gas L.P. por medio de recipientes de almacenamiento, para posteriormente ser trasegado a autotanques y recipientes transportables para el suministro a usuarios finales, mediante la conexión de recipientes transportables y al llenado de recipientes estacionarios. Por lo que, las áreas donde se maneja dicho combustible son las siguientes:

- *Tomas de recepción de semirremolques.* Se cuenta con dos equipos (compresores) marca Blackmer con capacidad nominal de 1,329 LPM acoplados a un motor eléctrico de 25 HP.
- *Almacenamiento temporal de Gas L.P.* El área de almacenamiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. consta de tres recipientes de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especialmente para contener gas L.P. con capacidad de 250,000 litros al 100% agua cada uno.
- *Tomas de suministro.* Se cuenta con dos bocas de gas líquido alimentadas por la bomba B-III y B-IV de marca Blackmer modelo DV-LGL3E, con capacidad nominal de 378 L.P.M. acoplada a un motor eléctrico con una potencia de 10 HP.
- *Múltiple de llenado.* El muelle de llenado tiene capacidad de 12 básculas del tipo plataforma con capacidad de 260 kg cada una y 1 báscula de repeso.

Además de considerar la distribución y venta a los usuarios finales mediante el uso de autotanques para el llenado de recipientes estacionarios.

Tomando en cuenta lo anterior, a continuación, se describen los procedimientos que se llevan a cabo en cada una de las áreas operativas que integran a la planta.

Procedimiento de descarga de los semirremolques en la toma de recepción.

- Al inicio del turno, el personal de descarga revisa el espacio disponible de los recipientes de almacenamiento y se toma registro.
- Al llegar a la instalación, el semirremolque se dirige a la toma de recepción, donde es recibido por el personal operativo; este revisa el porcentaje del nivel a través del dispositivo instalado en el semirremolque, del mismo modo, se revisa la presión del recipiente.

- Se indica al chofer del semirremolque en dónde estacionarse y se verifica que la unidad esté detenida, con el motor apagado y el freno colocado.
- Verifica el tipo de gas que contiene el remolque – tanque
- Toma la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión y la temperatura a la que viene.
- Coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo, se coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.
- Acoplar la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y en color blanco.
- Seguido a esto, abre la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- Acopla la manguera de vapor, esta se encuentra conectada a la tubería de color amarillo, y se abre la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- Abre las válvulas de líquido y vapor del recipiente, verifica que no haya fugas en la instalación.
- Abrir las válvulas correspondientes desde la línea del recipiente hasta la toma de recepción. Debe cerciorarse de que las válvulas no permanezcan cerradas.
- Accionar el interruptor que pone a funcionar el compresor.
- Durante la operación de descarga, el operador por ningún motivo se retira de la toma de recepción y periódicamente verifica el contenido restante en el semirremolque hasta que se alcance el valor de cero.
- Al término de la descarga, cambiar posición de las válvulas de 4 vías de la bomba para recuperar vapor, el descargador apaga el motor del compresor.
- Cierra las válvulas de líquido de las mangueras, así como del semirremolque y se retiran de la unidad.
- Cierra las válvulas de vapor como en el punto anterior y se desacoplan todas las líneas.
- Coloca los tapones respectivos en la toma de líquido y vapor del semirremolque, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- Informa al chofer que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

Procedimiento de llenado de autotanques a través de la toma de suministro.

- El chófer estaciona el autotanque en la toma de suministro
- El operador verifica que las llaves de encendido del motor del autotanque no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verifica que las cuñas se encuentren colocadas correctamente en las llantas traseras del vehículo.
- Verifica la adecuada conexión de la pinza del cable de aterrizaje.
- Revisa, utilizando el dispositivo de medición de nivel, el porcentaje de gas que contiene el autotanque (contenido sobrante con el que regresó de ruta).
- Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el autotanque, el operador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrar al autotanque, para que este alcance el 90% de su capacidad.
- Coloca la palanca indicadora del medidor al nivel deseado y deja la válvula de dicho medidor abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado haya alcanzado el nivel deseado.

- Selecciona el recipiente del cual se va a suministrar gas, determinando el porcentaje de su llenado por medio del medidor del mismo recipiente.
- Establece continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el recipiente hasta el autotanque a llenar.
- Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el autotanque, tanto en las líneas que conducen líquido como en las de vapor.
- Oprime el botón de energizado del motor de la bomba.
- Durante el llenado, el operador verifica que este se realice con normalidad y por ningún motivo abandona la supervisión de esta operación. Continuamente verificará el porcentaje de llenado del autotanque.
- Al término de la carga, se para la bomba, se cierran todas las válvulas que intervinieron en el proceso, se desconectan todas las mangueras y la conexión a tierra.
- Retira las calzas de las llantas del autotanque.
- Revisa los alrededores de la unidad, haciendo hincapié en que no existan fugas en la toma.
- El operador da aviso al chofer para que retire la unidad y la estacione en el lugar que le fue asignado.

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

- El vigilante permite el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico.
- El chofer del vehículo se estaciona en el andén, apaga el motor, radio, luces y otros accesorios, descarga los recipientes vacíos.
- Posteriormente, el personal de llenado inspecciona los recipientes a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismo; aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión, se separan y son enviados al fondo de reposición de recipientes transportables.
- Los recipientes transportables que se encuentran en buenas condiciones pasan al área de llenado
- No golpear ni rodar horizontalmente los cilindros, para evitar que produzcan chispas y prolongar su vida útil.
- Una revisión constante de las básculas eliminara la posibilidad de fallas en el llenado, como sobrellenado, la verificación de la exactitud se hace por medio de las pesas patrón.
- Posteriormente los cilindros son colocados en su báscula respectiva, se enrosca la llenadera y abre la válvula.
- Comprobar que no existen fugas en la válvula y en el cuerpo del cilindro antes, durante y al finalizar el llenado.
- Cuando se alcanza el peso deseado, automáticamente se cierra la válvula, y el cilindro para al área de carga para estibarlo en el camión repartidor.
- Finalmente, la unidad sale de la instalación para realizar el reparto domiciliario.

Procedimiento de suministro a vehículos de reparto y/o autotanques en toma de carburación de autoconsumo:

El operador estaciona 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 recipiente de carburación del vehículo pasa a través de la manguera de alta presión hasta la válvula interruptora de **Gas L.P.** 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 el 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 maquina 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 **Gas L.P.** 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 recipiente, 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 recipiente a presión de trabajo el **Gas L.P.** 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 hace circular a través de un intercambiador de calor dentro del convertidor vaporizador.

Procedimiento de instalación y conexión de recipientes transportables al usuario final.

- Colocar el recipiente portátil o recipiente transportable sujetos a presión, donde el usuario final le indique.
- Llevar a cabo la conexión de los recipientes portátiles o recipientes transportables sujetos a presión a la instalación de aprovechamiento del usuario final, a menos que éste disponga lo contrario.
- Como parte del servicio que presta el distribuidor, cuando detecte que las instalaciones de aprovechamiento de los usuarios finales no se encuentren en condiciones adecuadas para suministrar Gas L.P., lo hará del conocimiento del usuario final de forma inmediata, a efecto de que atienda o dispuesto en las normas oficiales mexicanas aplicables. En caso de persistir las condiciones observadas por el distribuidor, éste deberá negar la prestación del servicio dando aviso de ello por escrito al usuario final.

Procedimiento de suministro a recipientes fijos (recipientes estacionarios).

Previo al suministro de Gas L.P. a recipientes estacionarios, el operador del autotanque deberá realizar lo siguiente:

- En caso de ser un recipiente nuevo, purgar válvula de servicio, cuidando que la purga arroje aire y no Gas L.P.
- En caso de ser un recipiente usado y vacío, picar con el dedo el interior de la válvula de llenado para ver si no sufre resistencia, si existe resistencia, el recipiente aun contiene gas a presión.
- Colocar calzas en las llantas del vehículo.
- Apagar todo elemento eléctrico, radio, luces, motor, etc. del vehículo.

