

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

NIVEL 2

GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES



Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata

Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

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

“Gas el Sobrante, S.A. de C.V.”

En la sección de anexos se adjunta copia del acta constitutiva Vol. 129, notaría no. 9, ante el notario Guillermo Carrillo Maynez y firmado el día 24 de febrero de 1975.

I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la Empresa.

GSO750224DH7.

En la sección de anexos, se adjunta copia de cédula de identificación fiscal Folio: GSO750224DH7.

I.3. Actividad productiva principal del establecimiento.

Comercio al por menor de gas licuado de petróleo.

1.4. Clave del catálogo MAP.

623094: Comercio al por menor combustible; de acuerdo con la *Clasificación Mexicana de Actividades y Productos* 1999 (CMAP).

1.5. Código ambiental (CA).

Clave Única del Regulado (CURR): ASEA-GAE18434M, dicha CURR cumple como identificador y debe ser usada para todos los trámites que se realicen ante la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente.

1.6. Domicilio del establecimiento.

Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata, Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.



Figura I.1 Ubicación del proyecto.

1.7. Domicilio para oír y recibir notificaciones.

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

1.8. Fecha de inicio de operación.

La planta de distribución de Gas L.P. inició sus actividades el 03 de diciembre de 2020, esto de acuerdo a su aviso de inicio de operaciones oficio no. UH-250/96129/2020, otorgado por la Comisión Reguladora de Energía el 3 de diciembre de 2020.

Por otro lado, es importante mencionar que, al momento de realizar el presente estudio, la estación de gas l.p. para carburación aún no se encuentra operando, sin embargo, se prevé que en un plazo menor a dos meses inicie operaciones, una vez que la empresa cuenta con la autorización de la Dirección General de Gestión Comercial mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/9815/2020 para la instalación de una Estación de Gas L.P. para carburación tipo B, subtipo B1, grupo 1, de 5000 litros de agua al 100%

1.9. Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.

En la tabla que se muestra a continuación, se presenta el número de trabajadores laborando en la empresa.

Tabla I.1. Personal que labora en la planta de distribución

Personal que labora en la planta	Total: 33		
Turno	Matutino	Vespertino	Mixto
No. de personal operativo	15	14	-
No. De personal administrativo	-	-	4

Se tiene planeado que el siguiente número de trabajadores se encontrarán laborando en la estación de carburación para gas l.p.

Tabla I.1. Personal que laborará en la estación de carburación para gas l.p.

Personal que labora en la planta	Total: 3		
Turno	Matutino	Vespertino	Mixto
No. de personal operativo	1	1	1
No. De personal administrativo	-	-	-

1.10. Participación de capital.

Solo capital mexicano.

1.11. Número de empleos indirectos a generar.

Ninguno.

1.12. Inversión estimada (M.N.).

Datos Patrimoniales de la Persona Moral, Art. 113 fracción III de la LFTAIP y 116 cuarto párrafo de la LGTAIP,

1.13. Nombre del gestor o promovente.

C.P. Gilberto Zea Rico
Representante Legal

1.14. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.

Registro Federal de Contribuyentes del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

1.15. Departamento proponente del estudio de riesgo.

Representante legal

1.16. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante legal).

C.P. Gilberto Zea Rico
Representante Legal

En el Apartado B se anexan las copias del poder general para pleitos y cobranzas, actos de administración en materia laboral en favor del contador público Gilberto Zea Rico; así como una copia de su identificación oficial (INE).

1.17. Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental.
Ing. José Morales Ku
Responsable técnico del estudio.
Cédula profesional: 5695356

1.19. Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

Av. Constitución Panzacola No. 17
Localidad Panzacola
Papalotla de Xicohténcalt, Tlaxcala
C.P 90796

1.20. Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo

Coordinador del estudio

Ing. José Morales Ku
Cedula Profesional: 5695356

Técnicos responsables del estudio

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

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

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

NIVEL 2

GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN



Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata
Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.

Las instalaciones de la empresa, propiedad de Gas el Sobrante, S.A. de C.V. se encuentran en la carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, Colonia Avícola Emiliano Zapata, Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua. Actualmente, la planta cuenta con una capacidad total de almacenamiento de Gas L.P. (GLP) de 126,800 L de agua al 100%, contenido en un tanque del tipo intemperie cilíndrico horizontal; mientras que la estación de carburación contará una capacidad de 5,000 L de agua al 100 %, contenido en un tanque.

Cabe mencionar que, al momento de realizar el presente estudio, la estación de gas l.p. para carburación aún no se encuentra operando, sin embargo, se prevé que en un plazo menor a dos meses inicie operaciones, una vez que la empresa cuenta con la autorización de la Dirección General de Gestión Comercial mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/9815/2020 para la instalación de una Estación de Gas L.P. para carburación tipo B, subtipo B1, grupo 1, de 5000 litros de agua al 100%

Las actividades que se llevan a cabo en la planta de distribución son relativamente simples, ya que no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se desarrollan reacciones químicas, aunque si, cambio de estado de líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

Por lo que únicamente se realizan operaciones de trasiego del GLP de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento temporal y trasiego a auto tanques para el suministro a los usuarios. Siendo la materia prima para la operación de esta instalación el gas licuado de petróleo, definido como el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas.

Las líneas productivas sólo involucran la recepción del GLP desde los semirremolques para su posterior descarga mediante el equipo adecuado, que en este caso es un compresor. Posteriormente se efectúa su almacenamiento temporal en el tanque de tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 126,800 litros.

Finalmente se hace el trasiego del GLP hacia los auto-tanques para su distribución y/o comercialización a los usuarios finales. Para llevar a cabo dichas actividades, se hace uso de bombas, las cuales cubren los requisitos técnicos y de seguridad para tales fines.

Por otra parte, la estación de carburación contará con un recipiente de almacenamiento con capacidad de 5,000 L de agua al 100%, mismo que será cargado directamente por su válvula de llenado por medio de auto-tanques, esto para su almacenamiento temporal hasta que sea suministrado a los vehículos de los clientes.

Con base en lo anterior, se hace evidente que las características de las instalaciones están orientadas a la comercialización del GLP y no al almacenamiento de este, una vez que este se realiza de manera temporal; lo que implica la alta frecuencia de las operaciones de trasiego (trasvase).

Las áreas operativas con las que cuenta la planta son:

- ✓ Toma de recepción de semirremolques.
- ✓ Zona de almacenamiento.

- ✓ Tomas de suministro a auto-tanques y carburación de auto-abasto.

Las áreas operativas con las con las que contará la estación de carburación son:

- ✓ Zona de almacenamiento.
- ✓ Toma de suministro.

Fecha de inicio de operaciones

La planta de distribución de Gas L.P. inició sus actividades el 03 de diciembre de 2020, esto de acuerdo a su aviso de inicio de operaciones oficio no. UH-250/96129/2020, otorgado por la Comisión Reguladora de Energía el 3 de diciembre de 2020.

Por otro lado, es importante mencionar que, al momento de realizar el presente estudio, la estación de gas l.p. para carburación aún no se encuentra operando, sin embargo, se prevé que en un plazo menor a dos meses inicie operaciones, una vez que la empresa cuenta con la autorización de la Dirección General de Gestión Comercial mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/9815/2020 para la instalación de una Estación de Gas L.P. para carburación tipo B, subtipo B1, grupo 1, de 5000 litros de agua al 100%

II.2 Ubicación de la instalación.

Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, Colonia Avícola Emiliano Zapata, Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

II.2.1. Plano de localización a escala adecuada y legible, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.

En un radio de 500 m entorno al límite de las instalaciones se tienen terrenos sin actividad (terrenos forestales), asimismo, se encuentran las siguientes actividades industriales, comerciales y de servicio:

Tabla. II.1 Actividades industriales, comerciales y de servicio en torno a un radio de 500 m.

Nombre del punto de interés	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/ASO)	Distancia a la instalación
Empresa con nave industrial	NE	34.18 m
Restaurante de mariscos	O	154.29 m
Lienzo charro	N	124.23 m
Estación de servicio 09682	E	142.54 m
TAD PEMEX	S	184.50 m
Navas estructuras metálicas, S.A. de C.V.	NE	406.37 m
Autotransportes Chamizal, S.A. de C.V.	E	271.44 m
Llantera molina		274.06 m
Autopartes Yonke		357.77 m
Compra-venta de autos	SE	381.16 m
Repuestos para autopartes	O	363.45 m
Transportadora SIMPSA	E	37.07 m
Autopartes	O	358.14 m
Estacionamiento	E	25.08 m
Transportes presurizados	O	226.19 m

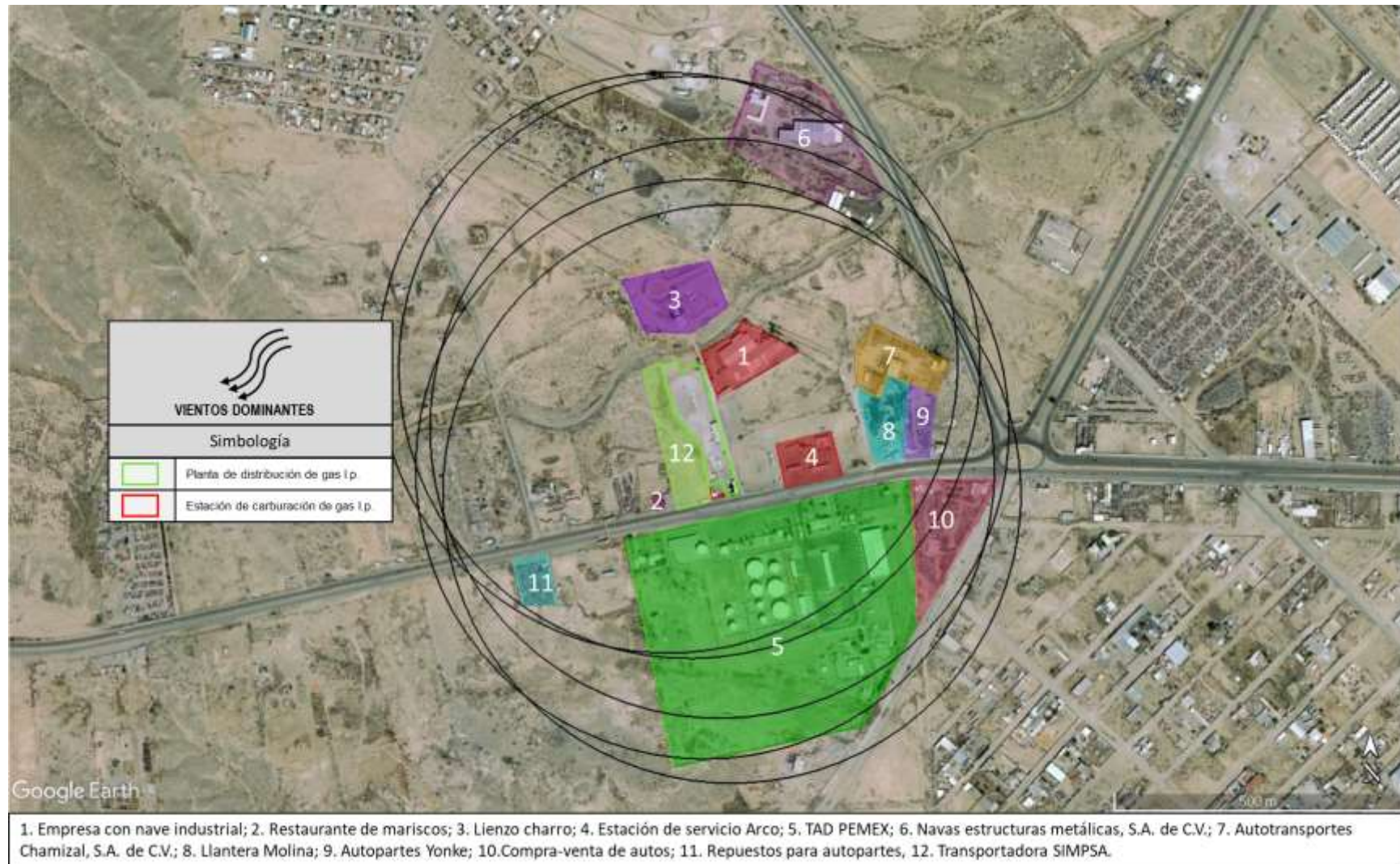


Figura II.1. Localización de los puntos de interés cercanos a un radio de 500 m de la instalación.

II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación.

La Planta de Distribución de Gas L.P. y estación de Gas L.P. para Carburación se encuentran ubicadas en la Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, Colonia Avícola Emiliano Zapata, Municipio de Juárez en el estado de Chihuahua. Las instalaciones de Gas El Sobrante, S.A. de C.V., cuenta con un área suficientemente amplia para llevar a cabo las actividades de la planta y estación, de acuerdo al contrato de arrendamiento que acredita el promovente se dispone de un predio con una superficie total de **14,276.61 m²**, de los cuales el terreno que ocupa la Planta de Distribución afecta un área con forma regular y tiene una superficie de **13,661.15 m²** y la estación de carburación tendrá una superficie de **615.46 m²**

A continuación, se presentan las coordenadas de los vértices que ocupan las instalaciones, las cuales fueron tomadas con un GPS marca Garmin eTrex 20x, configurado con el DATUM WGS84.

Tabla II.2. Coordenadas de los vértices de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Vértice	Coordenadas UTM (Zona 13) WGS84	
	X	Y
1	359617.438247	3497832.705957
2	359661.823593	3497840.420541
3	359591.471876	3498095.148432
4	359556.034783	3498086.389033
5	359531.418058	3498098.117801
6	359530.447414	3498104.290553
7	359519.860643	3498101.046222
8	359552.796887	3497983.567592
9	359597.606911	3497925.368431

Tabla II.3. Coordenadas de los vértices de la Estación de Gas L.P. para Carburación.

Vértice	Coordenadas UTM (Zona 13) WGS84	
	X	Y
1	359610.628196	3497835.877963
2	359636.269672	3497841.382415
3	359632.365875	3497864.533747
4	359606.456756	3497858.724951

II.2.2. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos de suelo en un radio de 500 m en su entorno, así como la ubicación de las zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.

- Uso de suelo

Respecto al uso de suelo en un radio menor a 500 m pertenece al tipo **Matorral desértico micrófilo** y **Urbano construido** de acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Asimismo, las instalaciones se localizan en un sitio destinado para Corredor Regional de Desarrollo Controlado (CR-2) de acuerdo a la zonificación secundaria del PDUSCJ (**Figura II.2**).

Es importante mencionar que la empresa cuenta con la licencia de uso de suelo No. DGDULUS-2837/2017 para para aprovechamiento comercial y de servicios urbanos. - expendio de gas l.p., emitido por la Dirección General de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Ciudad Juárez, el 30 de agosto de 2017.

También, es preciso señalar que, en el sitio de las instalaciones se cuenta con los servicios básicos necesarios para su funcionamiento adecuado, como agua y luz, así como vías de comunicación consolidadas y de fácil acceso.

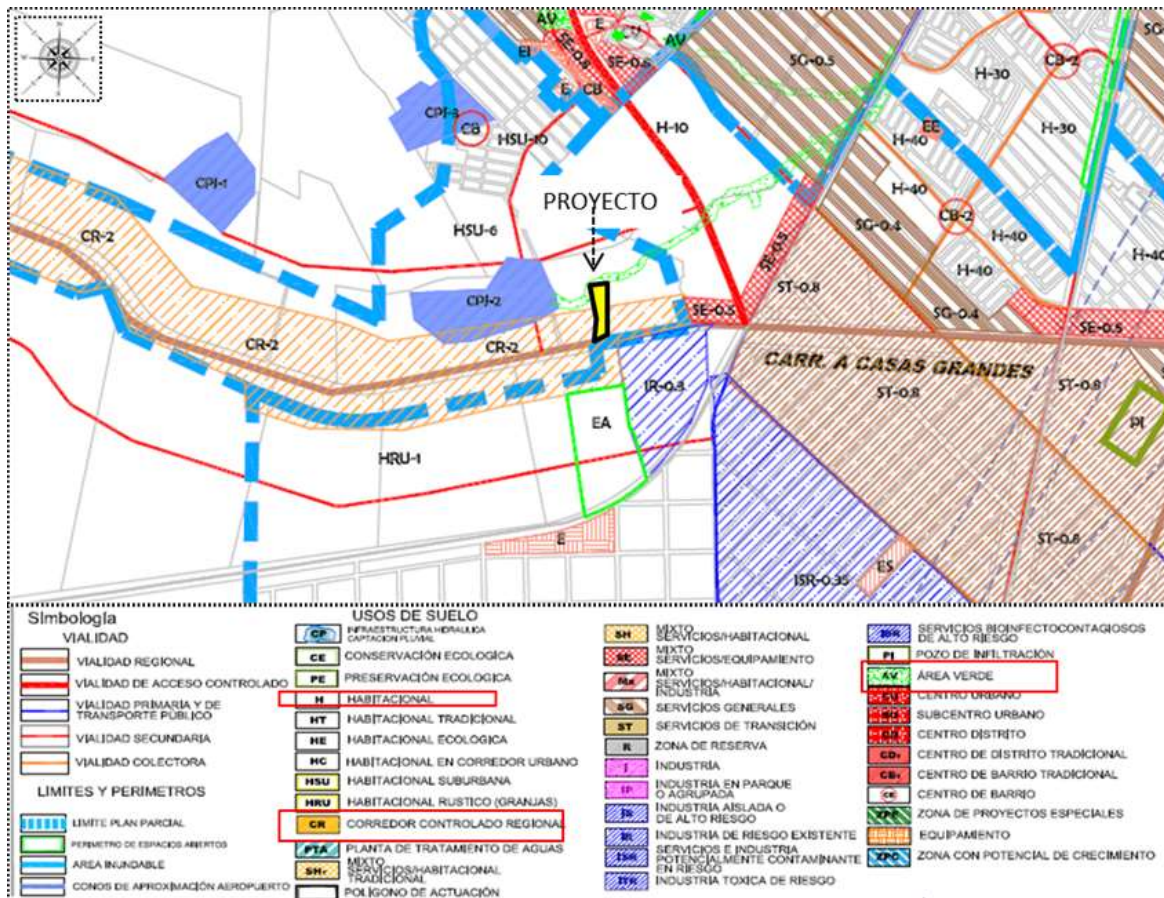


Figura II.2. Localización del Proyecto en uso de suelo de Corredor Controlado Regional.

Las colindancias inmediatas de la planta de distribución y estación de carburación se describen a continuación:

- ✓ En dirección Este a partir del límite de la Planta de almacenamiento y estación de carburación se localiza una estación de servicio y en menos de 100 m se localiza una empresa con nave industrial y espacio para estacionamiento.
- ✓ En dirección Norte se encuentra el “Lienzo Charro”.
- ✓ En dirección sur se encuentra la Carretera Juárez-Casas Grandes y 38 m más adelante se encuentra TAD PEMEX.

- ✓ Al Oeste se localiza la Transportadora SIMPSA.

La planta de distribución y estación de Gas L.P. para carburación se encuentran bajo el programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT), 2012, que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012 con el objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

No obstante, por su escala y alcance, *el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales*, puesto que cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo.

Para el territorio nacional se registran 145 unidades, denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**, estas regiones ecológicas comparten la misma prioridad de atención, aptitud sectorial y política ambiental y cada una de ellas tiene asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

A partir de lo descrito anteriormente, se determinó que la planta de distribución y estación de carburación se localizan en la **UAB 19** denominada **Sierras Plegadas del Norte** de la **Región Ecológica 15.24**, la cual tiene una política ambiental de **“15 Aprovechamiento Sustentable y Restauración, Preservación”**.

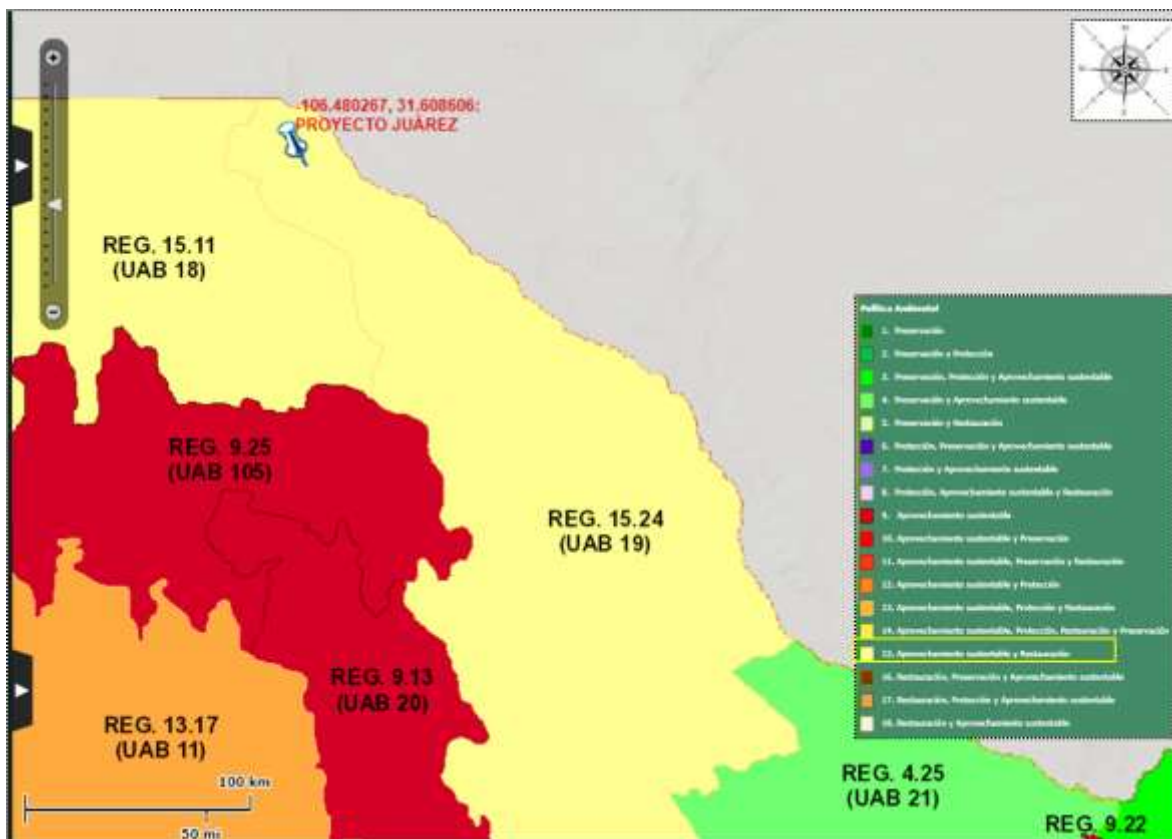


Figura II.1. Localización de la planta de distribución y estación de carburación en la UAB 19 del POEGT, 2012.
Fuente: Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE).

- Zonas vulnerables

Es importante mencionar que si bien en un radio de 500 m a partir de los límites de las instalaciones de Gas El Sobrante se ubican los límites de las colonias Bello Horizonte, La Campesina, Granjas Polo Gamboa y Granjas Santa Elena, el inicio de la traza urbana y los conglomerados poblacionales de dichas colonias rebasan los 500 m, por lo que se puede decir que dentro de este radio no se ubican, unidades habitacionales de alta densidad ni se ubican escuelas, hospitales, centros comerciales, templos.

Tabla. II.4 Zonas vulnerables en torno a un radio de 500 m, respecto a los límites de las instalaciones.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/ASO)	Distancia a la instalación
Colonias	Bello Horizonte	NO	619.20 m
	La Campesina	N	571.26 m
	Granjas Polo Gamboa	E	554.41 m
	Granjas Santa Elena	Las instalaciones de la empresa se encuentran ubicadas dentro de la colonia Santa Elena	
	Valle Dorado I	SE	549.17 m

Fuente: SIGEIA. Serie VI Uso de suelo y vegetación, 2017.

A continuación, se anexa el plano de “Uso de Suelo en torno a un radio de 500 m” y “Asentamientos humanos en torno a un radio de 500 m”.

- Cuerpos de agua

El municipio de Juárez dispone de importantes cuerpos de agua que, en su trayectoria, recorren a esta región del estado de Chihuahua. Particularmente el área perteneciente a la empresa se localiza en la Cuenca Hidrológica Río Bravo-Conchos, Subcuenca Río Bravo y Microcuenca Juárez. La corriente principal corresponde a la del Río Bravo, llamado también Río Grande la cual es controlada por las presas El Elefante y El Caballo; además de tiene la represa Americana y la Internacional.

Si bien, en un radio de 500 m no se encuentran cuerpos de agua permanente, si se localizan corrientes intermitentes que confluyen en la temporada de lluvias, a continuación, se describen las más cercanas a las instalaciones:

Tabla. II.5 Cuerpos de agua en torno a un radio de 500 m, respecto a los límites de las instalaciones.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/ASO)	Distancia a la instalación
Corrientes de agua intermitentes	Corriente de agua intermitente 1	N	36.79 m
	Corriente de agua intermitente 2	S	351.29 m
Región hidrológica prioritaria	Bravo-Conchos	Las instalaciones de la empresa se encuentran ubicadas en la región hidrológica Bravo-Conchos.	

A continuación, se anexan los planos componentes ambientales en torno a un radio de 500 m y Región Hidrológica en torno a un radio de 500 m.

- Áreas Naturales protegidas

Las instalaciones pertenecientes a “Gas el Sobrante, S.A. de C.V.” no se encuentran parcial ni totalmente dentro de un área natural protegida (ANP). El ANP más cercana es “Médanos de Samalayuca” que se encuentra a aproximadamente 30 kilómetros al Sur de las instalaciones.



Figura II.3. Área Natural Protegida (ANP) más cercana al proyecto.

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

II.2.4 Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m² o Ha).

El predio perteneciente a la empresa Gas el Sobrante, S.A. de C.V. comprende una superficie total de 14,276.61 m² como lo muestra el contrato de arrendamiento que celebran Inmobiliaria SIM y Asociados, S.A. de C.V. “arrendador” y la empresa Gas el sobrante, S.A. de C.V. “arrendataria”, siendo ocupada un área de 13,661.15 m² por la planta de distribución de gas l.p. y de 615.46 m² por la estación de gas l.p. para carburación.

II.2.5 Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).

El acceso a las instalaciones es por vía terrestre a través de la vía principal, carretera Juárez a Casas Grandes. Por el lindero Sur del terreno se cuenta con puerta de acceso con un claro de 10.60 m de ancho usada para entrada y salida de personas y vehículos, por el lado Noreste se cuenta con una segunda puerta de acceso de 15.00 m para salida de emergencia, las puertas serán en su totalidad metálica con orificios que permitan el paso del aire. Por otra parte, la estación de Gas L.P. para Carburación contará con accesos consolidados para facilitar el tránsito seguro, así como el acceso de vehículos tal como lo señala la NOM-001-SESH-2014.

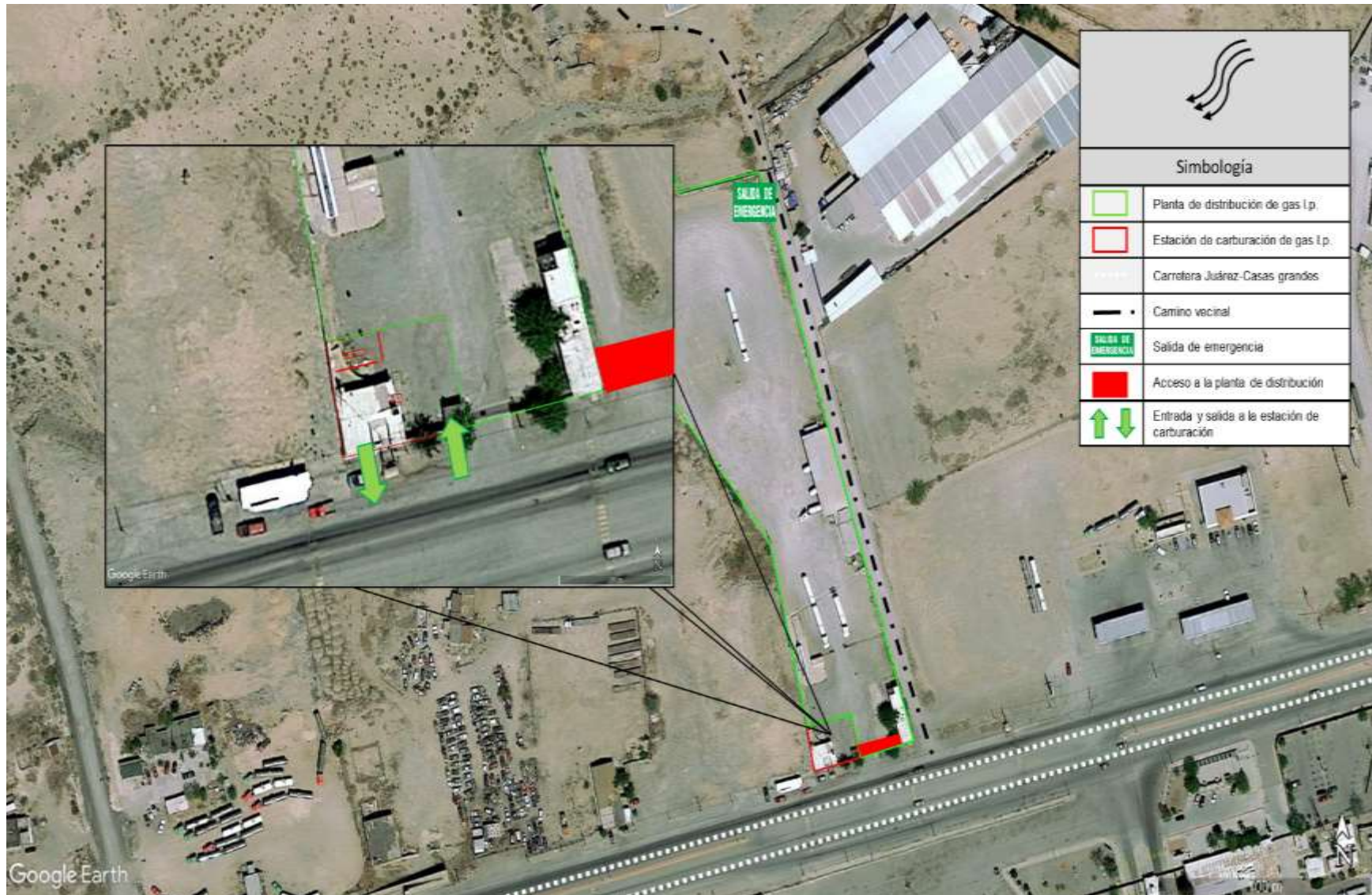


Figura II.4. Accesos a la Planta de distribución y estación de carburación.

II.2.6 Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, indicar en forma de lista, la infraestructura actual y proyectada.

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

- URBANIZACIÓN DE LA PLANTA

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos cuentan con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, cuenta con los sistemas adecuados para este mismo fin con pendiente natural al lado norte, todas las demás áreas libres dentro de la Planta se mantendrán limpias y despejadas de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de esta. El piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto con un declive del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

- EDIFICIOS

a) Edificios:

- ✓ Por el lado Sur del área de almacenamiento se localiza la bodega, oficinas y baños para operadores, así como la puerta de entrada y salida de vehículos.
- ✓ Por el lado Este del área de almacenamiento y toma de recepción se localizará; área de circulación para vehículos de reparto de la planta, así como la salida de emergencia.
- ✓ Por el lado Norte del área de almacenamiento y toma de recepción se localizarán; áreas de circulación y el acceso para la salida de emergencia.
- ✓ Por el lado Oeste de la zona de almacenamiento se localizará y tomas de suministro y auto carburación se localizarán; el cuarto de bombas, así como cisterna para el sistema contra incendio y el taller mecánico.

b) Bardas o delimitación del predio:

El terreno que ocupa la Planta está delimitado con barda de block de 3 m de altura por sus cuatro lados.

c) Accesos:

Por el lindero Sur del terreno se contará con puerta de acceso con un claro de 10.60 m de ancho usada para entrada y salida de personas y vehículos, por el Lado noreste se contará con una segunda puerta de acceso de 15.00 m para salida de emergencia, las puertas serán en su totalidad metálica.

d) Estacionamiento:

La planta cuenta con un área para estacionamiento para los autotankers por el lado oeste del terreno, además se cuenta con áreas destinadas para la circulación de los vehículos.

- TALLERES.

La planta cuenta con taller mecánico localizado por el lado norte del terreno el cual se utilizará para dar servicio de mantenimiento a las unidades de reparto, para uso exclusivo de estos vehículos.

- **ZONAS DE PROTECCIÓN.**

La zona de protección del tanque de almacenamiento, tomas de recepción, suministro y auto carburación es con muretes de concreto con altura de 0.60 m y ancho mínimo de 0.20 m, el piso es de concreto con recubrimiento de 20 cm, las bombas de suministro y auto abasto, así como el compresor para Gas L.P. se encuentran dentro de la zona de almacenamiento.

- **SERVICIOS SANITARIOS.**

- a) En la parte sur del terreno de la planta, se localizan los servicios sanitarios junto a la oficina del taller mecánico, los cuales cuentan con 2 tazas, 2 regaderas, 2 lavabos y un mingitorio largo, mismos que están contruidos en su totalidad con materiales incombustibles.
- b) El drenaje de aguas negras está construido por medio de tubo de concreto de 0.15 metros de diámetro, con una pendiente de 2% a una fosa séptica, la fosa está construida en tres secciones siendo estas, cámara de fermentación, cámara de oxidación y pozo de absorción, todos los materiales empleados en la construcción de la fosa son incombustibles, sus características de construcción se aprecian en el plano general.

- **COBERTIZO DE MAQUINARIA.**

Como cobertizo se consideran las estructuras de las tomas de recepción, suministro y auto carburación, las cuales son metálicas en su totalidad, siendo sus techos de lámina galvanizada sobre estructura metálica y soportada por columnas metálicas. Estos cobertizos sirven para proteger de la intemperie al equipo, accesorios y mangueras instaladas.

- **TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

- a) Esta Planta cuenta con las condiciones normativas para dar servicio como tal, el almacenamiento es con un tanque de 126,800 litros especial para contener Gas L.P. del tipo intemperie cilíndrico horizontal, localizado de tal manera que cumple con las distancias mínimas reglamentarias.
- b) El tanque se encuentra montado sobre bases de concreto de tal forma que puede desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación, existiendo entre el tanque y las bases material aislante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.
- c) Tiene una zona de protección constituida por muretes de concreto y con altura de 0.60 m y 0.20 m de ancho. El tanque tiene una altura de 2.00 m medido de la parte inferior del mismo, al nivel piso terminado (NPT).

- d) El tanque de almacenamiento cuenta con una escalera metálica fija la cual nos permite tener acceso a la lectura de los instrumentos y para el acceso a las válvulas de seguridad una segunda escalera.

Marca	Cytsa
Año de fabricación	1985
No. De serie	TP-84108
Capacidad	126,800 L
Diámetro interior	3328.34 mm
Largo total	15,570 mm
Presión de diseño	14.00 Kg/cm ²
Tara	21,000 Kg
NOM de fabricación	12/2-1969
Espesor de cabezas	9.52 mm
Espesor del cuerpo	16.66 mm

El tanque de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios:

- ✓ Un Indicador de nivel de brida tipo flotador de 4 pernos marca Rochester
- ✓ Dos medios coples para entrada y salida de Gas líquido de 76 mm (3") de diámetro en la parte inferior.
- ✓ Dos medios cople para entrada y salida del gas líquido de 51 mm (2") de diámetro en la parte inferior.
- ✓ Dos medios cople para entrada y salida de gas vapor de 51 mm (2") de diámetro en la parte inferior
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas líquido, marca REGO, modelo A7537P4 de 51.00 mm de diámetro con capacidad de 568 L.P.M (150 G.P.M).
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas líquido de 51 mm de diámetro, Marca REGO Modelo 3272C con capacidad de 462 L.P.M (122 G.P.M) y 1,064.83 m³/h.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas vapor y líquido de 51 mm de diámetro, Marca REGO Modelo 3272C con capacidad de 462 L.P.M (122 G.P.M) y 1,064.83 m³/h.
- ✓ Un adaptador múltiple multiport de válvulas de alivio de presión de 63.50 mm (2 1/2") marca Rego A8574G
- ✓ Cuatro válvulas de seguridad, Marca REGO, Modelo 3149G de 63.50 mm (2 1/2") de diámetro, con capacidad de 262 m³/h cada una.
- ✓ Dos válvulas de venteo para checar máximo llenado, una al 85% y otra para el 90% marca Rego No. 3165C
- ✓ Un manómetro rango 0 – 21 kg/cm² de 6.35 mm (1/4")
- ✓ Un termómetro de rango -50 °C a 50°C
- ✓ Una conexión soldada al tanque para cable a tierra.

- MAQUINARIA

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

BOMBAS PARA TRASIEGO DE GAS L.P.	
Número	1,2 y 3
Operaciones	Carga de auto tanques y carburación
Marca	Corken
Modelo	Z3500
Capacidad nominal	530 L.P.M.
Presión diferencial de trabajo (max)	5 Kg/cm ²
Tubería de succión	76 mm 3" diámetro
Tubería de descarga	76 mm 3" diámetro

COMPRESOR PARA TRASIEGO DE GAS L.P.	
Operación básica	Descarga de remolques-tanque
Marca	Corken
Modelo	491
Capacidad nominal	636 L.P.M. (168 G.P.M.)
Desplazamiento	60.3 m ³ /h
Tubería de gas-líquido	76 mm 3" diámetro
Tubería de gas-vapor	51 mm 2" diámetro

De acuerdo con la visita a la Planta se verificó que las bombas y el compresor para trasiego de Gas L.P. son marca Corken.

Las bombas se ubican dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento, así como el compresor, cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.

Las bombas y compresor junto con su motor se encuentran cimentados a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

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

La descarga de la válvula de purga de líquidos para el compresor estará a una altura mínima de 2.50 metros sobre el nivel del piso.

Cabe mencionar que durante una visita a campo se pudo constatar que las bombas como el compresor de trasiego no corresponden a los mencionados en la memoria técnica.

- TUBERÍAS, CONEXIONES Y MANGUERAS

Todas las tuberías empleadas en la instalación son de acero cédula 80 y 40, sin costura, para alta presión, con conexiones roscadas y estas son para una presión de trabajo de 140 a 210 kg/cm².

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos que pudieran 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 kg/cm² y de 13 mm (1/2") de diámetro.

Todas las mangueras utilizadas para conducir gas L.P. y que están instaladas son especiales para Gas L.P., construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 17.37 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm², estando éstas últimas protegidas contra daños mecánicos.

- CONTROLES MANUALES, AUTOMÁTICOS Y DE MEDICIÓN

- Controles Manuales:

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

- Controles Automáticos:

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 51 mm de diámetro para retorno de gas-líquido excedente al tanque de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² de presión diferencial.

- Controles de Medición:

En la carga de autotanques y carburación de auto abasto se tiene instalado medidor volumétrico de Gas L.P. (tipo másico) para el control interno en el llenado de los autotanques y los tanques para la carburación de los vehículos de reparto, los cuales tienen las características siguientes:

Marca	Red Seal Measurement Greenwood, A.C.	
Modelo	RML2000	
Diámetro de entrada y salida	25 mm	
Capacidad	Max. 310 L.P.M. 82 G.P.M.	Min 30 L.P.M. 8 G.P.M.
Presión máxima de trabajo	24.6 Kg/cm ²	
Exactitud	1:0	

- TUBERÍAS Y CONEXIONES

Las tuberías que se instalaron para conducir Gas L.P. son de acero cédula 80, sin costura, para alta presión en sus diámetros de 76, 51 y 25 mm. con conexiones roscadas de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 140-210 kg/cm². La tubería de 76 mm. (3") de diámetro son cédula 40 sin costura para alta presión soldable. La prueba de hermeticidad se efectuó por un período de 60 minutos con gas inerte a una presión mínima de 10 kg/cm².

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

LÍNEAS			
Trayectoria	Líquido	Retorno líquido	Vapor
De tanque a muelle de llenado	51 mm	51 mm	25 mm

De tanque a tomas de recepción	51 mm	-----	51 mm
De tanque a tomas de suministro a auto-tanque	51 mm	51 mm	51 mm

En las tuberías conductoras de gas - líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tiene instaladas válvulas de relevo hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm² y capacidad de descarga de 22 m³/min son de 13 mm. (1/2") de diámetro. Además, cuenta 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.

- TOMAS DE RECEPCIÓN (DESCARGA DE SEMIRREMOLQUES)

Las tomas de recepción están localizadas por el lado este de la zona de almacenamiento y a una distancia de 6.53 m, para su mejor protección, dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento.

La línea de tubería que conduce gas líquido del tanque de almacenamiento hasta la toma de recepción es en todo su trayecto de 51 mm (2") de diámetro.

- TOMAS DE SUMINISTRO:

Las tomas de suministro están localizadas a 6.22 m por el lado norte de la zona de almacenamiento y protegidas por la zona de protección del tanque.

La carga de autos-tanque se efectúa por medio de bombas, cuya capacidad es de 140 G.P.M. (530 L.P.M.) teniéndose la tubería a la descarga de 51 mm (2") de diámetro, hasta llegar a las tomas en su boca terminal, la tubería que conduce gas-vapor en esta trayectoria es de 32 mm (1 1/4") de diámetro de su boca terminal, ya en la zona de almacenamiento se ensanchará a 51 mm (2") de diámetro.

- TOMA DE CARBURACIÓN PARA AUTOCONSUMO

La toma de auto carburación se encuentra a 7.32 m por el lado oeste de la zona de almacenamiento y protegidas por la zona de protección del tanque.

Las líneas de tubería que hace este recorrido de la zona de almacenamiento a las tomas de recepción, suministro y auto carburación están en todo su recorrido en forma aéreas.

Las tomas cuentan en sus bocas terminales con dos válvulas de globo recta, un tramo de manguera especial para Gas L.P. y un acoplador de llenado, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene y solo en las tomas para gas-líquido se encuentran además con una válvula de relevo de presión hidrostáticas de 13 mm. (1/2") de diámetro.

En la toma de recepción se tiene en la boca de gas-vapor una válvula de cierre de emergencia de control neumática y válvula de exceso de flujo de cierre automático y en las bocas de gas-líquido cuenta con un indicador de flujo tipo con no retroceso.

En la toma de suministro se tiene en la boca de gas-vapor una válvula tipo no retroceso y en la boca de gas-líquido una válvula de exceso de flujo de cierre automático y válvula de cierre de emergencia de control neumática, además de medidor líquido.

- MANGUERAS

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. son especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 24.60 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm². Se cuenta con mangueras en el múltiple de llenado para cilindros y en las tomas de recepción, estando éstas últimas protegidas contra daños mecánicos.

- SOPORTES

Las tomas para su mejor protección están fijadas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P. en lugar de puntos de fractura en esta planta se cuenta con válvulas de separación automáticas (pull-away) mismas que están instaladas para poder ser separadas en caso de ocurrir un error en las operaciones de recepción y de suministro.

- EXTINTORES MANUALES

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 Kg de capacidad, en los lugares siguientes y a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidas del piso a la parte más alta del extintor, así como extintores de CO₂ para los tableros eléctricos los cuales, de acuerdo con la norma pueden ser de capacidad de 4.5 Kg

Área de localización	Cantidad	Tipo
Estacionamientos	3	9 Kg ABC
Tomas de recepción	2	9 Kg ABC
Tomas de suministro y auto abasto	3	9 Kg ABC
Bombas y compresor	4	9 Kg ABC
Oficina y W.C.	4	9 Kg ABC
Tablero eléctrico	2	9 Kg ABC
Taller mecánico	7	9 Kg ABC
Cuarto de bombas	1	9 Kg ABC
Zona de almacenamiento	1	9 kg ABC
	1 tipo carretilla	60 kg ABC

- EXTINTOR DE CARRETILLA

Se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, el cual se encuentra localizado en la zona de almacenamiento.

- ACCESORIOS DE PROTECCIÓN

El personal de la planta que labora en las áreas de almacenamiento y trasiego cuenta con equipo de protección personal como es ropa de algodón, calzado antiderrapante y sin protectores metálicos que produzca chispa, guantes para las manos.

- ALARMAS

La alarma que está instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, opera con corriente eléctrica CA 127V y está localizada en el cuarto del sistema c/incendio, que está en la parte oeste de la zona de almacenamiento.