Llenado directo:

- El ayudante debe tomar la manguera y halar hasta el recipiente.
- Se debe realizar el desplazamiento de la manguera, por medio de una cuerda, a la intemperie y por lugares seguros sin atravesar habitaciones o lugares ocupados por el público. Se debe evitar el roce del pretil en todo momento y ninguna manguera debe subir más de 7 metros.
- Quitar el tapón de la válvula de llenado del recipiente estacionario y confirmar que se encuentre limpio y sin objetos que impidan su correcta conexión.
- Oprimir el *"check"* en caso de que no exista una conexión uniforme se coloca un adaptador de seguridad y enseguida la manguera.
- Enseguida se abren la válvula de la manguera y la válvula de cierre rápido a la salida del recipiente del autotanque para comenzar con el bombeo de gas de forma gradual hasta fijar el control remoto en las revoluciones que deba trabajar la bomba, el llenado no debe exceder el 85% de la capacidad del recipiente estacionario.
- Si el recipiente tiene medidor de flotador, el ayudante vigilará su manecilla y abrirá intermitentemente la válvula de máximo llenado.
- Una vez que se finaliza el llenado del recipiente estacionario, se desacelera por completo la bomba de llenado, y se cierra la válvula de corte del autotanque.
- Cerrar la válvula de llenado del recipiente fijo y asegurase de que no existan fugas.
- Retirar y enrollar la manguera en el carrete del autotanque.

Suministro por medio de línea de llenado:

- El ayudante debe tomar la manguera y halar hasta el recipiente.
- Se debe realizar el desplazamiento de la manguera, por medio de una cuerda, a la intemperie y por lugares seguros sin atravesar habitaciones o lugares ocupados por el público.
- Abrir la válvula de volante de la toma y oprimir el *"check"* de la válvula de llenado del recipiente fijo para asegurarse de que la línea no tiene fuga, asimismo se tiene que constatar que la válvula en el tubo de purga en la línea de llenado se encuentre cerrada.
- Conectar la manguera (no se necesita adaptador de seguridad) y abrir la válvula de corte de la manguera.
- Si se usa línea de retorno de vapores el chofer debe conectar esta misma línea a las válvulas correspondientes, una vez hecho esto se abrirán todas las válvulas del sistema de retorno de vapores antes de iniciar el bombeo.
- Una vez que se revisa la conexión manguera-recipiente se encuentre bien unida y la válvula de corte cerrada, se da inicio al bombeo de gas como se explicó anteriormente.

- Una vez que se finaliza el llenado del recipiente estacionario, se desacelera por completo la bomba de llenado, y se cierra la válvula de corte del autotanque.
- Cerrar la válvula de llenado del recipiente fijo y asegurase de que no existan fugas.
- Retirar y enrollar la manguera en el carrete del autotanque.

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.”

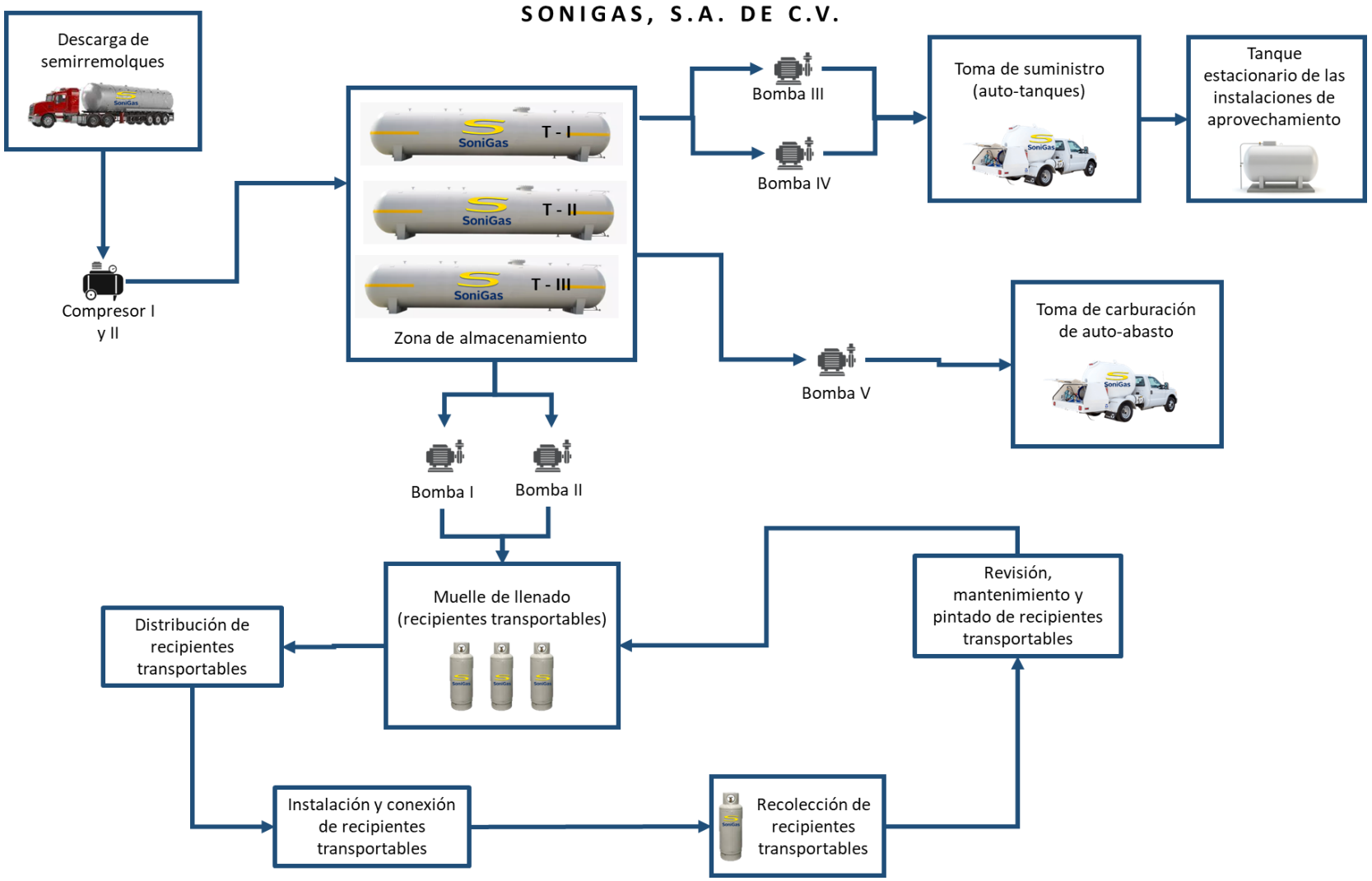


Figura XI. 1. Diagrama de bloques de la Planta de Distribución de Gas L.P.

En cuanto a la zona donde se encuentra ubicada la Planta de Distribución, conforme a la información obtenida de la capa Uso de suelo y vegetación Serie VII 2018 del INEGI del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), se observó que las instalaciones y sus radios de 500 m se localizan dentro de un uso de suelo del tipo “Asentamientos Humanos”. Consultar plano “Uso de suelo y Vegetación”. (Ver Plano C.IV.9 Uso de Suelo y Vegetación).

No obstante, de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Mérida, en su edición 2018 – 2021, la zona en donde se ubica la Planta se encuentra catalogada como Áreas industriales, en tanto que dentro de un radio de 500 m respecto a los límites de la instalación hacia el norte se encuentra un uso de suelo mixto, en dirección noroeste se cuenta con un área urbanizable, al oeste se cuenta con áreas mixtas y verdes, en tanto que, al sur y sureste se cuenta con áreas del tipo industrial, tal y como se muestra en la siguiente figura.

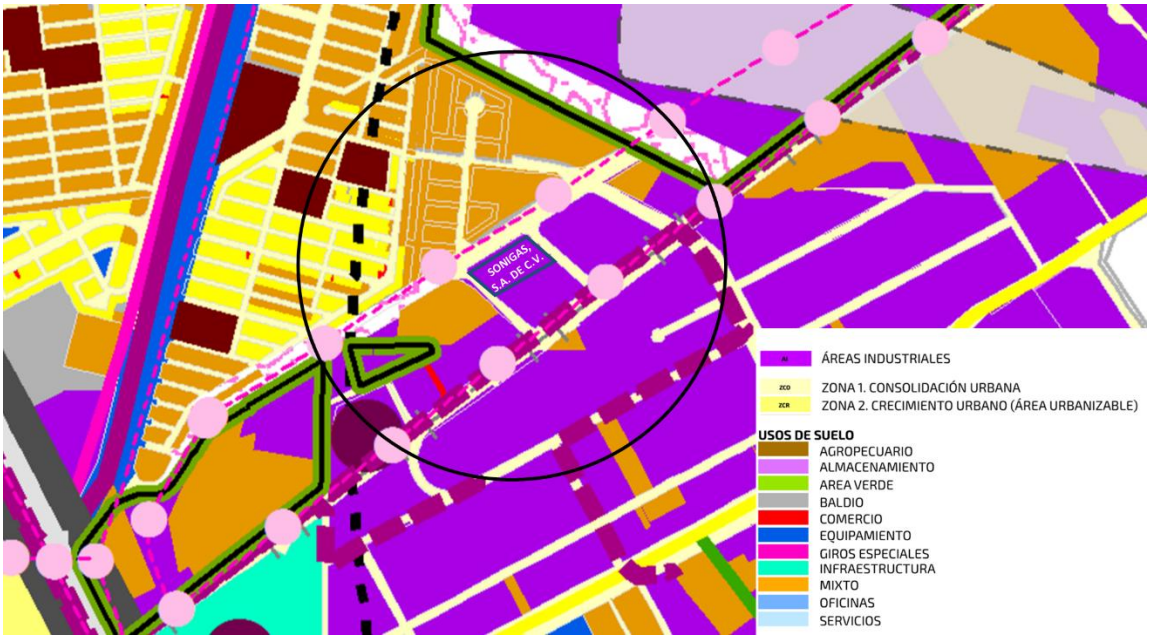


Figura XI. 2. Uso de suelo de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo de Mérida, Yucatán.

De acuerdo a la Carta Síntesis y a lo establecido en la Tabla de Compatibilidades de Usos y Destinos del Suelo del Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Mérida (PDUM), como se cita en la Factibilidad de Uso del Suelo, 2012.; el uso de suelo solicitado se encuentra localizado en una zona compatible, de acuerdo al apartado 3.3.2.4.2 Nivel Estratégico, los usos compatibles *“son aquellos que pueden coexistir y complementan al uso predominante. Favorecen la calidad ambiental del lugar, la seguridad urbana y la imagen del contexto, y por consiguiente producen beneficios para la zona*”. Es así que, la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de “Sonigas, S.A. de C.V.” cuenta con la factibilidad de uso de suelo No 0000071477 otorgada por la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio de Mérida, Yucatán, fechada el 12 de noviembre de 2012, en donde indica que la planta se encuentra ubicada en una zona clasificada como **(ZI) / Zona Industrial**.

De acuerdo a lo anterior, haciendo uso de diversas herramientas digitales, tales como la Red Nacional de Caminos, Espacio y Datos de México del INEGI, CartoCrítica, entre otros, así como una visita de campo a la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de "SONIGAS, S.A. DE C.V." y sus alrededores, se identificó la siguiente infraestructura vial e industrial en un radio de 500.00 metros respecto a los límites del predio que ocupa la planta, así como demás actividades de tipo comercial y de servicios.

Tabla XI. 1. Infraestructura vial e industrial en un radio de 500 m respecto a los límites de la planta.

Tipo de infraestructura	Nombre / descripción	Ubicación (N/S/E/O/NO/SO/NE/SE)	Distancia a la instalación (m)
Calle	22	SO	Inmediata
Calle	15	SO	150.19
Calle	13	SE	183.28
Calle	14	NE	406.83
Vía Férrea	Campeche - Mérida	SE	166.89
Instalación Industrial de Riesgo	Proteínas y Oleicos	S	184.98
	Fábrica Bachoco	SO	435.76
Comercial y de servicios	Deacero	SE	16.96
	Milestone Logística	SE	80.70
	ENERKIN Mérida	S	137.45
	PEPSICO	SE	261.78
	ISQUISA Mérida	SE	215.39
	SQ Servidora Química	SE	236.81
	Empaques Carvajal	SE	272.02
	ARBI Industrial S.A. de C.V.	SE	320.25
	DHL	SE	359.44
	DEYUSA	E	403.63
	Te la ponemos fácil S.A. de C.V.	SE	423.15
	Tpf Wiines & Liquor Advisors	SE	464.04
	Comercial Distribuidora Mar, S.A. de C.V.	SE	434.52
	Serquisur Materias Primas	SE	494.90
	Cementos Moctezuma	E	283.50
	Zelma Kooler S.A. de C.V.	E	372.61
	SIGMA	E	451.12
	Nutrimentos Peninsulares	SE	443.41
	Alimentos balanceados	SE	422.84
	Mayab	SE	462.45
	Almacén Estatal ISSSTE	S	420.96
	AG Logistics	SO	423.74
	Cremería Americana	SO	461.06

Asimismo, con ayuda de herramientas como el Mapa digital de México (INEGI) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), se encontraron los siguientes componentes ambientales.

Tabla XI. 2. Componentes ambientales en un radio de 500 m respecto a los límites de la planta.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción Breve	Ubicación	Distancia a la instalación
Región Marina Prioritaria	RPM 61 Sizal – Dzilam	Cuenta con una extensión de 10 646 km^2, presenta zonas costeras con dunas y petenes.	N, S, E, O	Las instalaciones se encuentran en su totalidad dentro de la región marina.
Región Hidrológica	RH32 Yucatán Norte	Constituida por un terreno kárstico, con cuerpos de agua como cenotes y aguadas.	N, S, E, O	Las instalaciones se encuentran en su totalidad dentro de la región hidrológica.
Región Hidrológica prioritaria	RHP 102 Anillo de Cenotes	Cuenta con una extensión de 16,214.82 km^2 con un gran número de cenotes, lagunas costeras, marismas, ciénegas, entre otros.	N, S, E, O	Las instalaciones se encuentran en su totalidad dentro de la región hidrológica.
Cenote	SN	Son pozos de agua naturales de gran profundidad.	Suroeste	295.50 m

Por otra parte, es importante mencionar que, en los últimos años se ha observado el crecimiento del Fraccionamiento Diamante Paseos de Opichen, ubicado por los linderos norte-noreste-noroeste del predio que ocupa la instalación, razón por la cual, la distancia mínima de separación respecto a las tangentes de los recipientes de almacenamiento y zonas vulnerables de población se ha visto reducida; siendo que, la distancia entre la tangente del recipiente de almacenamiento No. 1 hasta la pared de la casa más cercana de dicho fraccionamiento es de 82.67 m.

Una vez mencionado lo anterior y, de acuerdo al apartado 5.3 de la Guía de Elaboración del Análisis de Riesgos del Sector Hidrocarburos, se realizó el análisis y búsqueda de las zonas vulnerables de población en un radio de 500 m a partir de los límites de propiedad del predio que ocupa la instalación.

Tabla XI. 3. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.

Tipo de zona	Nombre	Población	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación (m)
Fraccionamiento	Diamante Paseos de Opichen	No disponible	NO	42.91
Escuela	Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo	51 a 100 personas	SO	441.51

Fuente: Espacio y datos de México

Cabe mencionar que, de acuerdo a la página de Espacio y datos de México proporcionada por el INEGI, con datos actualizados hasta 2020, en un radio de 500 m respecto a los límites de la Planta, existe un total de 991 viviendas, de las cuales 647 se encuentran habitadas, teniendo así un total de 1,838 habitantes.

Con base a las herramientas digitales del Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, se detectó que la zona es susceptible a presentar fenómenos hidrometeorológicos como lo son inundaciones, ondas cálidas y ciclones tropicales.

XI.2 DESVIACIONES ENCONTRADAS Y POSIBLES ÁREAS DE AFECTACIÓN.