- MANEJO DE AGUA A PRESIÓN

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

- De acuerdo a la visita de campo se pudo confirmar que el tanque cisterna de seguridad no corresponde a lo establecido en la memoria técnica, dicho tanque, cuenta una capacidad de 170,000 L.
- Caseta de máquinas se localiza al oeste de la zona de almacenamiento con dimensiones en planta de 5.00 x 4.00 m y altura de 2.50 m. Cuenta con acceso de personas con puerta de 1.50 m, su llenado se implementará a través de pipas. Esta caseta cuenta con los siguientes elementos:
 - ✚ Bomba con motor de combustión de 95 CP entrada en 101 mm y descarga de 76 mm, gasto de 1,750 L.P.M. a 6 kg/cm².
 - ✚ Bomba con motor eléctrico de 50 CP entrada en 101 mm y descarga de 76 mm, gasto de 1,650 L.P.M. a 7 kg/cm².
 - ✚ Red distribuidora, construida con tubo de PVC, Clase 11.2 kg/cm² y accesorios y conexiones de fierro fundido. Esta tubería es subterránea a una profundidad de 1 metro; la red que alimenta el sistema de enfriamiento inicia su recorrido hasta llegar a un arreglo donde se localiza una válvula de compuerta que alimenta al riego del tanque, de aquí se alimentan los 3 hidrantes con una capacidad de 350 LPM que tiene la planta, el sistema de riego posee los siguientes componentes: una toma siamesa, tres hidrantes, el riego por aspersión del tanque y la tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible y de PVC en su recorrido enterrado.
- Tubería y elementos de rociado para el tanque: El tanque tiene dos tubos de 51 mm (2") localizado en la parte superior de este y a 60 cm del domo superior, cuenta cada tubo con aspersores del tipo cono lleno de 13 mm. (1/2") de diámetro distribuidos simétricamente sobre este: Para el tanque se conoce que se requiere un gasto de 537.50 LPM, un aspersor de 13 mm da 29.5 LPM por lo que se requieren 19 aspersores para dar un gasto de 537.50 LPM y cubrir el requerido, la separación es de 1.25 m, por lo que en cada tubo se contara con 8 aspersores y 2 en cada cabeza para tener un total de 18.

ESTACIÓN DE CARBURACIÓN PARA GAS L.P.

- URBANIZACIÓN

El terreno cuenta con pendientes adecuados para el desalojo de aguas pluviales, los accesos están consolidados para facilitar el tránsito seguro, así como el acceso de vehículos. El terreno está conformado a base de piedra triturada y compacto de tal forma que está totalmente consolidada, las áreas de circulación están construidas de asfalto, las zonas de protección de almacenamiento, maquinaria, equipo y área de suministro para carburación están construidas de concreto, estas se mantienen despejadas y libres de material combustible.

Se cuentan con accesos por la carretera Juárez-Casas Grandes, permitir la fácil entrada y salida de vehículos y personas de modo que los movimientos de los mismo no entorpezcan el tránsito, la estación estará delimitada con barda de block de 3.00 m de alto por los linderos Este, Norte y Oeste.

Los materiales usados en las construcciones del área de almacenamiento y área de suministro son en su totalidad incombustibles, el piso y muretes de estas áreas son de concreto armado. Además, la oficina y baños son de estos mismos materiales en su parte externa.

- ZONA DE PROTECCIÓN

La zona de almacenamiento y recepción estarán protegidas con murete de concreto con altura de 60 cm y ancho de 20 cm y después con malla ciclónica a una altura de 2.5 m para evitar el paso de personas no autorizadas al interior de esta además contará con malla electrosoldada para soportar el peso del tanque de 5000 L y las estructuras metálicas que lo soporta.

- ZONA DE PROTECCIÓN

La zona de almacenamiento y recepción estarán protegidas con murete de concreto con altura de 60 cm y ancho de 20 cm y después con malla ciclónica a una altura de 2.5 m para evitar el paso de personas no autorizadas al interior de esta además contará con malla electrosoldada para soportar el peso del tanque de 5000 L y las estructuras metálicas que lo soporta.

- EDIFICIOS

- a) La construcción destinada a oficina y W.C. será en su totalidad de materiales incombustibles en la parte exterior.
- b) El servicio sanitario se localizará en la parte noreste de la estación de gas l.p. junto a la oficina.

- COBERTIZOS

La estación contará con techumbre para el área de suministro con columnas metálicas ancladas al suelo con zapatas reforzadas y sirve para la protección contra la intemperie del equipo instalado.

- PROTECCIÓN CONTRA TRÁNSITO VEHICULAR

La zona de almacenamiento y recepción estarán protegidas con murete de concreto con altura de 60 cm y ancho de 20 cm y después con malla ciclónica a una altura de 2.5 m, la toma de suministro estará a una distancia de 11.82 m del tanque de almacenamiento y existirá una trinchera de concreto con rejilla metálica que será fabricada para cumplir con el requerimiento de soportar 20 T mínimo entre ambos, para llevar dentro de esta la tubería de gas l.p. para alimentar la toma, la protección del medidor es de postes de 101 mm enterrados 90 cm ahogados en concreto y sobresaliendo 60 cm de alto con separación no mayor de 1 m entre postes, además contará con una distancia mínima de 50 cm para protección contra impacto mecánico.

- TANQUE DE ALMACENAMIENTO

- Esta estación de carburación contará con un recipiente de almacenamiento de 5000 L, especial para gas l.p. del tipo intemperie cilíndrico horizontal. El tanque contará con bases metálicas y podrá desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
- Tendrá una zona de protección constituida por muelles de concreto de 60 cm de altura y 20 cm de ancho, posteriormente malla ciclónica hasta alcanzar una altura de 2.5 m.
- El tanque tendrá una altura de 1.00 m medido de la parte inferior del mismo, al nivel piso terminado (NPT).
- El tanque tendrá una escalera metálica fija la cual nos permite tener acceso a la lectura de los instrumentos y las válvulas de seguridad.

Marca	Pendiente
Año de fabricación	Pendiente
No. de serie	Pendiente
Capacidad	5,000 L
Diámetro exterior	1.18 m
Largo total	4.76 m
Presión de diseño	14 Kgf/cm ²
Tara	1,600 Kg
NOM de fabricación	Pendiente

El tanque contará con los siguientes accesorios:

- Un indicador de nivel de brida tipo flotador de 4 pernos JT4100 B4.
- Dos medios coples de 19 mm (3/4") de diámetro donde se tienen dos válvulas de seguridad de alivio de presión.
- Un medio cople para entrada y salida de gas líquido siendo de 51 mm (2") de diámetro en la parte inferior.
- Dos medios coples para entrada y salida de gas líquido de 32 mm (1/4") de diámetro.
- Un medio cople para control a la entrada y salida del gas vapor, siendo de 19 mm (3/4") de diámetro.
- Una válvula de exceso de flujo marca REGO modelo A3292B de 52 mm de diámetro con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.).

- Dos válvulas de exceso de flujo para gas y líquido de 19 mm de diámetro, Marca REGO modelo 3272C con capacidad de 76 L.P.M. (20 G.P.M.) y 195.39 m³/h.
- Una válvula de llenado de 32 mm (1 ¼") marca REGO modelo A2797-20R.
- Dos válvulas de seguridad, marca REGO modelo 3131G de 19 mm (¾") de diámetro, con capacidad de 58.32 m³/h esta válvula al operar su desfogue, la descarga será a la intemperie, de acuerdo al área del recipiente la cuál será de 17.71 m³ se debe tener un desfogue mínimo de 112 m³/min por ello se requiere un mínimo de dos válvulas.
- Una válvula de servicio para recipiente tipo no portátil con válvula fija para nivel de líquido (máximo de llenado) marca REGO modelo 9101D.
- Una conexión soldada al tanque de tierra.

- MAQUINARIA

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

Número	1
Operación básica	Toma de suministro
Marca	Blackmer
Modelo	C12
Motor eléctrico	1 CP
R.P.M.	3600
Capacidad nominal	57 L.P.M. (15 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo	5 Kg/cm ²
Tubería de descarga	32 mm 1 1/4" diámetro
Tubería de succión	51 mm 2" diámetro

La bomba se loca localizará dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento y cumplirá con las distancias mínimas reglamentarias.

La bomba, así como el su motor serán instalados a una base metálica, la que a su vez está anclada a otras de concreto para evitar la transmisión de vibraciones a la tubería.

El motor eléctrico acoplado a la bomba deberá ser el apropiado para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuenta con interruptor automático de sobrecarga, conectado al sistema general de tierras, para descarga de energía electrostática.

- TUBERÍA, CONEXIONES Y MANGUERAS

Todas las tuberías empleadas en la instalación son de acero cédula 80, sin costura, para alta presión, con conexiones roscables y estas son para una presión de trabajo de 140 a 210 kg/cm².

- Las tuberías del tanque de almacenamiento a la bomba son de 51 mm (2") de diámetro, de la salida y hasta el medidor es de 32 mm de diámetro.
- La tubería que conduce gas-vapor en 19 mm de diámetro (¾").
- La tubería de retorno de gas-líquido es de 19 mm.
- En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos que pudieran existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tendrán

instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28 kg/cm² y de 13 mm (1/2) de diámetro.

- **MANGUERAS**

Todas las mangueras utilizadas para conducir gas l.p. y que están instaladas son especiales para gas l.p. construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción de gas l.p., están diseñadas para una presión de trabajo de 17.37 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm² estando estas últimas contra daños mecánicos.

- **CONTROLES AUTOMÁTICOS Y MANUALES.**

- Controles manuales: Para el control de flujo de gas l.p. en su estado líquido y vapor se tendrá instaladas válvulas de globo de cierre manual especiales para gas l.p. diseñadas para una presión de trabajo de 28 kg/cm² las cuales permanecerán abiertas o cerradas según el sentido que se requiera.
- Controles automáticos: A la descarga de la bomba existe un control automático de 19 mm (3/4") de diámetro para retorno de gas líquido al tanque de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y estarán calibradas para una presión de apertura de 5 kg/cm².

A la salida del tanque se contará con válvulas de exceso de flujo mismas que cierran al haber un incremento superior a su capacidad de desfogue de diseño.

- Conector flexible: Se tendrá instalado un conector flexible en la tubería de alimentación de la tubería de alimentación de la bomba, estos conectores flexibles están contruidos utilizando elastómeros metálicos, con longitud de 0.50 m por diámetro de la tubería.
- Filtro: Se tendrá un filtro en la tubería de alimentación de la bomba, con objeto de evitar el paso de partículas sólidas al interior de cuerpo de bomba, dañándola y por el mismo evitar el paso de partículas extrañas al tanque de almacenamiento en su instalación se contempla el adecuado mantenimiento y limpieza.

- **TOMA DE SUMINISTRO**

Para el suministro de gas l.p. a recipientes de vehículos, la toma se localiza a 11.82 m del tanque de almacenamiento, las tuberías y conexiones partirán del recipiente de gas l.p. hasta alimentar el equipo de bombeo, el que a su vez impulsa el gas hasta el medidor de suministro.

El medidor estará montado en marco soporte, antes del medidor existe una válvula de cierre manual, de la salida del medidor a la toma empotrada a un soporte metálico, se conecta a un tramo de manguera especial para gas l.p. y válvula de ruptura (*Pull-Away*), manguera especial para gas l.p. y en el extremo válvula de control de cierre rápido con acoplador de llenado, todos estos de 25 mm (1") de diámetro.

Para su mayor protección se fijará la manguera a un extremo de su boca terminal con una vigueta de acero estructural, cuenta además con un soporte para recibir la manguera, además con un cable de pinzas tipo caimán para conexión a tierra para aterrizar los

vehículos en el momento de efectuar el trasiego de gas l.p. El medidor se tendrá interconectado por la línea de vapor para retorno de este a los recipientes de almacenamiento.

- EXTINTORES

Se considera la siguiente cantidad de extintores:

Ubicación	Cantidad	Tipo y clase
Toma de suministro	2	Fosfato monoamonico ABC
Tablero eléctrico	1	Bióxido de carbono CO ₂
Área de almacenamiento y recepción	4	Fosfato monoamonico ABC
Oficinas y W.C.	1	Fosfato monoamonico ABC

Los extintores están de acuerdo con la unidad de riesgo de cada área, tipo y capacidad nominal, comprendidos dentro de círculo con radio cobertura en cada colocación.

Su instalación tendrá altura máxima de 1.5 m y una mínima de 1.30 m de piso, visibles y de fácil acceso, además se colocarán rótulos para señalarlos, además estarán en un punto de fácil acceso y sin obstáculos.

- SISTEMA DE ALARMA

Se tiene un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica la cual se alimenta en forma independiente a los demás circuitos para su mayor seguridad en su funcionamiento, siendo operado solo en caso de emergencias.

II.3 Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios)

En los alrededores de las instalaciones se encuentran ubicadas varias empresas de diferentes giros; destacando a TAD PEMEX, transportes SIMSA, empresa con nave industrial y la estación de servicio Arco, siendo éstas las más cercanas a la empresa y por lo tanto las que tendrían un nivel de afectación mayor en caso de un incidente dentro de las instalaciones de la empresa. A continuación, se enlistan las actividades industriales, económicas y de servicio en un radio menor a 500 m.

Tabla. II.6 Actividades industriales, económicas y de servicio en torno a un radio de 500 m.

Nombre del punto de interés	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/ASO)	Distancia a la instalación
Empresa con nave industrial	NE	34.18 m
Restaurante de mariscos	O	154.29 m
Lienzo charro	N	124.23 m
Estación de servicio 09682	E	142.54 m
TAD PEMEX	S	184.50 m
Navas estructuras metálicas, S.A. de C.V.	NE	406.37 m
Autotransportes Chamizal, S.A. de C.V.	E	271.44 m
Llantera molina		274.06 m
Autopartes Yonke		357.77 m
Compra-venta de autos	SE	381.16 m
Repuestos para autopartes	O	363.45 m
Transportadora SIMPSA	E	37.07 m
Autopartes	O	358.14 m
Estacionamiento	E	25.08 m
Transportes presurizados	O	226.19 m

II.4 Número de personal necesario para la operación de la instalación.

En la tabla que se muestra a continuación, se presenta el número de trabajadores laborando en la empresa.

Tabla II.7. Personal que labora en la planta de distribución

Personal que labora en la planta	Total: 33		
Turno	Matutino	Vespertino	Mixto
No. de personal operativo	15	14	-
No. De personal administrativo	-	-	4

Se tiene planeado que el siguiente número de trabajadores se encontrarán laborando en la estación de carburación para gas l.p.

Tabla II.8. Personal que laborará en la estación de carburación para gas l.p.

Personal que labora en la planta	Total: 3		
Turno	Matutino	Vespertino	Mixto
No. de personal operativo	1	1	1
No. De personal administrativo	-	-	-

A continuación, se anexa el plano Actividades industriales, económicas y de servicio en torno a un radio de 500 m.

II.5 Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso de suelo, permiso de construcción, autorización en materia de impacto ambiental, etc.) Anexar comprobantes (opcional).

Gas El Sobrante, S.A. de C.V. cuenta con la siguiente documentación para llevar a cabo sus actividades:

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

- o Título de permiso de distribución no. LP/21326/DIST/PLA/2018 emitida por la Comisión Reguladora de Energía el 28 de junio de 2018.
- o Inicio de operaciones no. UH-250/96129/2020 emitido por la Comisión Reguladora de Energía el día 03 de diciembre de 2020.
- o Licencia de uso de suelo no DGDU/LUS-2837/2017 en el domicilio carretera Juárez-Casas Grandes no. 657 km 5.5, colonia Avícola Emiliano Zapata, emitida por la Dirección General de Desarrollo Urbano el día 30 de agosto de 2017.
- o Resolución en materia de impacto y riesgo ambiental no. ASEA/UGSIVC/DGGC/6784/2018 emitida por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) el día 12 de junio de 2018.
- o Ampliación de plazo no. 09/DGA/0009/20 emitido por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) el día 08 de octubre de 2020.
- o Dictamen técnico no. UVSELP-005-A-NOM-013-09/19-212-B en conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, fechado el día 09 de septiembre de 2019.
- o Dictamen técnico no. UVSELP004-C-001-0045/2020 en conformidad con la NOM-001-SESH-2014, fechado el día 15 de octubre de 2020.

ESTACIÓN DE CARBURACIÓN PARA GAS L.P.

- o Dictamen técnico no. UVSELP004-C-003-0036/2020 en conformidad con la NOM-003-SEDG-2004, fechado el día 06 de abril de 2020.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

NIVEL 2

GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO III

ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO



Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata

Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua

III.1. Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: flora, fauna, suelo, aire y agua.

Ciudad Juárez es una ciudad industrial del norte de México, en el estado de Chihuahua, a orillas del río Bravo. Por su población de 1 501 551 habitantes, según el Censo de Población y Vivienda de 2020, es la mayor ciudad del estado de Chihuahua, así como también la sexta ciudad más poblada del país y la novena zona metropolitana más grande de México.

Colinda al Oeste con el municipio de Ascensión, al Este con el municipio de Guadalupe, al sur con Ahumada y al Norte con la frontera con Estados Unidos.

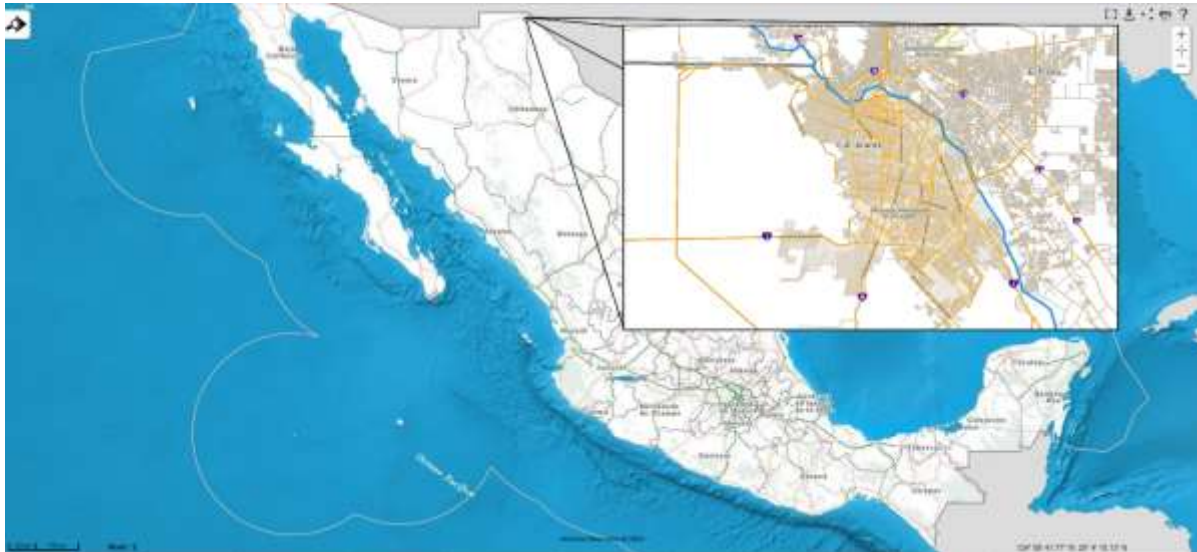


Figura III.1 Plano de localización del municipio de Juárez.
Mapa digital. INEGI.

- FLORA

De acuerdo, a la carta temática del INEGI se describen diferentes tipos de vegetación para el municipio de Juárez como:

- ⇒ **Matorral desértico micrófilo:** caracterizado por elementos arbustivos de hojas pequeñas que ocupa las llanuras, los fondos de los valles al pie de las sierras y lugares arenosos de la ciudad. Se subdivide en matorral: inerme y subinerme, espinoso, collal, izotal y nopalera. Algunas de las especies de plantas más abundantes y destacadas de este tipo de matorral son el mezquite (*Prosopis glandulosa*), huizache (*Vachellia farnesiana*) hojaseñ (*Flourenzia cernua*) y nopales (*Opuntia sp.*). Siendo la especie de mayor distribución la gobernadora (*Larrea tridentata*).
- ⇒ **Matorral desértico rocetófilo:** que se encuentra al pie del monte o bien en las laderas, en las pendientes más altas con una altura de 1350 a 1400 metros. Dominan las especies con hojas en roseta con o sin espinas. Se encuentran sobre xerosoles y litosoles, en las partes más altas de los abanicos aluvionales y sobre los conglomerados. Entre las plantas más características están el agave lechuguilla (*Agave lechuguilla*), yucas o palmitas (*Yuca elata*, *Yucca torreyi*).

- ⇒ **Vegetación halófila:** está constuida por comunidades dominantes arbustivas o herbáceas, se caracterizan por desarrollarse sobre suelo con alto contenido de sales en partes bajas de cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas. Una de las especies de halófilas más representativa es el chamizo (*Atriplex sp*). También podemos encontrar diferentes especies de pastos o zacates.
- ⇒ **Vegetación de desiertos arenosos:** formada principalmente por arbustos que se agrupan en manchones sobre las dunas de arena, las especies de arbustos son semejantes a las de los matorrales antes mencionados. La vegetación existente al poniente donde se encuentra la sierra de Juárez según estudios realizados es de matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, por lo tanto, podemos encontrar una gran variedad de cactáceas. Al norte se encuentra el Río Bravo y al sur una gran extensión de arenales o dunas donde la vegetación representativa está formada por matorral micrófilo y matorral halófilo siendo las familias de plantas más abundantes la Poaceae (pastos o zacates), Asteraceae (arbustos con flores), Cactaceae (cactus) y Fabaceae (hierbas y arbustos como el mezquite).

Particularmente, el uso de suelo y vegetación correspondiente al sitio donde se encuentran las instalaciones de acuerdo a la Serie VI de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI (2017) es del tipo Matorral xerófilo (matorral desértico micrófilo).



Figura III.2. Usos de Suelo y Vegetación en el área donde encuentran las instalaciones.

Fuente: Mapa digital. INEGI. Uso del suelo y vegetación.

- FAUNA

La relación de la fauna reportada para el municipio de Juárez consta de 158 especímenes de vertebrados de acuerdo a la información generada en el ordenamiento ecológico territorial (OET) realizado por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ, 1998):

- ✓ **Mamíferos:** *Onychomys arenicola*, *Spermophilus spilosoma*, *Spermophilus variegatus*, *Dipodomys ordii*, *Geomys arenarius*.
- ✓ **Reptiles:** *Cnemidophorus exanguis*, *Cnemidophorus tigris marmoratus*, *Cophosaurus texanus scitulus*, *Crotaphytus collaris*, *Phrynosoma modestum*, *Crotalus atrox*, *Crotalus molossus* e *Hypsiglena torquata texana*.
- ✓ **Aves:** *Geococcyx californicus*, *Chordeiles acutipennis*, *Icterus parisorum*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Toxostoma curvirostre* y *Amphispiza bilineata*.

La fauna del área de las instalaciones se determinó en campo utilizando un muestreo directo. Se realizaron recorridos en cada área del predio, una vez localizada la especie faunística, se tomó evidencia fotográfica y datos de sus características morfológicas, así como de la abundancia de cada especie. En oficina se procedió a identificar cada especie avistada, tomando como base los registros tomados en campo, además de utilizar bibliografía especializada, listados faunísticos de la región y el apoyo de personal especializado en el área. La identificación se realizó hasta la categoría de género, en algunas hasta especie, dependiendo de su dificultad taxonómica. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos, que indican que en área de las instalaciones se encuentran especies de aves: *Zenaida asiática*, *Passer domesticus* y *Toxostoma curvirostre*. Cabe mencionar que las especies listadas no están en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla III.1. Listado de especies de aves en el área de las instalaciones.

Nombre Común	Familia	Nombre Científico	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2010
Huilota	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	2	Sin registro
Gorrión	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	4	Sin registro
Cuicacoche pico curvo	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	1	Sin registro

- SUELO

De acuerdo al mapa digital del INEGI, el suelo al que pertenece la planta de distribución y estación de carburación corresponde al tipo **calcisol**, donde hay una acumulación sustancial de cal secundaria y se extienden en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales de alto contenido calcáreo



Figura III.3. Suelo alrededor del área de las instalaciones.

Fuente: Mapa digital. INEGI. Suelo.

- **AIRE**

La calidad del aire de Ciudad Juárez está condicionada, por una parte, por el clima semiárido de la región que presenta escasas lluvias (aprox. 200 mm/año), por la cadena de montañas que circunda la ciudad por el noroeste y el oeste, por los médanos de Samalayuca al sur y sureste, por la ausencia de humedad del Río Bravo, cuyo cauce permanece seco todo el año; al menos en el tramo que hace la frontera internacional entre Ciudad Juárez y El Paso, por el agotamiento de la fertilidad del Valle de Juárez que es un páramo yermo comparado con el vergel de hace 100 años, y por el régimen de vientos dominantes; además de que la zona es propicia a presentar frecuentes inversiones térmicas durante la temporada invernal (Garza Victoriano, 2006).

- **AGUA**

El municipio de Juárez se ubica al interior de la región hidrológica Bravo Conchos RH-24, Cuenca Bravo-Cd. Juárez. El Afluente principal de Ciudad Juárez es el río Bravo, se origina en las montañas San Juan en el sur de Colorado, E.U.A. y sigue un curso hacia el sur de 3,030 km, antes de desembocar en el Golfo de México. El cauce del río, define así mismo el límite internacional entre los Estados Unidos de Norteamérica y los Estados Unidos Mexicanos, cubre toda la extensión del territorio municipal de Juárez en su costado oriental.

- Hidrología subterránea

Respecto a la hidrología subterránea, se localiza sobre el manto acuífero denominado Valle de Juárez de 341,187.98 Ha, el cual cuenta con disponibilidad de agua subterránea.

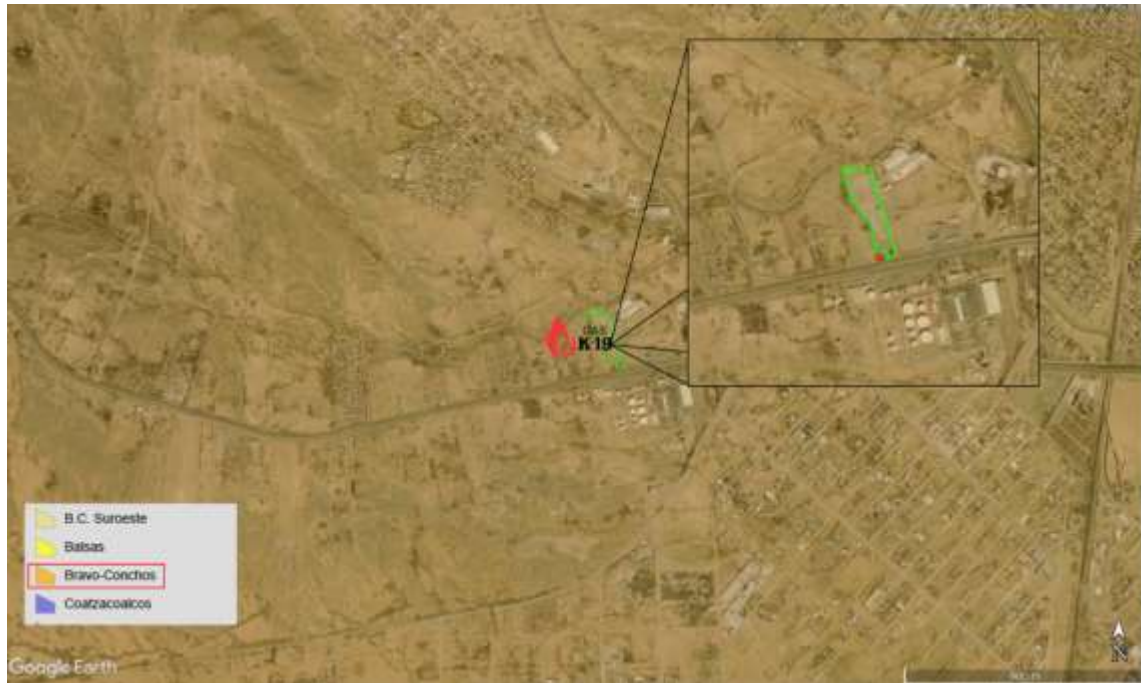


Figura III.4. Hidrología alrededor de las instalaciones.
Fuente: CONAGUA. Subdirección general técnica.

Además, en un radio menor a 500 m a partir de los límites de la empresa se encuentran ubicadas dos corrientes de agua intermitentes; una a 36.79 m en dirección Norte y la otra se encuentra ubicada a 351.29 m en dirección al Sur, tal como lo muestra la siguiente figura.



Figura III.5. Componentes ambientales en torno a un radio de 500 m.
Fuente: INEGI. Mapa Digital.

III.2. Describir detalladamente las características climáticas entorno a una instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa y precipitación pluvial).

- CLIMA

El clima en el municipio corresponde a climas secos áridos, desértico frío. El clima de la región se caracteriza por una abundancia de días con sol durante el año, las temperaturas altas en verano, que pueden rebasar los 40 °C, con humedad baja, en tanto que el invierno, es característica la presencia de nevadas y temperaturas extremas que bajan los 0 °C. Mientras que, en primavera y otoño, a pesar de presentarse temperaturas templadas, son constantes los vientos y rachas con velocidades por arriba de los 40 km/h las noches pueden ser muy frescas (IMIP, Clima 2010).

La clasificación de climas según Koopen, identifica a la zona tipo BWKX' (e') que lo define así por su grado de humedad.

Bw= clima muy seco o desértico.

k= Templado, con verano cálido, la temperatura del mes más frío es entre -3 y 18 °C y la del mes más cálido es mayor de 14 °C.

x'= Régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno.

e'= Muy extremoso, oscilación de temperatura mayor de 14 °C.

En la siguiente figura se puede apreciar que el tipo de clima predominante alrededor de las instalaciones de la empresa corresponde al tipo "muy seco", según el Mapa Digital del INEGI, sección climatológica.



Figura III.6. Tipo de clima alrededor de las instalaciones de la empresa.

Fuente: INEGI. Mapa Digital.

- TEMPERATURA

Con base en la información obtenida de la estación metereológica (00008213) Juárez, ubicada en las coordenadas 31°44'11" latitud Norte y 106°29'11 latitud Oeste y a una altura de 1,135 MSNM, registrando los siguientes datos climatológicos para el periodo de 1951-2010, la temperatura media normal del sitio es de **19.2 °C**, como una temperatura mínima normal de **11.5 °C** y como temperatura máxima normal 27.0 °C, indicando en la siguiente tabla los datos mensuales de dicho periodo.

Tabla III.2. Temperatura (°C) para el periodo de 1951-2010.

Temperatura °C	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Máx. Normal	17.3	19.3	23.4	26.9	32.4	36.6	36.3	35.0	32.1	26.8	20.9	16.5	27.0
Media normal	9.2	11.7	15.2	18.8	24.5	28.7	29.0	27.9	24.8	18.8	12.7	9.3	19.2
Mín. normal	1.2	4.1	6.9	10.6	16.7	20.7	21.8	20.9	17.6	10.8	4.2	1.9	11.5

Fuente: Normales climatológicas. CNA.

- VIENTOS DOMINANTES

En la región siempre se presentan vientos con diferentes grados de intensidad, y de acuerdo con los datos históricos para la Juárez, se han observado dos patrones de flujo superficial dominantes; el primero indica un flujo de vientos occidentales, incluyendo las direcciones noroeste, oeste y suroeste, el cual se manifiesta con claridad en los meses de junio a noviembre; el segundo patrón en importancia por su incidencia, son los vientos orientales, incluyendo las direcciones noreste, este y sureste, que tienen claro predominio de julio a septiembre. Con base a la información obtenida de las bases de datos históricos de la Estación meteorológica del INIFAP al sur del municipio de Juárez, la velocidad promedio del viento es de **4.63 m/s** según datos con dirección al Suroeste.

- HUMEDAD RELATIVA

Con base en la información obtenida del servicio metereológico nacional, através de su mapa de estaciones metereológicas automáticas (EMAS), se tiene registrado un valor de humedad relativa promedio de 34 %.

- PRECIPITACIÓN

Con base en la información obtenida de la estación metereológica (00008213) Juárez, ubicada en las coordenadas 31°44'11" latitud Norte y 106°29'11 latitud Oeste y a una altura de 1,135 MSNM, registrando los siguientes datos de precipitación pluvial para el periodo de 1951-2010.

Tabla III.3. Precipitación (°C) para el periodo de 1951-2010.

Precipitación mm	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media normal	9.3	8.2	1.6	2.8	6.8	14.2	29.1	26.0	18.6	12.8	8.1	5.4

Fuente: Normales climatológicas. CNA.

III.3. Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación

La instalación de la empresa acarrea consigo influencia positiva y negativa en los conglomerados poblacionales que rodean sus instalaciones. Por lo que a continuación se presentan las características socioeconómicas de dichas poblaciones, además de características generales del municipio de Juárez, las cuales se determinaron mediante las siguientes herramientas de INEGI: Inventario Nacional de Viviendas, Espacio y datos de México y Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

En la tabla III.4 se observan características socioeconómicas del municipio de Juárez, se reportan 1, 332,131 habitantes para el año 2010. Asimismo, en la tabla III.5 se observa su crecimiento poblacional.

Tabla III.4 Población del municipio de Juárez, 1990-2010.

Característica	1990	1995	2000	2005	2010	2020
Hombres	395,163	50,774	612,779	658,346	665,691	756,225
Mujeres	403,336	506,012	606,018	654,992	666,440	756,225
Total	798,499	1,011,786	1,218,817	1,313,338	1,332,131	1,512,450

Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda, 2020.

Tabla III.5. Indicadores de Población del municipio de Juárez.

Característica	1990	1995	2000	2005	2010	2020
Densidad de población del municipio(Hab/Km ²)	No disponible	284.17	341.57	368.87	375.51	426.3
% de población con respecto al estado	32.70	36.22	39.92	40.52	39.11	40.41

Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda, 2010.

En la figura III.7 se puede observar alrededor de la planta de distribución y estación de glp para carburación, se localizan las siguientes colonias:

-  Villa Esperanza
-  Granjas Santa Elena
-  Granjas Polo Gamboa
-  La Campesina
-  Bello Horizonte
-  Valle Dorado I

Asimismo, según datos del INEGI la población localizada en las delimitaciones del mayor radio de afectación provocado por la Bleva del tanque de 126,800 L de agua al 100 % es de 1,626 habitantes, distribuidos en 658 viviendas particulares habitadas, localizadas en las colonias antes mencionadas.

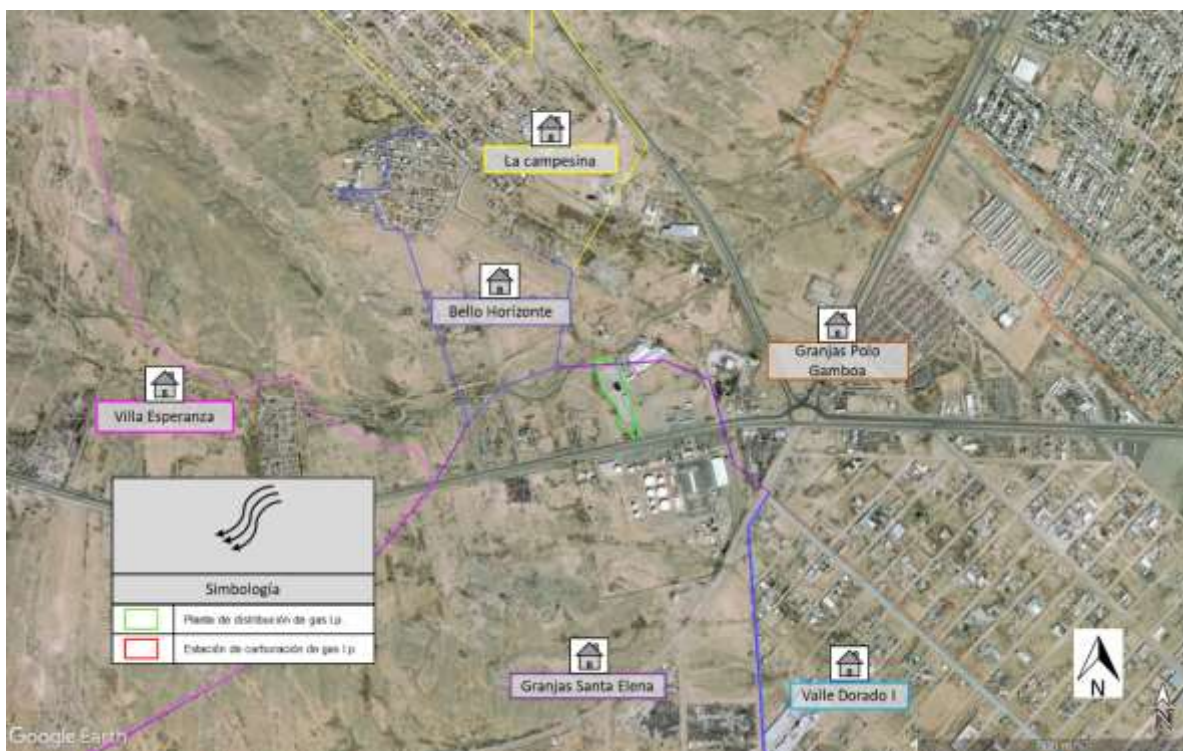


Figura III.7. Población influenciada cerca del área de las instalaciones.
Fuente: SIGEIA. Mapa digital.

III.4. Giros o actividades desarrolladas por terceros en torno a la instalación

En el municipio de Juárez la principal actividad económica corresponde al sector terciario, destacando la industria de transformación como principal actividad generadora de empleos, le siguen las actividades de servicios y las comerciales como se puede ver en la siguiente tabla (PDU Juárez, 2016).

Tabla III.6. Principales actividades económicas del municipio de Juárez.

Rama de actividad	Absolutos	Porcentuales %
Agricultura	738	0.23
Comercio	39,927	12.57
Electricidad	2,453	0.77
Construcción	10,823	3.41
Comunicaciones y transporte	10,898	3.43
Extractiva	34	0.01
Servicios	70,267	22.12
Transformación	182,462	57.45
Total	317.602	100

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, 2016.

Asimismo, en la siguiente tabla se pueden observar algunas características económicas de la población del municipio de Juárez. Los registros indican que existe un mayor aporte económico por el género masculino ya que, de los 530,465 PEA, éstos aportan 345,981 representando el 65.22 %

Tabla III.7. Características económicas del municipio de Juárez.

Participación económica	Total	Hombres	Mujeres	% Hombres	% Mujeres
Población económicamente activa (PEA)	530,465	345,981	184,484	65.22	34.78
Ocupada	496,320	319,186	177,134	64.31	35.69
Desocupada	34,145	26,795	7,350	78.47	21.53
Población no económicamente activa	402,323	116,769	285,554	29.02	70.98

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Respecto a las características económicas delimitadas en el radio de 500.00 m, se aprecia que las actividades terciarias son la más preponderantes. Observándose en la siguiente tabla las principales actividades económicas, en donde se indica que los comercios al por menor son los mayoritarios, siguiéndole en importancia las actividades legislativas, gubernamentales de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales, el comercio al por mayor y los transportes, correos y almacenamiento.

Tabla III.8. Unidades Económicas localizadas en el radio de 500.00 m

Unidad Económica	Simbología	Nº de establecimientos
Industrias manufactureras		7
Comercio al por mayor		9
Transportes, correos y almacenamiento		2
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles e intangibles		7
Total		25

Fuente: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, 2016.

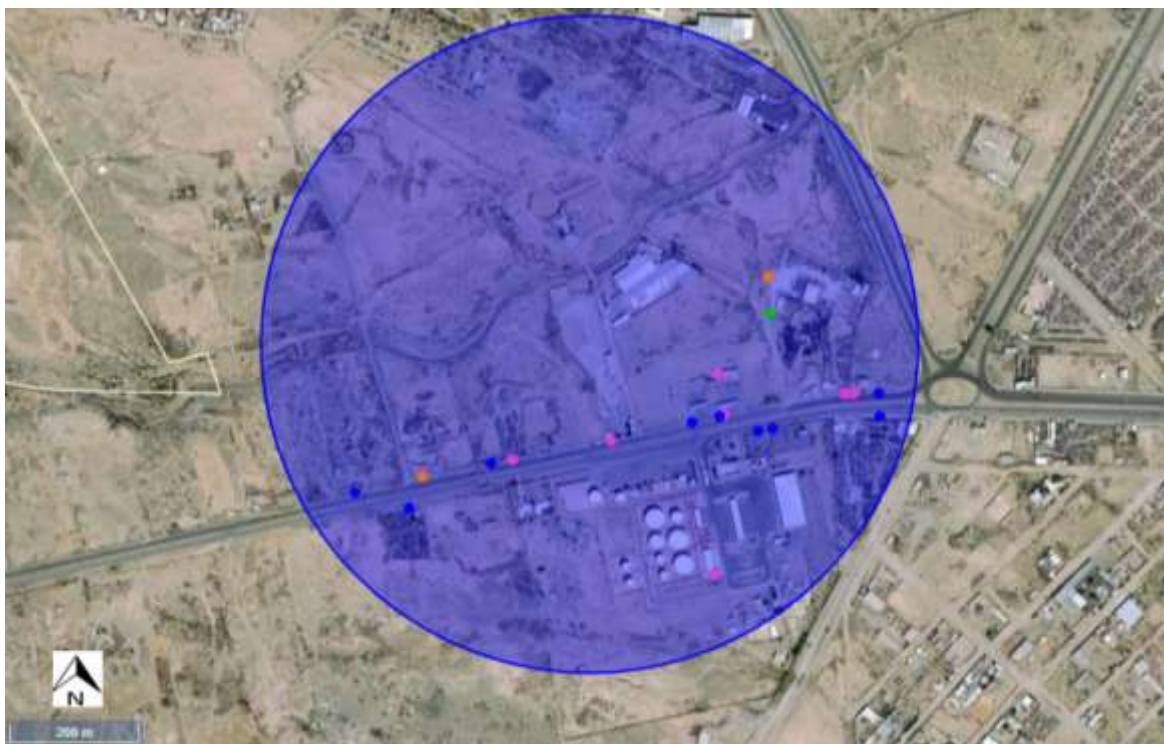


Figura III.8. Unidades Económicas localizadas en el radio de 500 m

III.5. Indicar el deterioro esperado en la flora y la fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

Actualmente la planta de distribución y gas l.p. se encuentra operando. Es importante mencionar que, al momento de realizar el presente estudio, la estación de gas l.p. para carburación aún no se encuentra operando, sin embargo, se prevé que en un plazo menor a dos meses inicie operaciones, una vez que la empresa cuenta con la autorización de la Dirección General de Gestión Comercial mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/9815/2020 para la instalación de una Estación de Gas L.P. para carburación tipo B, subtipo B1, grupo 1, de 5000 litros de agua al 100%, esto no requiere retiro de vegetación, por lo que se descarta el deterioro de flora o fauna existente dentro de los límites de la empresa. Además, es necesario resaltar que mediante una visita de campo realizada en las instalaciones se enlistaron los ejemplares de fauna encontrados, mismos que se presentan en la siguiente tabla. Cabe mencionar que ninguna de estas especies se encuentra registradas con algún tipo de status de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla III.1. Listado de especies de aves en el área de las instalaciones.

Nombre Común	Familia	Nombre Científico	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2010
Huilota	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	2	Sin registro
Gorrión	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	4	Sin registro
Cuicacoche pico curvo	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	1	Sin registro

Simbología

VIALIDAD

- VIALIDAD REGIONAL
- VIALIDAD DE ACCESO CONTROLADO
- VIALIDAD PRIMARIA Y DE TRANSPORTE PÚBLICO
- VIALIDAD SECUNDARIA
- VIALIDAD COLECTORA

LIMITES Y PERIMETROS

- LÍMITE PLAN PARCIAL
- PERÍMETRO DE ESPACIOS ABIERTOS
- ÁREA INUNDABLE
- CONOS DE APROXIMACIÓN AEROPUERTO

USOS DE SUELO

- CP-3 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA CAPTADOR PLURAL
- CE CONSERVACIÓN ECOLÓGICA
- FE PRESERVACIÓN ECOLÓGICA
- H HABITACIONAL
- HT HABITACIONAL TRADICIONAL
- HE HABITACIONAL ECOLÓGICA
- HC HABITACIONAL EN CORREDOR URBANO
- HSU HABITACIONAL SUBURBANA
- HRU HABITACIONAL RÚSTICO (GRANJAS)
- CR CORREDOR CONTROLADO REGIONAL
- FTA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIXTO
- SH-1 SERVICIOS HABITACIONAL TRADICIONAL
- POLIGONO DE ACTUACIÓN

USOS DE SUELO (Continuación)

- SH MIXTO SERVICIOS HABITACIONAL
- SE MIXTO SERVICIOS EQUIPAMIENTO
- SH-2 SERVICIOS HABITACIONAL/INDUSTRIA
- SG SERVICIOS GENERALES
- ST SERVICIOS HABITACIONAL/INDUSTRIA
- R ZONA DE RESERVA
- I INDUSTRIA
- IP INDUSTRIA EN PARQUE O AGRUPOADA
- IR INDUSTRIA AISLADA O DE ALTO RIESGO
- IR-0.3 INDUSTRIA DE RIESGO EXISTENTE
- IR-0.3 INDUSTRIA POTENCIALMENTE CONTAMINANTE EN RIESGO
- IR-0.3 INDUSTRIA TOXICA DE RIESGO

USOS DE SUELO (Continuación)

- BI SERVICIOS BIOINFECCIOCONTAGIOSOS
- PI POZO DE INFILTRACIÓN
- AV ÁREA VERDE
- CU CENTRO URBANO
- CU-2 SUBCENTRO URBANO
- CD CENTRO DISTRITO
- CD-2 CENTRO DE DISTRITO TRADICIONAL
- CB CENTRO DE BARRIO TRADICIONAL
- CB-2 CENTRO DE BARRIO
- CE CENTRO DE BARRIO
- ZE ZONA DE PROYECTOS ESPECIALES
- EQ EQUIPAMIENTO
- XPC ZONA CON POTENCIAL DE CRECIMIENTO

Es importante mencionar que la empresa cuenta con la licencia de uso de suelo No. DGDU/LUS-2837/2017 para para aprovechamiento comercial y de servicios urbanos. - expendio de gas l.p., emitido por la Dirección General de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Ciudad Juárez, el 30 de agosto de 2017.

De acuerdo a lo consultado en la página oficial del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y el Atlas de Riesgos Naturales del municipio de Ciudad Juárez, por su ubicación geográfica la planta de distribución de Gas L.P. y estación de Gas L.P. para Carburación, son susceptibles a los siguientes riesgos naturales:

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

- ✚ Zona A, de baja sismicidad. En esta zona no se ha registrado ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10% de la aceleración de la gravedad.
- ✚ Zona B, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- ✚ Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- ✚ Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

La zona donde se encuentra la planta de distribución de gas l.p. y estación de carburación está dentro de la zona B de la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE,2015) catalogada como de magnitud media como se muestra en la siguiente figura.

No obstante, es importante mencionar que tanque se encuentra montado sobre bases de concreto de tal forma que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación, existiendo entre el tanque y las bases material aislante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.



Figura III.9. Regionalización sísmica en el área de las instalaciones.

Fuente: Regionalización sísmica, CFE 2015, CENAPRED.

- INUNDACIÓN

Las inundaciones en términos generales son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad hidráulica de los ríos, o de los arroyos. Esto hace que un determinado curso de aguas rebalse su cauce e inunde tierras adyacentes a las cuales se les denomina como planicies de inundación.

En base al atlas de riesgo del municipio de Ciudad Juárez el riesgo presente para la población es debido al Río Bravo, ya que se provocan taponamientos hidráulicos generados en la desembocadura de algunos arroyos que descargan en el río, y que al no contar con estructuras de incorporación adecuadas dan origen a embalsamientos en la parte baja de sus respectivos cauces, presentándose anegamientos hasta en tanto se incorporan los flujos al caudal en tránsito del río.

El piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto con un declive del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

Dicho lo anterior se denomina como alto el peligro que sufre la ciudad debido a las inundaciones, pudiéndolo observar en la siguiente figura.



Figura III.10. Índice de Peligro por inundación en el área de las instalaciones.

Fuente: Índice de peligro por inundación, CENAPRED, 2017.

- SEQUÍA

La sequía puede ser considerada como la insuficiente disponibilidad de agua en una región, por un período prolongado para satisfacer las necesidades de los elementos bióticos locales. Estas necesidades dependen de la distribución de las poblaciones de plantas, animales y seres humanos, de su modo de vida y del uso de la tierra". Es un fenómeno temporal que se presenta en cualquier región, aunque se localiza en general en áreas de lluvias con régimen variable. La irregular distribución geográfica y la dificultad para definir su inicio son otras características esenciales de las sequías. Este fenómeno poco percibido por la población urbana, no así por la rural que teme por sus consecuencias más que las inundaciones. Según el Servicio Meteorológico Nacional (1988).

De acuerdo al CENAPRED el Municipio de Ciudad Juárez tiene un riesgo **Medio** de ocurrencia de este fenómeno.



Figura III.11. Riesgo por sequías en el área de las instalaciones.
Fuente: Sequía, CENAPRED, 2017

- HELADAS

Para combatir los efectos ocasionados por los fenómenos como las heladas, las tuberías de las instalaciones 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.

Conforme a la información extraída del CENAPRED el índice de días con presencia de heladas es alto y con respecto al grado de peligro por las bajas temperaturas este es muy alto, estos indicadores pueden verse a continuación:



Figura III.12. Índice de días con presencia de heladas en el área de las instalaciones
Fuente: Índice de días con heladas, CENAPRED,2017.



Figura III.13. Grado de peligro por bajas temperaturas en el área de las instalaciones
Fuente: Índice de días con heladas, CENAPRED,2017.

- ONDAS CÁLDIDAS

Ciudad Juárez, al estar ubicada en una zona con clima extremo, presenta en los meses de verano temperaturas máximas extremas que sobrepasan el límite de tolerancia de acuerdo a la clasificación de la vulnerabilidad por altas temperaturas establecida por las

bases de SEDESOL para la estandarización en la elaboración de atlas de riesgos. Como se puede observar en la siguiente figura, el grado de peligro por ondas cálidas es muy alto ya que las altas temperaturas imperantes en los meses de junio a agosto, ocasionan principalmente golpes de calor en la población, siendo más vulnerables los niños y las personas de la tercera edad.



Figura III. 14. Grado de peligro por ondas cálidas en el área de las instalaciones
Fuente: Grado de peligro por ondas cálidas, CENAPRED,2019.

- NEVADAS

En base al CENAPRED, las tormentas de nieve son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es 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.

Los efectos negativos de las nevadas en la población son las bajas temperaturas que se asocian a ellas, que pueden provocar enfermedades en las vías respiratorias o en el peor de los casos, muerte por hipotermia, sobre todo, a indigentes o personas de bajos recursos económicos, por habitar en viviendas precarias.

En la siguiente imagen se muestra que el grado de peligro por nevadas en el área donde se encuentra la planta de distribución de gas l.p. y estación de carburación es muy alto.



Figura III.15. Índice de peligro por nevadas en el área de las instalaciones.

Fuente: Índice de peligro por nevadas, CENAPRED, 2019.

III.7. Si es de su conocimiento que existe un historial epidemiológico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

El 31 de diciembre de 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recibió reportes de presencia de neumonía, de origen desconocido, en la ciudad de Wuhan, en China. Rápidamente, a principios de enero, las autoridades de este país identificaron la causa como una nueva cepa de coronavirus. La enfermedad ha ido expandiéndose hacia otros continentes como Asia, Europa y América. El brote de coronavirus ha sido ampliamente reportado en los noticieros del mundo y la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo ha declarado oficialmente como una pandemia, desde el pasado 11 de marzo del 2020.

Esto significa que la enfermedad se está extendiendo en varios países de todo el mundo, al mismo tiempo afectando a cientos de miles de personas en todos los continentes, causando un número de muertes que, a la fecha, sigue en ascenso. Por lo que las autoridades sanitarias han establecido un sistema de monitoreo para la regulación del uso del espacio público de acuerdo con el riesgo de contagio de COVID-19 para frenar su expansión y efectos en la población denominado **semáforo de riesgo epidemiológico** para transitar hacia una nueva normalidad.

- ✓ **Rojo/Máximo:** Se permitirán únicamente las actividades económicas esenciales, asimismo se permitirá también que las personas puedan salir a caminar alrededor de sus domicilios durante el día.
- ✓ **Naranja/Alto:** Además de las actividades económicas esenciales, se permitirá que las empresas de las actividades económicas no esenciales trabajen con el 30% del personal para su funcionamiento, siempre tomando en cuenta las medidas de cuidado máximo para las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave

de COVID-19, se abrirán los espacios públicos abiertos con un aforo (cantidad de personas) reducido.

- ✓ **Amarillo/Medio:** Todas las actividades laborales están permitidas, cuidando a las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19. El espacio público abierto se abre de forma regular, y los espacios públicos cerrados se pueden abrir con aforo reducido. Como en otros colores del semáforo, estas actividades deben realizarse con medidas básicas de prevención y máximo cuidado a las personas con mayor riesgo de presentar un cuadro grave de COVID-19.
- ✓ **Verde/Bajo:** Se permiten todas las actividades, incluidas las escolares.

De acuerdo a la secretaria de Salud, el municipio de Ciudad Juárez en el Estado de Chihuahua se encuentra en semáforo verde al 06 de septiembre del 2021. Asimismo, de acuerdo con la información del CONACYT se tiene la siguiente información:

El municipio de Ciudad Juárez tiene 26,220 casos confirmados al 10 de septiembre del 2021.

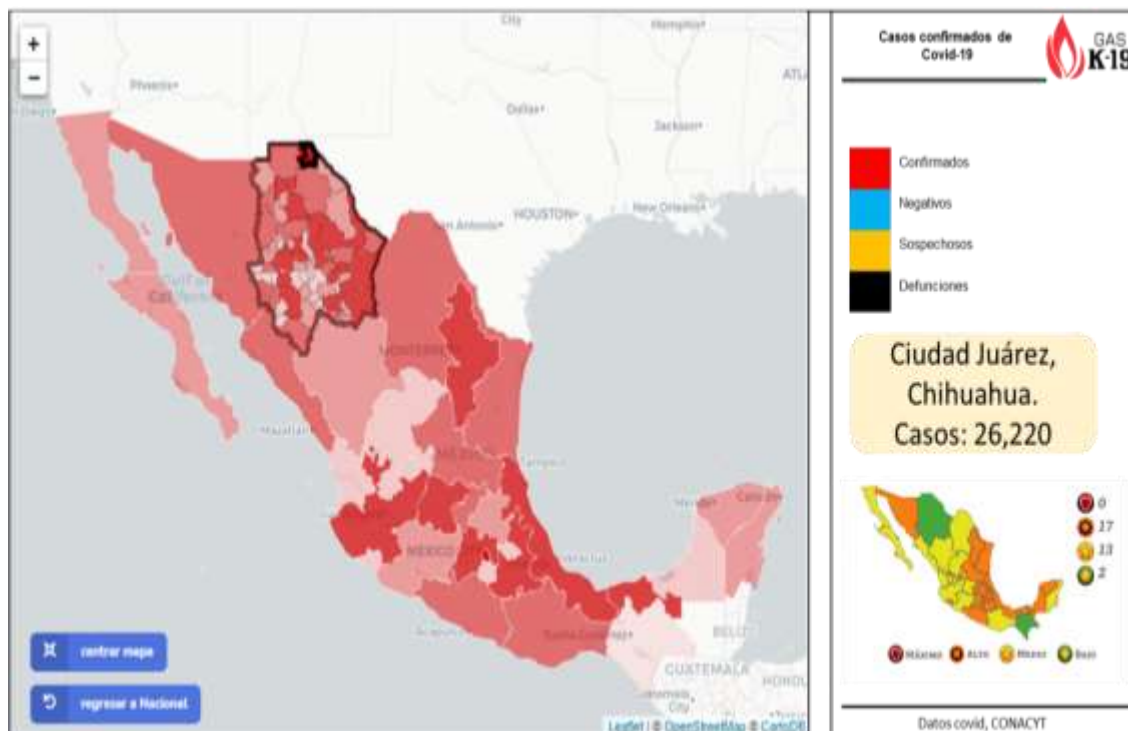


Figura III.16. Casos confirmados de covid-19 en el municipio de Ciudad Juárez.
Fuente: Datos covid, CONACYT.

De acuerdo al mapa registrado por información del CONACYT de casos negativos por COVID-19, en el municipio de Ciudad Juárez se tienen 25,349 casos negativos al 10 de septiembre del 2021.

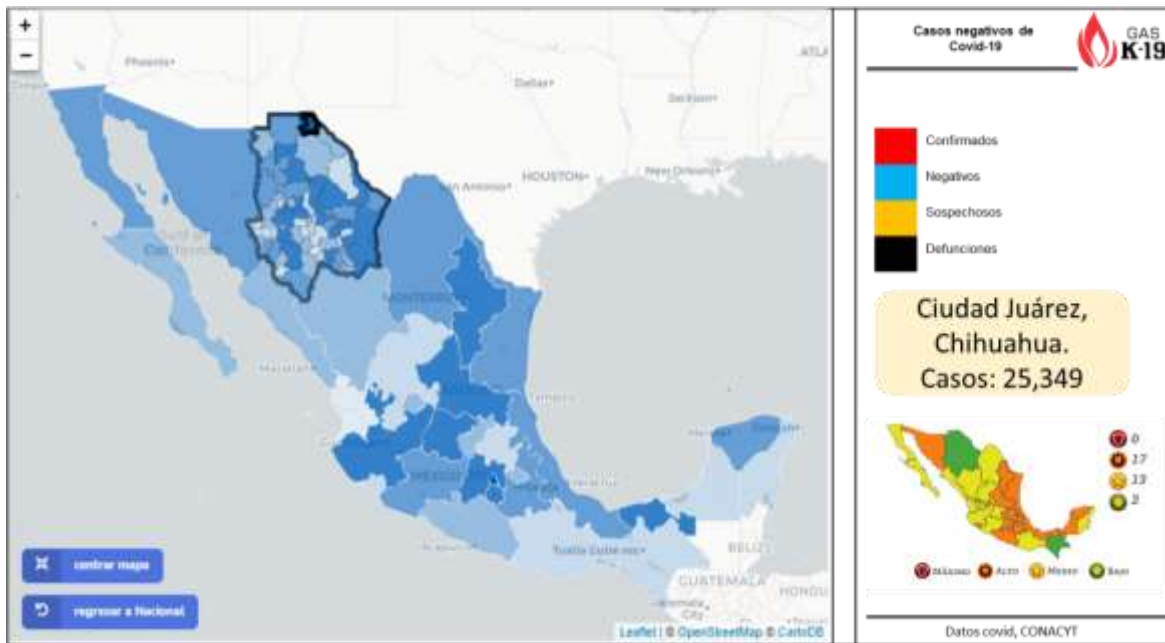


Figura III.17. Casos negativos de covid-19 en el municipio de Ciudad Juárez.
Fuente: Datos covid, CONACYT.

De acuerdo al mapa registrado por información del CONACYT de casos sospechosos por COVID-19, en el municipio de Ciudad Juárez tiene 2,619 casos sospechosos al 10 de septiembre del 2021.

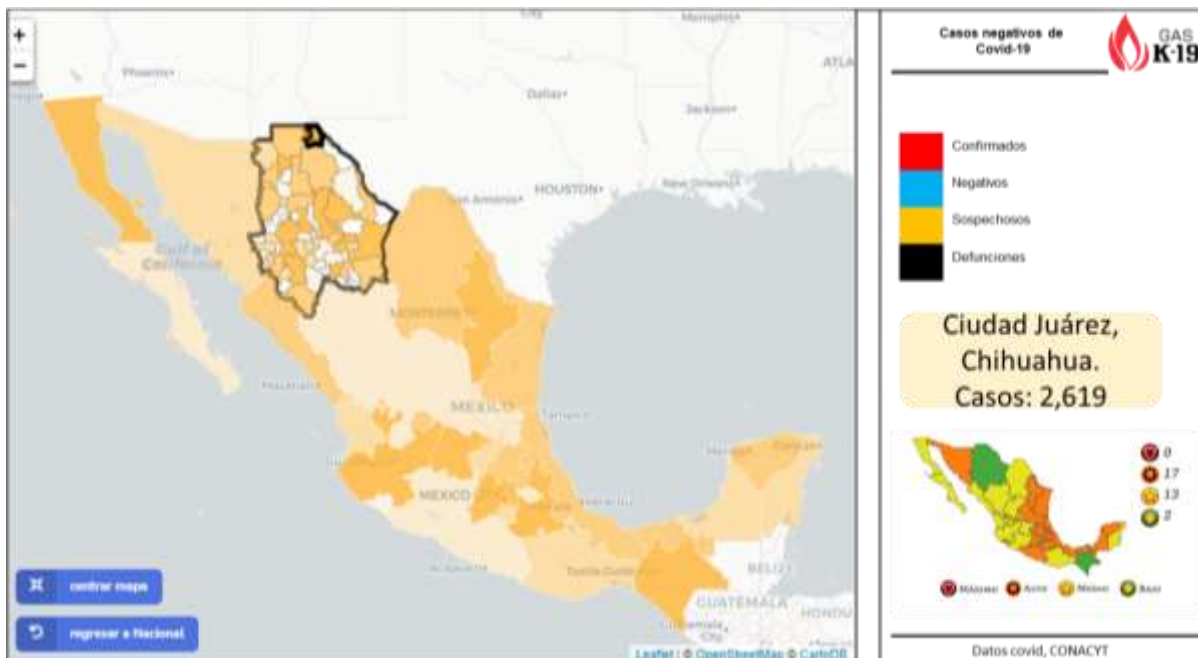


Figura III.18. Casos sospechosos de covid-19 en el municipio de Ciudad Juárez.
Fuente: Datos covid, CONACYT.

De acuerdo al mapa registrado por información del CONACYT se tienen 3,840 defunciones por COVID-19 al 10 de septiembre del 2021.

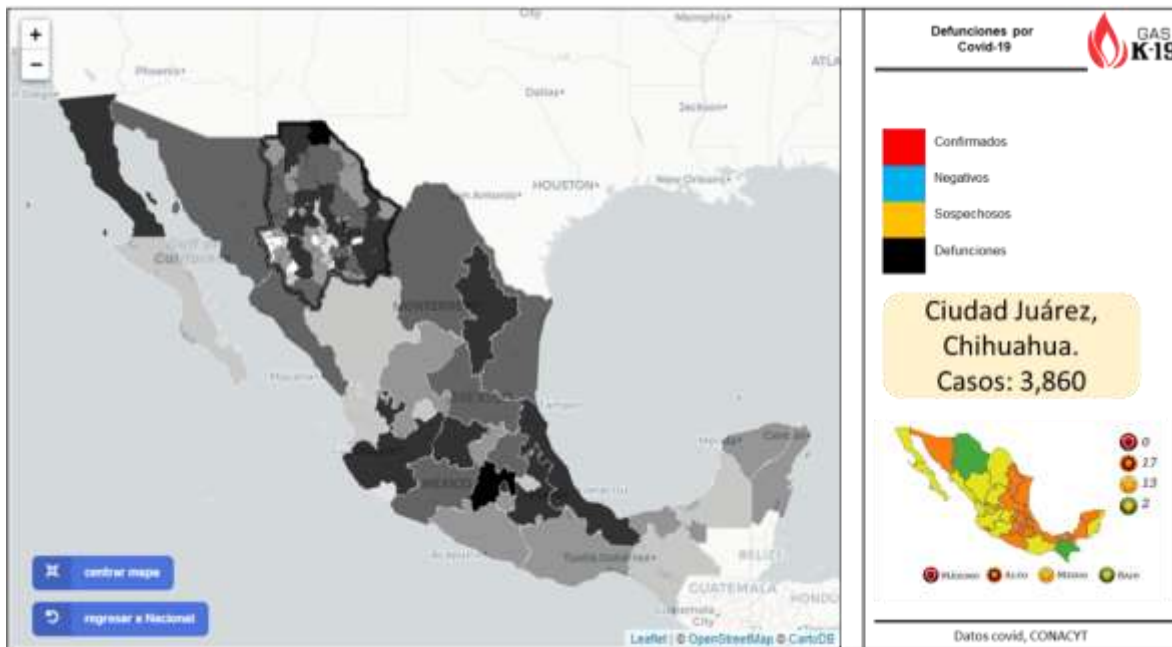


Figura III.19. Defunciones por covid-19 en el municipio de Ciudad Juárez.
Fuente: Datos covid, CONACYT.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

NIVEL 2

GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO IV

**INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN
EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL**



Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata
Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

IV.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y URBANO

Con base en la consulta de herramientas oficiales de la SEMARNAT (SIGIEA y SIORE), así como decretos en el Diario Oficial de la Federación y del Estado de Guanajuato, en el presente apartado se realiza el vínculo de la empresa con los Programas Reguladores del uso de suelo vigentes para el sitio de estudio.

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Juárez, Chihuahua.
- Plan de Desarrollo Urbano Sostenible de Ciudad Juárez, 2016.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.

El **POEGT** fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, con el objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

En este programa se establecen **lineamientos y estrategias ecológicas** necesarias para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los Recursos Naturales en cada Región Ecológica (R.E.) y Unidad Ambiental Biofísica (UAB).

De manera particular, las instalaciones se localizan en la **Región Ecológica 15.24** y la **UAB 19** denominada **Sierras Plegadas del Norte (Figura IV.1)**, misma que tiene una política ambiental de *Aprovechamiento sustentable y Restauración*, su eje rector de desarrollo es la ganadería y minería, los coadyuvantes del desarrollo son el Desarrollo social-Industria y otros sectores de interés para la región son actividades de la SCT. Aunado a ello, se presenta a continuación la tabla de las características generales de mencionada UAB.

Asimismo, para el desarrollo de las actividades operativas, la empresa promovente contribuye de forma positiva al desarrollo económico de Ciudad Juárez, con la oportunidad laboral y requerimiento de servicios de empresas locales. Destacando que, Gas El Sobrante, cuenta con la Licencia de uso de suelo No. DGDU/LUS-2837/2017 y la autorización en materia de impacto ambiental No. ASEA/UGSIVC/DGGC/6784/2018 emitido por la ASEA, fechado el día 12 de junio de 2018.

Tabla IV.1. Características de la Región Ecológica donde se ubican las instalaciones de la empresa.

Región Ecológica	UAB	Nombre de la UAB	
15.24	19	Sierras Plegadas del Norte	
Clave de la política	Política Ambiental	Nivel de atención	Rectores del desarrollo
15	Aprovechamiento sustentable y Restauración	Muy baja	Ganadería-Minería
Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Población total de 2010
Desarrollo social-Industria	Preservación de flora y fauna	SCT	1, 346,905
Estrategias		Escenario 2033	Prioridad de atención
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44		Inestable	Muy baja

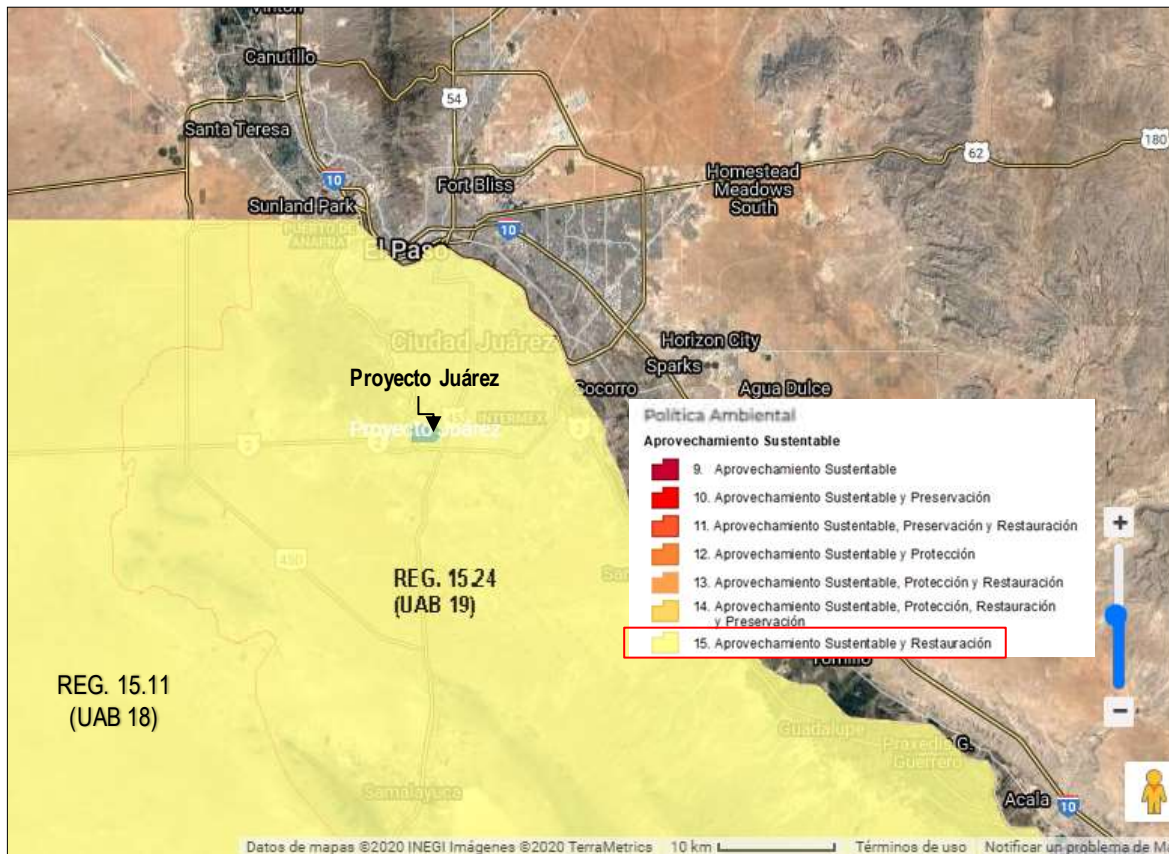


Figura IV.1. Localización de las instalaciones de la empresa en la R.E. 15.24, UAB 19.

A su vez el POEGT presenta estrategias que permitirán implementar acciones que permitan dar cumplimiento del POEGT, se rigen por tres objetivos principales dirigidas a:

- *A lograr la sustentabilidad ambiental del territorio*
- *Al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana*
- *Al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.*

A continuación, se presentan las estrategias establecidas para la **UAB 19** que se vinculan con las actividades de las instalaciones, se omiten aquellas que no tienen relación con éste:

Tabla IV.2. Vinculación de las Estrategias ecológicas del POEGT con las instalaciones.

Grupo	Estrategia ecológica	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio B. Aprovechamiento Sustentable	8. Valoración de los servicios ambientales	El predio que total que ocupan las instalaciones es de 14,276.61 m ² , que de acuerdo a la Serie Forestal IV de INEGI (2010) presenta un uso de suelo con vocación de Matorral xerófilo, no obstante, al momento se encuentra desprovisto de vegetación, por uso previo de empresa particular.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del	29. Posicionar el tema del agua como un recurso	Debido a la baja precipitación pluvial registrada en el municipio de Juárez (142.9 mm anuales) se fomenta el

sistema social e infraestructura urbana. C. Agua y saneamiento	estratégico y de seguridad nacional	aprovechamiento sustentable del recurso.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. B) Planeación del Ordenamiento Territorial	Estrategia 44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	De acuerdo a la ubicación de las instalaciones y en concordancia con los instrumentos de planeación aplicables: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), 2012 y Plan de Desarrollo Urbano Sostenible de Ciudad Juárez, 2016, las instalaciones cumplen con los requerimientos señalados en mencionados instrumentos.

Se observa que a pesar que el alcance del Programa no instruye autorizar o prohibir el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, éste orienta a que los proyectos contribuyan al desarrollo sustentable de la región.

Cabe mencionar que las actividades industriales en la UAB 19 son coadyuvantes del desarrollo, asimismo, la empresa brinda estabilidad económica y social a los habitantes de las poblaciones cercanas al sitio de estudio y de Ciudad Juárez, contribuyendo con el desarrollo económico de la región.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE JUÁREZ, CHIHUAHUA.

En agosto 22 de 2015, se expide Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Juárez, Chihuahua, con el objetivo general de elaborar el diagnóstico y zonificación para el plan municipal de ordenamiento ecológico y territorial del Municipio de Juárez, que integre el espacio en un marco de ordenamiento territorial y ecológico, estableciendo las políticas urbanas y ambientales para cada zona con la finalidad de lograr una mejor administración del territorio.

El programa de Ordenamiento Ecológico es la presentación en un sistema de información geográfica de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) y para cada una de ellas su política ecológica, lineamiento, uso del suelo, criterios de regulación y estrategias.

En este mismo sentido, se debe considerar que, en la elaboración del Programa se delimitaron polígonos dentro del centro de población proponiéndose criterios de regulación ecológica para cada polígono.

Por ello, si bien no es competencia del Programa de Ordenamiento Ecológico Local delimitar UGA con sus respectivas políticas ambientales dentro del Centro de Población, fue de común acuerdo establecer polígonos con recomendaciones ecológicas con la posibilidad de que se consideren en los programas de Desarrollo Urbano del Centro de población para que exista congruencia entre ambos instrumentos de planeación.

Al respecto, las instalaciones se localizan en un sitio destinado para Corredor Regional de Desarrollo Controlado (CR-2) de acuerdo a la zonificación secundaria del Plan de Desarrollo Urbano Sostenible de Ciudad Juárez, 2016, el cual es compatible para instalar el giro comercial pretendido.

PLAN DE DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE DE CIUDAD JUÁREZ, 2016.

La actualización del Plan de Desarrollo Urbano Sostenible Ciudad Juárez 2016 (PDUSCJ), presenta propuestas de consolidación, movilidad y accesibilidad, teniendo como objetivo general consolidar un modelo de ciudad sostenible que mejore la calidad de vida de sus habitantes y que sus estrategias se dirijan hacia el control de la expansión de la mancha urbana y la consolidación de la ciudad.

En relación a ello, las instalaciones se localizan en la Zona Urbana (U) de acuerdo a la *zonificación primaria* del Plan (Fig. IV.1), misma que es regulada por la *zonificación secundaria* indicada en el plan, planes parciales, planes maestros y planes sectoriales de desarrollo urbano correspondiente de Ciudad Juárez. Asimismo, en la zonificación secundaria las instalaciones se localizan en un sitio con los siguientes usos (Fig. IV.2):

- **CR-2** (corredor regional de desarrollo controlado).
- **H-10** (zona de uso habitacional, unifamiliar o plurifamiliar, sujeta a diferentes límites de densidad, de entre 20 y 100 viv/ha).
- **AV** (áreas verdes, las zonas con esta denominación están destinadas a convertirse en áreas verdes. Sus límites son exactos, no indicativos. Esta zona tendrá como mínimo el 90% de espacios abiertos. Por lo tanto, las construcciones autorizadas o condicionadas no son acumulables y no deberán sobrepasar el 10% del terreno).

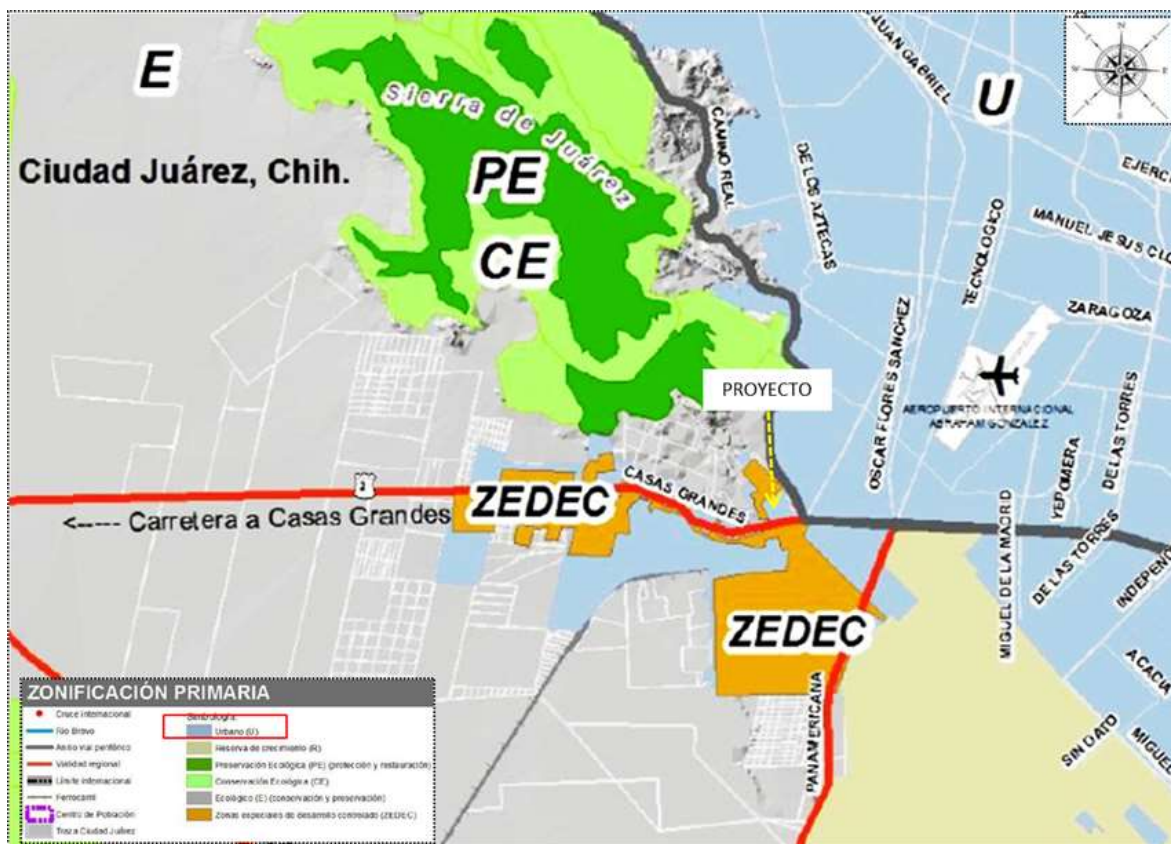


Figura IV.1. Zonificación primaria del Plan de Desarrollo Urbano Sostenible, Ciudad Juárez, 2016.

Fuente: IMIP Ciudad Juárez.

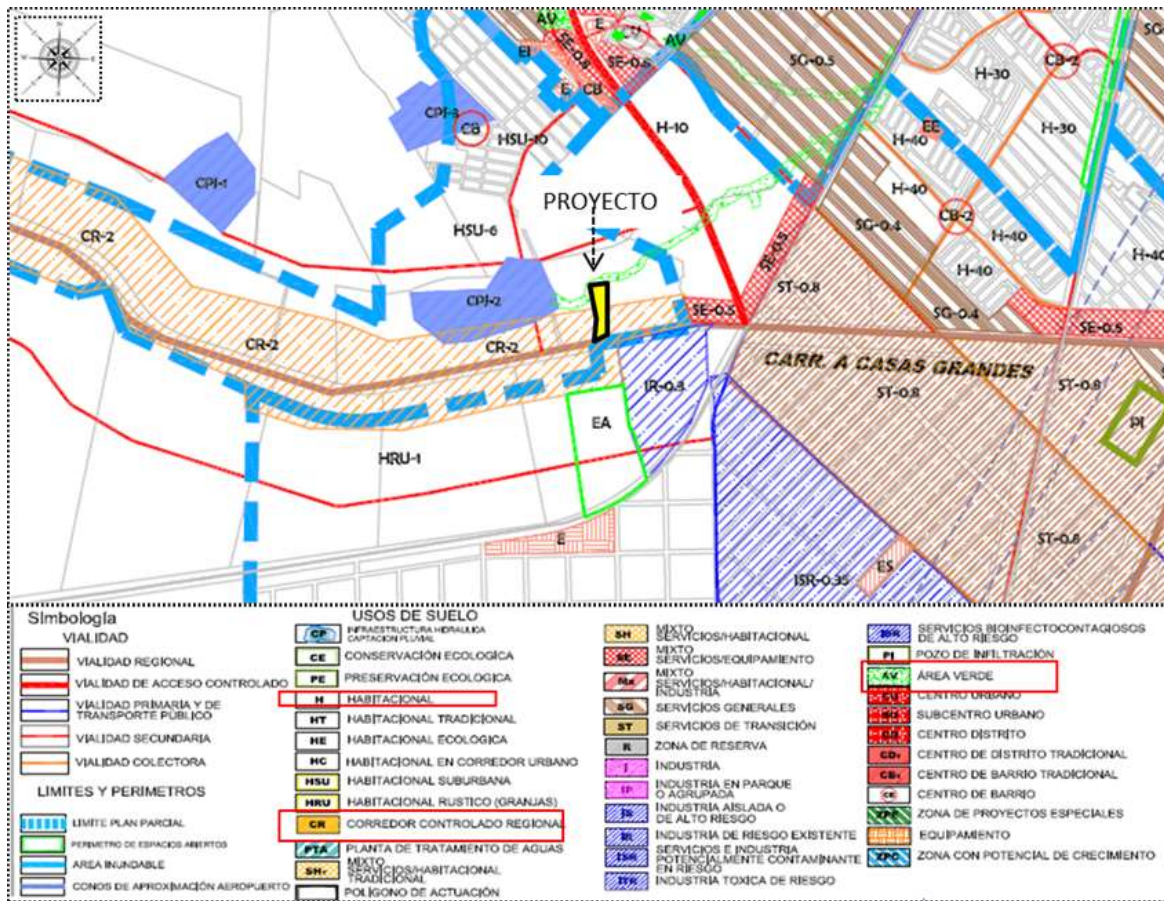


Figura IV.2. Zonificación secundaria del Plan de Desarrollo Urbano Sostenible, Ciudad Juárez, 2016.

Fuente: IMIP Ciudad Juárez.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

NIVEL 2

GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO V

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata,
Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

La planta de distribución de gas l.p. y estación de carburación, propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. se encuentran ubicadas en la carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata, Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

El día 03 de diciembre de 2020, Gas El Sobrante, S.A. de C.V. inicio operaciones de acuerdo al oficio Núm. UH-250/96129/2020, emitido por la Dirección General de Gas Licuado de Petróleo.

La planta de distribución cuenta con el título de permiso no. LP/21326/DIST/PLA/2018, que lo autoriza para distribuir gas licuado de petróleo (GLP) mediante planta de distribución y en un tanque de almacenamiento de 126,800 L de agua al 100 por ciento.

Posteriormente, el 19 de agosto de 2020 Gas El Sobrante, S.A. de C.V. ingreso ante la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, el escrito en solicitud de la modificación al Proyecto autorizado mediante el oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/6784/2018., dicha modificación hace referencia a la instalación de una Estación de Gas L.P. para Carburación Tipo B, Subtipo B1, Grupo 1 de 5,000 litros agua al 100% en el área autorizada para la Planta de Distribución de Gas L.P.

Asimismo, en repuesta al oficio antes mencionado, el 08 de octubre de 2020 la ASEA emitió la Ampliación de Plazo con No. de oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/9815/2020, en donde se establece en el RESUELVE PRIMERO - Autorizar la modificación solicitada de la Instalación de una Estación de Gas L.P. para Carburación Tipo B, Subtipo B1, Grupo 1 de 5,000 litros agua al 100% conforme lo indicado en los Considerandos IV, VI y VII, toda vez que la modificación solicitada no altera el contenido de la autorización numero ASEA/UGSIVC/DGGC/6784/2018 de fecha del 12 de junio de 2018, emitida para el proyecto con pretendida ubicación en la carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata, municipio de Juárez, estado de Chihuahua.

Cabe recalcar que la Estación de Gas L.P. para Carburación actualmente se encuentra en proceso de obtener los permisos correspondientes.

La Planta de Distribución se construyó apegándose a los lineamientos que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y condiciones seguras en su operación", editada por la Secretaria de Energía y Dirección General de Normas, publicada en el "Diario Oficial" de la Federación el día 22 de octubre de 2014, además lo señalado por el tercero transitorio de la Ley de Hidrocarburos en el cual se consideran los requisitos legales y de diseño. La planta de distribución de Gas L.P. cuenta con el dictamen No. UVSELP004-C-001-0045/2002, emitido por la Unidad de Verificación en Materia de Gas L.P. con Núm. de registro UVSELP004-C Ing. [REDACTED], fechado el 15 de octubre de 2020.

Mientras que la Estación de Gas L.P. para Carburación, cumple con los lineamientos de la norma oficial mexicana NOM-003-SEDG-2004 "Estaciones de Gas L.P. para Carburación, diseño y construcción". En cumplimiento a la normatividad aplicable, la Estación de Gas L.P. para Carburación cuenta con el dictamen No. UVSELP004-C-003-0036/2020,

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

emitido por la Unidad de Verificación en Material de Gas L.P. con Núm. De Registro UVSELP004-C con fecha del 06 de abril de 2020.

Asimismo, las instalaciones eléctricas cumplen con las disposiciones aplicables de la NOM-001-SEDE-2012, tal y como lo respalda el dictamen de verificación DVNP12S2-2021-UVSEIE 189-A/000011, emitido por la Unidad de verificación en Instalaciones Electricas con Núm de registri UVSEIE 189-A José Aberto Romo Parra, fechado el 04 de julio de 2021.

Es importante mencionar, que entre los principales factores fundamentales para las bases de diseño se consideró la selección del sitio donde se encuentra actualmente ubicada la planta. La zona donde se ubican las instalaciones cuenta con los servicios básicos necesarios para el funcionamiento adecuado de la instalación: energía eléctrica, telefonía y vías de comunicación de fácil acceso a las instalaciones, lo que permite que exista la cobertura adecuada para los puntos de venta de la empresa. Asimismo, no se localizan líneas de alta tensión y conducción de hidrocarburos, aérea o subterránea en el predio propiedad del Promovente. Se tomaron en cuenta las zonas vulnerables de población, en torno a un radio de 500 m respecto al límite de las instalaciones de Gas El Sobrante, dando como resultado las mencionadas en la siguiente tabla:

Tabla. V.1 Zonas vulnerables de población en torno a un radio de 500 m respecto al limite de las instalaciones.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/ASO)	Distancia a la instalación
Colonias	Bello Horizonte	NO	113.89 m
	La Campesina	N	289.49 m
	Granjas Polo Gamboa	Las instalaciones de la empresa se encuentran dentro de los límites de estas colonias	
	Granjas Santa Elena		

Simismo, es importante mencionar que en un radio de 500 m respecto al limite de las instalaciones, se encuentran las siguientes actividades industriales, económicas y de servicio

Tabla. V.2 Actividades industriales, económicas y de servicio en torno a un radio de 500 m.

Nombre del punto de interés	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/ASO)	Distancia a la instalación
Empresa con nave industrial	NE	34.18 m
Restaurante de mariscos	O	154.29 m
Lienzo charro	N	124.23 m
Estación de servicio 09682	E	142.54 m
TAD PEMEX	S	184.50 m
Navas estructuras metálicas, S.A. de C.V.	NE	406.37 m
Autotransportes Chamizal, S.A. de C.V.	E	271.44 m
Llantera molina		274.06 m
Autopartes Yonke		357.77 m
Compra-venta de autos	SE	381.16 m
Repuestos para autopartes	O	363.45 m
Transportadora SIMPSA	E	37.07 m
Autopartes	O	358.14 m
Estacionamiento	E	25.08 m
Transportes presurizados	O	226.19 m

Básicamente se consideró que el área no se ubicara en ninguna Área Natural Protegida (ANP) federal o estatal, además, que el uso de suelo fuera compatible con las actividades que se desarrollarían en la instalación, que se encontrara alejada de zonas densamente pobladas, además de que no existieran líneas de alta tensión ni ductos conductores de gas o de derivados petrolíferos cruzando el predio. Asimismo, el predio de las instalaciones esta alineado de acuerdo con el Ordenamiento Ecológico del Estado de Chihuahua.

Otros factores para considerarse en las bases de diseño de instalación fue la susceptibilidad eventos de tipo geológico e hidrometeorológicos. Con base a la consulta de diversas fuentes: Atlas Nacional de Riesgos, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) se identificaron diferentes tipos de riesgos naturales que son susceptibles de ocurrir en la zona donde se ubica la planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación.

- Sismicidad

La zona donde se encuentra la planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación está dentro de la zona B de la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE,2015) catalogada como de magnitud media como se muestra en la siguiente figura.



Figura V.1. Regionalización sísmica en el área de la instalación.
Fuente: Regionalización sísmica, CFE 2015, CENAPRED.

- Inundación

De acuerdo al atlas de riesgo del municipio de Ciudad Juárez el riesgo presente para la población es debido al Río Bravo, ya que que se provocan taponamientos hidráulicos generados en la desembocadura de algunos arroyos que descargan en el río, y que al no contar con estructuras de incorporación adecuadas dan origen a embalsamientos en la parte baja de sus respectivos cauces, presentándose anegamientos hasta en tanto se

incorporan los flujos al caudal en tránsito del río. Dicho lo anterior se denomina como un peligro **Alto**, por inundaciones en la zona donde se ubican las instalaciones.



Figura V.2. Peligro por inundación en el área de las instalaciones
Fuente: Índice de peligro por inundación, CENAPRED, 2017.

- Sequías

De acuerdo al CENAPRED, el área donde se encuentran las instalaciones está catalogada con riesgo **“Medio”**.



Figura V.3. Plano de presencia de sequía en el área de la instalación.
Fuente: Sequía, CENAPRED, 2017

- Heladas

Conforme a la información consultada en el CENAPRED el área donde se encuentran las instalaciones, el índice de días con presencia de heladas es **Alto** y con un grado de peligro por las bajas temperaturas **Muy Alto**.