En cuanto a los criterios de diseño y construcción de esta planta se apegaron a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDG-1996**, "Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. Diseño y Construcción" que establecía los requisitos mínimos técnicos y de seguridad que se debían cumplir en el territorio nacional para el diseño y construcción de plantas de almacenamiento para Gas L.P., tal y como se señala el inicio de operaciones mediante oficio 513-DOS/PER-III-0046/14,donde la Dirección General de Gas L.P. señala que, la Unidad de Verificación Ing. [redacted], con número de registro UVSELP-036-C, determinó que las instalaciones, vehículos, equipos y programas de mantenimiento, seguridad y contingencias para la prestación del servicio cumplían con la NOM-001-SEDG-1996.

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

No obstante, el 22 de octubre de 2014, la Secretaría de Energía publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, "Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones de operación" misma que canceló y sustituyó a la NOM-001-SEDG-1996, razón por la cual, en cumplimiento a lo dispuesto en dicha norma, la Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de **"Sonigas, S.A. de C.V."** realizó las adecuaciones necesarias a fin de cumplir con los requerimientos con la normatividad vigente en la materia.

Actualmente, la planta cuenta con el Dictamen No. 015/PLA.001/MÉRIDA/2022 de conformidad con la **NOM-001-SESH-2014**, emitido por la Unidad de Verificación "Unidad de Inspección en Gas L.P." con registro UVESELP 036-C con fecha de emisión del 15 de octubre 2022.

Como parte del Análisis Preliminar de Peligros, se utilizó la técnica "PreHa" el cual formula una lista de peligros y situaciones peligrosas genéricas considerando características tales como:

a) Materiales utilizados o producidos y su reactividad;
b) Equipo empleado;
c) Entorno operativo;
d) Diseño;
e) Interfaces entre los componentes del sistema.

El método se completa con la identificación de las posibilidades de que ocurra el accidente, la evaluación cuantitativa de la magnitud de los posibles daños a la salud que podría

ocasionar y la identificación de las posibles lesiones o daños a la salud que pudieran resultar en la identificación de las posibles medidas correctivas. **Consultar Capitulo V.**

Por otra parte, para llevar a cabo la identificación de peligros y de escenarios de riesgo se utilizó la técnica denominada What if…?, misma que 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. Una vez identificados los escenarios de riesgo, se procede al análisis de consecuencias, en donde se consideran los escenarios que se ubicaron en la zona de riesgo no tolerable, para la determinación de los radios potenciales de afectación mediante la utilización del software SCRI Fuego V.2.2.

A continuación, se muestra el resumen de los resultados obtenidos para los radios de afectación de cada uno de los eventos planteados.

Tabla XI. 4. Radios de afectación debidos a la explosión de una NVNC.

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.50 psi
001	Recepción de semirremolques	7.86 m	16.03 m	36.60 m	62.21 m
002	Recepción de semirremolques	28.50 m	58.17 m	132.78 m	225.70 m
005	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	31.13 m	63.53 m	145.03 m	246.52 m
006	Suministro de Gas L.P. a autotanques	19.03 m	38.84 m	88.66 m	150.71 m
007	Suministro de Gas L.P. a autotanques	36.71 m	74.92 m	171.02 m	290.70 m
008	Llenado de recipientes transportables / Distribución y venta	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m
010	Autotanque	23.63 m	48.22 m	110.08 m	187.11 m
011	Suministro de Gas L.P.	7.83 m	15.97 m	36.46 m	61.98 m
013.1	Recipiente no transportable / autotanque	31.78 m	64.85 m	148.03 m	251.62 m
013.2	Recipiente no transportable / autotanque	22.85 m	46.63 m	106.45 m	180.95 m

Tabla XI. 5. Radios potenciales de afectación ocasionados por un dardo de fuego.

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 kW/m^2	12.5 kW/m^2	5.0 kW/m^2	1.4 kW/m^2
002	Recepción de semirremolques	19.77 m	33.46 m	51.88 m	95.40 m
005	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	16.02 m	28.92 m	45.68 m	84.76 m
006	Suministro de Gas L.P. a autotanques	10.82 m	18.32 m	28.42 m	52.27 m
007	Suministro de Gas L.P. a autotanques	4.06 m	6.87 m	10.65 m	19.59 m
010	Autotanque	7.85 m	13.32 m	20.67 m	38.03 m
013.1	Recipiente no transportable / autotanque	16.53 m	28.28 m	43.99 m	81.03 m
013.2	Recipiente no transportable / autotanque	10.19 m	17.55 m	27.36 m	50.46 m

Tabla XI. 6. Ondas de sobrepresión causadas por la expansión del vapor y líquido contenidos en un recipiente.

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.50 psi
003	Recepción de semirremolques	6.54 m	13.35 m	30.48 m	51.81 m
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	24.17 m	49.32 m	112.58 m	191.37 m
009.1	Autotanque	10.05 m	20.52 m	46.84 m	79.61 m
009.2	Autotanque	6.09 m	12.43 m	28.37 m	48.22 m
012.1	Recipiente no transportable	4.73 m	9.66 m	22.06 m	37.49 m
012.2	Recipiente no transportable	2.87 m	5.85 m	13.36 m	22.71 m

Tabla XI. 7. Radios de afectación debidos a una bola de fuego.

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 kW/m^2	12.5 kW/m^2	5.0 kW/m^2	1.4 kW/m^2
003	Recepción de semirremolques	170.66 m	330.05 m	529.50 m	988.51 m
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	228.41 m	476.76 m	776.74 m	1,459.77 m
009.1	Autotanque	101.54 m	207.33 m	336.38 m	631.04 m
009.2	Autotanque	63.78 m	128.77 m	208.46 m	390.70 m
012.1	Recipiente no transportable	126.05 m	242.60 m	388.79 m	725.48 m
012.2	Recipiente no transportable	78.77 m	150.53 m	240.86 m	449.12 m

Tabla XI. 8. Características de la bola de fuego.

ESC.	SUBSISTEMA	Diámetro (D_{max} = 5.8M$^{1/3}$)	Altura (H = 0.75 D_{max})	Duración máxima de deflagración
003	Recepción de semirremolques	163.71 m	122.79 m	12.7 s
004	Almacenamiento temporal de Gas L.P.	284.77 m	213.58 m	18.2 s
009.1	Autotanque	118.47 m	88.85 m	9.2 s
009.2	Autotanque	71.76 m	53.82 m	5.6 s
012.1	Recipiente no transportable	118.47 m	88.85 m	9.2 s
012.2	Recipiente no transportable	71.76 m	53.82 m	5.6 s

ESC.	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
001	Recepción de semirremolques (Emisión instantánea)	Distancia X	Desde 0.02 Hasta 2.97 m	Distancia X	Desde 0.03 Hasta 5.60 m
		Y de exclusión	2.42 m	Y de exclusión	3.18 m
		Dist. Máx.	2.97 m	Dist. Máx.	5.60 m
002	Recepción de semirremolques (Chorro horizontal)	Distancia X	Desde 1.72 Hasta 27.30 m	Distancia X	Desde 1.65 Hasta 42.01 m
		Y de exclusión	5.45 m	Y de exclusión	8.23 m
		Dist. Máx.	27.30 m	Dist. Máx.	42.01 m
006	Suministro de Gas L.P. a autotanques (Chorro horizontal)	Distancia X	Desde 1.76 Hasta 12.37 m	Distancia X	Desde 1.67 m Hasta 19.27 m
		Y de exclusión	3.55 m	Y de exclusión	4.97 m
		Dist. Máx.	12.37 m	Dist. Máx.	19.27 m
006	Suministro de Gas L.P. a autotanques (Emisión instantánea)	Distancia X	Desde 0.02 Hasta 2.97 m	Distancia X	Desde 0.03 Hasta 5.60 m
		Y de exclusión	2.42 m	Y de exclusión	3.18 m
		Dist. Máx.	2.97 m	Dist. Máx.	5.60 m
007	Suministro de Gas L.P. a autotanques (Chorro horizontal)	Distancia X	Desde 1.37 Hasta: 2.46 m	Distancia X	Desde 1.18 Hasta 5.11 m
		Y de exclusión	0.29 m	Y de exclusión	1.18 m
		Dist. Máx.	2.46 m	Dist. Máx.	5.11 m
008	Llenado de recipientes transportables / Distribución y venta (Emisión instantánea)	Distancia X	Desde 0.02 Hasta 6.09 m	Distancia X	Desde 0.03 Hasta 10.78 m
		Y de exclusión	4.58 m	Y de exclusión	5.78 m
		Dist. Máx.	6.09 m	Dist. Máx.	10.78 m
010	Autotanque (Chorro horizontal)	Distancia X	Desde 2.10 Hasta: 8.11 m	Distancia X	Desde 1.83 Hasta: 14.29 m
		Y de exclusión	11.35 m	Y de exclusión	2.31 m
		Dist. Máx.	8.11 m	Dist. Máx.	14.29 m
011	Suministro de Gas L.P. (Emisión instantánea)	Distancia X	Desde 0.02 Hasta 2.94 m	Distancia X	Desde 0.03 Hasta 5.57 m
		Y de exclusión	2.41 m	Y de exclusión	3.16 m
		Dist. Máx.	2.94 m	Dist. Máx.	5.57 m

Con base en el análisis de consecuencias se encontró que para las llamaradas no se obtienen zonas de alto riesgo y amortiguamiento 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.