Figura V.4. Índice de días con presencia de heladas en el área de la instalación.
Fuente: Índice de días con heladas, CENAPRED, 2017.



Figura V.5. Grado de peligro por bajas temperaturas en el área de la instalación.
Fuente: Índice de días con heladas, CENAPRED,2017.

- Ondas Cálidas

Las instalaciones propiedad de Gas El Sobrante S.A. de C.V. se encuentra en un área catalogada con un grado de peligro por ondas cálidas es **Muy Alto**, debido a que las altas temperaturas imperantes en los meses de junio a agosto, ocasionan principalmente golpes de calor en la población, siendo más vulnerables los niños y las personas de la tercera edad.



Figura V. 6. Grado de peligro por ondas cálidas en el área de la instalación.
Fuente: Grado de peligro por ondas cálidas, CENAPRED,2019.

- Nevadas

En base al CENAPRED, las tormentas de nieve son una forma de precipitación sólida en forma de copos. Un copo de nieve es 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.

En la siguiente imagen se muestra que el grado de peligro por nevadas en el área donde se encuentra la planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación es **Muy Alto**.



Figura V.7. Índice de peligro por nevadas en el área de la instalación.

Fuente: Índice de peligro por nevadas, CENAPRED, 2019.

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

Por lo que de manera general se puede resumir que la selección del sitio se basó en criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos ya que estos son los que interactúan de forma directa con las instalaciones, a continuación, se enlistan:

- CRITERIOS AMBIENTALES

- El sitio de la empresa se encuentra fuera de áreas de importancia ambiental para la conservación de los recursos naturales como ANP de competencia federal, estatal y/o municipal, AICA`s, sitios RAMSAR, Humedales, RTP y RHP.

- ✚ El uso de suelo del predio de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio es de Aprovechamiento Sustentable y Restauración, que implica la compatibilidad con las actividades productivas en la empresa.
- ✚ El predio no se encuentra en zonas susceptibles de deslizamientos, partes bajas de lomeríos, terrenos con desniveles, zonas de hundimientos u otro factor geológico que pueda afectar a la empresa.
- ✚ Las instalaciones de la empresa se localizan fuera del centro de población de Ciudad Juárez.

- CRITERIOS TÉCNICOS

- ✚ La Planta de Distribución de Gas L.P., cumple con lo dispuesto en los lineamientos que señala la NOM-001-SESH-2014 "Plantas de Distribución de Gas L. P. - Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación".
- ✚ La Estación de Gas L.P. para Carburación cumple con lo dispuesto en los lineamientos que señala la NOM-003-SEDG-2004 "Estaciones de Gas L.P. Para Carburación, Diseño y Construcción".
- ✚ La ubicación de las instalaciones es estratégica, cuenta con acceso consolidado e inmediato sobre la carretera Juárez – Casa Grandes, facilitando el suministro del gas a las comunidades más cercanas y vehículos automotores que lo requieran, principalmente al municipio de Cd. Juárez.
- ✚ No existen líneas de alta tensión mayor a 4000 V, ajenas del predio diferentes a las de la acometida eléctrica, ya sean aéreas o por ductos bajo tierra, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la planta y estación.
- ✚ En el apartado 4.2.1.26 de la **NOM-001-SESH-2014**, menciona que la distancia mínima entre elementos externos a la planta de distribución y la tangente del recipiente de almacenamiento debe ser de 100 metros, al respecto se cuenta con planométrico, que indica que se cumple con la especificación.
- ✚ Respecto a las instalaciones de la estación de gas l.p. para carburación, dan cumplimiento a las distancias mínimas requeridas con respecto a su entorno, en anexo de Planos se incluye el planométrico, que indica que dentro de un radio de 30 m de la tangente del tanque de almacenamiento no existen centros hospitalarios, lugares de reunión ni unidades habitacionales multifamiliares, cumpliendo con las especificaciones de la **NOM-003-SEDG-2004** "Estaciones de Gas L.P. para Carburación. Diseño y construcciones".
- ✚ Las instalaciones de Gas El Sobrante, cuentan con acceso consolidado que permite el tránsito seguro de los vehículos de la empresa, lo que facilita realizar maniobras a los conductores y asegura un correcto funcionamiento del parque vehicular.
- ✚ Gas El Sobrante cuenta con suficiente capacidad técnica y experiencia en el ramo de gas l.p., además de que la empresa busca que su personal cuente con la experiencia y conocimiento necesarios para una operación segura.

- CRITERIOS SOCIOECONÓMICOS

- ✚ Existe demanda de Gas L.P., en los centros poblacionales circundantes del sitio de la empresa.
- ✚ La presencia de las instalaciones del proyecto trae consigo la generación y/o estabilidad de empleos en la región, cabe mencionar que a nivel municipal el entorno económico presenta condiciones favorables para el crecimiento y desarrollo.

V.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundarias donde intervienen materiales considerados de alto riesgo.

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

La Planta de Distribución de GLP propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. – ubicada en la Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata, Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua - desarrolla un proceso operativo relativamente simple, debido a que éste no involucra reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consiste en realizar el trasvase del gas licuado de petróleo (GLP) de un recipiente a otro, limitándose a realizar el manejo del GLP a través de operaciones de trasiego. Este sistema de trasiego se considera como el conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P., construido para quedar instalado permanentemente en una planta de distribución. Dicho sistema inicia en las válvulas colocadas en los coples del recipiente de almacenamiento y termina en la punta de las mangueras de las tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo, tal como se establece en su numeral 3.59 de la NOM-001-SESH-2014.

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

- ⇒ **Semirremolque:** Estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un recipiente de almacenamiento para contener GLP, utilizado para el transporte de dicho combustible, y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga del mismo.
- ⇒ **Recipiente de almacenamiento:** Recipiente no transportable para almacenamiento de GLP, a presión, instalado permanentemente en una planta destinada a la distribución.
- ⇒ **Auto-tanque:** Vehículo que en su chasis tiene instalado en forma permanente uno o más recipientes no transportables para contener GLP, utilizado para el transporte o distribución de dicho combustible a través de un sistema de trasiego.

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

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

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

A continuación, se anexa la descripción de cada uno de los procedimientos que se llevan a cabo en las áreas operativas que integran la **Planta de Distribución de Gas L.P.**

Procedimiento de descarga de semirremolques:

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

El chofer estaciona el auto-tanque en la toma de suministro, donde el operador sigue la secuencia de las siguientes operaciones:

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

Procedimiento de llenado de vehículos de reparto 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 tanque de carburación del vehículo pasa a través de la manguera de alta presión hasta la válvula interruptora de GLP que en este caso provee el equipo con una válvula de vacío, la cual se abre en el momento que recibe la señal de vacío del mezclador, esto quiere decir que se utiliza la caída de presión relativamente constante para succionar el combustible al carburador desde el encendido hasta su aceleración total.
- ✚ La caída de presión necesaria para abrir la válvula de vacío es de 1.5 pulgadas columna de agua durante el encendido, el vacío está comunicado al convertidor vaporizador para permitir el flujo de combustible con la máquina apagada el combustible está sellado fuera del carburador, así como dentro del convertidor y de la válvula de vacío, dando un sellado triple para máxima seguridad, esto es mientras el motor no esté funcionando no habrá paso de GLP al mismo, aunque el interruptor esté abierto.
- ✚ El convertidor vaporizador es una combinación de un regulador de dos etapas, recibe combustible líquido a la presión del tanque, pasa a través de filtro de la válvula de vacío y reduce esa presión en dos etapas, la primera hasta 2.5 PSIG y la segunda a 1.5 pulgadas columna de agua.
- ✚ En el proceso de reducir la presión del flujo ascendente de aproximadamente 180 PSI en el tanque a presión de trabajo el GLP se expande para convertirse en vapor causando congelación durante el proceso físico, para compensar esto y para ayudar en la vaporización, el agua del sistema de enfriamiento de la máquina se hace circular a través de un intercambiador de calor dentro del convertidor vaporizador.

A continuación, se incluye el diagrama de bloques del proceso operativo que se desarrolla en la Planta de Distribución de GLP propiedad de GAS EL SOBRANTE, S.A. de C.V.:

Diagrama de Bloques
Planta de Distribución de Gas L.P.
"GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V."

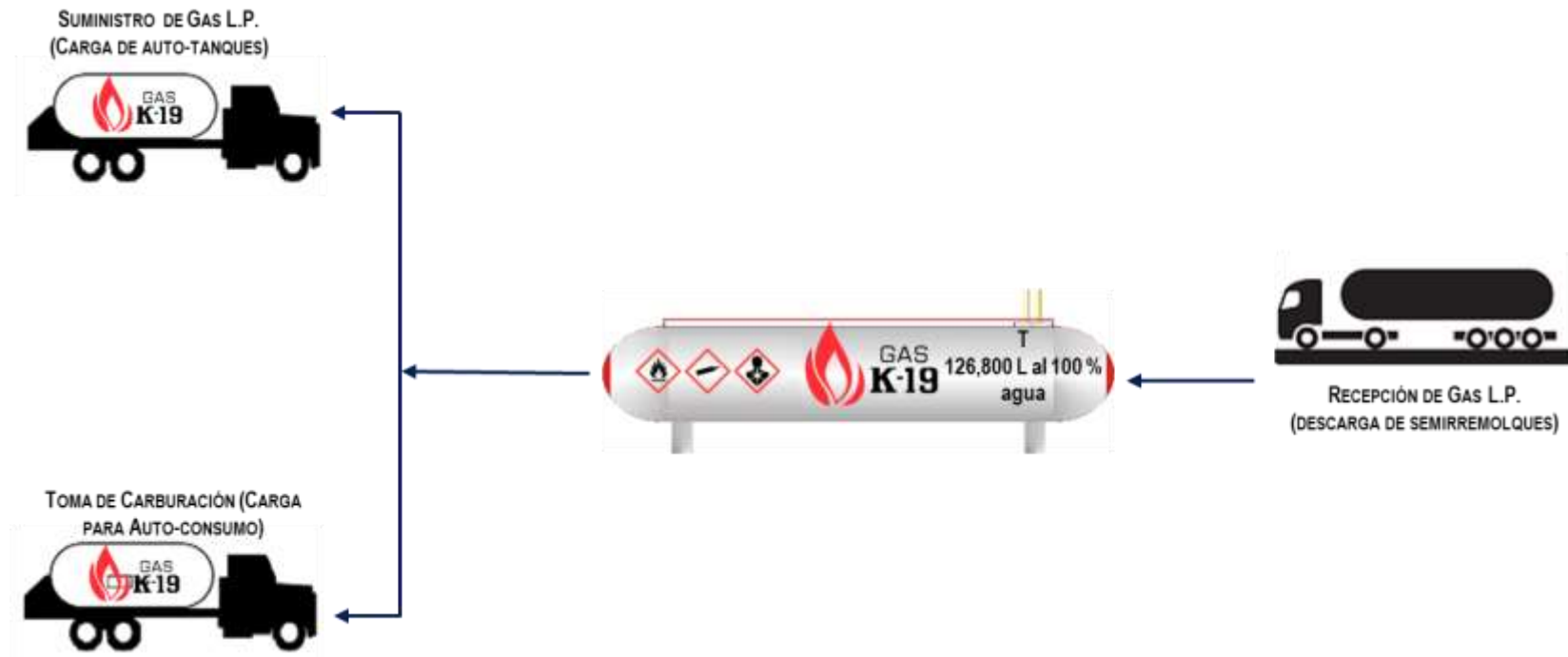


Figura V.8. Diagrama de bloques para planta de distribución.

ESTACIÓN DE CARBURACIÓN PARA GAS L.P.

El proceso que se llevará cabo en la Estación de GLP para Carburación, propiedad de GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V., con pretendida ubicación en la Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata, Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

En la instalación se desarrolla un proceso operativo relativamente simple, debido a que este no involucra reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consiste en realizar el trasvase del GLP de un recipiente a otro, lo cual también implica el almacenamiento temporal de dicha sustancia. El sistema de trasiego se considera como el *conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir GLP, construido para quedar permanentemente en una Estación*, tal como se establece en su numeral 3.32 de la NOM-003-SEDG-2004.

La operación de la Estación de Gas L.P. para Carburación, Tipo B Comercial, Subtipo B1, Grupo I debido a que contará con un almacenamiento total de Gas L.P. de 5,000 litros distribuidos en un solo tanque y será relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química.

El GLP sólo pasará de un recipiente a otro, es decir, la recepción de gas, el almacenamiento y el trasiego a los vehículos que tienen tanque de almacenamiento y usan este como combustible.

Para la compresión del proceso operativo que se lleva a cabo en la Estación de GLP para Carburación, se describen a continuación los elementos primordiales:

Recipiente de almacenamiento: recipiente no portátil sujeto a presión para GLP, instalado permanente en una Estación.

Toma de suministro: es una sección de la tubería rígida donde se conecta la manguera utilizada para suministrar GLP a los recipientes de los vehículos. En esta sección se localizan los soportes para toma, boca de toma, válvulas de corte, de exceso de flujo, de relevo hidrostático, puntos de fractura o separador mecánico, otros dispositivos de control y, en su caso, de medición.

Trasiego: operación de transferir GLP de un recipiente a otro.

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

Procedimientos de descarga de auto-tanque

- La estación de carburación recibe el Gas L.P. mediante auto-tanques cuya capacidad es de 5,000 litros al 100%, lo cual requiere de un tiempo de 20 minutos para su total descarga.
- No se contará con toma de recepción, debido a que el recipiente de almacenamiento se llenará directamente por su válvula de llenado.

- Al inicio del turno el personal de descarga revisará el espacio disponible del tanque de almacenamiento.
- Al llegar a la Estación de Carburación el auto-tanque se dirigirá a la toma de recepción, donde será recibido por el personal de operativo, éste se cerciorará de la presión del recipiente, así como de los dispositivos de medición instalados en el vehículo.
- Indicará al operador del auto-tanque donde deberá estacionarse y verificará que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.
- Tomará la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión a la que viene.
- Colocará las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo, también colocará el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.
- Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el *auto-tanque*, el operador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle al tanque de almacenamiento, para que éste alcance el 80% de su capacidad.
- Acopla la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y en color blanco.
- Posteriormente debe abrir la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- Acopla la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, para abrir la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- Abrir las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente.
- En la línea del tanque hasta la toma de recepción-suministro se deben abrir las válvulas correspondientes. Debe cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- Accionará el interruptor que pone a funcionar la bomba por medio de su motor eléctrico.
- Durante la operación de descarga, el descargador por ningún motivo se retirará y periódicamente verificará el contenido restante en el autotransporte mediante el medidor rotatorio hasta que alcance el valor deseado.
- En cuanto el medidor rotatorio marque el valor deseado, el descargador apagará el motor de la bomba.
- Cerrará las válvulas correspondientes y se desacoplará la manguera.
- Se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- Informará al operador que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

Procedimiento de llenado de vehículos

- Se estacionará el vehículo en la toma de suministro, donde el operador seguirá la secuencia de las siguientes operaciones:

- Verificará que las llaves de encendido del motor del *vehículo* no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verificará el porcentaje del tanque.
- Conectará la manguera al tanque.
- Verificará que el medidor marque “cero”.
- Abrirá la válvula de la manguera de llenado.
- No deberá haber personas a bordo del vehículo.
- Durante el llenado verificará que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación.
- En cuanto se finalice el trasiego, se cerrarán las válvulas correspondientes y se desacoplará la manguera.
- Informará al chofer que el tanque ha sido cargado y podrá retirarse.

A continuación, se incluye el diagrama de bloques de lo que es el proceso operativo de la Estación de GLP para Carburación, *tipo B, subtipo B1, grupo I*, propiedad de *GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.*

Diagrama de Bloques

Estación de Gas L.P. para Carburación

“GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.”



Figura V.9. Diagrama de bloques para la estación de carburación.

V.3. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en listados de actividades altamente riesgosas, especificando: sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

La materia prima que es utilizada para la operación de la planta de distribución y estación de carburación, es precisamente el Gas Licuado de Petróleo, definido como el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas, por lo que la única sustancia que se maneja.

La planta de distribución, cuenta con una capacidad total de almacenamiento de **126,800 L volumen agua al 100% equivalentes a 75,042.776 kg**, distribuidos en un recipiente de almacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal, especial para contener gas l.p., por lo que dicho volumen rebasa la cantidad de reporte que es de **50,000 kg** de acuerdo al Segundo Listado consideradas con Altamente Riesgosas.

Por otra parte, la estación de carburación, contará con una capacidad total de almacenamiento de **5,000 L volumen agua al 100% equivalentes a 2,959.1 kg**, distribuidos en un recipiente de almacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal, especial para contener gas l.p.

En la planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación, las operaciones se limitan al trasiego de gas, es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados. El gas que se encuentra "contenido" en la tubería se halla en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejercerá, aproximadamente de 7.0 kg/cm². Cuando el número de moléculas que se libera del líquido sea igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa están en equilibrio.

Los impactos que ejercen las fuerzas sobre las paredes de los recipientes serán expresados por unidad de área y recibirán el nombre de *presión de vapor*. Un aumento de la temperatura subirá la presión de vapor del líquido y debido a que la velocidad de las moléculas aumentará con la temperatura, pasará con rapidez al estado gaseoso.

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

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

A continuación, se presentan las características técnicas más importantes del GLP dentro de las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación propiedad de **GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.**

Tabla V.3. Características del manejo de GLP que se maneja en las instalaciones.

Planta de distribución de gas l.p.		
Sustancia peligrosa	Gas Licuado de Petróleo	
Cantidad de reporte	50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.	
Cantidad máxima de almacenamiento	Planta	126,800 L de agua al 100% (75,042.776 kg)
	Estación	5,000 L de agua al 100% (2,959.1 kg)
Flujo en operación	El flujo de operación	
Concentración de la sustancia peligrosa	De acuerdo con los datos indicados en la Hoja de Datos de Seguridad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), la composición del Gas L.P. es la siguiente: Propano – 60% Butano – 40% Etil-mercaptano – 0.0017-0.0028 ppm	
Capacidad máxima de producción	La principal actividad es la comercialización del GLP y no la producción del mismo.	
Tipo de almacenamiento	Planta	La Planta cuenta con un recipiente de almacenamiento temporal de GLP con capacidad de 126,800 litros, de tipo intemperie, cilíndricos horizontales, especiales para contener GLP.
	Estación	La estación de carburación cuenta con un recipiente de almacenamiento temporal de GLP con capacidad de 5,000 litros, de tipo intemperie, cilíndricos horizontales, especiales para contener GLP.

V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994 “Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo”, de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presentan alguna característica CRETI.

A continuación, se anexa la hoja de datos de seguridad del gas l.p.

V.5. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: características, código, o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en el mismo.

La planta de distribución, cuenta con un recipiente de almacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal con capacidad de 126,800 L de agua al 100 %, especial para contener gas l.p.

Marca	Cytta
Año de fabricación	1985
No. De serie	TP-84108
Capacidad	126,800 L
Diámetro interior	3328.34 mm
Largo total	15,570 mm
Presión de diseño	14.00 kgf/cm ²
Tara	21,000 Kg
NOM de fabricación	12/2-1969
Espesor de cabezas	9.52 mm
Espesor del cuerpo	16.66 mm

El recipiente cuenta con los siguientes accesorios:

- ✓ Un Indicador de nivel de brida tipo flotador de 4 pernos marca Rochester
- ✓ Dos medios coples para entrada y salida de gas líquido de 76 mm (3") de diámetro en la parte inferior.
- ✓ Dos medios cople para entrada y salida del gas líquido de 51 mm (2") de diámetro en la parte inferior.
- ✓ Dos medios cople para entrada y salida de gas vapor de 51 mm (2") de diámetro en la parte inferior
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas líquido, marca REGO, modelo A7537P4 de 51.00 mm de diámetro con capacidad de 568 L.P.M (150 G.P.M).
- ✓ Una válvula de exceso de flujo para gas líquido de 51 mm de diámetro, Marca REGO Modelo 3272C con capacidad de 462 L.P.M (122 G.P.M) y 1,064.83 m³/h.
- ✓ Dos válvulas de exceso de flujo para gas vapor y líquido de 51 mm de diámetro, Marca REGO Modelo 3272C con capacidad de 462 L.P.M (122 G.P.M) y 1,064.83 m³/h.
- ✓ Un adaptador múltiple multiport de válvulas de alivio de presión de 63.50 mm (2 1/2") marca Rego A8574G
- ✓ Cuatro válvulas de seguridad, Marca REGO, Modelo 3149G de 63.50 mm (2 1/2") de diámetro, con capacidad de 262 m³/h cada una.
- ✓ Dos válvulas de venteo para checar máximo llenado, una al 85% y otra para el 90% marca Rego No. 3165C
- ✓ Un manómetro rango 0 – 21 kg/cm² de 6.35 mm (1/4")
- ✓ Un termómetro de rango -50 °C a 50°C
- ✓ Una conexión soldada al tanque para cable a tierra.

Cabe mencionar que el tanque de almacenamiento fue construido en el año 1985, por lo que cuenta con su dictamen técnico de evaluación de espesores mediante la medición ultrasónica usando el método pulso-eco con No. de dictamen **UVSELP-005-A-NOM-013-09/19-212-B**, emitido por la unidad de verificación en Materia de Gas L.P. con Núm. De

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

registro UVSELP 005-A Ing. [REDACTED], fechado el 09 de septiembre de 2019.

simismo, la estación de Gas L.P. para Carburación, contará con un recipiente de Imacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal con capacidad de 5,000 L de agua al 100 %, especial para contener gas l.p. Dicho tanque contará con las siguientes características:

Marca	Pendiente
Año de fabricación	Pendiente
No. de serie	Pendiente
Capacidad	5,000 L
Diámetro exterior	1.18 m
Largo total	4.76 m
Presión de diseño	14 kgf/cm ²
Tara	1,600 Kg
NOM de fabricación	Pendiente

El tanque contará con los siguientes accesorios:

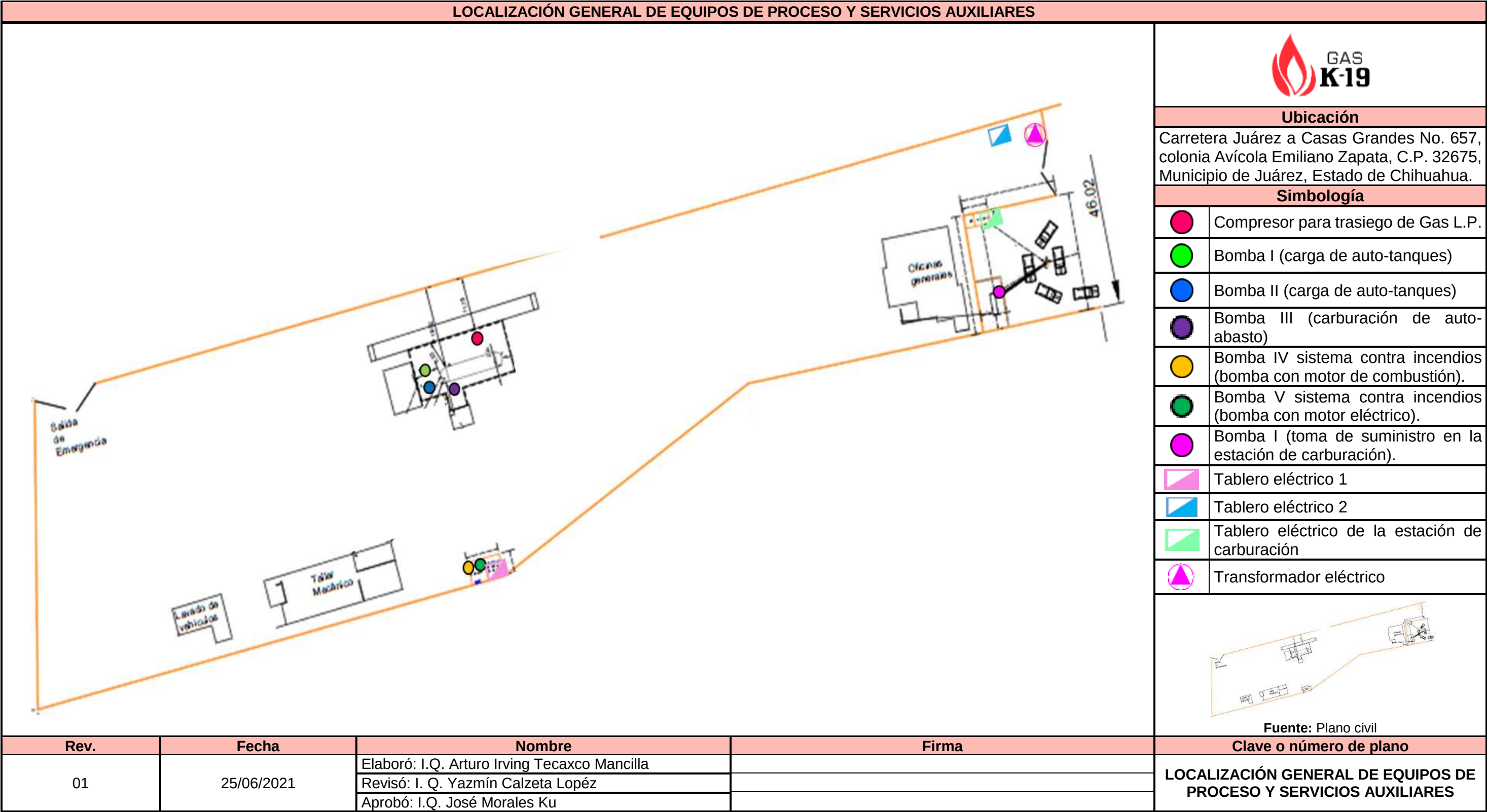
- Un indicador de nivel de brida tipo flotador de 4 pernos JT4100 B4.
- Dos medios coples de 19 mm (3/4") de diámetro donde se tienen dos válvulas de seguridad de alivio de presión.
- Un medio cople para entrada y salida de gas líquido siendo de 51 mm (2") de diámetro en la parte inferior.
- Dos medios coples para entrada y salida de gas líquido de 32 mm (1/4") de diámetro.
- Un medio cople para control a la entrada y salida del gas vapor, siendo de 19 mm (3/4") de diámetro.
- Una válvula de exceso de flujo marca REGO modelo A3292B de 52 mm de diámetro con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.).
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas y líquido de 19 mm de diámetro, Marca REGO modelo 3272C con capacidad de 76 L.P.M. (20 G.P.M.) y 195.39 m³/h.
- Una válvula de llenado de 32 mm (1 1/4") marca REGO modelo A2797-20R.
- Dos válvulas de seguridad, marca REGO modelo 3131G de 19 mm (3/4") de diámetro, con capacidad de 58.32 m³/h esta válvula al operar su desfogue, la descarga será a la intemperie, de acuerdo al área del recipiente la cuál será de 17.71 m³ se debe tener un desfogue mínimo de 112 m³/min por ello se requiere un mínimo de dos válvulas.
- Una válvula de servicio para recipiente tipo no portátil con válvula fija para nivel de líquido (máximo de llenado) marca REGO modelo 9101D.
- Una conexión soldada al tanque de tierra.

Es importante mencionar que de acuerdo a los establecido en la **NOM-013-SEDG-2002**, una vez instalado el tanque de almacenamiento, este tendrá 10 años de vida útil a partir de su fecha de fabricación antes de ser sometido a la evaluación de su espesor mediante medición ultrasónica usando el método pulso-eco; posteriormente se tendrá que revisar el grosor del tanque cada 5 años por el mismo procedimiento.

V.6. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Así mismo, anexas plano a escala del arreglo general de la instalación.

Tabla V.4.Equipos de proceso y auxiliares dentro de las instalaciones de la empresa.

Equipo	Nomenclatura del equipo	Características y capacidad	Especificaciones	Tiempo estimado de uso	Localización
Planta de distribución de gas l.p.					
Compresor	C-1	Corken 491 466 LPM	Desplazamiento: 60.3 m ³ /h	5 años	Toma de recepción
Bomba	B-1	Corken Z3500 530 LPM	Máxima presión diferencial: 8.7695 kg/cm ²	5 años	Toma de suministro
Bomba	B-2				Toma de suministro
Bomba	B-3				Toma de carburación
Bomba contra incendio	BCI-1	Bomba con motor de combustión 3500 LPM	Presión: 6 kg/cm ²	Según fabricante	Cuarto de bombas
Bomba contra incendio	BCI-2	Bomba con motor eléctrico 1650 LPM	Presión: 7 kg/cm ²	Según fabricante	Cuarto de bombas
Tablero eléctrico	T-1	Total de fuerza:27,580 w	Cuenta con interruptores termo magnéticos y arrancadores de los motores	Según fabricante	Cuarto eléctrico
Tablero eléctrico	T-2	Total de fuerza:37,500 w		Según fabricante	Entrada de la planta
Tablero eléctrico	T-3	-	Contiene interruptor principal, caja de conexiones e interruptores individuales	Según fabricante	Estación de carburación
Transformador	TR	Capacidad: Carga conectada en 220/127 v: 44,676 w Carga conectada al sistema contra incendio:7,500 w	Subestación tipo poste, montado el transformador en plataforma para poste	Según fabricante	Entrada de la planta de distribución
Estación de gas l.p. para carburación					
Bomba	B-4	Blackmer C12 Capacidad nominal : 57 LPM	Presión diferencial de trabajo: 5 kg/cm ² Tubería de descarga: 32 mm Tubería de succión:51 mm	5 años	Estación de carburación



V.7. Condiciones de operación.

V.7.1 Balance de materia

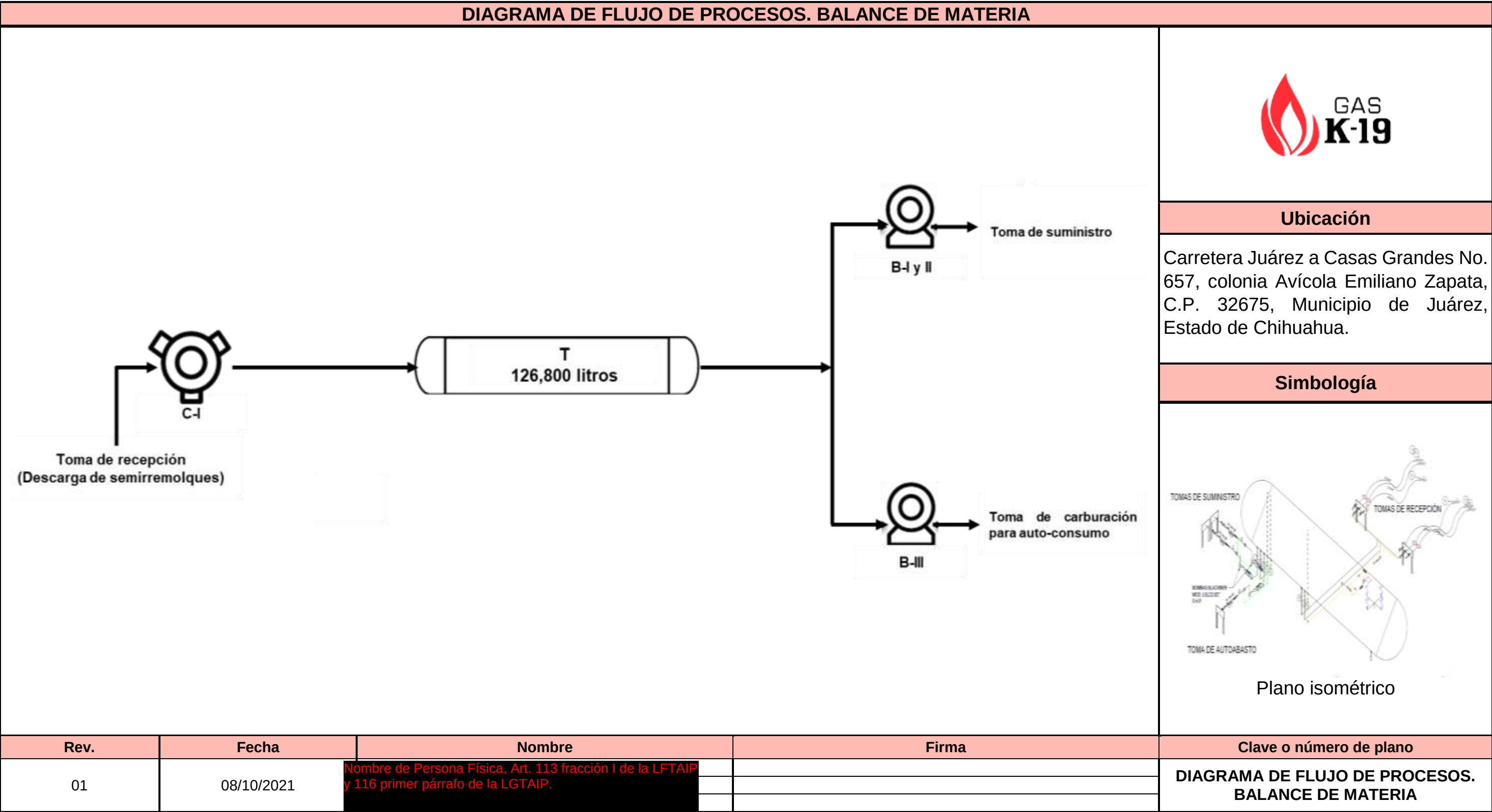
Un balance de materia se basa en los principios de conservación de la materia y la energía, asimismo sirve para determinar los flujos de las diversas corrientes con sus respectivas composiciones y temperaturas, brinda información detallada sobre el funcionamiento de los equipos dentro del proceso, incluso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

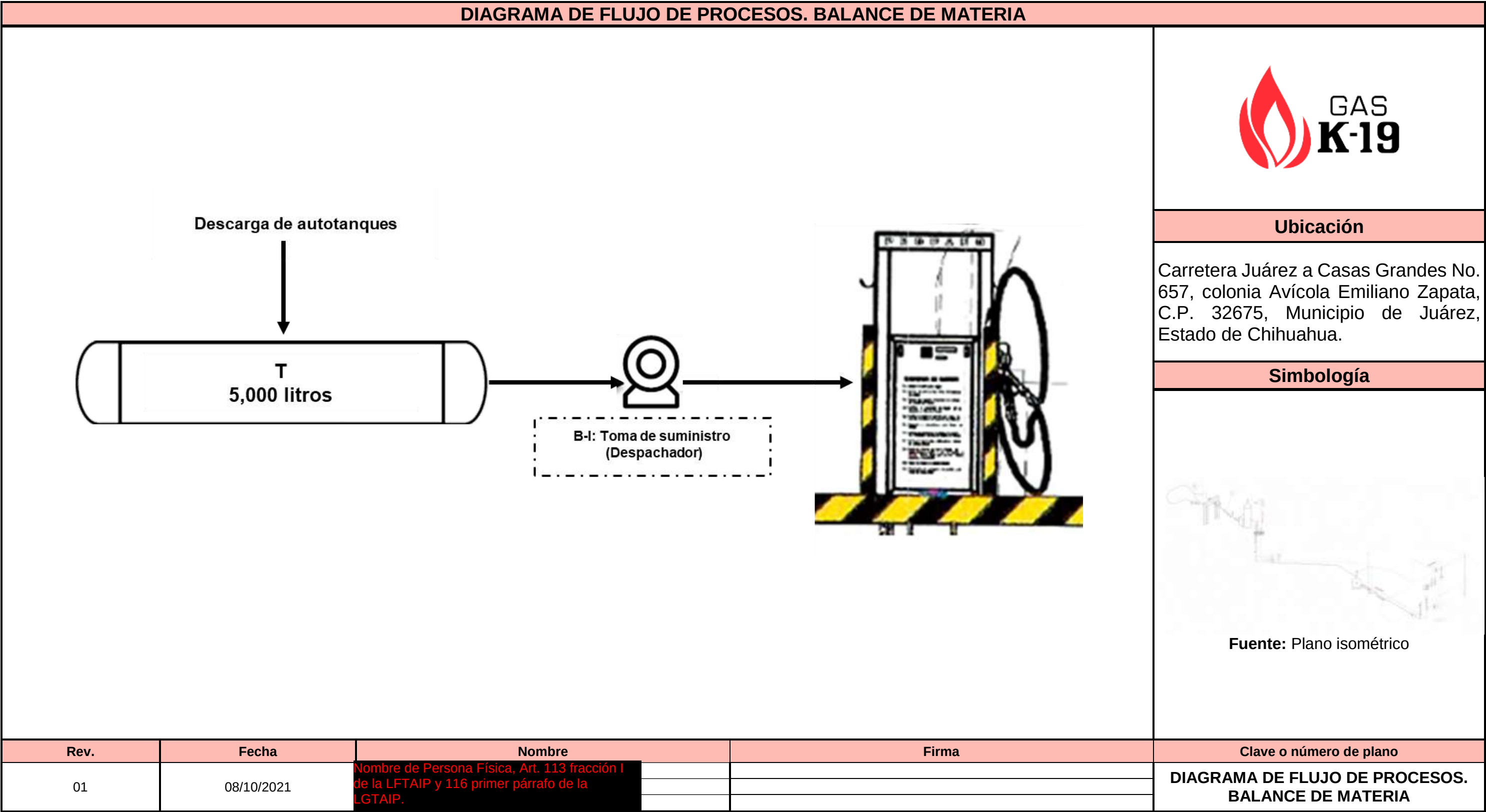
En el caso de la Planta de Distribución de gas l.p y estación de gas l.p. para carburación– propiedad de – *Gas El Sobrante, S.A. de C.V.* – como parte del proceso operativo de la misma, se llevan a cabo únicamente operaciones de *trasiego*, sin la necesidad de involucrar reacciones químicas u operaciones unitarias, asimismo no se válida la necesidad de conocer las sustancias involucradas – composición de las corrientes –, puesto que se sabe que sólo se maneja el *GLP*, siendo este de una composición de 60 – 40 molar de la mezcla de gas propano y gas butano y que dicha composición no se alterará durante las operaciones de *trasiego*.

A su vez se considera que en la recepción de *GLP*, los flujos de entrada (gas líquido) y de salida (gas vapor) serán constantes de acuerdo a la capacidad nominal del compresor. De igual forma para el suministro de *GLP* para auto-tanques se considera que los flujos nominales de las bombas son constantes, por lo que los flujos de salida de gas líquido lo serán, no obstante, no se tiene estimado el flujo de gas vapor en el caso del suministro a auto-tanques que es trasegado a los tanques de almacenamiento temporal al igual que el flujo de gas líquido de retroceso producto del by-paseo de las bombas durante el suministro.

En otras palabras, la actividad que se realiza en la planta de distribución de gas l.p. es un proceso que opera de manera semi-continua en un régimen transitorio debido a que el sistema cambiará a través del tiempo, dependiendo de la cantidad de auto tanques y recipientes transportables suministrados.

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

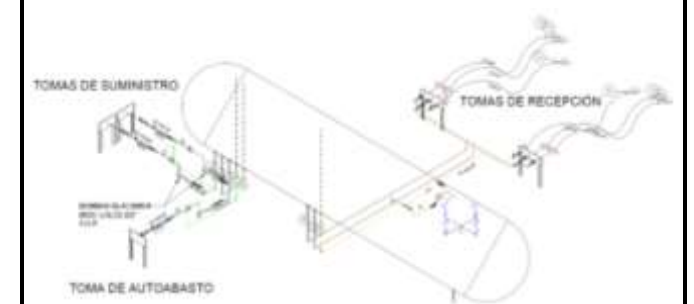
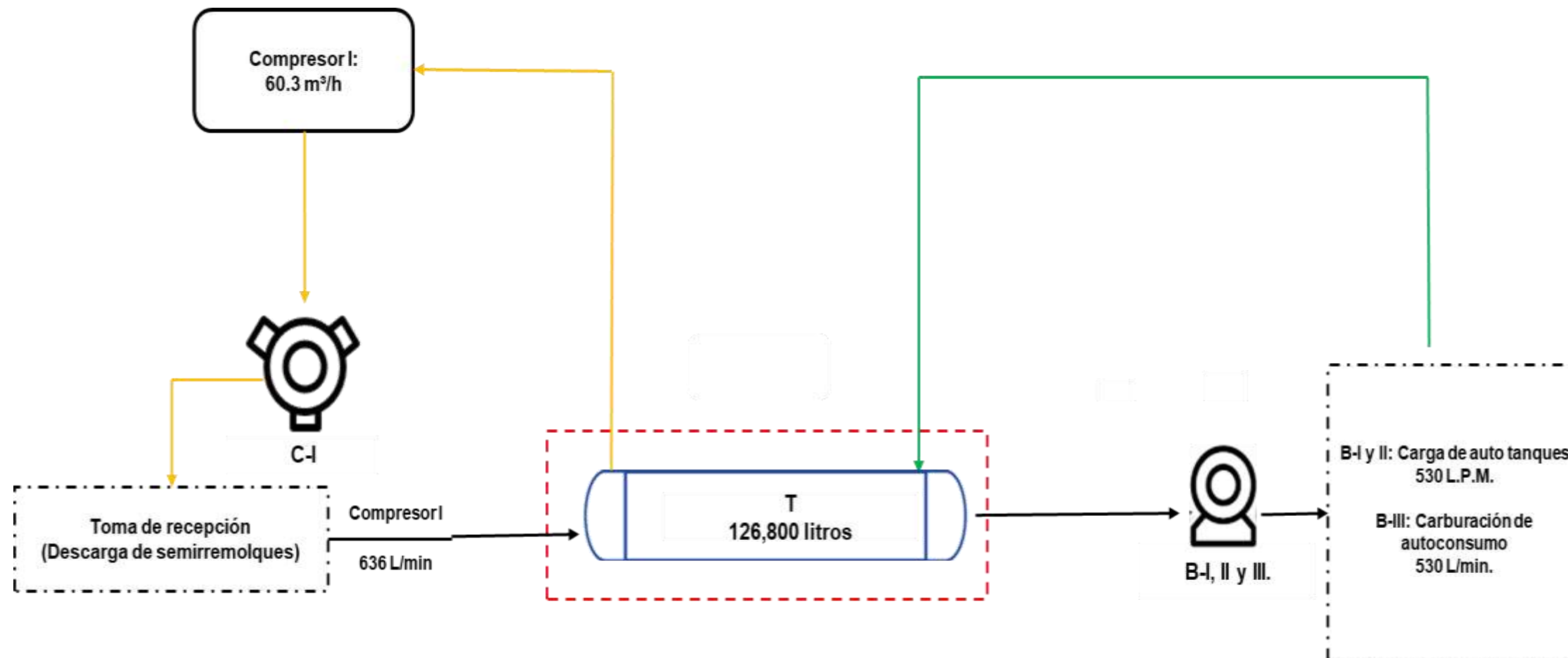




GAS
K-19

Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata, C.P. 32675, Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

	Flujo de gas – líquido
	Flujo de gas – vapor
	Flujo de gas-líquido de retorno
	Delimitación del sistema



Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	08/10/2021	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.		BALANCE DE MATERIA

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS. BALANCE DE MATERIA				
Ubicación				
Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata, C.P. 32675, Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.				
Simbología				
	Flujo de gas – líquido			
	Flujo de gas – vapor			
	Flujo de gas-líquido de retorno			
	Delimitación del sistema			
Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	08/10/2021	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.		BALANCE DE MATERIA

V.7.2 Temperaturas y presiones de diseño y operación

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

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

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

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

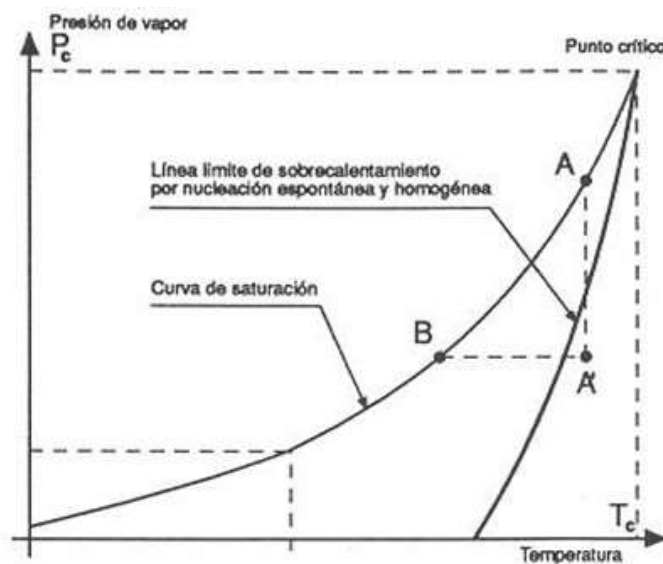


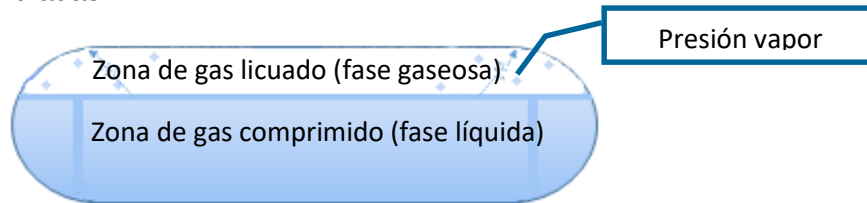
Fig. V.10. Curva de saturación presión-temperatura.

Por lo que a medida que aumente la temperatura, aumentará la presión de equilibrio, hasta alcanzarse el punto crítico, a partir del cual solo será posible la existencia de la fase gaseosa. Por ello se define la temperatura crítica como aquella temperatura máxima a la que se puede licuar un gas. Y la correspondiente presión crítica es la presión de vapor máxima que puede tener un líquido.

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

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

$T = \text{Atmosférica.}$



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

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

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

Tabla V.5. Presión mínima de trabajo de las tuberías en la Planta de Distribución de Gas L.P.

Sentido del flujo	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	Temperatura de almacenamiento
Del tanque a la toma de recepción	7 - 10	21.0	Ambiente
Del tanque a la toma de suministro	7 - 10	21.0	Ambiente
Del tanque a la toma de carburación de autoconsumo	7 - 10	21.0	Ambiente

Tabla V.6. Presión mínima de trabajo de las tuberías en la Estación de Gas L.P. para Carburación.

Sentido del flujo	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	Temperatura de almacenamiento
Del tanque a la toma de suministro	7 - 10	21.0	Ambiente

Por lo que básicamente la presión del GLP está en función de la temperatura, por lo que se esperaría un rango de presión de acuerdo a las temperaturas reportadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número 00008213 Chihuahua.

✚ Temperatura máxima normal (anual): 27°C

✚ Temperatura media normal (anual): 19.2°C

- Temperatura mínima normal (anual): 11.5 °C Con base en los datos anteriores, se puede calcular la presión en función de la temperatura:

Presión de vapor en función de la $T_{\text{máx}}$: 5.3852 bar

Presión de vapor en función de la T_{med} : 4.7012 bar

Presión de vapor en función de la $T_{\text{mín}}$: 3.7492 bar

Las principales áreas donde se **maneja** el gas l.p. son:

- Tomas de recepción (descarga de **semirremolques**).
- Tomas de suministro (suministro a **auto-tanques**).
- Zona de almacenamiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. (un recipiente de almacenamiento con capacidad de 126,800 L de agua al 100 %).
- Zona de almacenamiento de la Estación de Gas L.P. para Carburación (un recipiente de almacenamiento con capacidad de 5,000 litros agua al 100 %).
- Toma de suministro de la Estación de Gas L.P. para Carburación.

V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

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

En las **instalaciones** se cuenta con tres corrientes:

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

V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).

En la planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación, no se realiza proceso alguno, ya que la operación se resume al almacenamiento y trasiego de Gas L.P., dentro de la cual no existe reacción química, aunque si, cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

El gas l.p. sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a auto-tanques para el suministro a los usuarios. Por lo que las características del régimen operativo de la instalación es semicontinuo.

V.8 Diagramas de tuberías e instrumentación (DTI'S) con base a la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

En la sección de anexos, se encuentran los planos de la planta de distribución de GLP y estación de GLP para carburación.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

NIVEL 2

GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO VI

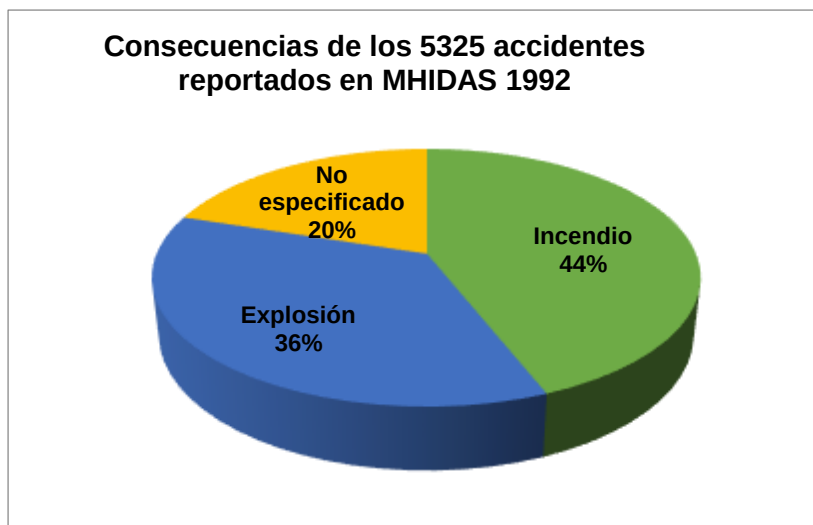
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS



Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata,
Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

VI.1. Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, las sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.

De acuerdo a la MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) de julio de 1992 se reportaron 6128 casos de incidentes de los cuales 5325 resultaron accidentes donde 940 involucraron gas licuado presurizado es decir que el 17.65 % de los accidentes involucraron gas licuado. A continuación, se presentan los datos más relevantes de acuerdo al "Historical Analysis of Accidents in Chemical Plants and in Transportation of Hazardous Materials"

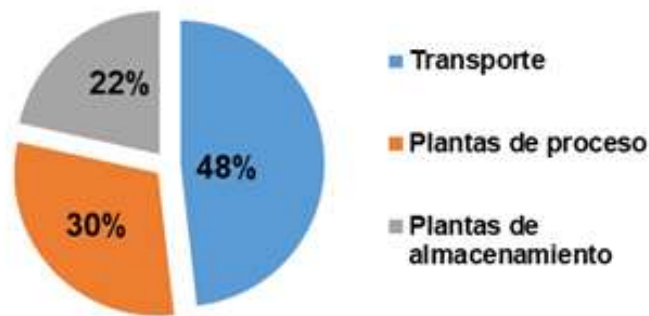


A su vez los incendios y explosiones se pueden dividir en:

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

De los incendios reportados no se pudo determinar qué tipo de incendio ocurrió en el 85 % de los casos, mientras que el 36 % de los casos de explosión no se pudo determinar el tipo. Aproximadamente en el 98 % de los casos reportados se conoce el origen de los cuales se pueden distribuir de la siguiente manera:

Origen de incidentes reportados en MHIDAS 1992



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

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

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

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

Causas comunes	Causas específicas
Falla mecánica (21 %).	Fuga de válvula 16.7 %.
	Sobrepresión 11.8 %.
	Falla metalúrgica 8.4 %.
	Sobrecalentamiento.
	Sobrecarga.
	Corrosión.
	Fallo de soldadura.
	Fatiga.
	Uso de materiales incompatibles.
	Fallo en acoplamiento o brida.
	Fallo en manguera.
Impacto (27 %).	Vías de ferrocarril 35.2 %.
	Carreteras 25.1 %.
	Otro vehículo 12.7 %.
	Objeto pesado.
	Proyectil.
	Grúa.
	Equipo de excavación.
	Colisión entre barcos.
	Colisión entre barco y tierra.

Error humano (11 %).	Operación en general 32.7 %.
	Procedimientos 18.4 %.
	Administración 5.8 %.
	Sobrellenado.
	Accidente de en drenaje.
	Venteo accidental.
	Mantenimiento general.
	Fallo por aislamiento/drenaje antes de desacoplamiento.
	Comunicaciones.
	Error de diseño.
	Error en la instalación.
	Error en la construcción.
Falla de instrumentación.	Falla controlador.
	Falla indicador.
	Falla de alarma.
	Falla del sistema de bloqueo.
Falla de servicios.	Falla del sistema de control por computadora.
	Fallo en el servicio de electricidad.
	Fallo en el servicio de agua.
	Fallo en el servicio de gas.
	Fallo en el servicio de vapor.
	Fallo en el servicio de aire comprimido o nitrógeno
	Fallo en el servicio de aire para instrumentos.
Reacción violenta.	Combustión interna.
	Explosión confinada.
	Reacción fuera de control.
Eventos externos (12 %).	Incendio exterior.
	Explosión exterior.
	Terremoto.
	Falla del terreno o erosión.
	Inundación.
	Rayos.
	Viento huracanado.
	Temperaturas extremas.
	Sabotaje.
Condiciones anormales	-----

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

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

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

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

ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES.

No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	1984	San Juan Ixhuatepec, Ciudad de México	Explosión de varios de los contenedores de gas LP que produjo un incendio de una magnitud tal que los efectos continuaron manifestándose durante varios días posteriores, aún en la zona residencial aledaña. El accidente ocurrió a 20 km hacia el norte de la ciudad de México donde Pemex tenía un almacenamiento y centro de distribución grande de GLP.	Gas LP. Todos los tanques contenían esencialmente propano y butano presurizados.	2 esferas de 2,400m³. 4 esferas de 1,600m³, 4 cilindros de 270m³. 14 cilindros de 180m³, 21 cilindros de 36m³. 6 cilindros de 54m³. 3 cilindros de 45m³. El cuarto de control, la casa de bombas y las bombas contraincendios.	No existe información clara que explique el inicio del accidente. Se cree que uno de los contenedores de 54 m³ fue sobrellenado y produjo una ruptura en una tubería de 20 cm de diámetro conduciendo el gas de alimentación que venía desde refinerías remotas. Los registros definitivamente mostraron una disminución en la presión iniciando a las 5:10 am.	La explosión dejó un cráter de 200 m de radio con, oficialmente, 503 personas muertas y 7,000 heridas y con cerca de 1 km de radio de afectación a viviendas.	Se activó el plan de emergencia de la planta incluyendo a la refinería cercana, con el monitoreo de la nube de gas, se activó el plan de emergencia externo que incluye al cuerpo de bomberos municipal, las autoridades municipales y la policía. Se evacuó al personal no necesario para las operaciones de respuesta de emergencia.	López-Molina, Antioco, Vázquez-Román, Richart, & Díaz-Ovalle, Christian. (2012). Aprendizajes del Accidente de San Juan Ixhuatepec-México. <i>Información tecnológica</i> , 23(6), 121-128. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000600013
2	1986	Tabasco, México	Escape tóxico.	Gas L.P	Información no disponible	Fuga en una tubería de gas natural cerca de Cárdenas.	Dos personas intoxicadas, y más de 20,000 evacuadas.	Información no disponible	Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. CENAPRED 2014.
3	1997	Tijuana. México.	Compañía de Gas de Tijuana centro de distribución en el boulevard Lázaro Cárdenas sin número y boulevard Federico Benítez López, delegación La Mesa.	Propano.	Planta de distribución de gas licuado.	Las tuberías, incluyendo la tubería de expansión, que era parcialmente subterránea, se rompieron como consecuencia de la corrosión externa. Esto causó varias fugas de gas licuado en el suelo.	Falleció un trabajador y otro sufrió lesiones considerables.	Información no disponible	Gaceta Parlamentaria, Número 3875-VI.

No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
4	2015	Cuajimalpa, México	Explosión de una pipa con Gas L.P.	Gas L.P	Hospital de Maternidad Cuajimalpa, D.F	Fuga en una manguera de la pipa, muy cercana a la pipa, en una válvula” generando una nube de gas.	3 muertos y 39 personas hospitalizadas, 18 reportadas como graves y la destrucción del 70% de la instalación del hospital de maternidad.	Al detectarse la fuga se da aviso al cuerpo de bomberos y se comenzó a evacuar al hospital. Ocurre la explosión, pero no todas las personas logran ser evacuadas. Los bomberos combaten el fuego y se localizan víctimas.	Redacción por periódico el “ECONOMISTA”. 31 de enero de 2015. https://www.eleconomista.com.mx/politica/Cronologia-de-la-explosion-en-el-hospital-de-Cuajimalpa-20150131-0010.html
5	2019	Saltillo, Coahuila	Explosión de cilindro de gas de 20 kg.	Gas L.P	Área de muelle de llenado de cilindros de la gasera Gon Gas.	Debido a las malas condiciones del cilindro (oxidado y viejo) hubo un desprendimiento de la base del tanque de 20 kilos.	Una persona lesionada, presentó heridas de primer grado por congelamiento.	El accidente fue reportado al 911, y al lugar acudieron unidades de protección civil y bomberos los cuales brindaron primeros auxilios al lesionado.	Redacción del periódico “EL UNIVERSAL” fechado 30 de junio 2019. https://www.eluniversal.com.mx/estados/captan-momento-en-que-explota-tanque-de-gas-trabajador-en-saltillo
6	1998	México	Liberación de butano en una instalación de gas licuado.	Butano. Cantidad implicada: aproximadamente 150 L.	Planta de suministro de gas licuado	Falla en una válvula de sobre flujo causó la liberación de cerca de 150 l de butano líquido. Las bombas de alimentación de gas licuado estaban fuera de operación también, de modo que en las condiciones de temperatura externas (aproximadamente -5 C°) la presión sobre la válvula de sobre flujo era solo la presión estática de la tubería de gas licuado. Por lo tanto, la función de apertura de la válvula no estaba activada.	Las características del daño (una grieta con una longitud de 12 milímetros) y daños a la instalación.	Después del inicio dela falla (accidente), las válvulas de cierre fueron cerradas y el gas remanente fue enviado al quemador. La válvula de sobre flujo defectuosa fue retirada y la tubería fue bloqueada con una brida ciega. Fuera de la instalación, los caminos fueron bloqueados y se llevaron a cabo mediciones de gas.	—

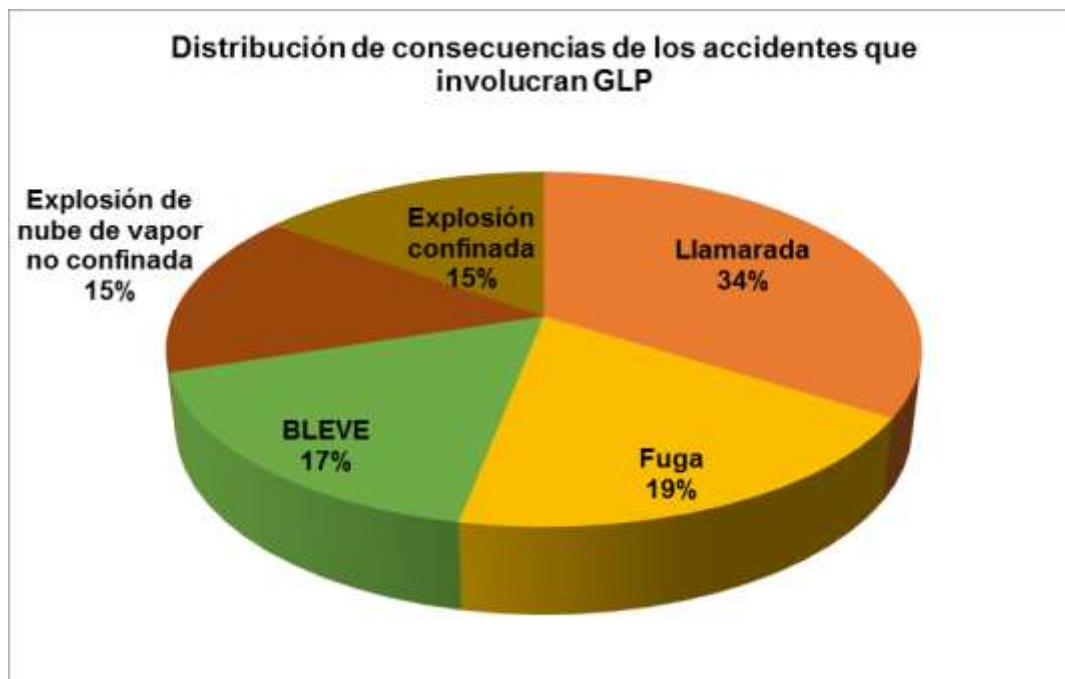
No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
7	1996	México	Liberación de butano licuado (Gas LP) de una tubería de 6" instalada debajo de un tanque esférico vacío de 6000 m³	Butano comercial. No está claro qué cantidad estuvo implicada. Los primeros datos de la compañía indican 70 toneladas de las cuales 30 toneladas fueron liberadas antes del incendio (ignición de la nube).	Tubería de 6" instalada debajo de un tanque esférico vacío de 6000 m³	Actualmente, la hipótesis es que la válvula que conectaba la tubería (abierta a la atmósfera) con el rack de tuberías se abrió espontáneamente, o que la causa del accidente fue una falla del mecanismo de control de la válvula.	Los efectos fueron sobre todo debidos a la radiación y la sobrepresión, causada por la deflagración, aparte de las estructuras afectadas dentro de la nube en el momento de la explosión, 18 personas fueron afectadas, de las cuales, 3 fueron particularmente afectadas por la radiación y 4 por la sobrepresión. Los más seriamente afectados fueron dos trabajadores quemados, que estaban a aproximadamente 50 - 70 metros de distancia del fuego, uno de los cuales murieron como consecuencia de las quemaduras. Los daños a los edificios próximos, el edificio de la estación de llenado con los serios daños estructurales, oficinas con grietas en las paredes, ruptura de ventanas a 120 metros de distancia de la compañía.	Por una parte, el plan de emergencia interno de la compañía fue activado, el cual preveía la evacuación y la activación de diversas salvaguardias, como los sistemas de enfriamiento de los tanques, algunos de los cuales fallaron. Por otra parte, el plan de emergencia externo fue activado, lo que significó que los oficiales públicos bloquearan el acceso en un área de 350 m alrededor de la compañía y la evacuación de las compañías en esta área.	—
8	2001	México	Liberación de Gas LP en fase gas de la conexión de una de dos válvulas de seguridad.	Gas L.P.	Tanque de almacenamiento No. 1, ubicado en la granja de tanques de Gas LP. la cual consiste de 4 tanques horizontales con una capacidad de 300 m³ cada uno y de 3 tanques horizontales de 200 m3 cada uno; para una capacidad total de almacenamiento de 1800 m³.	La liberación de Gas LP ocurrió durante las operaciones de desmantelamiento de una de las dos válvulas de relevo para realizar la prueba periódica de eficiencia. La presión en el tanque fue de 18 bars. Cerca de las 11am., después de inhabilitar la válvula, un trabajador de mantenimiento comenzó a desatornillar la válvula. En un momento durante el aflojamiento de la conexión de la válvula y la tubería de descarga a la que estaba conectado, estas fueron proyectadas y comenzó la liberación violenta de Gas LP en fase gas del tanque. La liberación continuó sin algún otro suceso asociado hasta que la brigada de bomberos municipal interrumpió la liberación sellando la base de la válvula. De acuerdo con el gerente de seguridad de la compañía, aproximadamente 12.5 toneladas de Gas LP fueron liberadas.	El accidente causó daño a los dispositivos de seguridad del tanque y la pérdida de 12.5 toneladas de Gas LP.	Inmediatamente alerto al gerente de almacenes quien activó el procedimiento de alarma del plan de emergencia interno. Considerando el resultado de la investigación técnica realizada la compañía decidió sustituir la válvula ensamblada; y todas las válvulas semejantes instaladas en los demás tanques. La instalación fue cerrada por la autoridad judicial local competente y posteriormente se llevó a cabo una investigación técnica	—

No.	Año	Ciudad/ País	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
9	2002	México	Ruptura de una válvula de bola instalada en la tubería de descarga del tanque.	Gas LP. Cantidad liberada: 15,000 a 16,000L, correspondientes a un total de 120m³.	Almacenamiento de Gas LP En 4 tanques aislados con una capacidad de 150 m³, cada uno.	La válvula era vieja; el desgaste en la cuerda de la rosca de la válvula causó la liberación del Gas LP en fase líquida. La válvula nunca había sido revisada.	Se formó una nube de gas. No hubo ningún efecto inmediato porque la nube no se incendió	Se activó el plan de emergencia de la planta incluyendo a la refinería cercana, con el monitoreo de la nube de gas, se activó el plan de emergencia externo que incluye al cuerpo de bomberos municipal, las autoridades municipales y la policía. Se evacuó al personal no necesario para las operaciones de respuesta de emergencia. Posteriormente, las válvulas similares fueron substituidas también en los otros tanques, las nuevas válvulas instaladas tienen un diseño mejorado de seguridad (una mejor tecnología).	—

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



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



- VI.2. Con base en los DTÍ's de la ingeniería de detalle, identificar los riesgos de áreas de proceso, almacenamiento, transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de riesgo y Operabilidad (HAZOP); Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) con Árbol de fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o combinación de ésta, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, es necesario sustentarse técnicamente.**

Para la Identificación y Evaluación de los Posibles Riesgos que pudieran ocurrir durante las operaciones que se desarrollan en la planta de distribución y estación de carburación, a través de las distintas áreas que las conforman, tales como: recepción del gas, almacenamiento, suministro a auto-tanques y carburación para autoabasto para el caso de la planta de distribución; y para la estación de carburación, la zona de almacenamiento y toma de suministro se utilizaron diferentes métodos cuantitativos y cualitativos bajo el siguiente esquema:

- A. Análisis preliminar de peligros.** En esta etapa se identifican de manera preliminar los factores de peligro y peligros potenciales de las instalaciones, reconociendo las sustancias peligrosas, condiciones de operación y posibles peligros inherentes a la naturaleza de cada instalación, así como las salvaguardas, medidas de seguridad y protecciones consideradas para cada una de las áreas que conforman las instalaciones.
- 1. Reconocimiento del ámbito de estudio.** En esta etapa se describirán las actividades que son parte del proceso operativo de las instalaciones, asimismo las sustancias químicas peligrosas – que en este caso sólo es el gas licuado de petróleo – y las áreas operativas que integran las instalaciones.
 - 2. Identificación de factores de peligro y peligros potenciales.** Con base en las características y/o condiciones en la operación de las instalaciones, así como las propiedades físicas y químicas del gas licuado de petróleo (GLP), se hallarán aquellos factores de mayor relevancia por el **peligro** que estos implican. Asimismo, se describirán las características de los escenarios posibles de riesgo potenciales en las instalaciones.
 - 3. Lista de verificación.** Como parte del análisis preliminar de peligros, la lista de verificación identificará los aspectos que se encuentran fuera de las especificaciones exigidas por la normatividad correspondiente y aspectos técnicos aplicables.
- B. Identificación de peligros y evaluación y análisis de riesgos.** Con base en los planos de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio de las instalaciones, así como en sus procedimientos de operación, se lleva a cabo la evaluación de los riesgos en cada una de las áreas operativas y se utilizará el **Método What If...? (método cualitativo)**, la evaluación de cada los peligros identificados se realizará con base en el análisis preliminar de peligros, así como en la experiencia y antecedentes de riesgo en instalaciones similares.
- C. Determinación de los escenarios de riesgo.** Cada uno de los peligros evaluados para la identificación de riesgos dentro de la metodología What if...? se clasificarán por medio de una matriz de riesgos donde se identificarán, por medio de la jerarquización, los posibles escenarios o incidentes en las áreas del proceso.

- D. Descripción detallada de los escenarios de riesgo.** Los escenarios de riesgo son una descripción de las causas iniciales y consecuencias de eventos indeseados, en otras palabras, la descripción de eventos de liberación de Gas LP (material con peligro inherente) y que den lugar a **radiación térmica y ondas de sobrepresión**.
- E. Análisis detallado de frecuencias.** Siendo identificados escenarios de riesgo de las *instalaciones* por medio de un método cualitativo, se empleará el método cuantitativo conocido como **Análisis de Árbol de Fallas** para la caracterización de los eventos más probables, pero de menor daño, y el evento de mayor daño (catastrófico) pero de menor probabilidad de ocurrencia, de acuerdo con la cuantificación y verosimilitud de los eventos en términos de probabilidad.
- F. Descripción de los modelos de consecuencias.** Explicación de los modelos de evaluación de consecuencias presentes en el análisis de riesgo por radiación térmica (incendios, bola de fuego) y sobrepresión (explosiones de nubes no confinadas, explosión BLEVE) del GLP.
- G. Análisis de consecuencias.** En este punto se realizará la evaluación de las consecuencias, en donde se calculará la cantidad de GLP liberado a la atmósfera, responsable del evento de riesgo, y con esto calcular la energía liberada en forma de **radiación térmica y/o sobrepresión**. Para cuantificar los efectos de cada uno de los escenarios de riesgo se utilizará la paquetería disponible en el software **SCRI – Fuego**.
- H.** Determinación de las zonas de salvaguardas conforme a los resultados obtenidos en las simulaciones.

A) Análisis preliminar de peligros.

1. Reconocimiento del ámbito de estudio.

Para la identificación de los riesgos ambientales, se inicia con el conocimiento profundo de los peligros que pueden ser la fuente del riesgo dentro de las instalaciones – *Planta de Distribución de GLP y Estación de Gas L.P. para carburación*– de acuerdo con las actividades que en estas se llevan a cabo, así como los elementos que integran las mismas. El objetivo reside básicamente en identificar los sucesos que, en caso de presentarse, tienen el potencial de desencadenar un daño ambiental, y cuyas dimensiones sobrepasen los límites de la instalación puesto que inherentemente dichas actividades y/o elementos son susceptibles a éste.

El presente análisis reside en la plena identificación de peligros, el cual es el paso más decisivo dentro del Análisis de Riesgo, puesto que la omisión – independientemente del motivo porque se suscite – generaría no sólo la omisión, sino que también impediría su estudio y el posible control o manejo de éste, con el fin de minimizar los efectos derivados del mismo en el caso de que resultase efectivo éste.

Por lo anterior, para el estudio del o los riesgos; es de vital importancia la identificación de los peligros inherentes al proceso operativo de las instalaciones objeto del presente estudio.

Con base en las afirmaciones anteriores se hace necesaria, primeramente, la descripción del gas licuado de petróleo (GLP), así como su uso y manejo además de sus propiedades físicas y químicas.

El GLP, 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, el cual es un gas licuado a presión, que en condiciones normales de presión y temperatura sería un gas.

Según señala Petróleos Mexicanos (PEMEX), el GLP es una mezcla de hidrocarburos la cual está compuesta en su mayoría por propano y butano – de acuerdo a lo reportado en la hoja de datos de seguridad de PEMEX, la composición obedece a un porcentaje en molar del 60:40 de propano y butano respectivamente.

El GLP. forma mezclas inflamables con el aire si se encuentra cerca de algún punto de ignición y más peligroso aún en concentraciones que oscilan aproximadamente entre el 2% y el 10%. Por consiguiente, puede constituir un riesgo de incendio y explosión, si se almacena o se utiliza incorrectamente.

Análisis de las instalaciones.

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

- **Tomas de recepción semirremolques:** en ésta se lleva a cabo la descarga de semirremolques que transportan el GLP. La descarga se lleva a cabo por la inyección de vapor a través de un compresor C-1.

- **Área de almacenamiento:** Cuenta con un recipiente para la guarda temporal de GLP con capacidad de 126,800 litros al 100 % agua.
- **Área de suministro a auto-tanques:** se realiza el trasiego de GLP del tanque de almacenamiento a auto tanques. Se dispone de un par de tomas de suministro de líquido para efectos de realizar el llenado mediante bomba de auto-tanques es decir con la B-I y B-II.
- **Toma de carburación de autoconsumo:** se dispone de una boca toma para realizar el suministro de Gas L.P. a vehículos automotores del público en general. El Gas L.P. se suministra en fase líquida con el uso de la bomba B-III a través de un dispensario.

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

- **Sistema contra incendio.** Está compuesto por elementos para el almacenamiento de agua, así como dos bombas (una eléctrica y una de combustión interna) y tuberías, formando redes que sirven para conducir el suministro de agua para hidrantes y el sistema de aspersión de los recipientes de almacenamiento de GLP.
- **Transformador eléctrico.** El cual estará protegido con apartarrayos autovalvulares 12 kV.
- **Cuarto eléctrico.** Se dispone de un área donde se encuentra un cuarto con materiales incombustibles, con la finalidad de resguardar los tableros eléctricos de la planta. Los tableros son los equipos de distribución de energía eléctrica a los equipos de proceso, auxiliar y anexos.

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

ESTACIÓN DE CARBURACIÓN PARA GAS L.P.

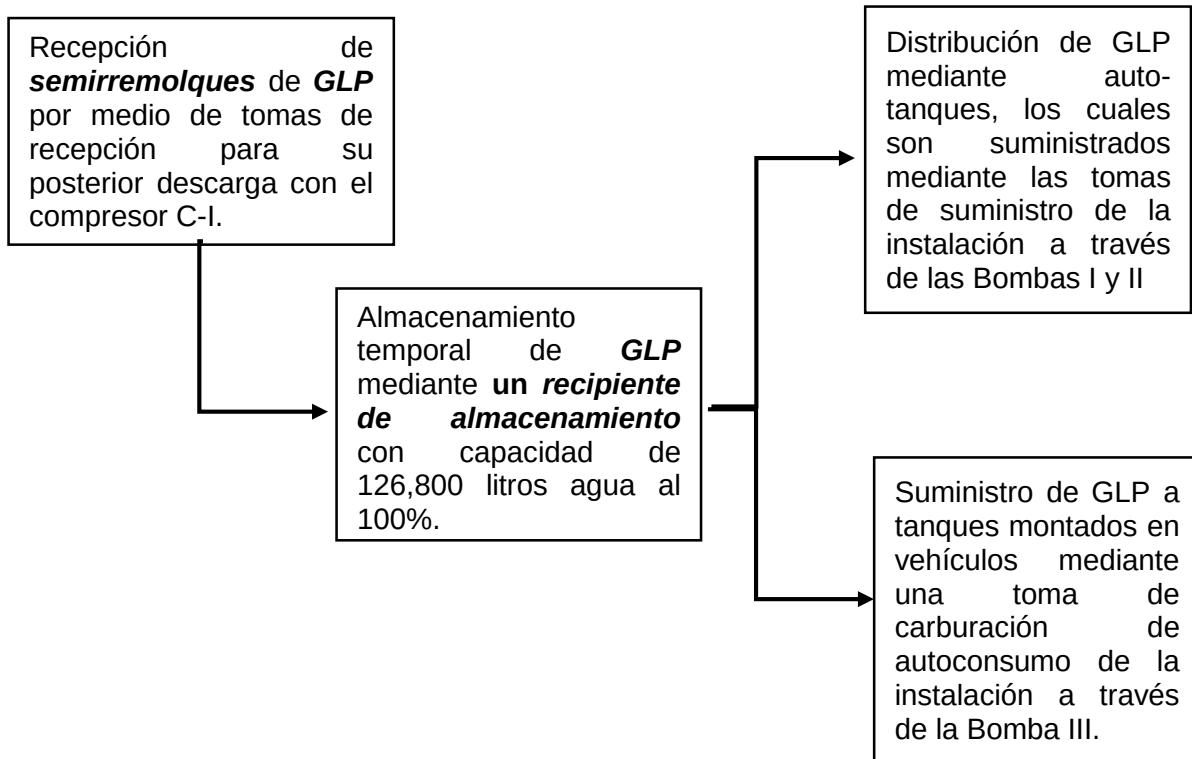
La Estación de carburación para gas l.p., contará con las siguientes áreas operativas, en las cuales llevarán a cabo operaciones de trasiego y guarda temporal de GLP siendo éstas las siguientes:

- **Área de almacenamiento:** Contará con un recipiente para la guarda temporal de GLP con capacidad de 5,000 litros al 100 % agua.
- **Área de suministro a vehículos aautomotores:** se realizará el trasiego de GLP del tanque de almacenamiento a los vehículos. Se dispondrá de un dispensario que suministrará gas l.p. según los clientes lo requieran.

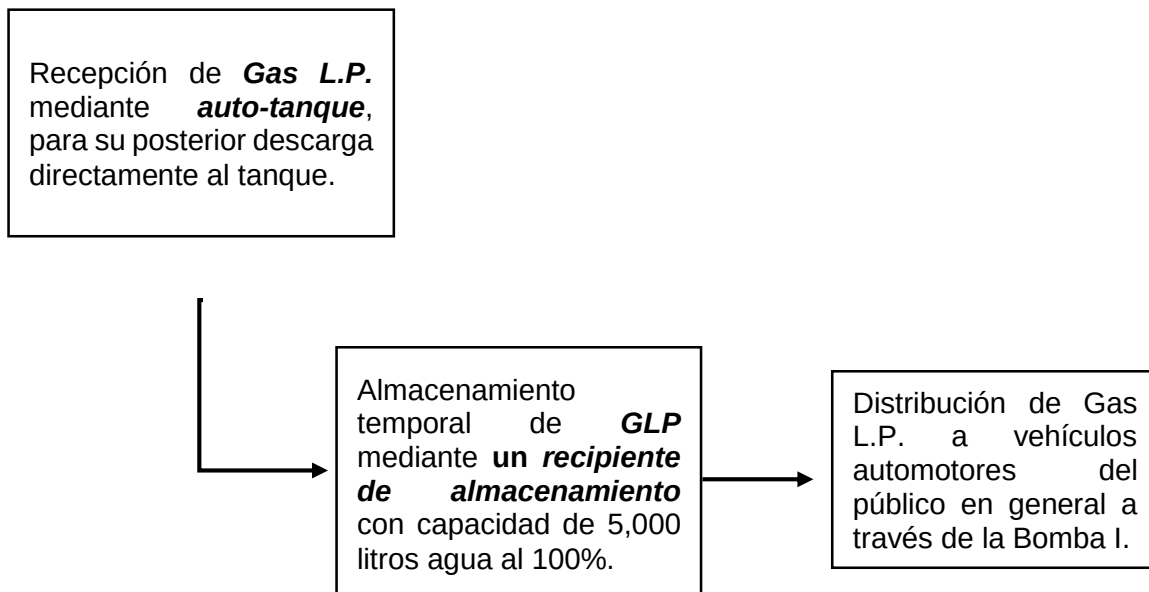
De igual manera se contará con espacios delimitados para zonas de circulación en el interior de la estación, así como los servicios sanitarios y los respectivos accesos para el ingreso y salida a la misma.

A continuación, se presenta un diagrama de bloques del proceso operativo de la Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para carburación propiedad de **“Gas El Sobrante, S.A. de C.V.”**:

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.



ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN



1. Identificación de factores de peligro y peligros potenciales.

- Factores de peligro.

Los peligros en una instalación dependen de varios factores, los cuales no pueden aplicarse de forma general, aún para establecimientos pertenecientes a la misma rama o sector productivo. Las características propias de las instalaciones propiedad de **Gas El Sobrante, S.A. de C.V.** permiten identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a las actividades.

Para identificar los peligros de estas instalaciones se consideran los siguientes factores:

▪ Características físico – químicas del GLP.

a) Propiedades químicas.

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

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

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

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



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

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

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

b) Propiedades físicas.

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

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

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

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

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

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

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

Su densidad como líquido se aproxima a la mitad del agua, esto significa que, si se vierte el gas sobre el agua, éste flotara sobre la superficie antes de evaporarse. El líquido respecto a su volumen tiene una proporción de 1 a 250 partes sobre el volumen del gas, y es, por lo tanto, 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 GLP tiene una fuerte dependencia de la temperatura, más allá de los cambios que pudieran provocar el cambio en la presión a la cual se encuentra sometido. Dependiendo de la composición del GLP, se prevé que un litro de éste en fase líquida produzca aproximadamente 260 a 350 litros en fase gas.

El GLP, no es tóxico, pero en altas concentraciones puede causar asfixia, debido a que desplaza el aire. En concentraciones muy elevadas, y cuando se ha mezclado con el aire, el vapor de GLP resulta anestésico y posteriormente asfixiante. Al diluirse o reducirse el oxígeno disponible; éste (el GLP) puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación, ocasionando, por ende, la disminución de la temperatura.

▪ Cantidad de GLP almacenada.

Se ha definido el GLP como la sustancia principal empleada dentro del proceso operativo en la **Planta de distribución de gas l.p.** Dicho combustible es almacenado en un recipiente presurizado especial para contener gas l.p., del tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 126,800 litros al 100 % agua. De la misma forma en la Estación de Gas L.P. para Carburación se utilizará el Gas L.P. para su proceso operativo, y será contenido en un recipiente especial de 5,000 litros agua al 100%.

Sin embargo, por buenas practicas, así como por seguridad, solo se almacena el Gas L.P. al 80% de la capacidad total de almacenamiento del recipiente; por lo tanto, en la Planta se considera un volumen máximo de 101,440 litros de agua al 100% y en la estación se considera un volumen máximo de 4,000 litros para el recipiente.

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

▪ Condiciones de operación.

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

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

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

Tabla VI.10. Condiciones de operación.

Trayecto	Presión kg/cm ²		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	
De las tomas de recepción de semirremolques al tanque de almacenamiento.	14 - 7	21	Ambiente
Del tanque a las tomas de suministro de auto-tanques	7-10	21	Ambiente
Del tanque a la toma de carburación para autoconsumo	7-10	21	Ambiente
Del tanque a la toma de suministro de la Estación de GLP para Carburación	7-10	21	Ambiente

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

▪ **Características de equipos e instalaciones, así como su mantenimiento.**

El tipo de características, así como los criterios de diseño para la selección del equipo a emplearse en el trasiego de GLP en la planta de distribución de glp y la estación de glp para carburación puede representar peligros por su mal funcionamiento o posible falla del mismo.

Entre los equipos considerados riesgosos se encuentran:

Trasiego de GLP

- Tanque de almacenamiento con capacidad de 126,800 litros de agua al 100 % (uno)
- Compresor de trasiego de GLP (uno)
- Bombas de trasiego de GLP (tres)

Los equipos considerados riesgosos que se encuentran en la estación de gas l.p. para Carburación son:

- Tanque de almacenamiento con capacidad de 5,000 litros al 100% agua (uno).
- Bomba (uno).

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

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

▪ **Otras condiciones.**

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

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

Tabla VI.11. Fenómenos geológicos

Tipo de fenómeno	NO	SI	Descripción
Sismos		X	La zona donde se encuentra la planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación está dentro de la zona B de la regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE,2015) catalogada como de magnitud Media .
Fallas, fracturas	X		No se presentan fallas o fracturas dentro de las instalaciones de la empresa.
Riesgo por actividad volcánica	X		No se presenta actividad volcánica cerca de las instalaciones de la empresa.
Hundimientos	X		Las instalaciones de la empresa. se encuentran en el municipio de Ciudad Juárez, el cual no ha presentado hundimientos.
Susceptibilidad de deslizamiento de laderas	X		El área donde se encuentran las instalaciones de la empresa esta catalogado con una suceptibilidad por laderas “Muy Baja”.

Tabla VI.12 Fenómenos hidrometeorológicos

Tipo de fenómeno	NO	SI	Descripción
Sequia		X	De acuerdo al CENAPRED el Municipio de Ciudad Juárez tiene una presencia media de ocurrencia de este fenómeno.
Heladas		X	Conforme ainformación extraída del CENAPRED el índice de días con presencia de heladas es alto y con respecto al grado de peligro por las bajas temperaturas este es “ Muy alto ”.
Tormentas eléctricas	X		-----
Tormentas de granizo	X		Las instalaciones de la empresa se encuentran en una zona catalogada con un riesgo “ Bajo ”
Tormentas de nieve		X	Las instalaciones de la empresa se encuentran en una zona catalogada con riesgo y peligro “ Muy alto ”
Inundaciones		X	Las instalaciones de la empresa se encuentran en una zona catalogada con un indice un peligro “ Alto ”
Ondas gélidas		X	La zona donde se encuentran las instalaciones de la empresa cuentan con un grado de peligro “ Muy alto ”
Ondas cálidas		X	Las instalaciones de la empresa se encuentran en una zona catalogada con un grado de peligro “ Muy alto ” y un riesgo “ Bajo ”
Ciclones tropicales	X		Las instalaciones de la empresa se encuentran en una zona catalogada con un grado de peligro y un riesgo “ Muy bajo ” (CENAPRED, 2017)
Tornados	X		La zona donde se encuentran las instalaciones de la empresa no ha tenido presencia de tornados

2. Identificación de peligros potenciales.

Con base en las actividades que se realizan en las instalaciones y en las propiedades fisicoquímicas del GLP, se tiene que los posibles riesgos son aquellos que están relacionados con los siguientes escenarios:

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

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

▪ Explosión.

Una explosión de GLP se puede presentar por lo siguiente:

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

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

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

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

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

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

Aunque es muy difícil que se presente este fenómeno son las siguientes:

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

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

Incendio.

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

- *Incendio tipo dardo de fuego.*

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

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

- *Bola de fuego.*

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

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

- *Llamada o incendio de una nube inflamable.*

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

- *Charco de fuego (poolfire).*

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

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

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

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

3. Lista de verificación

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

A continuación, se presenta la aplicación de la lista de verificación del cumplimiento de los elementos de diseño y seguridad para una planta de distribución de GLP, resaltando que no se presenta una lista de verificación para el caso de la Estación de Gas L.P. para Carburación porque aún no se encuentra construida.