Por otro lado, para el caso de los dardos de fuego se encontró que el máximo alcance de radiación térmica deriva del escenario 005 donde la zona de alto riesgo por daño a equipos, estaría delimitada por un radio de 28.92 m, la zona de alto riesgo en 45.68 m y la zona de amortiguamiento en 84.76 m.

Respecto a la trascendencia de los efectos por sobrepresión derivada de la explosión de una nube de vapor no confinada, el alcance máximo de la sobrepresión está definido por el desarrollo del escenario 007, donde la zona de alto riesgo por daño a equipos, estaría delimitada por un radio de 74.92 m, la zona de alto riesgo en 171.02 m y la zona de amortiguamiento en 290.70 m.

Referente a los radios de afectación del peor caso, estos quedan definidos por los efectos de la radiación térmica y sobrepresión producto de la BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con una capacidad de 250,000 litros base agua, el cual se considera que se encuentra al 80% de su capacidad. Por lo que la zona de alto riesgo por daño a equipos quedara definida hasta un radio de 476.76 m, la zona de alto riesgo en 776.74 m y la zona de amortiguamiento en 1459.77 m.

XI.3 SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Se tiene una serie de medidas, equipos, sistemas y dispositivos de seguridad orientadas específicamente a disminuir la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias de una BLEVE que, de acuerdo con el análisis y evaluación de riesgo está determinado como el evento máximo catastrófico que pudiera presentarse en la Planta.

Dicho evento determina las zonas tolerables de afectación, una vez que este fenómeno genera graves consecuencias, fundamentalmente por radiación térmica y sobrepresión, lo que a su vez provoca que los equipos de proceso englobados por dicha bola, si no disponen de protección, no sean capaces de resistir el calor recibido y el impacto, provocando entonces su falla,

Debido a lo anterior, es fundamental evitar que inicialmente se puede generar una BLEVE, por lo que es importante señalar que se deben dar ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:

- Debe tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
- Que se produzca una súbita baja de presión en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por el impacto, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.

Es por esto que se hace necesaria la instalación de medidas, dispositivos o sistemas de seguridad que estén orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten la BLEVE; dichas medidas se pueden englobar en los siguientes objetivos:

- Limitación de presiones excesivas
- Limitación de temperaturas excesivas
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos

Del mismo modo, es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies de los recipientes, ya que, una perforación de los mismos, ocasionaría una bajada brusca de presión que, junto con las condiciones térmicas adversas, podrían originar la BLEVE, por lo que, es necesario considerar un mantenimiento e inspección de manera periódica en el área de almacenamiento, donde se contemplen los siguientes puntos:

- Estado de la tubería que conduce Gas L.P. (no golpeada o despintada).
- Estado de las válvulas de globo, bola, relevo de presión y de máximo llenado (no golpeadas y en uso adecuado o que se encuentran en fecha de operación).
- Revisar que las tuberías, válvulas y accesorios realicen su función adecuadamente, que abran y cierren.
- Hermeticidad en tuberías, conexiones y accesorios.
- Estado de conectores flexibles (fugas, pintura y estado físico).
- Estado de muros de protección perimetrales (estado físico y pintura).
- Protección de válvulas de relevo de presión hidrostático contra el intemperismo.
- Estado de conexión a tierras del recipiente de almacenamiento.
- Operación del medidor magnético de nivel.
- Estado del termómetro y manómetro.
- Estado y vigencia de las válvulas de seguridad.

Todas las tuberías que se tienen instaladas para conducir Gas L.P. son de acero cédula 80 sin costura, para alta presión con conexiones de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2 y donde existan accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo de 140 -2010 kg/cm^2 y con tubería de acero cédula 80.

En las tuberías conductoras de gas – líquido y en tramo en las que pudiera quedar atrapado gas 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 y capacidad de descarga de 22 m^3/min y son de 13 mm de diámetro.

Se debe considerar un mantenimiento e inspección de manera periódica del sistema de tuberías en donde se contemplen los siguientes puntos:

- Estado de tuberías, válvulas y accesorios:
    - Revisar que realicen su función adecuadamente, que abran y cierren.
    - Revisar que, a lo largo de toda la tubería no existan puntos de corrosión, de ser así, repintar la parte afectada con su color específico.
    - Revisar a lo largo de la tubería y confirmas que no existan fugas.
    - Revisar que estos equipos se encuentren en buenas condiciones y en vigencia.

- **Sistema contra incendio.**

  - Extintores

Como medida de seguridad y como prevención contra incendios, se cuenta con un extintor de CO_2 para protección del tablero eléctrico, además se cuenta con un extintor de carretilla de PQS en la toma de recepción, cuatro en la zona de almacenamiento y dos en el muelle de llenado.

Del mismo modo, se cuenta con extintores a base de polvo químico seco con una capacidad de 9 kg en diversos puntos de la planta, los cuales han sido colocados a una altura máxima de 1.50 m y mínima de 1.20 m, medidos del piso a la parte más alta del extintor.

Tabla XI. 9. Ubicación de extintores.

Ubicación	Cantidad
Tomas de recepción	2
Tomas de suministro	2
Tomas de carburación	1
Muelle de llenado	4
Bombas para Gas L.P.	5
Bombas para agua contra incendio	1
Talleres	3
Almacenes, oficinas y circulaciones	7
Estacionamiento de vehículos de reparto y autotanques	7
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta	1
Sistema de vaciado de Gas L.P.	1
Caseta de vigilancia	1

- Sistema contra incendio a base de agua por aspersión

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

  - Una cisterna de almacenamiento de agua con capacidad de 125,000 litros, su llenado se realiza a través de pipas, sobre esta se encuentran dos bombas, una con motor eléctrico de 75 HP y otra de combustión interna con motor de 86 HP, ambas con gasto de 3,500 LPM.

  - Sistema de rociado de los recipientes de almacenamiento, para lo cual, cada recipiente cuenta con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba, estas tuberías son de 51 mm de diámetro y el rociado se hace a través de boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 72 boquillas de tipo recto con un gasto de 29.52 LPM.

- Además, se cuenta con cuatro hidrantes, mismos que han sido colocados de manera estratégica con el fin de cubrir a la perfección las áreas operativas de la planta.

La red distribuidora está construida con tubo de acero al carbón cédula 40, esta tubería está instalada en forma visible al cuadro de válvulas y de forma subterránea al sistema de enfriamiento.

- Equipo de seguridad

Se cuenta con un gabinete debidamente señalizado que contiene el equipo de protección personal para dos personas, este consiste en casco con protección facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero.

- **Sistema general de tierras físicas.**

Se cuenta con un sistema de tierras cuyo objetico es el de 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. El sistema de tierras cumple con el propósito de disponer caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

Se cuenta con un sistema de tierras para la áreas y equipo de trasiego y recipientes de almacenamiento de Gas L.P. que, garantiza el buen funcionamiento del sistema y, por lo tanto, evita la acumulación de cargas estáticas debido al tipo de producto que se maneja. Además, la instalación eléctrica cumple con los requisitos establecidos en la NOM-001-SEDE-2012 “Instalaciones eléctricas”.