Tabla VI.1. Requisitos del predio, delimitación, accesos y estacionamientos de la planta.						
Numeral de la NOM		Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.1.1.1		El predio donde se encuentra la planta de distribución cuenta con un acceso consolidado que permita el tránsito seguro de vehículos.	X			Por el lindero Sur del terreno se cuenta con puerta de acceso con un claro de 10.60 m de ancho usada para entrada y salida de personas y vehículos
		No existen líneas eléctricas con tensión mayor a 4000 V ajenas a la planta de distribución que crucen el predio de la misma.	X			No existen líneas eléctricas que crucen el predio.
4.2.1.2	a	El terreno de la planta de distribución cuenta con las pendientes y los sistemas para desalojo del agua pluvial que evite su inundación.	X			Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos cuentan con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, cuenta con los sistemas adecuados para este mismo fin con pendiente natural al lado norte
		La zona de circulación y los estacionamientos de los autotankes y vehículos de reparto cuentan como mínimo una terminación superficial consolidada.	X			
	b	Las zonas de circulación tienen una amplitud mínima de 3.5 m para que el movimiento de vehiculos sea seguro.	X			
4.2.1.3.1		En zonas urbanas, el perímetro de la planta de distribución está delimitado, en su totalidad por bardas ciegas de tabique, block, concreto o mampostería, con una altura mínima de 3 m sobre el NPT, excepto en los accesos descritos en el numeral 4.2.1.4	X			El terreno que ocupará la Planta estará delimitado con barda de block de 3 m de altura por sus cuatro lados, así como lo señala la norma para plantas del tipo urbano
4.2.1.3.2		En zonas no urbanas, cuando la distancia entre la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal sera menor o igual a 100 m, el costado que va a la carretera, está delimitado por una barda ciega de tabique, block, concreto o mampostería, con una altura mínima de 3 m, y los demás costados deben estar delimitados, cuando menos, con malla ciclónica u otro material incombustible con una altura mínima de 1.8 m			X	
4.2.1.3.3.		En zonas no urbanas, cuando la distancia entre la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal sea mayor a 100 m, el perímetro estará delimitado, como mínimo con malla ciclónica con una altura mínima de 1.8 m.	X			
5.3.2.1		Los accesos a la planta de distribución, la salida de emergencia y en su caso, el acceso de carro-tanques, están libres de obstrucciones que dificulten el paso de vehículos y personas.	X			Por el lindero Sur del terreno se cuenta con puerta de acceso con un claro de 10.60 m de ancho usada para entrada y salida de personas y vehículos, por el Lado noreste se cuenta con una segunda puerta de acceso de 15.00 m para salida de emergencia, las puertas son en su totalidad metálica con orificios que permiten el paso del aire
5.3.2.2		Las puertas de los accesos no presentan daños que impidan su funcionamiento.	X			
4.2.1.4.1.2		El claro mínimo de las puertas para vehículos es de 6 m.	X			
4.2.1.4.1.3		Las puertas de la planta de distribución ubicada en zonas urbanas y no urbanas con distancia menos de 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de carretera federal o estatal serán metálicas.			X	
4.2.1.4.1.4		La planta de distribución ubicada en zonas no urbanas con distancia mayor de 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano al centro de la carretera federal o estatal cuenta con puertas metálicas con altura mínima de 1.8 m pudiendo ser de malla tipo ciclón o similar que impida el paso a personas y vehículos no autorizados.	X			
4.2.1.4.1.5		La planta de distribución contará con al menos una salida de emergencia que conduzca a un lugar que facilite el desalojo de vehículos, personas o ambos.	X			
4.2.1.4.2		El acceso para carro-tanques es independiente del acceso para vehículos y personas así como de la salida de emergencia.			X	
4.2.1.5		Las edificaciones en el interior de la planta de distribución serán de materiales no combustibles en los acabados y estructuras interiores.	X			
4.2.1.21.2		La planta cuenta con taller para reparación de vehículos, es para uso exclusivo de vehículos utilizados de la empresa, está exento de la existencia de fosas y de ser necesarios, utilizan rampas para la revisión de los vehículos.	X			La planta cuenta con talleres mecánico localizado por el lado norte del terreno el cual se utiliza para dar servicio de mantenimiento a las unidades de reparto, es para uso exclusivo de estos vehículos.
4.2.1.20.5		Los cajones de estacionamiento ubicados en las zonas de recepción y suministro son utilizados como estacionamiento de auto-tanques o semirremolques y estos cajones no están techados.	X			

Tabla VI.2. Zona de almacenamiento de la planta.					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.1.9.1	Cuenta con escalera o pasarela para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local en los recipientes de almacenamiento, y existe al menos una escalera fija, individual o colectiva, terminada en pasarela para uno o varios recipientes.	X			El tanque tiene instalado una escalera metálica fija la cual nos permite tener acceso a la lectura de los instrumentos y para el acceso a las válvulas de seguridad una segunda escalera
4.2.1.9.2	Para el acceso a la parte superior de los recipientes de almacenamiento, cuenta con al menos una escalera fija y permanente, terminada en pasarela. Si se tienen dos o más recipientes de almacenamiento colocados en batería, la pasarela puede extenderse de forma que permita el tránsito entre ellos. Las escaleras y pasarelas deben estar construidas de material incombustible.			X	
4.2.1.9.3	Las escaleras verticales, cuentan con protecciones para evitar la caída de las personas que la utilicen.	X			
4.2.1.10	Si las zonas de líquido de dos o más recipientes de almacenamiento se encontrarán interconectadas, estos deberán estar nivelados en sus domos o en sus puntos de máximo llenado con una tolerancia máxima de $\pm 2\%$ del diámetro del recipiente menor.			X	
4.2.1.6	El piso tiene terminación de concreto, adoquín o material similar y cuenta con un desnivel que permite el desalojo del agua pluvial en esta zona. No se permite el piso de asfalto.	X			El piso dentro de la zona de almacenamiento es de concreto con un declive del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.
5.3.3.1	Las bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento están completas.	X			La base que sustenta al tanque 126,800 l está construida con un diseño convencional a base de muros rectangulares de concreto armado.
4.2.1.7.6	Los recipientes de almacenamiento que están colocados sobre bases de sustentación tipo cuna quedan colocados en la parte de la placa de apoyo.	X			
4.2.1.8.1	Entre la placa de apoyo y la base de sustentación tiene material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad	X	-	-	
4.2.1.7.2	Las bases de sustentación permiten los movimientos de dilatación y contracción del recipiente de almacenamiento.	X			
4.2.1.7.3	El recipiente de almacenamiento cuenta con silletas metálicas, éstas están sujetas a la base mediante unión atornillada y los agujeros son ovalados o circulares holgados, o cuenta con la sujeción necesaria que amortigüen los movimientos sísmicos y permita la dilatación y contracción del recipiente de almacenamiento.	X			
5.3.3.3	Todos los recipientes de almacenamiento están asentados en las placas de apoyo	X			
4.2.2.2.2	Las salidas de líquido de los recipientes de almacenamiento tipo intemperie están ubicadas en su parte inferior.	X			
4.2.2.2.3.1	El indicador de nivel de líquido es del tipo flotador con indicador magnético, rotatorio o de otro tipo de tecnología.	X			El indicador de nivel tipo flotador de 4 pernos marca Rochester

Tabla VI.2. Zona de almacenamiento de la planta. (Continuación)					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.2.3.2.1	Los manómetros están precedidos de una válvula de aguja.	X			
5.4.7	Los manómetros se encuentran sin las siguientes anomalías o defectos, caratula rota, aguja desprendida, caratula ilegible, fuga o no funcionamiento.	X			
5.4.1.7.2	Las válvulas de relevo de presión cuentan con placa metálica de identificación que exprese marca, modelo, presión de apertura y capacidad de desfogue.	X			
4.2.2.2.3.4.2.3	Las válvulas de alivio cuentan con tubos metálicos de descarga con una longitud mínima de 2 m, colocados verticalmente.	X			El tanque cuenta con un adaptador múltiple multiport de válvulas de alivio de presión de 63.50 mm (2 1/2") marca Rego A8574G
4.2.2.2.3.4.2.4	Los tubos son de acero al carbono, de cedula menor a 40, con o sin costura y están colocados directamente a la válvula o mediante un adaptador.	X			
4.2.2.2.3.4.2.5	Si la rosca en la válvula de alivio de presión o en el adaptador está colocada en el diámetro interior, el diámetro exterior del tubo de descarga es igual al interior de la descarga de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.			X	
4.2.2.2.3.4.2.6	Si la rosca en la válvula de o en el adaptador está colocada en el diámetro exterior, el diámetro interior de la descarga es igual al exterior de la válvula o del adaptador sobre el cual se rosque.	X			
4.2.2.2.3.4.2.7	Los tubos de desfogue cuentan con capuchones protectores	X			
4.2.2.2.3.4.2.8	Si en la válvula de alivio de presión, en donde se coloca el tubo de descarga, no cuenta de fábrica con un punto de fractura, éste se hizo sobre el propio tubo en una distancia no mayor a 10 cm del borde de la válvula, donde su desprendimiento no obstruye el funcionamiento de la misma.			X	
4.2.2.2.3.4.5	Cuenta con válvulas de máximo llenado de acuerdo con las características establecidas en la NOM.	X			El tanque cuenta con dos válvulas de venteo para checar máximo llenado, una al 85% y otra para el 90% marca Rego No. 3165C
5.4.1.8.1	Las válvulas de máximo llenado, no tienen el orificio de salida obstruido y se pueden abrir y cerrar manualmente.	X			
5.4.1.8.2	Si el recipiente de almacenamiento no cuenta con válvulas de máximo llenado, éste no se llena a más del 80% de su volumen nominal en litros agua.	X			
5.4.2.1	Los recipientes de almacenamiento cuentan con una con una placa de datos metálica soldada en todo su perímetro al recipiente o cumplen con los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002 o la que, en su caso la sustituya.	X			El tanque de almacenamiento fue construido en el año 1985, por lo que cuenta con el dictamen no. UVSELP-005-A-NOM-013-09/19-212-B en conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, fechadfo el día 09 de septiembre de 2019
4.2.2.2.5.1	Los recipientes de almacenamiento están sin abolladuras o cavidades en las placas o en los cordones de soldadura.	X			
4.2.3.9	Los recipientes de almacenamiento están conectados a tierra.	X			El tanque cuenta con una conexión soldada al tanque para cable a tierra.
4.2.2.2.4	Los recipientes de almacenamiento están pintados de color aluminio o blanco y está rotulado con caracteres no menores a 15 cm, indicando, como mínimo el producto contenido, capacidad de agua y número económico. Es opcional el marcado de los recipientes con la razón social o nombre comercial.	X			El tanque de almacenamiento se tiene pintado de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que lo contiene, también tiene inscrito con caracteres no menores de 15 cm la capacidad total en litros de agua, así como la razón social de la empresa y número económico del tanque
5.4.2.2	El recubrimiento exterior de los recipientes de almacenamiento no presenta deterioros como abolsamientos, agrietamientos, desprendimientos o discontinuidades.	X			

Tabla VI.3. Bombas y compresores de la planta.					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.3.1.2	Las bombas tienen instalado cople flexible en la línea de succión.	X			
5.4.5.2.3	Los compresores están instalados entre coples flexibles	X			
5.4.4.1	El dispositivo de acoplamiento entre el motor-bomba o compresor cuenta con una cubierta de protección.	X			
5.4.4.2	La base metálica sobre la que están instalados el conjunto bomba-motor o motor-compresor está fija a una base de concreto.	X			Las bombas y compresor junto con su motor se encuentran cimentados a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.
4.2.3.9	Las bombas están conectadas a tierra.	X			
4.2.2.3.2.1	Las bombas cuentan con un filtro en la tubería de succión.	X			
4.2.2.3.2.2	Las bombas cuentan con una válvula automática de retorno en la descarga y el producto retorna al recipiente de almacenamiento.	X			
5.4.5.1	La válvula automática de retorno en la tubería de descarga funciona correctamente.	-	-	-	Durante la visita no se pudo constatar el correcto funcionamiento de la válvula de retorno.
4.2.2.3.3.1	El compresor cuenta con válvula de alivio de presión.	X			
4.2.2.3.3.2	La válvula de alivio de presión cuenta con tubería de desfogue y la descarga no está dirigida a ningún elemento de la planta de distribución.	X			
5.4.5.2.2	La descarga de la válvula de purga de líquidos del compresor está a una altura mínima de 2.5 m sobre el NPT de manera que no afecte al compresor.		X		
	Si cuenta con cobertizo, la descarga debe ser al exterior y el desfogue de la purga no está dirigido a ningún recipiente de almacenamiento.		X		
5.4.10.1	Los acopladores de las mangueras que están en servicio están protegidos.	X			
5.4.10.2	Las mangueras no presentan grietas o daños que dejan al descubierto su malla interna.	X			
5.10.3	Las mangueras para GLP tienen antigüedad menor a siete años contados a partir de su fecha de fabricación.	X			
5.4.6.4	Si los conectores flexibles son a base de manguera para GLP presentan una antigüedad menor a siete años a partir de su fecha de fabricación.			X	
4.2.3.9	Los compresores están conectados a tierra.	X			El compresor se encuentra conectado a tierra.

Tabla VI.4. Tomas de recepción, suministro y carburación.					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.9.1.1	Los soportes de las tomas de recepción, suministro y carburación están fijos y anclados al piso.	X			Las tomas para su mejor protección están fijadas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico
4.2.2.9.1.3	Las tomas de recepción, suministro y carburación, cuentan con separador mecánico o punto de fractura.	X			En lugar de puntos de fractura en esta planta se cuenta con válvulas de separación automáticas (pull-away)
4.2.2.9.1.3.1.4	Si cuentan con puntos de fractura la descarga de GLP está dirigida hacia arriba.			X	
4.2.2.9.1.6	Las tomas de recepción, suministro y carburación cuentan con una válvula de cierre manual que preceda a la boca en donde se conecta la manguera.	X			Se cuenta válvulas de globo.
4.2.2.9.1.7	La conexión en las tomas de recepción, suministro y carburación está proyectada para que la manguera esté libre de dobleces bruscos.	X			
4.2.3.6	Las tomas de recepción, suministro y carburación cuentan con conexión a tierra mediante cables flexibles y pinzas tipo caimán para conectar vehículos que se carguen o descarguen.	X			Las tomas cuentan con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P.
4.2.2.9.1.8.3	La manguera que permanentemente esté conectada a cualquier toma cuenta en su extremo libre con una válvula de operación manual; si es cierre rápido, cuenta con seguro.	X			
4.2.2.9.2.1.1.1	En la toma de recepción en la tubería de líquido, ésta cuenta con válvula de no retroceso, válvula de cierre manual e indicador de flujo colocado, a no más de 3 m de la boca toma	X			Se cuenta con un indicador de flujo con función de no retroceso.
5.4.3.1	El indicador de flujo tipo mirilla y se utiliza como no retroceso cuenta con la compuerta de cierre, los cristales limpios y no tiene grietas.	X			
4.2.2.9.3.1	Las tomas de suministro en la boca toma de líquido como en la de vapor, cuentan con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o como mínimo con válvula interna equipada con actuador de tipo neumático, eléctrico o mecánico.	X			
4.2.2.9.3.2	La toma de suministro cuenta con medidor volumétrico y válvula diferencial de eliminación de vapores en la de líquido.	X			
4.2.2.9.2.1.1.2	En la toma de recepción en la tubería de vapor, esta cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre de manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o como mínimo con válvula interna con actuador de tipo hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico.	X			
4.2.2.9.4	En la toma de carburación de autoconsumo, la manguera es de un diámetro nominal de 2.54 cm (1") tiene longitud no mayor a 8 m y en su extremo libre cuenta con una válvula de cierre rápido con seguro.	X			
4.2.2.9.4.3	La toma de carburación de autoconsumo cuenta con un medidor volumétrico que tiene una válvula de presión diferencial.	X			

Tabla VI.5. Tuberías, sistema eléctrico, válvulas y medios de protección de la planta.					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.2.5.6.1	Las tuberías están pintadas con los colores indicados en la NOM.	X			Todas las tuberías están pintadas con los colores distintivos reglamentarios como son y un primario anticorrosivo: de BLANCO las conductoras de gas-líquido, BLANCO con franjas VERDES las que retornan gas-líquido al tanque de almacenamiento, AMARILLO las que conducen gas-vapor, NEGRO los ductos eléctricos, ROJO las que conducen agua y AZUL las de aire. Asimismo, la tubería a instalar deberá contar con los colores descritos anteriormente, según corresponda.
4.2.2.5.7.7.1	En los tramos de tubería o tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado Gas L.P. líquido entre dos válvulas de operación manual o automática, exceptuando los tramos de manguera para llenado de recipientes transportables en las llenaderas, se cuenta con una válvula de relevo hidrostático.	X			En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste 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 kg/cm², son de 6.35 mm (1/4") o 13 (1/2") de diámetro.
4.2.1.14.1	Las cubiertas de las trincheras son removibles.			X	Las bombas de suministro y auto abasto, así como el compresor para Gas L.P. se encuentran dentro de la zona de almacenamiento, por lo que no se requieren utilizar trincheras
4.2.1.14.2	La trinchera cuenta con medios para el desalojo de las aguas pluviales.			X	
4.2.1.14.3	Si cuenta con trincheras que cruzan zonas de circulación en la entrada y salida de la planta de distribución, así como en las zonas de circulación de auto-tanques, semirremolques y vehículos de reparto, las cubiertas de las trincheras están diseñadas para soportar una carga estática de cuando menos 25 kgf/cm².			X	
4.2.2.5.3.2.1	Las tuberías en trincheras, tienen un claro mínimo de 5 cm entre el paño superior de la tubería y la parte baja de la cubierta de la trinchera.			X	
4.2.2.5.3.1.2	La tubería en trinchera que conduce Gas L.P., tiene un claro mínimo entre el paño inferior de la tubería y el NPT o fondo de la trinchera de 10 cm, asimismo y, tiene un claro mínimo de 5 cm, entre paños de tuberías, con excepción de las eléctricas.			X	
4.2.2.5.3.1.3	Las tuberías que conducen Gas L.P., están separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos o tuberías conduit donde la tensión nominal sea menor o igual a 127 V, y separadas 20 cm, como mínimo, cuando la tensión nominal sea mayor a 127 V.			X	
4.2.1.14.2	Las trincheras cuentan con medios para el desalojo de las aguas pluviales.			X	
4.2.2.5.3.1.1	Las tuberías se encuentran sobre soportes para evitar su flexión y están sujetas a dichos soportes, de manera que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral.			X	
4.2.2.5.3.3.1, 4.2.2.5.3.3.2	Si la planta cuenta con tuberías subterráneas cumplen con las características establecidas en la NOM.			X	
4.2.3.1	Cuenta con dictamen vigente de unidad de verificación en instalaciones eléctricas que avale que el sistema eléctrico cumple con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 o la que, en su caso, la sustituya.	X			Se cuenta con el dictamen de verificación de instalaciones eléctricas No. DVNP12S2-2021-UVSEIE 189-A/000011, en conformidad con la NOM-001-SEDE-2012, emitido por la Unidad de Verificación en Instalaciones Eléctricas José Alberto Romo Parra, No. De Registro UVSEIE 189-A-A con fecha del 04 de julio de 2021.
5.4.1.3	Las válvulas de exceso de flujo, no retroceso y alivio de presión tienen una antigüedad menor de 11 años, contados a partir de su fecha de fabricación.	X			
5.4.1.6	Si los recipientes de almacenamiento cuentan con válvulas internas se revisa que el accionamiento remoto y el actuador de las válvulas funcionen.			x	
4.2.1.11 (a al f) 4.2.1.11.1.1	Las bases de sustentación, recipientes de almacenamientos, compresores, bombas, soportes de toma de recepción, soportes de toma de suministro y soportes de toma de carburación de autoconsumo, en su caso al dique del cubeto de retención, se encuentran protegidos con cualquiera de los medios detallados en la NOM y la ubicación de estos medios están de acuerdo a las especificaciones de la NOM.	X			
4.2.1.13	Los topes y protecciones están pintados con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.	X			El murete de concreto que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, recepción y suministro, así como los topes y defensas existentes en la planta, están pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro.

Tabla VI.6. Sistema de contra incendio y extintores					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.4.1.1	La planta de distribución cuenta con extintores, un sistema de enfriamiento por aspersión de agua sobre todos los recipientes de almacenamiento y un sistema de hidrantes y/o monitores.	X			
4.2.4.2.1.2	La capacidad mínima de la cisterna o tanque de agua está de acuerdo al cálculo hidráulico para la operación del sistema de enfriamiento durante 30 min y calculado de acuerdo con la NOM.	X			
4.2.4.2.1.3	El agua de almacenamiento presenta cuando menos el 95 % de la capacidad mínima calculada de la cisterna o tanque.	X			
5.5	La cisterna o tanque de almacenamiento de agua contiene, cuando menos, el 70 % de su capacidad.	X			
4.2.4.2.2.1	El equipo de bombeo contra incendio está compuesto por una bomba principal y como mínimo por una de respaldo.	X			Se cuenta con una bomba con motor de combustión de 95 CP entrada en 101 mm y descarga de 76 mm, gasto de 2,000 LPM a 6 kg/cm ² ; bomba con motor eléctrico de 50 CP entrada en 101 mm y descarga de 76 mm, gasto de 2,000 LPM a 7 kg/cm ² .
4.2.4.2.2.2	Cuenta con alguna de las combinaciones descritas en la NOM.	X			
5.5.1	El sistema contra incendio alcanza las condiciones de máximo funcionamiento de acuerdo a su diseño a no más de 90 s.	X			
4.2.4.2.3, 4.2.4.2.4.1.1	El gasto mínimo abastecido por el equipo de bombeo y la presión de bombeo cumple con lo señalado en la NOM.	X			
4.2.4.2.4.2.1	El sistema de enfriamiento por aspersión de agua para los recipientes de almacenamiento está diseñado de acuerdo a las especificaciones de la NOM.	X			La red distribuidora está construida con tubo de PVC, Clase 11.2 kg/cm ² y accesorios y conexiones de hierro fundido.
4.2.4.2.6.1.1	El agua descargada por los aspersores rocía directamente cuando menos el 90 % de la superficie por encima del ecuador del recipiente de almacenamiento que corresponda.	X			
4.2.4.2.6.1.4	Los aspersores instalados en el sistema de enfriamiento por aspersión del tipo cono lleno.	X			
5.5.3.1	Los aspersores están completos y libres de obstrucciones.	X			
4.2.4.2.6.2.3	Si la operación de las válvulas se hace en forma manual, las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua están colocadas fuera de la zona de almacenamiento, de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo y en su caso, del andén de llenado de recipientes transportables.	X			
4.2.4.2.6.2.4	A excepción de lo indicado en el numeral 4.2.4.2.6.2.5 debe contar con una válvula de bloqueo en cada línea de abastecimiento de agua de enfriamiento por aspersión de agua para cada uno de los recipientes de almacenamiento.	X			

Tabla VI.6. Sistema de contra incendio y extintores (Continuación)					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
4.2.4.2.6.2.5	Cuenta con sistema de enfriamiento por aspersión, calculado para proteger dos o más recipientes de almacenamiento simultáneamente.			X	
	Cuenta con una válvula de bloqueo para cada grupo de recipientes.			X	
4.2.4.2.5.1	Los hidrantes cuentan con una manguera de longitud máxima de 30 m diámetro nominal mínimo de 38 mm (1.5") y están equipadas con boquilla reguladora que permita surtir neblina.	X			
4.2.4.2.5.2	Si cuenta con monitores estacionarios éstos son del tipo corazón o similar de una o dos cremalleras.			X	
4.2.2.2.5.3	Los hidrantes cubren el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto-tanques y vehículos de reparto.	X			Se cuenta con tres hidrantes los cuales cubren al 100% las áreas de trasiego de GLP.
4.2.4.2.7.1	Cuenta con toma siamesa en el exterior de la planta de distribución, en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, para inyectar directamente a la red contra incendio o a la cisterna o tanque de agua, el agua que proporcionen los bomberos.	X			
4.2.4.2.8, 4.2.4.2.8.1, 4.2.4.2.8.2, 4.2.4.2.8.3	Comparte el sistema contra incendio con otra planta de distribución y está diseñada de acuerdo con las especificaciones indicadas en la NOM.			X	
	La planta cuenta con extintores del tipo carretilla con capacidad cuando menos de 50 kg y con extintores portátiles de cuando menos 9 kg de polvo químico seco, los cuales están colocados de acuerdo a la tabla indicada en la NOM.	X			La planta de distribución cuenta con extintores de de polvo químico seco (P.Q.S.) del tipo ABC de 9 kg, extintores de CO ₂ de 9 kg y un extintor de carretilla.
4.2.4.3.2.1 5.5.4.1.1	Los extintores están colocados a una altura máxima de 1.5 m y mínima de 1.2 m medida del piso a la parte más alta del extintor.	X			Están colocados a una altura máxima de 1.50 m máxima y mínima de 1.20 m medidas del piso a la parte más alta del extintor
4.2.4.3.2.2 5.5.4.1.2	Los extintores están sujetos de tal forma que se pueden descolgarse fácilmente para su uso, en caso de que se encuentren a la intemperie se encuentran protegidos del sol y de la lluvia.	X			
4.2.4.3.2.3 5.5.4.1.3	Los extintores tienen señalamientos donde se encuentran colocados.	X			
5.5.4.1.4	Los extintores se encuentran vigentes en su recarga, la manguera no está agrietada, si tiene carátula de indicación de presión, la aguja indica que se encuentra en condiciones de operación.	X			
4.2.4.4.1	La planta cuenta con al menos dos equipos de protección personal para combate de incendio, los cuales se encuentran en un gabinete e identificado con su rótulo.	X			
4.2.4.4.2	El equipo de protección personal para el combate de incendio tiene casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero confeccionados a base de Normex, Kevlar o materiales equivalentes.	X			

Tabla VI.7. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014				
4.2.4.3.1.1	Distribución de extintores:				
	Ubicación	Cantidad	Cumple	No cumple	No aplica
	Tomas de recepción	1 por cada toma	X		
	Tomas de carburación de autoconsumo	1 por cada toma	X		
	Tomas de suministro	1 por cada toma	X		
	Muelle de llenado para recipientes transportables	1 por cada 5 llenaderas			X
	Fuente de calor del sistema de sellado	1			X
	Zona de almacenamiento	1 por cada recipiente	X		
	Bombas y compresores para Gas L.P.	1 por cada equipo	X		
	Bombas para agua contra incendio	1 por cuarto de bombas	X		
	Generador de energía eléctrica	1			X
	Talleres	1 por taller	X		
	Almacenes	1 por almacén	X		
	Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	1 por cada 10 cajones o fracción	X		
	Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta de distribución	1 por cada 15 cajones o fracción			X
	Sistema de vaciado de Gas L.P.	1			X
	Patín de recepción	1			X
	Caseta del patín de recepción	1 en cada entrada			X
	Caseta de vigilancia	1	X		
	Los extintores destinados a la protección de los tableros eléctricos que controlan los motores eléctricos de los equipos de bombeo de Gas L.P., y de agua contra incendio son de CO ₂ , de cuando menos 4.5 kg de capacidad y se cuenta con un extintor por cada tablero eléctrico.		X		
4.2.4.5.1.1	La planta cuenta con sistema alarma sonora, activado manualmente para alertar al personal en caso de emergencia.		X		
4.2.4.5.2	La planta cuenta con un sistema de paro de emergencia y está diseñado de acuerdo con las especificaciones indicadas en la NOM.		X		

Tabla VI.8. Rótulos de seguridad de la planta.

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

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

Tabla VI.9. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014					
Numeral de la NOM	Especificación de la NOM-001-SESH-2014	Sí	No	No aplica	Más información
5.1.2	Cuenta con copia simple de:				
	Título de permiso.	X			Título de Permiso de Distribución mediante Planta de Distribución de Gas L.P. No. LP/21326/DIST/PLA/2018 a favor de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. para una capacidad de 126,800 litros al 100% agua, en un tanque. Emitido por la Comisión Reguladora de Energía.
	Aviso de inicio de operaciones.	X			Inicio de operaciones del permiso LP/21326/DIST/PLA/2018, oficio Núm UH-250/96129/2020 a favor de Gas el sobrante, S.A. de C.V. Emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 03 de diciembre de 2020.
	Cesión de derechos.			X	
	Cambio de razón social.			X	
	Historial documental de cuando menos los últimos cinco años.				
	Los planos y memorias técnico descriptivas actualizados.	X			
	Autorización de la DGGLP para realizar modificaciones al diseño básico de la planta.	X			La planta de distribución cuenta con copia simple del resolutivo no. 09/DGA0009/09/20 donde se autoriza la modificación solicitada de la instalación de una estación de carburación de Gas L.P. para carburación tipo B, subtipo B1.
5.1.2	Certificado de fabricación del recipiente de almacenamiento o dictamen de evaluación conforme a la NOM-013-SEDG-2002.	X			El tanque de almacenamiento fue construido en el año 1985, por lo que cuenta con el dictamen No. UCSELP-005-A-NOM-013-09/19-212-B en conformidad con la NOM-013-SEDG-2002
	Dictamen vigente de conformidad con la NOM-001-SESH-2014.	X			Dictamen de conformidad con Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P.- Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación". Emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. con No de registro UVSELP004, con fecha de 15 de octubre de 2020.
	Originales de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego, con una fecha máxima de emisión de dos años anteriores.	X			
	Original del manual de operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio.			X	
	Original de bitácora de los trabajos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, trasiego y sistema contra incendio e iluminación, actualizada y avalada por lo menos cada 6 meses por una UV y firmada por el responsable cada 8 días naturales.			X	
5.1.2	Originales de los programas: mantenimiento del sistema de trasiego, contra incendio, mantenimiento general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas de seguridad.			X	
5.2	El personal operativo utiliza su propio equipo de seguridad personal dentro de las áreas de almacenamiento y trasiego de la planta.	X			
5.3.1.1	Las zonas de circulación de vehículos, zona de almacenamiento y zonas de trasiego se mantienen libres de desperdicios y materiales combustibles.	X			

Tabla VI.9. Especificaciones de la NOM-001-SESH-2014 (Continuación)					
Numeral de la NOM	Buenas prácticas de ingeniería en las plantas de distribución de GLP.	Sí	No	No aplica	Más información
NA	Para el diseño se consideraron los asentamientos humanos cercanos con cualquier instalación o edificación que pudiera ocasionar una contingencia y daños a la población.	X			Dentro de un radio de 100 m medidos a partir de las tangentes del tanque no se cuenta con asentamientos humanos
NA	Dentro del diseño de la instalación se considera que los tanques horizontales deben instalarse de tal forma que sus ejes longitudinales no estén orientados hacia otras instalaciones tales como recipientes a presión, equipo de proceso, cuartos de control, instalaciones de carga o descarga, instalaciones de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.	X			
NA	Dentro del diseño se considera un sistema de alarma redundante para alto nivel que debe configurarse para dar al operador tiempo suficiente de detener el flujo antes que se exceda la altura máxima de llenado.		X		
NA	Se consideran medidores de líquidos para medir el volumen de GLP que se está transfiriendo de un contenedor a otro o que se esté transfiriendo hacia o desde una línea de tuberías.	X			
NA	Se considera protección ignífuga en las bases de los recipientes de almacenamiento.		X		No se cuenta con esta información, pues se ha contemplado la información y datos que dan cumplimiento a la NOM-001-SESH-2014
NA	Se consideran proveer de iluminación de emergencia, con luces fijas accionadas por medio de baterías la caseta donde se resguarden los equipos contra incendio.		X		
NA	Se considera la instalación de sistemas de detección de incendios y de vapores de hidrocarburos.		X		
NA	Se considera la instalación de sistemas de detección de atmósferas explosivas para activar automáticamente los sistemas de aislamiento o protección contra incendios.		X		
NA	Se considera la colocación de un material de protección contra incendios a los recipientes de almacenamiento.		X		
NA	Se ha contemplado un punto de reunión fuera de la planta donde en caso de evacuación el personal sea enviado a un lugar donde se mantengan seguros.		X		
NA	Se tendrán restringidas las actividades de soldadura dentro de la planta de distribución.	X			
NA	Se tiene contemplado el sellado del piso de concreto para evitar infiltraciones de derrames al suelo natural.		X		
NA	Se considera la instalación de un sistema que mantenga la presión del sistema contra incendio.		X		

Con base en la información citada anteriormente, se desarrolla la *Matriz de Identificación de Peligros*, en la cual se describe el proceso, zona, actividades, clasificación, exposición; así como el tipo, descripción y fuente de peligro; y los efectos posibles.

A continuación, se especifican y describen cada uno de los elementos empleados para el desarrollo de la *Matriz de Identificación de Peligros*.

Para la identificación de los peligros en las instalaciones, se emplean los siguientes términos y elementos los cuales se establecen en la **tabla VI.13**. Identificación de peligros.

Tabla VI.13. Identificación de Peligros

Proceso	Zona	Actividades	Clasificación	Exposición (X)	Peligro			Efectos Posibles
					Tipo	Descripción	Fuente	

- ✓ **Proceso:** se describen las actividades que se llevan a cabo en la instalación, considerando tanto la operación como el mantenimiento de ésta, e incluye lo relativo al personal de la empresa como contratistas, que, por la naturaleza de las acciones, éstas representan o implican un *riesgo* a las personas, los bienes y el *ambiente*.
- ✓ **Zona:** área de la *instalación* en dónde se realizan las actividades objeto de evaluación por parte de éste *mecanismo*, y cuyo desarrollo implica un *peligro* como tal.
- ✓ **Actividades:** aquellas tareas que se realizan durante el curso normal de la *instalación* como parte de la *etapa de desarrollo* del *proyecto*, es decir, ya sea por la operación y mantenimiento de la planta de distribución y estación para carburación.
- ✓ **Clasificación (C):** se refiere a la categorización de las actividades, que de acuerdo a la frecuencia con la que se realizan éstas en la *instalación*, deberán agruparse como: rutinarias (R), no rutinarias (NR) y en situación de emergencia (E).
- ✓ **Exposición (X):** además del personal de la empresa (I), se debe de considerar aquellas actividades realizadas por contratistas (C), visitantes (V), o aquellos que tengan acceso a la *instalación*.
- ✓ **Peligro:** Fuente o situación potencial de daño en términos de lesiones o efectos nocivos para la salud de las personas, daños a la propiedad, daños al entorno del lugar de trabajo, al medio *ambiente* o una combinación de éstos.
- ✓ **Efectos posibles:** consecuencias que se podrían presentar, derivadas de la materialización de un evento que implique un *riesgo*, en función del tipo de *peligro*.

A continuación, se anexa la Matriz de Identificación de Peligros y Análisis de Riesgo para la planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V.

B. Identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos.

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.

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

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

En la aplicación del método se utiliza la información técnica disponible en la planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación propiedad de **Gas El Sobrante, S.A. de C.V.**, que en este caso corresponde tanto a los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio (servicios auxiliares estos últimos dos), además de la memoria técnico descriptiva y visitas en campo con la finalidad de verificar las condiciones en las que se encuentra la instalación, además de generar las preguntas clave de la lista de verificación y que las mismas sean acordes al proceso que se está analizando.

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

Justificación de la metodología What If...?

Para la operación de la planta de almacenamiento de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación se llevan a cabo únicamente operaciones de *trasiego* (transferencia de GLP de un recipiente a otro), por lo que el proceso es relativamente simple, limitándose a manejar el GLP mediante el sistema de trasiego, sin necesidad de efectuar reacciones químicas u operaciones unitarias.

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

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

Descripción del What If...?

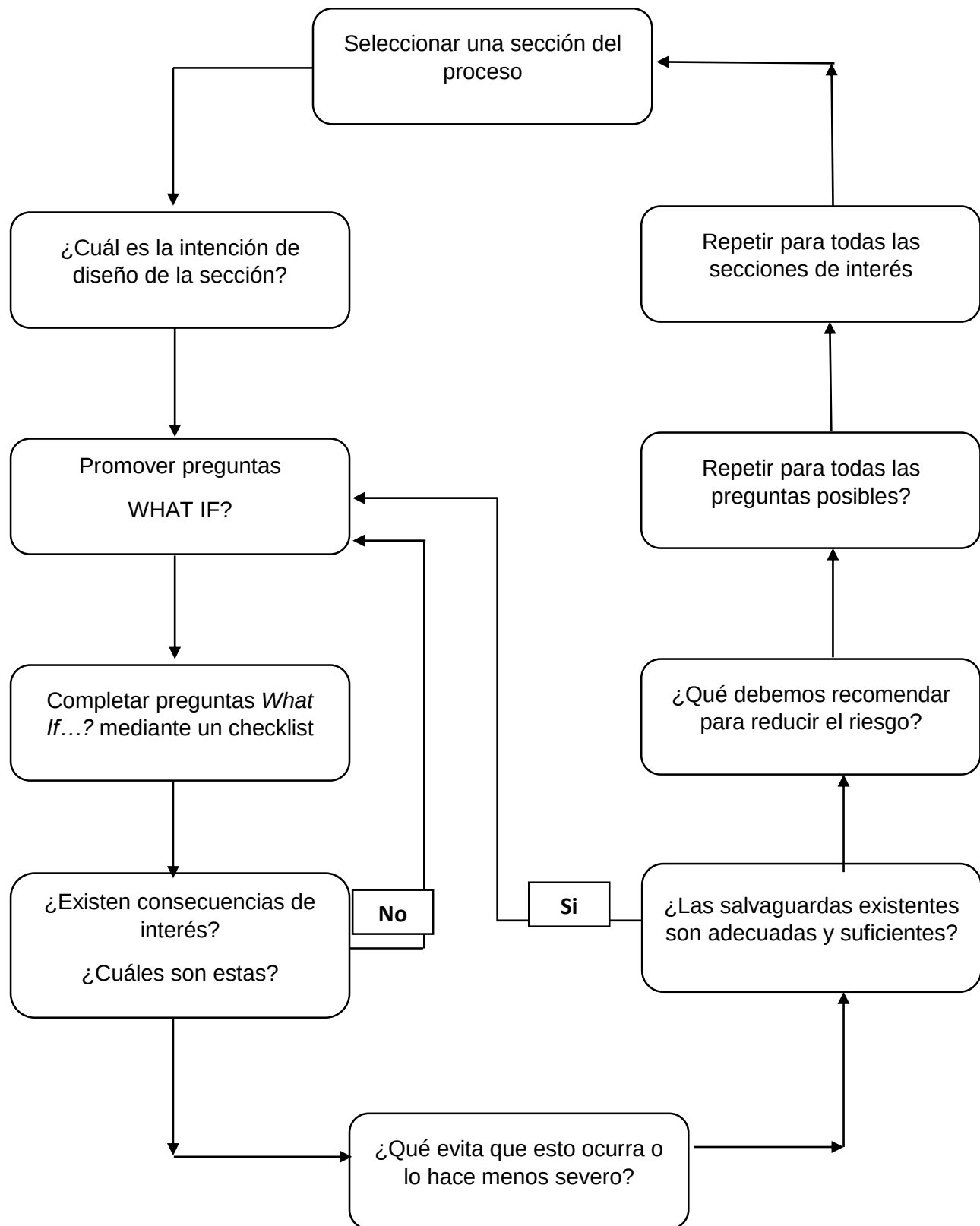
Como su nombre sugiere, el método consiste en cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades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

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

Es evidente que se requiere del conocimiento básico del sistema, por lo que, en el caso de la *instalación*, se debe de caracterizar plenamente el *sistema de trasiego* y cualquier elemento perteneciente a la planta de distribución de gas l.p. y estación de carburación; para poder verificar las posibles desviaciones y las condiciones normales de ésta.

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

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



Fuente: IMP

Ámbito de aplicación.

Para el caso de la planta de distribución de GLP y estación de GLP para carburación propiedad de **Gas El Sobrante, S.A. de C.V.**, se aplica a cada una de las áreas operativas de la misma, así como a sus sistemas auxiliares (sistema contra incendio, neumático y eléctrico), siendo los de mayor relevancia:

Para la planta de distribución de gas l.p.

- **Zona de almacenamiento de GLP** – un recipiente con capacidad de almacenamiento de 126,800 litros al 100% agua.
- Tomas de recepción (descarga de **semirremolques**).
- Tomas de suministro (carga de **auto-tanques**).
- Toma de carburación de auto-abasto.
- Servicios auxiliares, como son: compresor de aire, sistema contra incendio, instalaciones eléctricas y aire de instrumentos.

Estación de gas l.p. para carburación

- **Zona de almacenamiento de GLP** – un recipiente con capacidad de almacenamiento de 5,000 litros al 100% agua.
- Tomas de suministro (suministro a vehículos automotores del público en general).

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

Tabla VI.20. Terminología usada en un análisis WHAT IF?

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

Fuente: IMP

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

Propósito del What If...?

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

- Identificar condiciones y situaciones peligrosas que puedan resultar de barreras y controles inadecuados.
- Identificar aquellos eventos que pudieran desencadenar accidentes mayores.

- Generar las recomendaciones pertinentes a fin de minimizar el riesgo de la *instalación*, así como para mejorar las condiciones de operación.
- La aplicación del análisis *What If...?*, se enfocó en evaluar los peligros en la Planta de distribución de gas l.p. y estación de carburación.

Preguntas típicas.

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

Tabla VI.21. Preguntas típicas del Análisis WHAT IF?

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

Fuente: IMP

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

Tabla VI.22. Causas y consecuencias en procesos similares

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

Documentación de los resultados del What-If? y Jerarquización de peligros

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

La 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:

- a) Daños al Personal.
- b) Efecto en la Población.
- c) Impacto Ambiental.
- d) Daño a 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 VI.23. Criterios de ponderación de frecuencias.

Clasificación de frecuencia	Categoría	Descripción de la frecuencia de ocurrencia	Frecuencia/año
F6	Muy frecuente	Ocorre una o más veces en un año.	>1.0 ($\geq 1 \times 10^0$)
F5	Frecuente	Ocorre una o más veces en un periodo mayor a 1 y hasta 5 años.	$>0.2 \text{ a } \leq 1.0$ ($> 2 \times 10^{-1} \text{ a } \leq 1 \times 10^0$)
F4	Poco Frecuente	Ocorre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	$>0.1 \text{ a } \leq 0.2$ ($> 1 \times 10^{-1} \text{ a } \leq 2 \times 10^{-1}$)
F3	Raro	Ocorre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	$>0.01 \text{ a } \leq 0.1$ ($> 1 \times 10^{-2} \text{ a } \leq 1 \times 10^{-1}$)
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación.	$>0.001 \text{ a } \leq 0.01$ ($> 1 \times 10^{-3} \text{ a } \leq 1 \times 10^{-2}$)
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	$>0.0001 \text{ a } \leq 0.0001$ ($> 1 \times 10^{-4} \text{ a } \leq 1 \times 10^{-3}$)

Tabla VI.24. 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 VI.25. Matriz de jerarquización de riesgo

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	6	C	B	A	A	A	A
	5	C	C	B	B	A	A
	4	D	C	C	B	B	A
	3	D	C	C	C	B	A
	2	D	D	C	C	C	B
	1	D	D	D	D	C	C

Tabla VI.26. 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.

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

Dentro del análisis y evaluación de riesgos del proyecto de una planta de distribución de GLP se consideran diversos eventos, cabe destacar que la probabilidad de ocurrencia de dichos eventos que resultan ser poco probables debido a los sistemas de seguridad previstos, y a los procedimientos de seguridad que se 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.

A continuación, se anexa a detalle la aplicación de la técnica de evaluación de peligros **What-If?** para la Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación propiedad de **Gas El Sobrante, S.A de C.V.**

Interpretación de la matriz de resultados

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

Tabla VI.27. Matriz de riesgo por daños al personal

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2×10^{-1} a 1.0	C	C	B	B	A	A
4	10^{-1} a 2×10^{-1}	D	C	C	B	B 1.4.4,	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D 1.3.3, 1.3.6, 1.3.7, 1.4.2, 2.3.1	C 1.3.4a, 1.3.4b	C 1.3.2b	C 1.1.5a, 1.3.2a, 1.4.3	B 1.1.1, 1.1.8, 1.1.9, 1.3.5, 1.3.8, 1.4.1	A 1.1.2, 1.1.4, 1.1.5b
2	10^{-3} a 10^{-2}	D 1.2.1b, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.9	D 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.3.1, 2.1.1	C 1.1.11	C	C 1.2.5	B 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 VI.28. Matriz de riesgo por efectos en la población

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 1.4.4	C	B	B	A
3	10 ⁻² a 10 ⁻¹	D 1.3.6, 1.3.7, 1.4.2, 2.3.1	C 1.3.2b, 1.3.3, 1.3.4a, 1.3.4b	C 1.1.1, 1.1.2, 1.1.5a, 1.3.2a, 1.3.5, 1.3.8, 1.4.1, 1.4.3	C 1.1.4, 1.1.5b, 1.1.8, 1.1.9	B	A
2	10 ⁻³ a 10 ⁻²	D 1.1.10, 1.2.1b, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.9, 2.2.1	D 1.1.6, 1.1.7, 1.1.11, 1.1.12, 1.3.1	C	C 1.2.5 2.1.1	C	B 1.1.3, 1.2.4
1	10 ⁻⁴ a 10 ⁻³	D	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 VI.29. Matriz de riesgo por impacto ambiental

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2×10^{-1} a 1.0	C	C	B	B	A	A
4	10^{-1} a 2×10^{-1}	D	C 1.4.4	C	B	B	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D 1.3.3, 1.3.4b, 1.3.6, 1.3.7, 1.4.2, 2.3.1	C 1.3.4a	C 1.1.1, 1.1.5a, 1.3.2a, 1.3.2b, 1.3.8, 1.4.1, 1.4.3	C 1.1.8, 1.1.9, 1.3.5,	B 1.1.2, 1.1.4, 1.1.5b	A
2	10^{-3} a 10^{-2}	D 1.1.6, 1.1.7, 1.1.10, 1.1.12, 1.2.1b, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.9, 2.2.1	D 1.3.1,	C 1.1.11 2.1.1	C 1.2.5	C	B 1.1.3, 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							

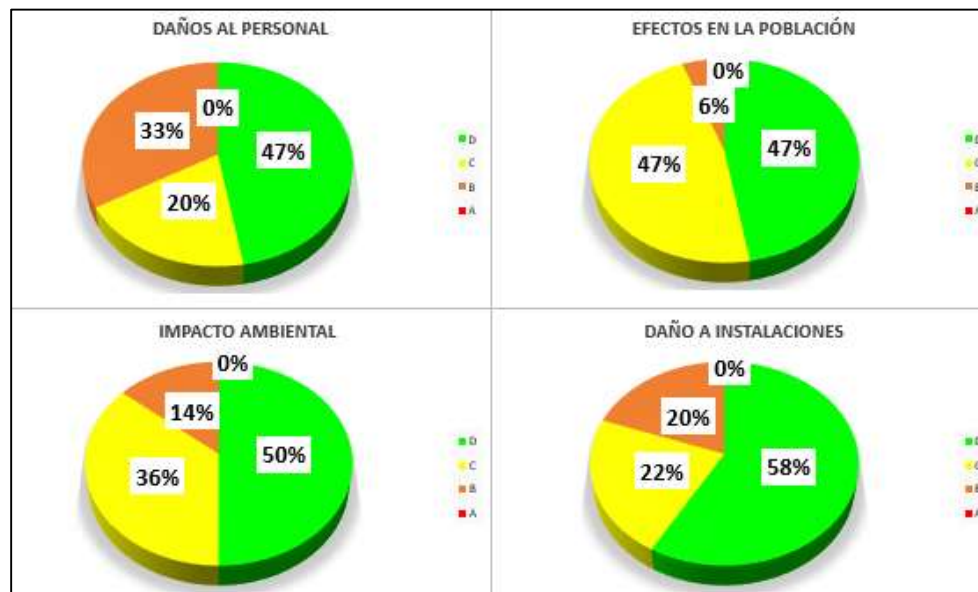
Tabla VI.30. Matriz de riesgo por daños a instalaciones

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 1.4.4	C	C	B	B	A
3	10 ⁻² a 10 ⁻¹	D 1.3.3, 1.3.4a, 1.3.4b, 1.3.6, 1.3.7, 1.4.2, 1.4.3, 2.3.1	C 1.3.2a, 1.3.2b, 1.3.5, 1.3.8, 1.4.1	C 1.1.1	C 1.1.5a	B 1.1.2, 1.1.4, 1.1.5b, 1.1.8, 1.1.9	A
2	10 ⁻³ a 10 ⁻²	D 1.1.10, 1.2.1b, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.9, 2.2.1	D 1.1.6, 1.1.7, 1.1.12, 1.3.1	C 1.1.11 1.2.5	C 2.1.1	C	B 1.1.3, 1.2.4
1	10 ⁻⁴ a 10 ⁻³	D	D	D 1.2.1a	D	C	C

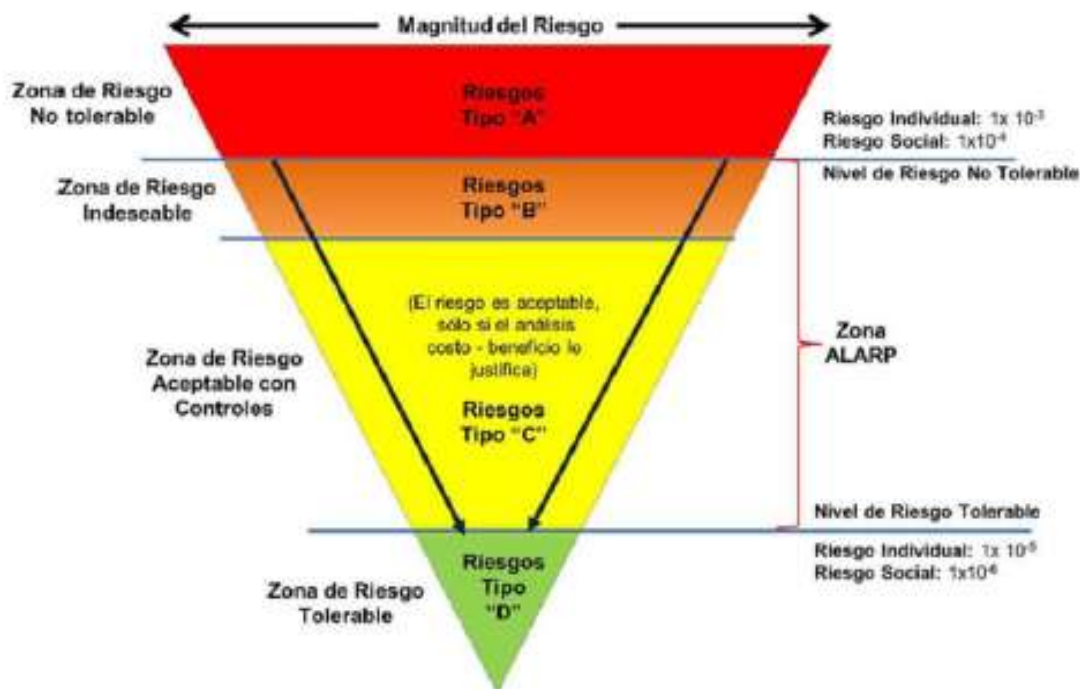
Clasificación

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

Para el porcentaje de riesgo aceptable, el número de casos que recaen en esta zona no rebasa el 47 % de los casos donde se presenta efectos en la población, es decir, que mientras no se apliquen medidas de reducción de las causas de accidentes y medidas de mitigación de consecuencias el 47 % de los casos generaran un efecto en la población.