XI.4 MEDIDAS PREVENTIVAS.

- **Programa de capacitación.**

Con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios y mantener preparado al personal en general para afrontar los casos de emergencia que pudiesen suscitarse en el centro de trabajo, se cuenta con un programa de capacitación y adiestramiento de personal, mismo que incluye los temas de manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas y primeros auxilios.

En cumplimiento al numeral 5.1.2 inciso j de la NOM-001-SESH-2014, se debe mantener la evidencia en original de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego de Gas L.P., con una fecha de emisión máxima de dos años anteriores, contados a partir de la fecha en que se realiza la evaluación. La capacitación recibida debe contemplar: las propiedades del Gas L.P., el trasiego de Gas L.P., su manejo seguro, la prevención y control de siniestros en la planta de distribución, y haber sido impartida por personal capacitado en estos temas, a nivel personal o a través de instituciones reconocidas para este fin, con registro ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Asimismo, 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.

- **Programa de simulacros.**

El programa de simulacros tiene como objetivo específico poner en práctica los conocimientos, durante las simulaciones de una emergencia mayor para detectar fallas que pudieran presentarse durante las maniobras contra incendio, para evitar su ocurrencia en casos reales, en este sentido, el programa propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. planta Mérida, se desarrolla de la siguiente manera

- Definición de objetivos.
- Identificación de participantes
- Elaboración de escenarios
- Planeación de recursos necesarios
- Invitación a los cuerpos especializados o agentes externos
- Realización del simulacro

El programa de simulacros para la Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de SONIGAS, S.A. DE C.V. debe ser elaborado bajo los criterios que se validan de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-2012. Sistema para la administración del trabajo – Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.

- **Programa de mantenimiento.**

Con el propósito de disminuir la vulnerabilidad de incidentes en la Planta de distribución de Gas L.P. debido a las agresiones que sufre la infraestructura, equipos de proceso, accesorios y dispositivos de seguridad, ya sea por su uso y/o bien por la acción de los factores internos y externos, se pueden producir averías que originan condiciones inseguras. Por eso, es evidente que la inspección y mantenimiento eficaz contribuyen a la seguridad de instalaciones y operaciones de manera importante. En este sentido, existen tres clases de mantenimiento: Predictivo, Preventivo y Correctivo.

Es importante mencionar, que los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración. Asimismo, en cumplimiento al numeral 5.1.2 inciso I de la NOM-001-SESH-2014, se debe mantener en original la bitácora de trabajos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, trasiego y sistema contra incendio e iluminación, la cual debe estar actualizada por el personal de la misma, firmada y avalada como mínimo cada seis meses por una unidad de verificación acreditada y aprobada en la presente Norma Oficial Mexicana. La bitácora antes referida, además, debe ser firmada por el responsable general de la planta de distribución y el responsable del mantenimiento cada ocho días naturales.

Consultar Anexo 006. Capacitación, mantenimiento y simulacros, bitácora de mantenimiento.

XI.5 RECOMENDACIONES.

- Los choferes de los semirremolques deben apegarse al manual de procedimientos de roles y responsabilidades, los cuales deben 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 debe incluir la verificación de: paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación.
- Verificar que las mangueras no presenten grietas o daños que dejen al descubierto su malla interna, asimismo, la manguera para Gas L.P. debe presentar una antigüedad menor a siete años, contados a partir de su fecha de fabricación.
- Llevar registros de la 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.
- Verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de la corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.
- 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 atmosferas peligrosas.
- Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.
- Verificar que las válvulas:
    - No presenten deterioro o corrosión en los resortes.
    - Daño físico.
    - Que se encuentren lubricadas.
    - Que el volante o maneral abra y cierre correctamente.
- Verificar que las válvulas de relevo de presión hidrostática cumplan con las siguientes características:
    - Que el tapón esté sobre la válvula o la tubería de salida y que esté apretando a mano.
    - No presente partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la misma.
    - No presente deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.
    - No presente evidencias de daños físico.
    - Que no existan fugas en el asiento o en la conexión al recipiente
- Las válvulas de seguridad del semirremolque deben estar protegidas contra la intemperie.
- Verificar el correcto funcionamiento de la válvula de cuatro vías del compresor.
- Verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado.

- Realizar la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso – eco de conformidad con la normatividad aplicable.
- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.
- El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de las válvulas del sistema entre la toma de suministro y el autotanque que recibirá e GLP.
- Verificar que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector.
- En caso de que el recipiente haya estado expuesto al fuego, debe efectuarse y aprobar las siguientes pruebas:
    - El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada.
    - Efectuarse a aprobar una medición ultrasónica de espesores en los términos de la NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya.
    - Medición de la dureza.
    - 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 minutos.
- Bajo condiciones normales, renovar anualmente el sello mecánico.
- El filtro debe ser limpiado periódicamente para impedir la falta de suministro de fluido de la bomba.
- Verificar que no existen fugas en la línea de succión y descarga.
- El personal que realice las operaciones de trasiego debe confirmar la apertura de las válvulas del sistema de trasiego.
- Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba.
- Verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios.
- Realizar acciones de emergencia:
    - Detener el bombeo y cerrar todas las válvulas de almacenamiento que esté suministrando.
    - Desconectar el interruptor de corriente eléctrica y activar la alarma.
    - Obturar la fuga desde un punto alejado a la toma de carburación.
    - Desalojar el área.
- Evitar bloquear las botoneras de paro de emergencia.
- 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.
- El mantenimiento a realizarse al medidor volumétrico deberá realizarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y por personal capacitado para realizar dicha actividad.
- Programa de mantenimiento preventivo y predictivo detallado de los equipos estáticos y dinámicos de la planta.
- El operador debe llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos.

- En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no debe enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmosfera. Lo conveniente es transferirlo a un cilindro vacío.
- Los recipientes transportables para Gas L.P. fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil de 12 año a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados de servicio e inutilizados.
- Los recipientes transportables que adquiera la empresa deben comprobar que cumplen con la NOM-213-SCFI-2018.
- Asegurarse de que las conexiones y accesorios no presenten anomalías.
- Colocar válvula de seguridad al recipiente.
- Previo a la operación, revisar el nivel del recipiente
- Mantener el medidor magnético en el recipiente.
- Verificar que no existen fugas en la tubería.
- Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de los autotanques.
- Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos.
- Dar un tiempo de reposo posterior al llenado y previo al estacionamiento de las unidades.
- Implementar un almacén temporal de residuos de manejo especial de acuerdo a la legislación y normatividad aplicable.
- Mantener vigente el dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010.
- Verificar la fecha de fabricación del recipiente no transportable a fin de cumplir a los 10 años la evaluación de espesores, la cual posteriormente se deberá realizar cada 5 años de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002.
- El operador debe acatar en todo momento los procedimientos operativos y de seguridad establecidos.
- La válvula interna debe mantenerse cerrada cuando la bomba no se encuentre en operación.
- Verificar fugas.
- Revisiones periódicas de las unidades, que incluya: mecánica, eléctrica y Gas L.P.
- Las reparaciones del sistema de Gas L.P. se deberán realizar por personal capacitado y con la unidad vacía, dentro del taller mecánico.
- Reforzar la capacitación en el manejo de equipos y herramientas para el trasiego.
- Capacitación en uso de escaleras móviles.
- Contar con un registro de las inspecciones y mantenimientos realizados a cada elemento de la Unidad de Transporte y Distribución contemplados en los programas que incluya la evidencia documental de los últimos resultados.
- El personal que realice la inspección y mantenimiento debe estar capacitado en la actividad específica, en el manejo de Gas L.P. y en los procedimientos de seguridad y mantenimiento.
- Si hay evidencia de cualquier problema, las válvulas se deben reemplazar o reparar de inmediato.
- Cumplir con las condiciones físicas y de seguridad de acuerdo a la NOM-068-2-SCT-2014

- Evaluar las rutas o áreas de distribución a fin de determinar aquellas deterioradas o de difícil acceso.
- Supervisar el nivel de llenado de la cisterna de almacenamiento de agua para el sistema contra incendio.
- 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.
- Realizar mediciones anuales de los valores de resistencia de la respuesta a tierra conforme a la NOM-022-STPS-2008.
- Registrar el compresor ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, conforme a lo solicitado en la NOM-020-STPS-2011
- Pruebas periódicas al sistema neumático

- **Recomendaciones derivadas del análisis de consecuencias y vulnerabilidad.**

1. Deberá realizar la Evaluación de Consecuencias por medio de distancias por derrame máximo probable con las especificaciones establecidas en los numerales 5.6.1 y 5.6.2 de la NOM-001-SESH-2014, una vez que, por causas ajenas a la planta de distribución, esta, no cumple con las distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento descritas en el apartado 4.2.1.26 de la mencionada Norma.