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



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.

C. DETERMINACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo (frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del subsistema	Sustancia involucrada
1	005	BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 126,800 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie del tanque de almacenamiento, provocando que este pierda su integridad mecánica.	2 x 6	B: Riesgo indeseable	F2 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	Subsistema 1.2 Almacenamiento de Gas L.P. 1.2.4	Gas L.P.
			2 x 6	B: Riesgo indeseable		6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades		
			2 x 6	B: Riesgo 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: Riesgo indeseable		6 (Catastrófico) >500,000.000		
2	003	BLEVE del semirremolque a consecuencia del calentamiento de este por la radiación térmica emitida por el dardo de fuego formado por el escape continuo de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque.	2 x 6	B: Riesgo indeseable	F2 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	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques 1.1.3	Gas L.P.
			2 x 6	B: Riesgo indeseable		6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades		
			2 x 6	B: Riesgo 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: Riesgo indeseable		6 (Catastrófico) >500,000.000		
3	002	Suponiendo el desprendimiento de la manguera de gas líquido durante la descarga de un semirremolque y la continuidad del funcionamiento del compresor, la fase vapor es desplazada desde el tanque de almacenamiento al semirremolque , propiciando el desplazamiento de la fase líquida del semirremolque fugándose a través de la válvula de descarga del semirremolque en tanto no se active la válvula de exceso de flujo.	3 x 6	A: Riesgo intolerable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques. 1.1.2	Gas L.P.
			3 x 4	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		4 (Grave) Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			3 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) 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.		
			3 x 5	B: Riesgo 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 subsistema	Sustancia involucrada
4	004	Fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.	3 x 6	A: Riesgo intolerable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques 1.1.4	Gas L.P.
			3 x 4	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		4 (Grave) Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			3 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) 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.		
			3 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) >50,000.000 a 500,000.000		
5	004		3 x 6	A: Riesgo intolerable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques 1.1.5 b	Gas L.P.
			3 x 4	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		4 (Grave) Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			3 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) 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.		
			3 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) >50,000.000 a 500,000.000		
6	004		3 x 5	B: Riesgo indeseable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques 1.1.8	Gas L.P.
			3 x 4	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		4 (Grave) Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			3 x 4	C: Riesgo 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 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) >50,000.000 a 500,000.000		
7	013	4 x 5	B: Riesgo indeseable	F4 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	Subsistema 2.1 Suministro de Gas L.P. mediante auto-tanque 2.1.3	Gas L.P.	
		4 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades			
		4 x 4	B: Riesgo 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: Riesgo 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 subsistema	Sustancia involucrada
8	012	Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba BLACKMER TLGLF3 en un auto tanque. El diámetro equivalente de fuga es de 0.000127 m.	4 x 5	B: Riesgo indeseable	F4 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	Subsistema 2.1 Suministro de Gas L.P. mediante auto-tanque 2.1.1	Gas L.P.
			4 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades		
			4 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) 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.		
			4 x 3	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		
9	012		4 x 5	B: Riesgo indeseable	F4 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	Subsistema 2.1 Suministro de Gas L.P. mediante auto-tanque 2.1.2	Gas L.P.
			4 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades		
			4 x 5	B: Riesgo indeseable		5 (Mayor) 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.		
			4 x 3	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		
10	004	Fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.	3 x 5	B: Riesgo indeseable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques 1.1.9	Gas L.P.
			3 x 4	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		4 (Grave) Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			3 x 4	C: Riesgo 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 5	B: Riesgo 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 subsistema	Sustancia involucrada
11	001	Si durante la descarga de un semirremolque no se le colocaran las calzas y la unidad se moviera o arrancara sin antes haber sido debidamente desconectada, y debido a un deficiente acoplamiento de la manguera de gas líquido que va de la descarga del semirremolque – a través de la válvula de cierre rápido al acoplador de llenado para gas líquido – hacia la toma de recepción de la instalación, se tendría el desprendimiento de esta.	3 x 5	B: Riesgo indeseable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques 1.1.1	Gas L.P.
			3 x 3	C: Riesgo 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 la posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3	C: Riesgo 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 3	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		
12	008	Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Corken Z3500. El diámetro equivalente de fuga es de ¼". Daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco, vibración excesiva, cavitación, etc.	3 x 5	B: Riesgo indeseable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 1.3 Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa – Bombas de trasiego 1.3.5	Gas L.P.
			3 x 3	C: Riesgo 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 la posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 4	C: Riesgo 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: Riesgo Aceptable, pero con controles.		2 (Menor) >50,000 a 500,000		
13	008	Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Corken Z3500. El diámetro equivalente de fuga es de ¼". Daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco, vibración excesiva, cavitación, etc.	3 x 5	B: Riesgo indeseable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 1.3 Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa – Bombas de trasiego 1.3.8	Gas L.P.
			3 x 3	C: Riesgo 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 la posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3	C: Riesgo 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: Riesgo 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 subsistema	Sustancia involucrada
14	006	Debido a un incendio cerca del área de almacenamiento (Evento 002) ocurre el calentamiento de la superficie del tanque. A consecuencia del calentamiento y de la incidencia directa 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 en los aditamentos múltiples marca Rego.	2 x 5	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.	F2 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	Subsistema 1.2 almacenamiento 1.2.5	Gas L.P.
			2 x 4	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		4 (Grave) Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			2 x 4	C: Riesgo 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 3	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		
15	004	Fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.	3 x 4	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.	F3 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	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques 1.1.5 a	Gas L.P.
			3 x 3	C: Riesgo 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 la posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3	C: Riesgo 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 4	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		4 (Grave) >5 000.000 a 50,000.000		
16	007	Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y el operador no conectara correctamente el acoplador de la manguera de líquido con la válvula ubicada en la parte posterior del auto tanque provocando el desprendimiento de la manguera, y que ante este súbito desprendimiento la válvula de exceso de flujo instalada en la línea de líquido no cerrara oportunamente se tendría la fuga de GLP, equivalente al contenido atrapado en la manguera y a la capacidad nominal de la tubería de gas líquido, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando 530 LPM, a una presión de 5 kg/cm2.	3 x 4	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.	F3 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	Subsistema 1.3 Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa 1.3.2 a	Gas L.P.
			3 x 3	C: Riesgo 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 la posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3	C: Riesgo 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: Riesgo 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 subsistema	Sustancia involucrada
17	007	Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y el operador no conectara correctamente el acoplador de la manguera de líquido con la válvula ubicada en la parte posterior del auto tanque provocando el desprendimiento de la manguera, y que ante este súbito desprendimiento la válvula de exceso de flujo instalada en la línea de líquido no cerrara oportunamente se tendría la fuga de GLP, equivalente al contenido atrapado en la manguera y a la capacidad nominal de la tubería de gas líquido, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando 530 LPM, a una presión de 5 kg/cm2.	3 x 3	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.	F3 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	Subsistema 1.3 Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa 1.3.2 b	Gas L.P.
			3 x 2	C: Riesgo 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 3	C: Riesgo 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: Riesgo Aceptable, pero con controles.		2 (Menor) >50,000 a 500,000		
18	004	Fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.	2 x 3	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.	F2 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	Subsistema 1.2 Almacenamiento de GLP. 1.1.11	Gas L.P.
			2 x 2	D: Riesgo Tolerable		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		
			2 x 3	C: Riesgo 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 3	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.		2 (Menor) >500,000 a 5,000.000		
19	008	Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Blackmer LGL3E. El diámetro equivalente de fuga es de ¼". Daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco, vibración excesiva, cavitación, etc.	3 x 2	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.	F3 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	Subsistema 1.3 Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa. 1.3.4 a	Gas L.P.
			3 x 2	C: Riesgo 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: Riesgo Aceptable, pero con controles.		2 (Menor) Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.		
			3 x 1	D: Riesgo Tolerable		1 (Despreciable) <50,000		
20	008	Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Corken Z3500. El diámetro equivalente de fuga es de ¼".	3 x 2	C: Riesgo Aceptable, pero con controles.	F3 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	Subsistema 1.3 Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa 1.3.4 b	Gas L.P.
			3 x 2	C: Riesgo 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 1	D: Riesgo Tolerable		1 (Despreciable) No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.		

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo (frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del subsistema	Sustancia involucrada
21	008	Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Corken Z3500. El diámetro equivalente de fuga es de ¼". Daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco, vibración excesiva, cavitación, etc.	3 x 1	D: Riesgo Tolerable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	1 (Despreciable) No se esperan lesiones o daños físicos.	Subsistema 1.3 Suministro de Gas L.P. a autotanques y vehículos propios de la empresa 1.3.3	Gas L.P.
			3 x 2	C: Riesgo 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 1	D: Riesgo Tolerable		1 (Despreciable) No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.		
			3 x 1	D: Riesgo Tolerable		1 (Despreciable) <50,000		

ESTACIÓN DE CARBURACIÓN PARA GAS L.P.

Tabla VI.31. Matriz de riesgo por daños al personal

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2×10^{-1} a 1.0	C	C	B	B	A	A
4	10^{-1} a 2×10^{-1}	D	C	C	B	B	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D 1.3.2	C 1.2.3	C	C	B 1.1.1, 1.3.1	A 1.2.4
2	10^{-3} a 10^{-2}	D	D 1.2.1a, 1.2.1b, 1.2.2	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 VI.32. Matriz de riesgo por efectos en la población

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2×10^{-1} a 1.0	C	C	B	B	A	A
4	10^{-1} a 2×10^{-1}	D	C	C	B	B	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D 1.3.2	C 1.2.3	C 1.1.1, 1.3.1	C	B 1.2.4	A
2	10^{-3} a 10^{-2}	D	D 1.2.1a, 1.2.1b, 1.2.2	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 VI.33. Matriz de riesgo por impacto ambiental

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2×10^{-1} a 1.0	C	C	B	B	A	A
4	10^{-1} a 2×10^{-1}	D	C	C	B	B	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D	C 1.2.3, 1.3.2	C 1.3.1	C 1.1.1, 1.2.4	B	A
2	10^{-3} a 10^{-2}	D	D 1.2.1a, 1.2.1b, 1.2.2	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 VI.34. Matriz de riesgo por daños a instalaciones

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2×10^{-1} a 1.0	C	C	B	B	A	A
4	10^{-1} a 2×10^{-1}	D	C	C	B	B	A
3	10^{-2} a 10^{-1}	D 1.2.3, 1.3.2	C 1.1.1, 1.3.1	C 1.2.4	C	B	A
2	10^{-3} a 10^{-2}	D 1.2.1a, 1.2.1b, 1.2.2	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							

Para el porcentaje de riesgo aceptable, el número de casos que recaen en esta zona no rebasa el 47 % de los casos donde se presenta efectos en la población, es decir, que mientras no se apliquen medidas de reducción de las causas de accidentes y medidas de mitigación de consecuencias el 47 % de los casos generaran un efecto en la población.



No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo (frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del subsistema	Sustancia involucrada
1	010	BLEVE del tanque de almacenamiento debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico sobre la superficie del tanque.	3 x 6	Riesgo Intolerable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Subsistema 1.2. Almacenamiento 1.2.4	Gas L.P.
			3 x 5	Riesgo Indeseable		5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades		
			3 x 4	Riesgo 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	Riesgo Aceptable, pero con controles		3 (Moderado) >500,000 a 5,000,000		
2	009	Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante la descarga del autotanque.	3 x 5	Riesgo Indeseable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 1.1. Recepción de auto-tanques 1.1.1	Gas L.P.
			3 x 3	Riesgo 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 la posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 4	Riesgo 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	Riesgo Aceptable, pero con controles		2 (Menor) >50,000 a 500,000		
3	011	Fuga de glp causada por el desprendimiento de la manguera de trasiego de gas en fase líquida durante el suministro a vehículos automotores.	3 x 5	Riesgo Indeseable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 1.3. Suministro de Gas L.P. a vehículos automotores 1.3.1.	Gas L.P.
			3 x 3	Riesgo 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 la posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3	Riesgo 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	Riesgo Aceptable, pero con controles		2 (Menor) >50,000 a 500,000		
4	010	BLEVE del tanque de almacenamiento debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico sobre la superficie del tanque.	3 x 2	Riesgo Aceptable, pero con controles	F3 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	Subsistema 1.2. Almacenamiento 1.2.3	Gas L.P.
			3 x 2	Riesgo 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	Riesgo Aceptable, pero con controles		2 (Menor) Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato		
			3 x 1	Riesgo Tolerable		1 (Despreciable) <50,000		
5	011	Fuga de glp causada por el desprendimiento de la manguera de trasiego de gas en fase líquida durante el suministro a vehículos automotores.	3 x 1	Riesgo Tolerable	F3 Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	1 (Despreciable) No se esperan lesiones o daños físicos.	Subsistema 1.2. Almacenamiento 1.3.2	Gas L.P.
			3 x 1	Riesgo Tolerable		1 (Despreciable) No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.		
			3 x 2	Riesgo Aceptable, pero con controles		2 (Menor) Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato		
			3 x 1	Riesgo Tolerable		1 (Despreciable) <50,000		

D. EVENTOS QUE PUDIERAN SUSCITARSE.

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN 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. AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

Si durante la descarga de un semirremolque no se le colocaran las calzas y la unidad se moviera o arrancara sin antes haber sido debidamente desconectada, y debido a un deficiente acoplamiento de la manguera de gas líquido que va de la descarga del semirremolque – a través de la válvula de cierre rápido al acoplador de llenado para gas líquido – hacia la toma de recepción de la instalación, se tendría el desprendimiento de esta.

Ante esta situación se considera que:

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

Por lo que la masa fugada será la equivalente a la contenida en la manguera y en el tramo de tubería de 51 mm de diámetro y que va hasta el indicador de flujo (ubicado a no más de 3.0 m de la boca de toma). Se considera que la manguera tiene un diámetro de 51 mm y una longitud de 7.0 metros.

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

ESCENARIO 002: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO MIENTRAS EL COMPRESOR SIGUE FUNCIONANDO.

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

- La manguera de vapor se mantiene en su posición y el compresor sigue funcionando inyectando vapor al semirremolque.
- El flujo de descarga no alcanza inmediatamente el valor de cierre de la válvula de exceso de flujo del semirremolque.
- Debido a la continuidad en el funcionamiento del compresor, la fase vapor es desplazada desde el tanque de almacenamiento al semirremolque, propiciando el desplazamiento de la fase líquida del semirremolque fugándose a través de la

válvula de descarga del semirremolque en tanto no se active la válvula de exceso de flujo.

- Tiempo estimado de respuesta 30 seg.
- El tipo de liberación a través de la válvula de descarga del semirremolque es continua, formando una pluma que alcanzará su máxima extensión y se mantendrá durante todo el tiempo que dure la descarga.
- Cierre automático de la fuga por medio de la válvula de control remoto tipo con actuador tipo neumático, ubicado en la tubería que dirige gas hacia el almacenamiento.

El compresor utilizado para el trasiego de Gas L.P. del semirremolque al tanque de almacenamiento es marca Corken modelo 491 con una capacidad nominal de líquido de 636 LPM y con desplazamiento de vapor de 60.3 m³/hr.

La emisión de Gas L.P. a través de la válvula de descarga del semirremolque se da mediante un chorro presurizado que se desplaza horizontalmente conforme a la capacidad del compresor, la cual ante la presencia de una fuente de ignición formará un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio.

ESCENARIO 003: BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE.

BLEVE del semirremolque a causa de la radiación térmica derivada del dardo de fuego originado por la ignición de la emisión de Gas L.P., a través de la válvula de descarga del semirremolque (evento 002), la cual incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el funcionamiento de esta el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del tanque sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica.

Consideraciones:

- Debido a la posición de la válvula en el semirremolque (debajo de este), el dardo de fuego se desplazará horizontalmente, no obstante, el calor generado e irradiado desde el dardo se esparciría de forma radial en el entorno, lo que impediría llegar hasta la válvula y retardar el tiempo de respuesta.
- La intensidad de radiación crítica para el acero (material del que está hecho el tanque del semirremolque) es de 100 kW/m² para un tiempo de exposición mayor a 30 minutos, *según lo referenciado en Methods for the determination of possible damage" CPR 16E A.J. Roos.*
- Debido a la cercanía de la fuente del dardo de fuego el flujo calorífico rebasa el orden de los 100 kW/m² (intensidad de radiación crítica para el acero), por lo que bajo estas condiciones la radiación térmica generada por el dardo sería suficiente para reducir la resistencia mecánica del recipiente.
- Si bien es cierto que los efectos sobre los elementos próximos causados por la incidencia directa de la llama (dardo de fuego) son superiores a los debidos a la radiación térmica, no necesariamente para que se produzca la BLEVE del recipiente la llama tendría que partir de una fuente que incidiera directamente sobre la pared del semirremolque en la zona de líquido, ya que en el caso propuesto el mecanismo de transferencia de calor será por radiación térmica, la cual por una parte aumentará la presión interna dentro del recipiente y por otra disminuirá su resistencia mecánica.

Se considera que al producirse la BLEVE se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en 80% de su capacidad aproximadamente, esto es, contiene 38,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 47,500 litros.

- a) Cálculo de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del semirremolque debida a la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.
- b) Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE.

ESCENARIO 004: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE VÁLVULAS O ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO DEBIDO A PRESURIZACIÓN DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO.

Fuga de Gas L.P. en conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción, debido a sobrepresión de la línea, la cual pudiera ser provocada por un flujo de descarga mayor causado por un error en la nivelación de presiones, compresor revolucionado, apertura máxima de la válvula de exceso de flujo, presión alta en la línea de retorno de vapor, o bien, por una incorrecta apertura/cierre de válvulas o falla del compresor durante la nivelación de presiones.

Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Se considera un diámetro de fuga de 0.4" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

SUBSISTEMA 1.2: ALMACENAMIENTO DE GLP.

ESCENARIO 005: BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE DE 126,800 LITROS.

BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 126,800 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie del tanque de almacenamiento, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.

Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al **80%** de su capacidad, **esto es** 101,440 litros.

- a) Cálculo de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente de almacenamiento a causa de la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.
- b) Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.

Escenario 006. FUGA DE GAS L.P. DEBIDO AL DESFOGUE DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Debido a un incendio cerca del área de almacenamiento ocurre el calentamiento de la superficie del tanque. A consecuencia del calentamiento y de la incidencia directa 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 en los aditamentos múltiples marca Rego.

Cada múltiple cuenta con 4 válvulas de relevo de presión (válvulas de seguridad), sin embargo, los cálculos de capacidad de desfogue se realizan tomando en cuenta solo 3 válvulas dado que la cuarta válvula es colocada para poder realizar el cambio de válvulas sin dejar fuera de operación el recipiente.

La capacidad de desfogue de cada una de las válvulas es de 294 m³/min, de acuerdo a lo indicado en la memoria técnico descriptiva del proyecto mecánico.

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 evoluciones 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.

Si bien, la ignición retardada de la emisión continua de Gas L.P. a través de la válvula de seguridad provocaría una llamarada, está ocurriría a la altura del origen de la emisión, dado que la nube de vapor formada se dispersara corriente abajo del punto de emisión con densidad superior a la del aire, por lo que tiende a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire, por lo que la concentración inicial de la nube a la altura del punto de emisión disminuirá conforme va “descendiendo”.

SUBSISTEMA 1.3: SUMINISTRO DE GLP A AUTOTANQUES.

ESCENARIO 007: FUGA DE GAS L.P. OCASIONADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO DURANTE EL TRASIEGO DE GAS L.P. A UN AUTOTANQUE.

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y el operador no conectara correctamente el acoplador de la manguera de líquido con la válvula ubicada en la parte posterior del auto tanque provocando el desprendimiento de la manguera, y que ante este súbito desprendimiento *la válvula de exceso de flujo instalada en la línea de líquido no cerrara oportunamente* se tendría la fuga de GLP, equivalente al contenido atrapado en la manguera y a la capacidad nominal de la tubería de gas líquido, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando **530 LPM**, a una presión de **5 kg/cm²**.

Consideraciones:

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

De la emisión que resulta del funcionamiento de la bomba y en caso de que exista una fuente de ignición en el punto de escape, se generaría un dardo de fuego. Asimismo, se considera que, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual, dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

ESCENARIO 008: FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN DE LA BOMBA DE TRASIEGO.

Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Corken Z3500. El diámetro equivalente de fuga es de 1/4".

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

Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

ETAPA: DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. FUERA DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA

SUBSISTEMA 2.1 SUMINISTRO DE GAS L.P. MEDIANTE AUTO-TANQUE

ESCENARIO 012. FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN EN EL AUTO-TANQUE.

Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba BLACKMER TLGLF3 en un auto tanque. El diámetro equivalente de fuga es de 0.000127 m, correspondiente a lo que se muestra en la siguiente:

- El daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco, vibración excesiva, cavitación, etc.
- Se propone un tiempo de fuga equivalente a 2 minutos, en función al tipo de sistema de detección y al tipo de sistema de aislamiento al que se refiere el diseño. API Publication 581, Risk-Based Inspection
- El tipo de liberación es continua.

Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Nota: Se consideró que el evento tiene lugar durante el trasiego de Gas L.P. al usuario final o instalación de aprovechamiento, una vez que, en los últimos años este tipo de accidente ha tenido lugar en nuestro país, tal es el caso de la explosión ocurrida en el Hospital Materno Infantil de Cuajimalpa ocurrida el 30 de enero de 2015 en Cuajimalpa, Estado de México; o el caso de la explosión en el Mercado de Jamaica en la Ciudad de México ocurrida el 2 de febrero de 2021, explosión en Tepatitlán de Morelos, Jalisco mientras un auto-tanque abastecía Gas L.P. a un tanque estacionario la cual ocurrió el 15 de junio de 2019, entre otras.

Cabe mencionar que no se deja de lado los accidentes que pueden ocurrir durante el traslado de las unidades a los puntos de reparto, como los ocurridos en el Valle de Chalco en enero del presente año, o en Nayarit el 16 de noviembre de 2020.

ESCENARIO 013. BLEVE DEL AUTOTANQUE DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE DE 5,200 LITROS.

Si por el exceso de velocidad con el que se maneja el auto-tanque, el operado perdiera el control ocasionando la volcadura de la unidad y este a su vez se fracturara, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea del Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del auto-tanque.

Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al **90%** de su capacidad, **esto es 4,680 litros.**

- a) Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.
- b) Cálculo de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente de almacenamiento a causa de la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

SUBSISTEMA 1.1: SUMINISTRO AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO (ESTACIÓN DE CARBURACIÓN)

ESCENARIO 009: FUGA DE GAS L.P. OCASIONADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO DURANTE LA DESCARGA DEL AUTOTANQUE.

Considerando que existiera una sobretensión en la manguera que va de la descarga del auto-tanque – a través de la válvula de cierre rápido hacia la válvula de llenado doble check del tanque.

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

Lo anterior podría ser provocado por un error humano como podría ser:

- Una mala conexión de la manguera, o errores humanos (desapego de los procedimientos operativos).
- No colocar las calzas al auto-tanque al momento de la descarga, lo que ocasionaría el movimiento del mismo, pudiéndose zafar la manguera.
- Arranque de la unidad (auto-tanque), sin antes haber sido debidamente desconectada.

Se considera que existe un cierre manual de la fuga por medio de la válvula de cierre rápido del auto-tanque, por lo que la masa fugada es la equivalente a la contenida en la manguera de diámetro de **51 mm** y una longitud de **7 metros** (datos obtenidos de *TRINITY INDUSTRIES DE MÉXICO* <http://www.trinitymexico.com>), y que va hasta el medidor de flujo, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando **114 L/min** Por las características del incidente, la masa fugada de GLP es emitida a la atmósfera mediante dos mecanismos: emisión de chorro horizontal y emisión instantánea.

SUBSISTEMA 1.2.: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P (ESTACIÓN DE CARBURACIÓN)

ESCENARIO 010: BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE.

BLEVE del recipiente de almacenamiento de GLP con capacidad de 5,000 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del tanque de almacenamiento de la planta impacte la superficie de este, provocando que este pierda su integridad

mecánica dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de GLP en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.

Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al **80%** de su capacidad, **esto es 4,000 litros.**

- a) Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.
- b) Cálculo de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión del recipiente de almacenamiento a causa de la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente y este se rompe.

SUBSISTEMA 1.3: SUMINISTRO DE GAS L.P. A VEHÍCULOS AUTOMOTORES

ESCENARIO 011: FUGA DE GLP CAUSADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA DURANTE EL SUMINISTRO A VEHÍCULOS AUTOMOTORES.

Suponiendo que, durante el suministro de gas l.p. a vehículos automotores, no se conectara correctamente el acoplador de la manguera, provocando el desprendimiento de la manguera, y que ante este súbito desprendimiento *la válvula de exceso de flujo instalada en la línea de líquido no cerrara oportunamente* se tendría la fuga de GLP, equivalente al contenido atrapado en la manguera y a la capacidad nominal de la tubería de gas líquido, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando **57 LPM**, a una presión de **5.0 kg/cm²**.

Consideraciones:

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

De la emisión que resulta del funcionamiento de la bomba y en caso de que exista una fuente de ignición en el punto de escape, se generaría un dardo de fuego. Asimismo, se considera que, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual, dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

E. ANÁLISIS DETALLADO 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 identificadas durante la evaluación cualitativa de riesgos.

El Árbol de Fallas, es una técnica deductiva que asume que un evento indeseado (evento tope y/o máximo) ha ocurrido y busca los elementos contribuyentes (eventos básicos), ya sean éstos fallas de equipo, errores humanos o eventos externos. En la aplicación de ésta técnica se construye un diagrama lógico (árbol de fallas) que utiliza símbolos de álgebra Booleana, donde las ramas del árbol de fallas representan combinaciones de eventos capaces de ocasionar un evento tope y/o máximo.

Este método de evaluación analiza diversos aspectos de riesgo y es capaz de evaluar su magnitud y su probabilidad, por lo que se considera un método de evaluación cualitativo y cuantitativo.

Como método cuantitativo el árbol de fallas nos permite evaluar la probabilidad de pérdida y compararla con la magnitud de la pérdida, acciones que por tradición se han venido haciendo intuitivamente en la industria, sin la cuantificación de las probabilidades, de tal manera que difícilmente se toma una decisión con el pleno conocimiento de falla.

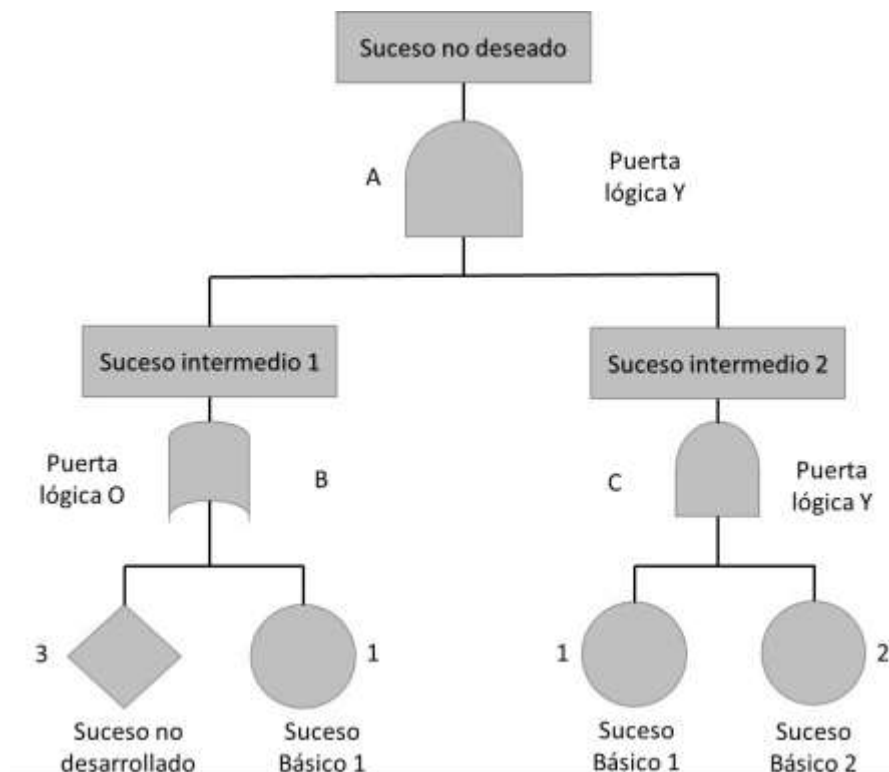


Fig. IV.21. Representación de un árbol de fallas.

Construcción del árbol de fallas

El árbol de fallas es un diagrama lógico en el cual cada evento o condición se muestra como una consecuencia lógica de la combinación de otros eventos o condiciones.

Pueden existir tres tipos de falla las cuales son:

- ♣ Fallas primarias: Aquellas en las que el componente es incapaz de desempeñar su función de diseño y bajo condiciones normales de operación
- ♣ Fallas secundarias: Aquellas causadas por fuerzas o efectos ajenos al sistema
- ♣ Fallas de mando: Aquellas que ocurren cuando el componente falla por condiciones de proceso excesivas

Para obtener un árbol de fallas adecuado es necesario contar con un diagrama de flujo que muestre todos los equipos involucrados, líneas de flujo, conexiones de arranque y auxiliares, elementos primarios de instrumentación, etc.

Para elaborar un árbol de fallas se sigue un procedimiento inductivo: desde los sucesos capitales (SC) hasta los sucesos básicos, iniciadores o causales (SB).

Algunos de los símbolos usados en el desarrollo del árbol de fallas se muestran a continuación:

- ♣ **Evento Tope.** El símbolo usado para indicar eventos indeseados es un rectángulo.
- ♣ **Compuerta “O” y Compuerta “Y”.** Un símbolo para una compuerta “O” es usado para indicar que cualquiera de los subeventos que sucedan, ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra. Un símbolo para una compuerta “Y” es usado para indicar que cuando todos los sub eventos ocurren simultáneamente, estos ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra.
- ♣ **Evento no desarrollado.** Las causas secundarias son puntos de paro escogidos porque no hay necesidad de información adicional y su símbolo es un diamante.
- ♣ **Evento externo.** El símbolo usado para indicar algo que “siempre” está ocurriendo o que “nunca ocurre” es una casa.
- ♣ **Evento condicionante.** Un ovalo es utilizado para indicar condiciones adicionales o situaciones que deben estar presentes en las compuertas a las cuales esta adherido, para permitir que el evento arriba de la compuerta ocurra.
- ♣ **Evento básico.** El símbolo usado para indicar una causa primaria o fundamental de un evento indeseado es un círculo.

La secuencia para la construcción del árbol de fallas es:

- ♣ Definir el evento máximo (falla del sistema de interés)
- ♣ Definir los límites y condiciones iniciales
- ♣ Definir la estructura del árbol
- ♣ Seguir el flujo de las fallas
- ♣ Hacer el árbol de fallas adecuado al propósito del estudio

Los pasos que anteceden al análisis cuantitativo en la aplicación de los árboles de falla son:

- ♣ Definir el sistema a ser analizado
- ♣ Construir el modelo lógico (árbol de fallas)
- ♣ Análisis cualitativo

Simbología de los Eventos Usados en la Construcción de Árboles de Fallas

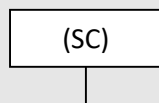
Se emplean símbolos lógicos para expresar relaciones e interacciones. A continuación, se definen las más usuales:

Relación causa – efecto: líneas _____

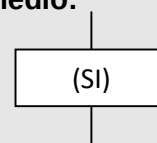
Sucesos:

- SC:** Suceso capital, de cabecera o complejo.
SI: Suceso intermedio.
SB: Suceso básico iniciador, causal o sencillo.
SND: Suceso no desarrollado porque no hay información o porque no se considera necesario. Se procesa como un SB.
SN: Suceso normal (condiciones operativas normales de diseño) o externo. Se procesa como un SB.

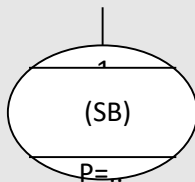
Suceso capital:



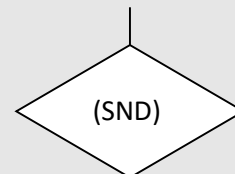
Suceso intermedio:



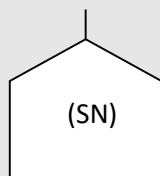
Suceso básico iniciador o causal:



Suceso no desarrollado:



Suceso normal o externo:

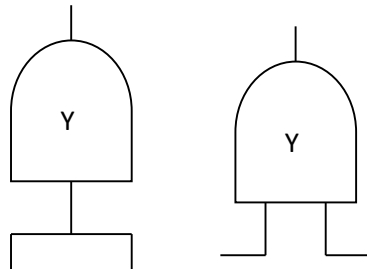


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

La puerta “Y”:

Para que ocurra el suceso inmediatamente superior deben ocurrir **todos** los sucesos conectados por la parte inferior del símbolo.

La probabilidad compuesta transmitida por la salida superior del símbolo es igual al *producto* de las probabilidades individuales que acceden o conectan por la parte inferior del mismo. La probabilidad se parte a través de una puerta “y”: el producto de dos factores menores que 1 es aún menor.

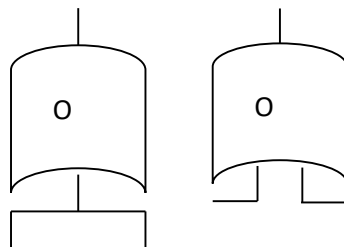


PUERTAS “Y”

La puerta “O”:

Para que ocurra el suceso inmediatamente superior basta que ocurra cualquiera de los sucesos conectados por la parte inferior del símbolo.

La probabilidad compuesta transmitida por la salida superior del símbolo es igual a la *suma* de las probabilidades individuales que acceden o conectan por la parte inferior del mismo. La probabilidad se transmite entera a través de una puerta “o”.

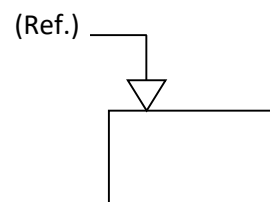
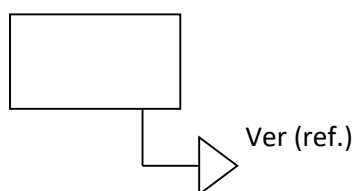


PUERTAS “O”

Símbolos de transferencia:

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

Principal (remite a:)



Con base en las memorias técnicas descriptivas de la Planta de Distribución de Gas L.P. y estación de carburación, los planos de la ingeniería de detalle, se identificaron las siguientes áreas de riesgo:

Planta de distribución de gas l.p.

- ⇒ Tomas de recepción de semirremolques.
- ⇒ Almacenamiento de Gas L.P.
- ⇒ Tomas de suministro de Gas L.P. para llenado de auto-tanques y carburación de autoconsumo.

Estación de gas l.p. para carburación

- ⇒ Descarga de autotanques.
- ⇒ Almacenamiento temporal de gas l.p.
- ⇒ Toma de suministro para consumidores

De manera general se puede definir que los “*eventos tope*” para la operación de la Planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación y distribución de gas l.p. mediante autotanques son:

- ⇒ Evento 001 y 002: Explosión en la descarga de gas l.p. de los semirremolques.
- ⇒ Evento 003: BLEVE del semirremolque.
- ⇒ Evento 004: Explosión a través de válvulas o instrumentos.
- ⇒ Evento 005: BLEVE del tanque de almacenamiento.
- ⇒ Evento 006: Explosión en el área de almacenamiento de Gas L.P. (desfogue de la válvula de seguridad)
- ⇒ Evento 007: Explosión en el suministro de auto-tanques
- ⇒ Evento 008: Explosión en la bomba de suministro
- ⇒ Evento 009: Explosión en la descarga de autotanques (estación de gas l.p. para carburación)
- ⇒ Evento 010: Blevé del tanque de almacenamiento de la estación de gas l.p. para carburación
- ⇒ Evento 011: Explosión en la toma de suministro de gas l.p. a vehículos automotores (Estación de Gas L.P. para carburación)
- ⇒ Evento 012: Explosión en el suministro mediante autotanques (distribución de Gas L.P. mediante autotanques)
- ⇒ Evento 013: Blevé en el autotanque (distribución de Gas L.P. mediante autotanquea)

La asignación de probabilidades se realizó con base en la siguiente tabla de valores:

Tabla VI.35. Frecuencia de fallo

Orden de magnitud	Calificación	Frecuencia probable
10^{-1}	Muy probable	Puede ocurrir en cualquier momento.
10^{-2}	Probable	Ha ocurrido o puede ocurrir varias veces al año
10^{-3}	Medianamente probable	Ha ocurrido en un año
10^{-4}	Improbable	No se ha presentado en 5 años
10^{-5}	Remotamente probable	No se ha presentado en 10 años
10^{-6}	Muy improbable	No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo.

FUENTE: MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS, J.M STORCH DE GACIA, PÁG 322

NOTA1: Los datos de fiabilidad para asignar la probabilidad de ocurrencia y las que se manejan en el árbol de fallas fueron obtenidos de diferente bibliografía, al final del estudio se presenta la bibliografía correspondiente.

Se anexa a continuación su aplicación.

Con base en la **identificación y evaluación** de los posibles riesgos (latentes y/o potenciales) en lo que serán las *instalaciones* propiedad de **Gas El Sobrante, S.A. de C.V.** y en la distribución de Gas L.P. mediante autotanques, a través del “método generalizado” del tipo semi – cuantitativo **What If...?** y de su posterior **jerarquización** con el **Árbol de Fallas** se obtienen los eventos máximos identificados:

Tabla VI.36. Frecuencias de ocurrencia de los eventos de riesgo evaluados para la planta de distribución y estación de carburación.

Evento	Probabilidad de ocurrencia
Evento 001/002: Explosión en la recepción de semirremolques	2.14×10^{-4}
Evento 003: BLEVE del semirremolque	1.04×10^{-8}
Evento 004: Explosión a través de válvulas o instrumentos	3.52×10^{-2}
Evento 005: BLEVE del tanque de almacenamiento	2.30×10^{-8}
Evento 006: Explosión de gas no confinado, liberado por el desfogue de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento	1.72×10^{-7}
Evento 007: Explosión en el suministro a auto-tanques	2.14×10^{-4}
Evento 008: Explosión en la bomba de suministro	5.65×10^{-4}
Evento 009: Explosión en la descarga de autotanques (distribución de Gas L.P. mediante autotanques)	2.95×10^{-4}
Evento 010: BLEVE del tanque de almacenamiento de la estación de Gas L.P. para carburación	3.56×10^{-8}
Evento 011: Explosión en toma de suministro de gas l.p. a vehículos automotores (Estación de Gas L.P. para Carburación)	2.04×10^{-4}
Evento 012.1/012.2: Explosión en la bomba del auto-tanque	5.65×10^{-4}
Evento 013: BLEVE del auto-tanque	1.04×10^{-8}

NOTA: La **frecuencia de ocurrencia** de los eventos **003 y 005** se consideró como **Muy Improbable (No se ve posibilidad que ocurra el riesgo)**, ya que el orden de magnitud rebasa los valores establecidos en la tabla de “**Probabilidades de Fallo**”.

De acuerdo a la asignación de probabilidades del Manual de seguridad industrial en plantas químicas, J.M. Storch de Gracia, Pág. 322, el orden de magnitud 10^{-2} del evento 004 les corresponde a eventos **PROBABLES**, los cuales han ocurrido o pueden ocurrir varias veces al año, mientras tanto el orden de magnitud 10^{-4} de los eventos 001, 002, 006, 007, 008, 009, 011, 012 corresponde a eventos **IMPROBABLES**, es decir, no se han presentado en 5 años. Mientras tanto, el evento 003, 005, 010 y 013 al tener un orden de magnitud menor a 10^{-8} , son eventos **MUY IMPROBABLES**, donde no se ve la posibilidad de que ocurra el riesgo. En el presente Estudio de Riesgo: Modalidad Análisis de Riesgo, se considera que el Evento 002 es el iniciador del evento 003 y este a su vez causa del evento 005 (BLEVE de los tanques de almacenamiento de la planta) y el evento 010 (BLEVE del tanque de almacenamiento de la estación).

Es importante mencionar que las instalaciones de Gas El Sobrante cuenta con todas las medidas de seguridad para evitar que ocurran dichos eventos, por lo que se presentan como eventos sobrestimados, para poder predecir los posibles daños críticos.

Además, es necesario aclarar que, aunque se realizan los cálculos del evento catastrófico, estos resultan ser sobrestimados, ya que como se mencionó anteriormente su probabilidad es muy baja, y si consideramos que:

$$RIESGO = PROBABILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO$$

Aunque el daño puede resultar un tanto significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo. Si evaluáramos estrictamente el riesgo de manera matemática, referente al evento catastrófico, tenemos:

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

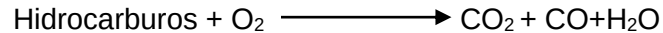
$$Daño = \frac{CERO - Víctimas}{Por - BLEVE - en empresas - privadas}$$

NOTA: Registro observado de un “Análisis Histórico de Incidentes BLEVE” reportado en el “Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras; Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño, Vol. I, pág. 348 Ed. Mc Graw Hill”

Matemáticamente el valor del RIESGO es “**CERO víctimas al año debido a BLEVE en empresas privadas**”, sin embargo, sabemos que el riesgo siempre existe, además hallar un valor de riesgo siempre es una PREDICCIÓN, por lo que es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación.

F. DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS DE EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS.

La combustión es la rápida oxidación exotérmica de un combustible que está en contacto con una fuente de ignición. La reacción que tiene lugar durante la combustión de hidrocarburos es:



Los modelos de fuego son correlaciones empíricas que nos permiten estimar los niveles de radiación térmica para una distancia dada y determinar zonas de afectación.