2. Elevar la barda perimetral ubicada por el lindero Norte-Noroeste del predio que ocupa la planta aproximadamente a 5.00 m de altura y adaptarla a fin de que esta cumpla con la función de un muro cortafuego. Lo anterior con el objetivo de contener e impedir la propagación del fuego y/o reducir las dosis específicas de radiación y a su vez contenga la energía con la cual se transporta la sobrepresión. De acuerdo con la NFPA 54, un muro corta fuego logra disminuir hasta un tercio de la distancia de alcance de una bola de fuego. De manera general, el muro corta fuego deberá tener una resistencia mínima de fuego de F – 120 y como máximo de F – 180 y un espesor de entre 15 a 30 cm como mínimo. No obstante, para llevar a cabo esta propuesta deberá consultar a un especialista en el diseño y construcción de elementos de protección pasiva contra incendios.

3. Mantener canales fluidos de comunicación entre el personal designado de la empresa con las dependencias de los servicios de ayuda externa más cercanas a la instalación, como lo son el Cuerpo de Bomberos, Protección Civil y Cruz Roja, esto con la finalidad de dar adecuada y pronta atención a la emergencia y prevenir contingencias de magnitud superior.

4. Realizar periódicamente la prueba de presión al sistema contra incendio de acuerdo con el numera 4.2.4.2.4.1.1 de la NOM-001-SESH-2014 para verificar que se cumple con la presión mínima de bombeo para el elemento de descarga hidráulicamente más desfavorable, es decir, el hidrante más alejado debe tener una presión mínima de 0.2942 MPa (3 kg_f/cm^2) con el propósito de mitigar algún evento no deseado en caso de ocurrencia, y de esa forma evitar la escalación y propagación del fuego a otras áreas y/o equipos de la instalación.

XI.6 CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.

De acuerdo con el análisis de vulnerabilidad realizado se concluye que ante una eventualidad en las instalaciones de la planta de distribución de Gas L.P. los receptores de riesgo más vulnerables serían evidentemente el personal de la empresa y sus instalaciones. No obstante, considerando la cercanía del fraccionamiento habitacional “Diamante Paseos de Opichen”, ubicado al Norte-Noroeste del predio que ocupa la planta, y donde la casa habitación de dicho fraccionamiento más cercana, medida de la tangente del recipiente de almacenamiento No.1 a la pared de este elemento, tiene una distancia aproximada de 82.67 m, se prevén afectaciones sobre el receptor de riesgo “Población”

Los efectos físicos que incidirían sobre las personas que se encuentren dentro de las zonas de afectación serían los relacionados con las ondas de presión tras la explosión de nubes de vapor no confinadas, pudiendo provocar un conjunto de lesiones, afectando los órganos de las personas, fundamentalmente el tímpano y el pulmón, además de considerar los posibles daños derivados del desplazamiento y colisión del cuerpo contra objetos o estructuras. En este sentido, es importante señalar que ante el desarrollo de los eventos más probables (001, 005, 006, 007, 008, 010, 011 y 013) así como del evento alterno (002), las ondas de presión ≥ 0.5 psi ≤ 1.0 psi serían las que pudieran provocar daños en las personas que se encuentren expuestas, que irían desde el 1% de la población con ruptura de tímpano hasta la caída al piso de las personas que se encuentren caminando.

En cuanto a daños estructurales a este fraccionamiento, por el desarrollo de los eventos más probables y el caso alterno, se prevén de manera general daños estructurales menores, como ruptura de vidrios, daños en marcos de ventanas y techos asi como la demolición parcial de casas. Cabe recordar que el efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia, por lo que el impacto que un equipo o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

No obstante, ante el desarrollo del Peor Caso, los impactos de los efectos físicos de una BLEVE sobre este receptor de riesgo serían de mayor relevancia, principalmente por la radiación térmica generada por la bola de fuego, donde el fraccionamiento habitacional “Diamante Paseos de Opichen” quedaría comprendido dentro de las zonas de alto riesgo, por lo que los daños previstos irían desde dolor en piel desnuda y quemaduras de primer, segundo y tercer grado hasta el 50% de letalidad de la población expuesta durante el tiempo que dura la bola de fuego (18.2 s). En tanto que la población expuesta del fraccionamiento Girasoles de Opichen, Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo y la Universidad Autónoma de Yucatán (ubicadas en la colonia Ciudad Industrial), Guardería Canacintra y Parque Centenario del Ejercito mexicano (ubicados en la colonia La Libertad II), así como en el Parque Lineal Metropolitano podrían sentir dolor en piel desnuda.

En cuanto a la vulnerabilidad de los componentes ambientales presentes dentro de las zonas de afectación, los efectos de la radiación térmica generada por el desarrollo de

dardos de fuego son mínimos, ya que los efectos con mayor potencial de daño por radiación térmica no rebasarían los límites de la instalación, además de considerar que la planta se encuentra localizada en una zona industrial, por lo que existen grandes áreas provistas de vegetación, no obstante, se prevé el deterioro de la cubierta vegetal existente y afectaciones menores en la fauna, principalmente aves y especies con facilidad de desplazamiento que pudieran encontrarse en la zona. En lo referente a las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión de nubes de gas no confinado, los radios de mayor afectación quedan comprendidos en los límites de la planta, por lo que, se prevé un 50% de afectación de la flora presente en los alrededores de la instalación, mientras que las especies faunísticas presentes podrían presentar traumatismos, hemorragias, contusiones y fracturas, así como la caída al suelo debido al impacto.

En cuanto a la posibilidad de interacciones de riesgo, se concluye que los efectos físicos (radiación térmica y sobrepresión) generados por el desarrollo de los eventos primarios que derivan en dardos de fuego y explosiones de nube de vapor no confinadas afectarían principalmente a los equipos de proceso y auxiliares que integran la planta, tales como área de almacenamiento, tomas de recepción, toma de carburación de autoconsumo, tomas de suministro, muelle de llenado y los equipos de trasiego pertenecientes a cada área. En este caso, las posibles interacciones de riesgo serían a causa de la radiación térmica emitida por los dardos de fuego, lo que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes de gas licuado e incendios secundarios. En tanto que, las ondas de sobrepresión derivarían principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.
Sin embargo, aun cuando existe la posibilidad de interacciones de riesgo entre las propias áreas de las instalaciones, 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. Asimismo, los efectos físicos derivados del desarrollo de los eventos primarios que derivan en dardos de fuego y explosiones de nube de vapor no confinadas también podrían afectar a las instalaciones cercanas a la planta, caso concreto, de *DEACERO* y *Milestone Logistics*, que si bien, podrían sufrir daños estructurales, principalmente por los efectos de la onda de sobrepresión, se descarta una interacción de riesgo, una vez que las actividades se limitan al comercio al por mayor de materiales metálicos para la construcción y al autotransporte foráneo de materiales para la construcción, respectivamente.

Cabe señalar que el alcance de los efectos con mayor potencial de daño tanto por radiación térmica generada por un dardo de fuego y por la sobrepresión generada por la explosión de nubes de vapor no confinadas, no rebasan en su mayoría los límites del predio que ocupa la instalación, por lo que dichas instalaciones quedarían confinadas dentro de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, lo que significa que el daño previsto sería menor. En el caso de Milestone Logistics se prevé la demolición parcial del edificio, daños estructurales y ruptura de ventanas. Para las instalaciones DEACERO, se prevé un daño estructural mayor, una vez que ante el desarrollo de los eventos 007 y 013 las ondas de sobrepresión mayores a 3.0 psi, pero menores a 10.0 psi impactarían esta estructura, lo que se traduciría en la distorsión de la estructura de acero y posible extraída de sus cimientos.

Es importante mencionar que la BLEVE de cualquiera de los recipientes de almacenamiento (Escenario 004) de la planta se desarrolla al momento en que uno de estos es impactado por algún fragmento producto de la BLEVE del semirremolque (Escenario 003), originado por un fuego externo que incide sobre la superficie del recipiente a presión montados sobre este. Este fuego a su vez es producto de la radiación térmica generada por un dardo de fuego derivado del incendio de la emisión de chorro horizontal al desprenderse la manguera durante las operaciones de descarga del semirremolque. Dicha cadena de sucesos considera que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada, considerada con el fin de predecir el mayor daño representativo. Por lo que se puede decir que, dentro de la descripción de escenarios, tanto la BLEVE del semirremolque, como la BLEVE de los recipientes de almacenamiento de la planta de distribución es en sí un efecto dominó.

Como resultado de la BLEVE de un recipiente de almacenamiento, semirremolque o auto-tanque resultarían en 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 escalamiento 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 radicación térmica llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones, debido a la corta duración de la bola de fuego.
Por lo que, como efecto dominó en la planta de distribución se definirá la BLEVE de los tres recipientes de almacenamiento, los efectos resultado de este escenario catastrófico serán de naturaleza mecánica y térmica, es decir la radiación producida por la bola de fuego y la onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en cada uno de los recipientes.

De acuerdo con los resultados obtenidos del modelo de radiación térmica por bola de fuego (fire ball) SCRI-FUEGO, en caso de una eventualidad relacionada con el fenómeno de la BLEVE, en un radio de hasta 228.41 m en donde se alcanzaría una radiación térmica igual o mayor a 37.5 kW/m^2 se esperarían daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables, así como el colapso de estructuras, siempre y cuando el tiempo de exposición a este nivel de radiación sea superior a 10 minutos. Dentro de este radio de afectación, a una distancia de 34.70 m y 102.12 m desde la zona de almacenamiento se encuentran las instalaciones de DEACERO y Milestone Logistics, respectivamente, sin embargo, se descarta un efecto dominó o interacción de riesgo debido a la inexistencia de tanques atmosféricos o presurizados que pudieran resultar afectados, debido a que el giro de estas instalaciones está relacionado con la venta y transporte de materiales para la construcción y manufactura, por lo que únicamente se tendrían daños estructurales en función del tiempo de exposición y de la actuación de los equipos y dispositivos de emergencia con los que se cuenta.

Asimismo, se prevé el desarrollo de incendios secundarios en un radio de hasta 476.76 m, medidos desde la zona de almacenamiento, suponiendo que los elementos vulnerables de tipo: madera, papel, plásticos, recubrimientos, entre otros, son incendiados. Dentro de este radio se encuentran las empresas *Enerkin, Proteínas y Oleicos, PEPSICO, ISQUISA, SQ*

Servidora Química, Empaques Carvajal, ARBI Industrial S.A. de C.V., DHL, DEYUSA, Te la ponemos fácil S.A. de C.V. y Cementos Moctezuma, de las cuales destaca la empresa "Proteínas y Oleicos", dedicada a la fabricación de aceites y grasas comestibles, jabones y derivados, una vez que de acuerdo con la información del CENAPRED 2018, en esta intalación se almacena Amoniaco (~ 1 ton), Hexano (~ 89.7 ton), Hidrógeno (~ 1 ton) y Propano (~ 101 ton), por lo que sus equipos de proceso y recipientes de almacenamiento pudieran estar expuestos a la incidencia de la radiación térmica producto de los incendios secundarios, sin embargo, se desconocen las características de los recipientes/tanques de almacenamiento, condiciones de operación, ubicación exacta dentro del arreglo general de la instalación, por lo que una evaluación cuantitativa del alcance de los efectos que provocaría una fuga o derrame de dichas sustancias está fuera del alcance de este estudio, además de considerar que para que un recipiente de almacenamiento sujeto a presión colapse, debe ser expuesto por un tiempo superior a 30 minutos para una intensidad de radiación inferior a 45 kW/m^2. Mientras que para un recipiente atmosférico debe ser superior a 10 minutos para una intensidad de radiación inferior a 15 kW/m^2. Por lo que considerando que, ante una situación de tal magnitud, se pondrían en marcha los equipos y/o materiales disponibles para hacer frente al escenario tanto de la planta como de dicha instalación se ve limitada la posibilidad de que se pudiera suscitar un efecto dominó.

En cuanto al efectos causados por las ondas de sobrepresión generadas por la explosión tipo BLEVE de los tres recipientes de almacenamiento con capacidad individual de 250,000 litros, se tiene que, dentro de la zona de alto riesgo por daño a equipos de proceso, definida por las ondas de choque con mayor poder destructivo equivalentes a 10.0 psi (24.17 m) y 3.0 psi (49.32 m), se encuentran únicamente las propias áreas operativas de la planta. En tanto que entre la zona donde se alcanzaría una onda de sobrepresión de entre 3.0 y 1.0 psi se encuentran las instalaciones de DEACERO, y el posible efecto que se esperaría sería el desplazamiento de la estructura civil. Por lo que se descarta una interacción de riesgo o efecto dominó por el efecto de las ondas de sobrepresión producto de la explosión de los recipientes por la expansión del vapor contenido en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.

En la cuarta etapa del análisis, se realizó el reposicionamiento de los escenarios identificados y jerarquizados considerando los resultados del análisis de frecuencias y de análisis de consecuencias, además de considerar las medidas preventivas de seguridad para la prevención y la reducción de consecuencias con los que se cuenta en las instalaciones, de esta manera se obtuvo que, los riesgos clasificados como indeseables (Tipo B) disminuyeron considerablemente, aumentando por consiguiente el porcentaje de los escenarios clasificados como aceptables, pero con controles (Tipo C) y los porcentajes para riesgos Tolerables (Tipo D).

Es así que, de manera general se puede concluir que la operación de las instalaciones es técnicamente viable, ya que, si bien este tipo de instalaciones al ser altamente riesgosas debido a la naturaleza de las sustancias que se manejan (Gas Licuado de Petróleo), las condiciones de operación (altas presiones de operación) y las actividades que se realizan para llevar el Gas L.P. hasta la instalación de aprovechamiento del usuario final, la empresa propiedad de Sonigas, S.A. de C.V. cuenta con las medidas, equipos y dispositivos de seguridad que señala la normativa aplicable a este tipo de instalaciones (NOM-001-SESH-2014), no obstante, de acuerdo con los resultados del análisis de vulnerabilidad se hace necesaria la implementación de un muro contra incendio o muro corta fuego, que permita

restringir los efectos físicos de un evento de fuego o explosión, mediante la absorción de la energía térmica y/o de la onda expansiva que incidirían sobre la población que se encuentre dentro de las zonas de afectación. Por ello, se recomienda elevar la barda perimetral ubicada por el lindero Norte-Noroeste del predio que ocupa la planta aproximadamente a 5.00 m de altura y adaptarla a fin de que esta cumpla con la función de un muro cortafuego, esto con el objetivo de contener e impedir la propagación del fuego y/o reducir las dosis específicas de radiación y a su vez contenga la energía con la cual se transporta la sobrepresión. De acuerdo con la NFPA 54, un muro corta fuego logra disminuir hasta un tercio de la distancia de alcance de una bola de fuego.

Es importante mantener presente que las instalaciones poseen un riesgo inherente debido a la naturaleza de la sustancia que se maneja y sus actividades, además de que, no es posible contar con un riesgo cero, por lo que la empresa además de lo anteriormente descrito cuenta con procedimientos para el adecuado mantenimiento de equipos e instalaciones, un sistema de monitoreo y control de variables de proceso, así como con personal capacitado para llevar a cabo sus roles de manera óptima, dando como consecuencia un riesgo residual Tolerable.

XI.7 INFORME TÉCNICO.

En el Anexo 001. Anexos de la Guía, se integra el informe técnico de la Planta de Distribución de Gas L.P.