Se tienen diferentes modelos de fuego:

- Alberca de fuego (Pool Fire).
- Chorro de fuego (Jet Fire).
- Llamarada (Flashfire).
- Bola de fuego (Fire Ball).
- BLEVE.

Las explosiones de gas son caracterizadas por rápida combustión, en la cual la alta temperatura de los productos de combustión se expande y afectan a sus alrededores. De este modo el calor de combustión de una mezcla aire-combustible (energía química) es parcialmente convertido en una expansión (energía mecánica). La energía mecánica es transferida a los alrededores en la forma de una onda de choque. En la atmósfera, una onda de choque es experimentada como un cambio transigente de los parámetros de presión, densidad y velocidad de las partículas de un gas. Generalmente estos parámetros se incrementan y disminuyen rápidamente.

Los modelos de explosión se usan para determinar radios y/o zonas de afectación para ciertos niveles de sobrepresión.

Se tienen diferentes Modelos de explosión:

- Modelo TNT.
- Modelo TNO.
- Explosión física.
- BLEVE.
- Explosión confinada.
- Explosión UVCE

Las características fisicoquímicas, la cantidad almacenada y las condiciones de operación a las que se tiene el GLP aunado a condiciones o actos inseguros en su manejo son factores fundamentales que pueden constituir el riesgo de un siniestro.

Las características químicas de explosividad e inflamabilidad (L.I.I es de 1.8% y el L.S.I. es de 9.3%) serán los indicadores de las posibles afectaciones a las instalaciones, personas y medio ambiente. Por lo que para la estimación de consecuencias a realizar se consideran los modelos de fuego: BLEVE y Bola de Fuego y los modelos de explosión: Modelo TNT, BLEVE, Explosión NVNC.

BLEVE

Una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición".

La BLEVE es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados.

Para que se produzca una explosión BLEVE no es necesaria la existencia de reacciones químicas ni fenómenos de combustión. Podría producirse incluso en calentadores de agua y calderas de vapor. En principio podría originarse en cualquier líquido almacenado en un recipiente hermético, aunque hay explosiones que pueden confundirse con una BLEVE sin serlo. Las BLEVES son exclusivas de los líquidos o gases licuados en determinadas condiciones.

Normalmente las BLEVE se originan por un incendio externo que incide sobre la superficie de un recipiente a presión, especialmente por encima del nivel líquido, debilitando su resistencia y acabando en una rotura repentina del mismo, dando lugar a un escape súbito del contenido, que cambia masivamente al estado de vapor, el cual si es inflamable da lugar a la conocida bola de fuego (fireball). Esta última se forma por deflagración (combustión rápida) de la masa de vapor liberada. Debido a que esta circunstancia es el escenario normal, al hablar de explosiones BLEVE's y sus consecuencias, se incluye en sentido amplio a la bola de fuego, aunque debe quedar claro que ésta última sólo ocurre cuando el producto es inflamable.

La característica fundamental de una BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen más de 200 veces. La gran energía desarrollada en esa explosión repentina proyecta fragmentos rotos de distintos tamaños del recipiente a considerables distancias. Precisamente ésta es una prueba de confirmación de una BLEVE. Los fragmentos proyectados pueden arrastrar tras de sí a cierta masa de líquido en forma de partículas de finísima lluvia, con posibilidad de inflamación a considerables distancias.

Tras producirse el estallido del recipiente, la gran masa evaporada asciende en el exterior, arrastrando finísimas partículas de líquido y entrando en combustión -en caso de incendio- en forma de hongo, con la gran bola de fuego superior tras un instante y al haberse producido la difusión en el aire por debajo del límite superior de inflamabilidad. Dicha bola de fuego se irá expandiendo a medida que va ardiendo la totalidad de masa de vapor liberada.

Condiciones para que se produzca una explosión BLEVE

Para que se origine una explosión BLEVE tienen que concurrir las condiciones siguientes que son interdependientes entre sí:

- Producto en estado líquido sobrecalentado
- Baja súbita de la presión (isoentrópica) en el interior del recipiente.

Termodinámica de la BLEVE

Cualquier líquido o gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio, según la curva de saturación presión - temperatura de la Figura VI.2, o sea que a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor.

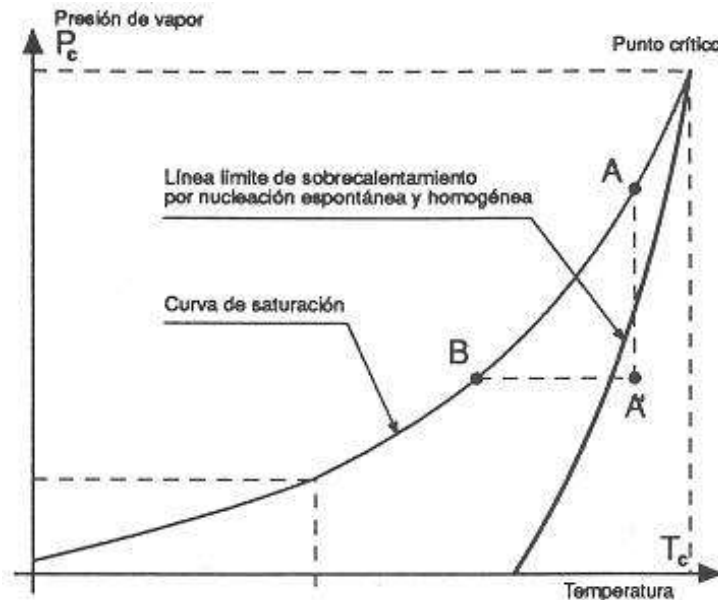


Fig. VI.2. Curva de saturación presión-temperatura

A medida que aumenta la temperatura, aumenta obviamente la presión de equilibrio, hasta alcanzarse el punto crítico, a partir del cual solo es posible la existencia de la fase gaseosa. Por ello se define la temperatura crítica como aquella temperatura máxima a la que se puede licuar un gas. Y la correspondiente presión crítica es la presión de vapor máxima que puede tener un líquido.

El sobrecalentamiento de una sustancia puede lograrse mediante calentamiento, superando su punto de ebullición sin que llegue a transformarse en vapor, o bien disminuyendo la presión, permaneciendo la temperatura constante.

Así, por ejemplo, en la figura 2 podemos observar que el punto A' de sobrecalentamiento se puede alcanzar por un aumento de temperatura a presión constante desde el punto B o una disminución brusca de presión (por expansión isoentrópica) desde el punto A.

Evidentemente la posición A' es una situación inestable que tenderá a buscar su posición natural de equilibrio sobre la curva de saturación.

En esta zona de inestabilidad definida en los márgenes que a continuación se expondrán, se favorece la nucleación espontánea como paso previo de la vaporización masiva y por tanto de la BLEVE.

Precisamente, y tal como hemos dicho, la BLEVE es provocada originariamente por un descenso brusco de la presión a temperatura constante por las causas ya expuestas.

Consecuencias de la BLEVE

Los peligros inmediatos de una BLEVE son la onda de sobrepresión y la proyección balística de fragmentos pertenecientes al mismo recipiente. Si el material contenido en el recipiente es inflamable se producirá una bola de fuego.

Para el caso del GLP los efectos serán tanto mecánicos como térmicos. En orden decreciente de importancia por daño a las personas esta:

- 1. Radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)**
- 2. Fragmentos producidos por la falla del tanque (efecto puntual y direccional)**
- 3. Onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque (efecto radial)**

Para efectos de la evaluación del presente estudio, se consideran los daños causados por Radiación Térmica producida por la bola de fuego y la Onda de Sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en el tanque.

Consecuencias de una BLEVE

Aunque en sentido estricto la BLEVE es la explosión mecánica del recipiente, dado que normalmente va asociada originariamente a incendios sobre recipientes que contienen gases o líquidos almacenados a una presión superior al ambiente, nos limitaremos en este último apartado a los tres tipos de consecuencias que suceden en el caso particular del almacenamiento del GLP:

- Radiación térmica.
- Sobrepresiones por la onda expansiva.
- Proyección de fragmentos metálicos.

Para la cuantificación de estos tres tipos de consecuencias se han desarrollado diferentes modelos empíricos de análisis que han recogido las experiencias de accidentes sucedidos.

Dada la diversidad de modelos matemáticos existentes, en esta Nota Técnica se recoge solamente un sistema simplificado de cálculo, validado por instituciones especializadas en este campo.

BOLA DE FUEGO (MÉTODO DE RADIACIÓN TÉRMICA)

La bola de fuego es el resultado de una liberación instantánea de un gas licuado inflamable con ignición rápida en un área abierta, tiene una forma cercana a una esfera de vapor. La concentración de combustible en su interior se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad, y la combustión se desarrolla desde su superficie hacia su centro. Los vapores en llamas de la superficie crean flotabilidad, dando altura a la esfera e incrementando su volumen con el paso del tiempo. La turbulencia aumenta haciendo que el aire ingrese al interior de la bola de fuego logrando mayor combustión de vapor. La bola de fuego se extingue dejando pequeñas agrupaciones de combustible, algunas de las cuales continuarán quemando. Este tipo de fuego es dañino a largas distancias y es fuente de ignición del combustible que encuentren en su camino. Su impacto se caracteriza por una radiación intensa liberada en un tiempo relativamente corto.

El efecto más nocivo de una BLEVE es el derivado de la radiación térmica. La altísima radiación térmica de la bola de fuego formada, provocará la muerte de todo ser vivo que quede encerrado en la misma y la posibilidad de propagación de incendios y BLEVE's a instalaciones y recipientes próximos generando un efecto dominó. Evidentemente la gravedad de los daños a personas y bienes estará en función de la distancia a la susodicha bola de fuego.

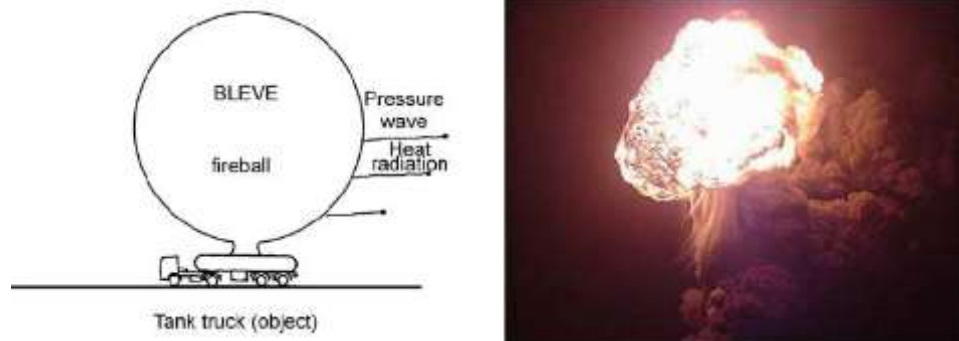


Fig. I.27. Representación de una bola de fuego (fireball).

Es preciso conocer las características sobre la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada, tales como:

- El diámetro de la bola de fuego
- La altura de dicha bola
- La duración máxima de la deflagración

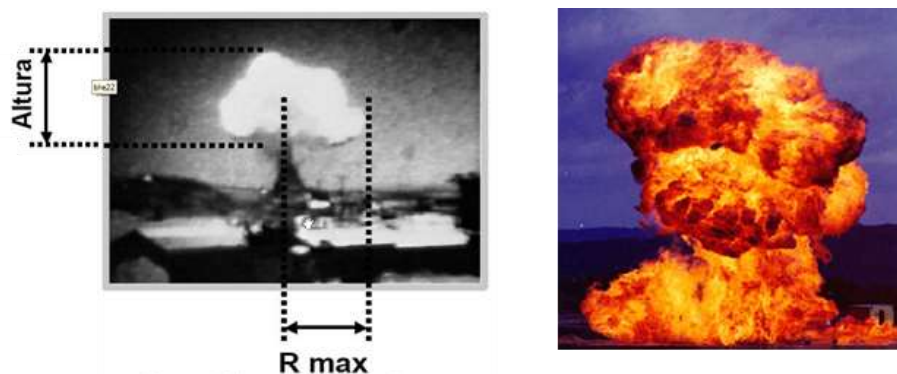


Fig. VI.28. Características de la bola de fuego.

Las dimensiones de cada uno de los eventos de incendio se verán directamente relacionadas con la cantidad de material fugado y su tiempo de desarrollo.

La radiación térmica va directamente relacionada con la cantidad de calor emitida de un incendio. Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad de calor (kW/m^2), así como de la dosis recibida y el tiempo de exposición.

Según sea la profundidad de las quemaduras, estas se clasifican en quemaduras de primero, segundo y tercer grado.

La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante solo 0.4 s antes de que se sienta dolor.

En función de la radiación térmica, se establecen los siguientes niveles de daño para diferentes flujos térmicos.

Tabla VI.37. Límites de intensidad de radiación térmica (Banco Mundial 1988)

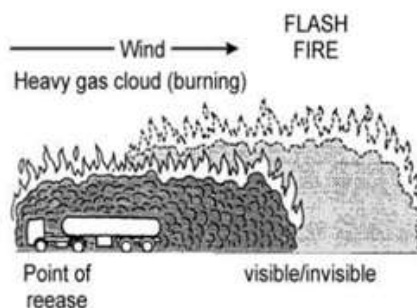
INTENSIDAD (kW/m ²)	EFFECTOS SOBRE MATERIALES	EFFECTOS SOBRE HUMANOS
37.5	Daño a equipo de proceso.	100% de letalidad en 1 minuto. 1% de letalidad en 10 segundos.
25	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con exposición prolongada.	100% de letalidad en 1 minuto. Lesiones graves en 10 segundos.
12.5	Energía mínima necesaria para incendiar y fundir tubos de plástico.	1% de letalidad en 1 minuto. Quemaduras de primer grado en 10 segundos.
4	-	No existe letalidad. Probables quemaduras de segundo grado. Dolor después de una exposición de 20 segundos.
1.6	-	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

Cabe mencionar que, para definir y justificar las zonas de seguridad por el entorno de la instalación, de acuerdo a la guía del ERA se deberá considerar para daños por Inflamabilidad (radiación Térmica): Zona de Alto Riesgo 5 kW/m² o 1500 BTU/pie²·h y para la Zona de Amortiguamiento: 1.4 kW/m² o 440 BTU/pie²·h

Su aplicación se observa en el cálculo de los eventos propuestos.

INCENDIO DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (LLAMARADAS O FLASH FIRE)

Un incendio de llamarada o “flashfire” es la combustión no explosiva de una nube de gas inflamable, que tuvo lugar debido a la fuga de un gas o por la evaporación de un líquido inflamable formando una nube inflamable que encuentra una fuente de ignición. Suele estar asociada a la dispersión de vapores a ras de suelo. Cuando estos encuentran un punto de ignición, el frente de la llama generado se propaga hasta el punto de emisión, barriando y quemando toda la zona ocupada por los vapores en condiciones de inflamabilidad.



La ignición da lugar a un fuego que consume de forma rápida la materia inflamable de la nube.

Los efectos de este tipo de incendio son:

1. Quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas.
2. Emisión de gases de combustión.
3. Poca intensidad térmica en el exterior de su entorno.

Si bien los efectos de éste tipo de incendio son la radiación térmica y el contacto directo de la flama, la literatura disponible proporciona poca información respecto a éstos efectos debido a que el fenómeno de **la llamarada tiene una duración corta, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube. No obstante, se conoce que **las personas que permanezcan dentro del área de flama tendrán heridas fatales**.

Sin embargo, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que se forme una nube de vapor inflamable de tamaño considerable; el crecimiento y evolución de la nube aumenta la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, **una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión)**.

En el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión y **se estima mediante el modelo de dispersión SLAB (SCRI FUEGO)**.

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Los dardos de fuego resultan generalmente de la combustión de un material que está siendo emitido de una unidad de proceso presurizada. La preocupación principal, como en el caso de los fuegos en derrames son los efectos de la radiación local.

Los tanques de almacenamiento, transportes o tuberías que contienen gases bajo presión o sustancias normalmente gaseosas que se han comprimido al punto de transformarse en líquido, debido a la presión a la que la sustancia corre si alguna tubería sufriera alguna fractura, la sustancia escaparía a una alta velocidad.

La descarga o ventilación del gas a través del agujero forma un chorro de gas que es liberado a la atmósfera y se va mezclando con el aire. Si el gas es inflamable y se encuentra una fuente de ignición, puede formarse una flama de chorro de longitud considerable (pudiendo ser de cientos de metros de largo) a partir de un reducido agujero en la tubería.

El peligro de este comportamiento consiste en el riesgo de que la radiación térmica, del dardo impacte contra el exterior de un tanque cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o auto-reactivo o GLP en caso de las plantas de distribución de GLP.

Lo que pudiese ocurrir por el aumento de temperatura en el tanque de almacenamiento es que la presión del gas dentro del mismo aumente su presión, mientras va debilitando las paredes externas, si el sobrecalentamiento continuara se desembocaría un desgarramiento violento o explosión en un evento conocido como BLEVE, descrito previamente.

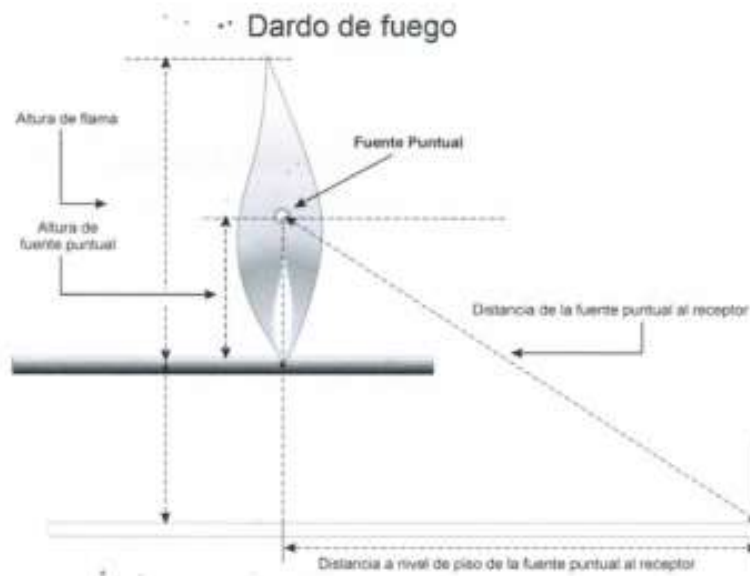


Fig. VI.29. Características de un dardo de fuego (jetfire).

CHARCOS DE FUEGO (“POOL FIRE”)

Como consecuencia de un derrame, fuga o escape de líquidos inflamables, se forma un charco de líquido cuya extensión dependerá de la geometría y naturaleza del suelo.

Por evaporación se generan gases inflamables que en contacto con una fuente de calor generan incendio en la superficie del charco de producto. Al incendiarse se producen llamas cuya magnitud depende principalmente del diámetro del charco y del calor de combustión del producto. Este tipo de incendio también puede tener lugar en el interior de un tanque de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles.

Para los eventos de Pool Fire, las principales medidas para el control y extinción son el confinamiento del derrame y la aplicación de espuma, ya sea con cámaras de espuma en el caso de tanques de almacenamiento, hidrantes monitores de espuma en áreas de proceso o sistemas de rociadores de espuma con inundación total para casetas de bombas de proceso.

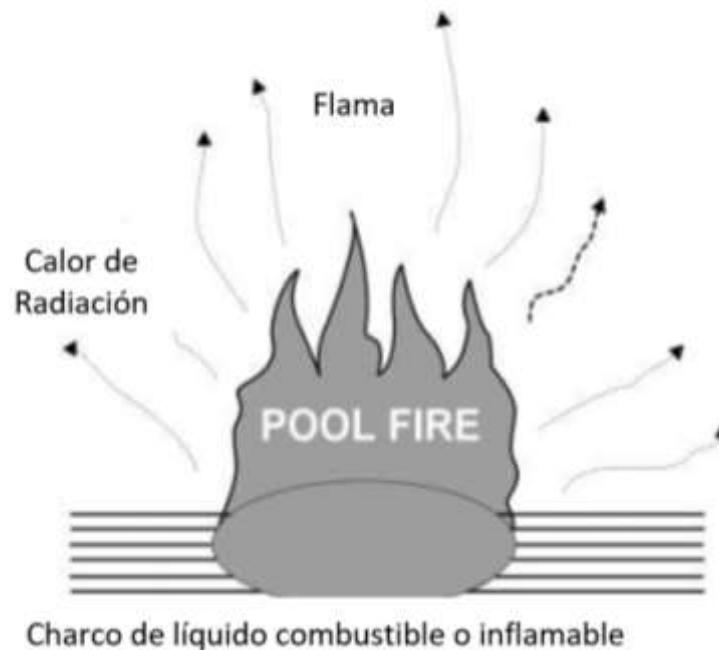


Fig. VI.30. Características de un charco de fuego (pool fire) proveniente de un líquido inflamable que entra en contacto con una fuente de ignición.

Los efectos negativos de éste tipo de evento fundamentalmente son:

- ⇒ La radiación térmica generada por el incendio.
- ⇒ Los efectos de los gases tóxicos generados en la combustión.

MODELOS DE DISPERSIÓN

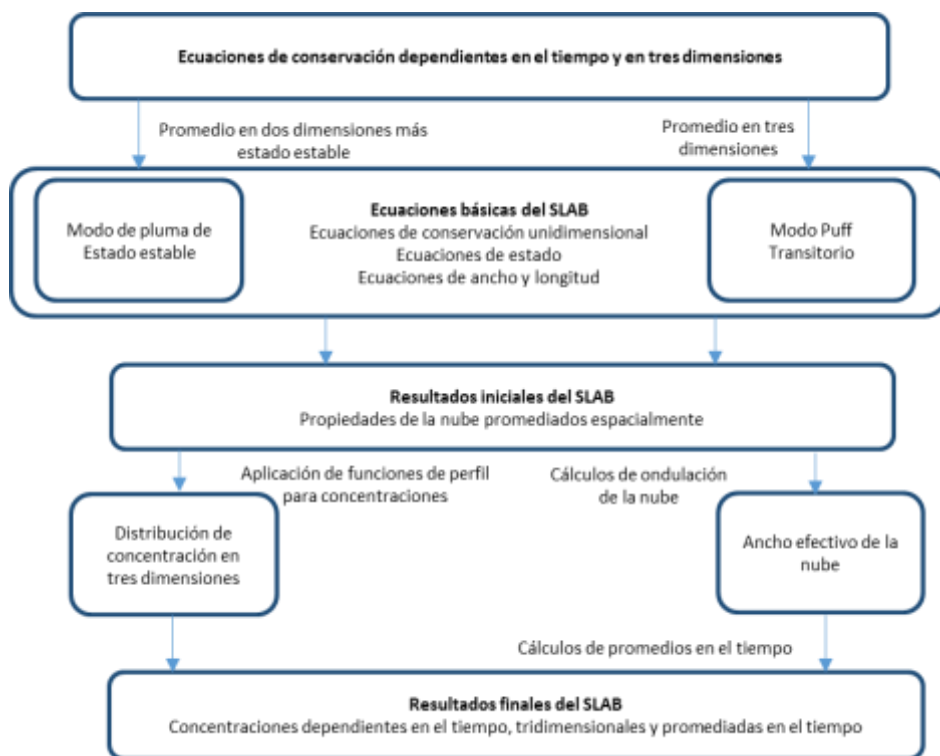
Los modelos de dispersión describen el transporte de los materiales en el aire y proporcionan una estimación del área afectada y las concentraciones de interés a ciertas distancias donde puedan existir conjunto de personas y que se pueda provocar un daño a las mismas.

El comportamiento de una nube de vapores depende de varios factores entre los que se encuentra la velocidad de liberación a la atmósfera o la cantidad total de material liberado, las condiciones atmosféricas (velocidad de viento, hora del día, la cobertura de las nubes), rugosidad del terreno, temperatura, presión, entre otros.

Dependiendo del comportamiento de la nube de vapor y los tiempos de emisión se podrá escoger un modelo adecuado. Por su comportamiento la nube de vapor puede ser neutramente flotante, positivamente flotante y densamente flotante. Por tiempo de duración la emisión puede ser instantánea, continua o una combinación de ambas.

Comúnmente son utilizados los modelos gaussianos (modelo empírico), modelos que describen con buena precisión el comportamiento de gases con flotabilidad neutra, sin embargo, debido a que los gases más densos conforme el paso del tiempo se diluyen en el aire es posible que vayan adquiriendo un comportamiento semejante, tomando en cuenta que esto ocurre cuando se pueden despreciar los efectos de la densidad.

Modelo de dispersión de emisiones más densas que el aire. (SLAB).- El SLAB es un modelo de computadora que simula la dispersión atmosférica de emisiones más densas que el aire. La dispersión atmosférica de la emisión se calcula al resolver las ecuaciones de conservación de masa, momentum, energía y especies.



ONDA DE SOPRESIÓN

La onda de sobrepresión hace referencia a un cambio transitorio en las propiedades dinámicas del gas como son: la presión, la densidad y la velocidad de la partícula.

Cambios que generan fuerza de viento de desplazamiento y sobrepresión con el potencial de derribar objetos y estructuras. La onda explosiva se inicia en el tanque y viaja en el aire circundante disipando energía. Durante la explosión los valores de las propiedades dinámicas aumentan rápidamente luego descienden a valores por debajo de los atmosféricos y finalmente evolucionan y se estabilizan en condiciones atmosféricas.

En la onda producida por una BLEVE existen dos picos de sobrepresión; el primero es causado por la expansión del vapor y el segundo por la vaporización del líquido, normalmente son considerados como uno solo por el corto tiempo entre ellos. Cuando la sustancia es inflamable existe un tercer pico creado por la ignición del combustible

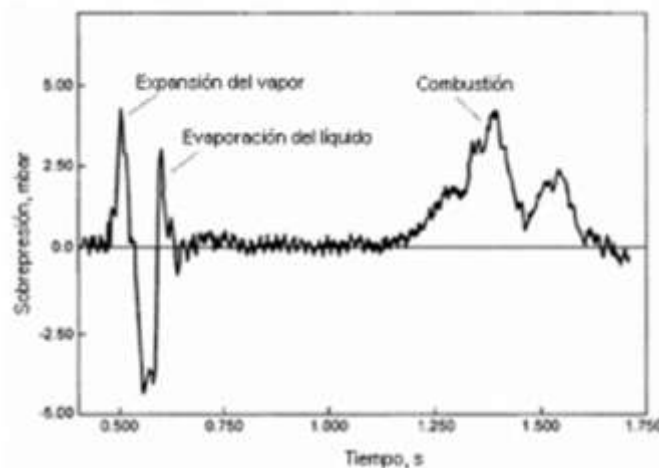


Fig.VI.31. Relación que existe entre la onda de sobrepresión y el tiempo de viaje de la onda.

Onda de presión de una BLEVE (D.M. Johnson, J.M. Pritchard and M.J. Wickens)

Se han definido las ondas de presión como un fenómeno de transmisión de energía sin que haya transporte de materia, es evidente que la energía que se propaga la contiene el foco emisor.

El efecto más característico de una explosión es el brusco aumento de la presión que se produce en el aire circundante y que se propaga en forma de onda en todas las direcciones libres del espacio. La forma, características y magnitud de la onda dependen del tipo de explosión, del entorno y de la distancia al origen del accidente.

SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS

La explosión es un equilibrio de un breve período de tiempo de una masa de gases en expansión contra la atmósfera que la envuelve. Estas pueden ser de dos tipos:

- Química. Si la energía necesaria para la explosión procede de una sustancia.

- Física. Si la energía procede de la liberación repentina de un gas comprimido o de expansión rápida de vapores (denominada estallido).

Considerando el tipo de explosión y la serie de condiciones en las que se presente el incidente, existen varios tipos de explosiones, pero de acuerdo a la operación del proyecto, las más representativas son las siguientes:

EXPLOSIÓN DE VAPOR NO CONFINADA (UVCE)

Las explosiones de nubes de vapor no confinadas, traducción de la expresión inglesa Unconfined Vapour Cloud Explosion, y de ahí su acrónimo UVCE, son un tipo de explosión química, la cual involucra una cantidad importante de gas o vapor en condiciones de inflamabilidad, que se dispersa por el ambiente exterior. Para que esto ocurra la cantidad de gas tiene que superar el valor de toneladas (*Explosión detonante*). Cuando no es así, normalmente la ignición de la masa de vapor deriva en una llamarada sin efectos mecánicos importantes (*Explosión deflagrante*).

El tipo de fenómeno peligroso en este tipo de accidentes son las ondas de sobrepresión. Ésta es una situación que con un determinado impulso puede causar daño en su trayectoria.

Se puede definir como deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio (aunque con ciertas limitaciones), cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Este tipo de explosiones se originan debido a un escape rápido de gran cantidad de gas o vapor inflamable que se dispersa en el aire. Cuando un gas inflamable se encuentra una fuente de ignición (normalmente superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), una parte de esta masa de gas (la que se encuentra entre los de la sustancia de que se trate), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión. Normalmente son y en raras ocasiones se transforman en detonaciones.

Explosiones en espacios cerrados

El peligro de explosión está relacionado con los materiales y sustancias procesadas en los equipos. Algunas de estas sustancias pueden sufrir procesos de combustión en el aire. Estos procesos, a menudo, van acompañados de un desprendimiento de grandes cantidades de energía, calor y pueden estar asociadas a un incremento de presión y a un desprendimiento de sustancias peligrosas.

Se identifican dos tipos de explosiones en espacios cerrados:

Explosiones de vapores confinados (CVE, confined vapor explosión) y polvos explosivos, esta último no es de nuestro interés para la evaluación del presente proyecto.

El caso que nos ocupa es el de las explosiones de vapores confinados, las cuales ocurren cuando habiéndose producido un escape de un gas o de un vapor inflamable en un área confinada, el gas está dentro de los límites de inflamabilidad y encuentra un punto de ignición que origine la combustión de las mismas.

Los siguientes valores se emplearán como criterios técnicos para la simulación de los eventos probables y la interpretación de los resultados arrojados por efecto de ondas de presión.

MÉTODO DEL TNT EQUIVALENTE

El TNT (trinitrotolueno) es un explosivo convencional. Militarmente ha sido uno de los explosivos más utilizados y esto ha permitido que sus efectos hayan sido ampliamente estudiados y tabulados. El modelo del TNT equivalente se basa en la hipótesis de la equivalencia en efectos explosivos entre una masa determinada de materia inflamable y otra de TNT. Este método permite calcular los efectos de cualquier sustancia explosiva por comparación de la energía generada con la que liberaría una cantidad equivalente de TNT (WTNT, kg) que produjera los mismos efectos (Lees, 1996).

La relación entre la masa de hidrocarburos y el equivalente TNT viene dada por la expresión siguiente:

$$W_{TNT} = \alpha \cdot W_c \frac{\Delta H_c}{\Delta H_{TNT}}$$

Donde α representa el rendimiento de la explosión, es decir la fracción de la energía liberada que se invierte en generar la onda de presión. Lannoy [BERG93], en un estudio realizado sobre 23 accidentes, observó que para nubes de vapor de hidrocarburos, α se podía encontrar en la gama de valores comprendida entre 0.02% y 15.9% con una media del 3%. En un 97% de las veces $\alpha \leq 10\%$ y en el 60% de los casos la media es del 4%. Los valores propuestos por otros autores son los del 3 o 4% (es decir, $\alpha = 0.03 - 0.04$). Observándose que el rendimiento mecánico de las explosiones de las nubes de hidrocarburos es muy bajo. En realidad, solo una pequeña fracción de la energía desprendida se convierte en energía mecánica, la mayor parte se convierte en energía luminosa (llamarada). Teniendo en cuenta que en las explosiones de este tipo pueden verse implicadas cantidades del orden de unas cuantas toneladas de vapor y que la energía liberada para la combustión de 1 kg de hidrocarburo es aproximadamente igual a la liberada para 10 kg de TNT, este bajo rendimiento lo que hace que las explosiones de nubes no confinadas, a pesar del poder destructivo que tienen, no sean tan devastadoras como en teoría podrían llegar a ser.

G. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.

En este punto se realizará la evaluación de las consecuencias, en donde se calculará la cantidad de GLP liberado a la atmósfera, responsable del evento de riesgo, y con esto calcular la energía liberada en forma de **radiación térmica y/o sobrepresión**.

Para cuantificar los efectos de cada uno de los escenarios de riesgo se utilizará la paquetería disponible en el software **SCRI – Fuego**.

Éste es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en la instalación se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los posibles escenarios, así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

El sistema contiene una base de datos con más de 1000 productos y más de 7000 sinónimos de productos en inglés y español, con cálculos de propiedades que dependen de la temperatura. El *software* calcula propiedades de mezclas con la metodología de *Guidance on the Application of Refined Dispersion Models to Hazardous/Toxic Air Pollutant Releases EPA-454/R-93-002*.

En el uso del programa de simulación SCRI – Fuego, se logrará determinar los radios de afectación de los eventos máximos probables de riesgo, previamente propuestos conforme a la metodología para el análisis de **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo**.

El desarrollo de la modelación y simulación de cada uno de los eventos que considerados en el presente estudio se presentan en el apartado VI.3. de la presente guía.

H. DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE SALVAGUARDAS CONFORME A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS SIMULACIONES.

El presente **Estudio de Riesgo Nivel 2** es elaborado para una Planta de Distribución de gas l.p. y una estación de gas l.p. para carburación, la cual, al momento de realizar el presente estudio, aún no se encuentra operando, sin embargo, se prevé que en un plazo menor a dos meses inicie operaciones, una vez que la empresa cuenta con la autorización de la Dirección General de Gestión Comercial mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/9815/2020 para la instalación de una Estación de Gas L.P. para carburación tipo B, subtipo B1, grupo 1, de 5000 litros de agua al 100%

Se incluye la modelación de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de las *instalaciones*. Para la determinación de las zonas de salvaguardas se emplean los siguientes criterios:

INFLAMABILIDAD

Es la medida de la facilidad que presenta un gas líquido o incluso un sólido, en este caso el GLP (gas licuado de petróleo), el cual es empleado en la *instalación*, puede encenderse, así como de la rapidez con que, al ser encendido, sus llamas son diseminadas.

Cuanto más rápida sea la ignición más inflamable será el material, por lo que los líquidos no lo son por sí mismos, siendo que lo son por sus vapores los cuales tiene propiedades combustibles.

Para efectos de inflamabilidad (radiación térmica) se tienen los siguientes parámetros:

- 5 kW/m² – Zona de Alto Riesgo
- 1.4 kW/m² – Zona de Amortiguamiento
- 12.5 kW/m² – Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 37.5 kW/m² - Zona de alto riesgo por daño a equipos.

EXPLOSIVIDAD

Esta es la capacidad de las sustancias químicas para provocar una liberación instantánea de presión, gas y calor, provocado por el choque repentino, presión o alta temperatura. En este aspecto se considera como parámetros de explosividad (sobrepresión):

- lb/plg² – Zona de Alto Riesgo
- 0.5 lb/plg² – Zona de Amortiguamiento
- 3 lb/plg² - Zona de alto riesgo por daño a equipos
- 10 lb/plg² - Zona de alto riesgo por daño a equipos

VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, através de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

El análisis de consecuencias se define como el estudio y predicción de los efectos que pueden causar los efectos del desarrollo de los eventos o accidentes que involucran fugas y derrames de sustancias tóxicas, inflamables y/o explosivas, esto con el fin de cuantificar la magnitud del impacto que puedan tener las desviaciones sobre las personas, el medio ambiente y las instalaciones.

La severidad de los daños asociados a una desviación no deseable dependerá de las características de peligrosidad de los materiales involucrados en el evento. Los tipos de accidentes graves a considerar en las instalaciones que manejan sustancias peligrosas, puede producir diferentes fenómenos peligrosos como:

- Fenómenos de tipo mecánico: ondas de presión y proyectiles.
- Fenómenos de tipo térmico: radiación térmica.
- Fenómenos de tipo químico: fuga o derrames incontrolados de sustancias químicas peligrosas.

El objetivo en esta etapa es simular los escenarios de riesgo para estimar cualitativamente los impactos y efectos indeseables de los eventos o escenarios de riesgo definidos (fuego, explosiones, nubes inflamables, etc.) derivados de la carencia o pérdida de controles de ingeniería o administrativos, además de determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, de los eventos máximos probables, casos alternos y del peor caso (catastrófico).

Por escenario de riesgo se entiende como la determinación de un evento hipotético, en el cual se considera la ocurrencia de un accidente bajo condiciones específicas, definiendo mediante la aplicación de modelos matemáticos y criterios acordes a las características de los procesos y/o materiales, las zonas que potencialmente pueden resultar afectadas.

Por otra parte, los eventos son causa o contribuyente de un incidente o accidente y se han clasificado de la siguiente forma.

- ♣ **Peor caso (Catastrófico):** Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, la cual resulta en la mayor distancia hasta alcanzar los límites por toxicidad, sobrepresión o radiación térmica.
- ♣ **Caso más probable:** con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.
- ♣ **Caso alterno:** Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable;

A continuación, se presenta la descripción de los eventos que pudieran presentarse en la Planta de Distribución de Gas L.P. y la Estación de Gas L.P. para Carburación, además de la distribución de Gas L.P. mediante autotanques, propiedad de “**Gas El Sobrante, S.A. de C.V.**”

Tabla VI.38 Descripción de los eventos susceptibles de presentarse durante la operación de las instalaciones.

Nombre	Descripción
Flamazo (flash fire)	Proviene cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, formando una nube de gas. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo, cuya consecuencia primaria es la radiación térmica generada durante el proceso de combustión, sin embargo, dicho proceso tiene una corta duración, por lo tanto, los daños son de baja intensidad. Generalmente se asume que la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables.
Dardo de fuego (jet fire)	Llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles.
Bola de fuego (fire ball)	Resulta de la ignición de una mezcla líquido-vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)
Explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)	Se produce por la explosión del vapor a alta presión generado por la brusca ebullición de un líquido liberado súbitamente de un recipiente y que, en condiciones ambientales de presión, de temperatura o de presión y temperatura, sería un gas. Las sustancias que producen una BLEVE son los líquidos sobrecalentados, los gases licuados a presión y los gases criogénicos. La causa de la explosión es la rotura del recipiente, que puede ser debida a una sobrepresión, a un impacto externo o a un fallo mecánico.
Explosión por una nube de vapor	Se puede definir como una explosión que ocurre en el aire y causa daños por efecto de ondas de sobrepresión. Comienza con una descarga de una gran cantidad de líquido que se evapora o gas inflamable procedente de un tanque o tubería y se dispersa en la atmósfera. De toda la masa de gas que se dispersa solo una parte de este se encuentra dentro de los límites superior e inferior de explosividad. Esa masa es la que después de encontrar una fuente de ignición genera sobrepresión por la explosión.

Por otra parte, es importante señalar que la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de la metodología descrita en el capítulo anterior se realizó con el software **SCRI – Fuego Ver. 2.0**, el cual realiza la simulación de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en las instalaciones se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los escenarios identificados, así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

CRITERIOS UTILIZADOS PARA LAS MODELACIONES DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

- **Propiedades de la sustancia y condiciones de operación del escenario a modelar.**

Las propiedades fisicoquímicas del gas l.p. fueron calculadas considerando este como una mezcla propano/butano, en proporciones 60-40%.

Tabla VI.39 Propiedades fisicoquímicas de la mezcla Propano (60%) / Butano (40%)

	Fracción molar	zc
Propano	0.6	0.276
Butano	0.4	0.274

PROPIEDADES	MEZCLA	SUSTANCIA 1	SUSTANCIA 2
Nombre	GLP	Propano	Butano
CAS	68476-85-7	74-98-6	106-97-8
%	100	60	40
Peso molecular (kg/k-mol)	49.7100	44.097	58.123
Punto de ebullición (°K)	247.7300	231.02	272.66
Temperatura crítica (°K)	391.9460	369.83	425.12
Presión crítica (Pa)	4067000	4248000	3796000
Volumen crítico (m³/kmol)	0.22	0.2	0.255
Calor de vaporización (J/kg)	406524.42	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m³)	591.82	582.51	602.41
Densidad del gas a temperatura de ebullición (kg/m³)	2.01	2.417	2.7093
Capacidad calorífica del gas a temperatura de referencia (J/kg K)	1678.19	0	0
Capacidad calorífica del líquido a temperatura de ebullición (J/kg. °K)	2271.06	1872.46	-1
Constante de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	-25.16	0
Relación de calores específicos (gamma)	1.11	1.13	1.09
Concentración estequiometria (%)	--	4	3.1
Calor de combustión (kJ/kg)	46045.82	46333	45719
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

- **Clase de emisión.**

Las emisiones accidentales de gas l.p. propuestas en el presente estudio se consideraron como escapes instantáneos formando una bocanada ("Puff") y/o escapes continuos sin depender del tiempo, formando un penacho ("Plume"), o bien, escapes continuos dependiendo del tiempo, lo anterior en función de las condiciones en las que se lleve a cabo la fuga.

De acuerdo con U.S.EPA, 1997, se tiene que:

- a) Fuente instantánea: el contaminante se libera a la atmósfera en su totalidad en un lapso de tiempo muy corto o en forma inmediata (desde algunos pocos segundos a un minuto).
- b) Fuente continua: el contaminante se libera a una velocidad que permite asumir un modelo estacionario por un largo período de tiempo, y produce plumas de gas o vapor cuya forma depende de las condiciones de estabilidad atmosférica que imperen en el momento de la liberación del material.

Es conveniente mencionar que existe una gran diferencia en el comportamiento de la concentración de un gas con respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un tanque de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo tanque.

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

1. Dispersión de chorro turbulento, a partir de una fuga de gas a presión.
2. Dispersión de nube neutra, para gases sometidos únicamente a las turbulencias atmosféricas.

Por lo que en función del tipo de emisión ante la presencia de una fuente de ignición ya sea rápida o tardía se pueden desarrollar fenómenos distintos, tal y como se muestra a continuación:

EMISIÓN INSTANTÁNEA



Figura VI.3 Esquematzación del desarrollo de una emisión instantánea.

EMISIÓN CONTINUA

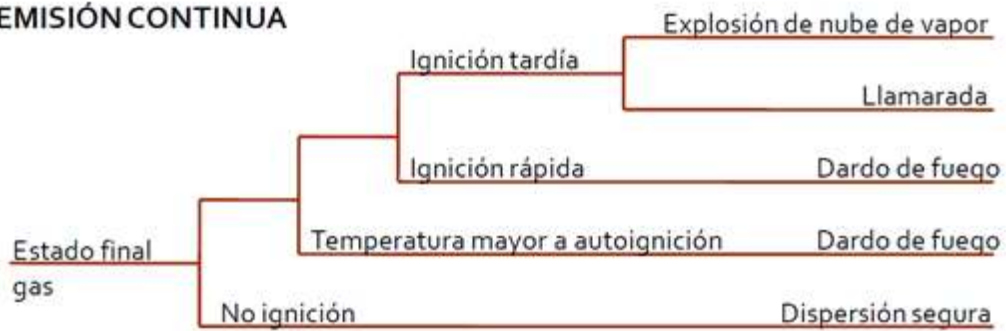


Figura VI.4 Esquematzación del desarrollo de una emisión continua.

Dependiendo de las condiciones de liberación se utilizaron modelos de emisión para determinar el flujo de descarga del material liberado, la cantidad total emitida y el estado físico del mismo.

- **Tamaño del orificio y tiempo de fuga.**

El material tiene la posibilidad de fugarse por orificios o grietas en el tanque o líneas, bridas, bombas, válvulas e incluso por la apertura de una válvula de seguridad que descargue a la atmósfera, como se muestra en la siguiente figura:

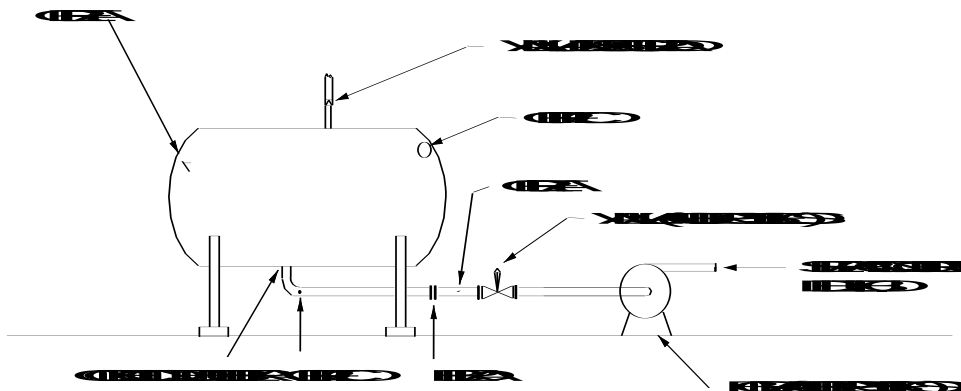


Figura VI.5. Esquematzación de las diferentes fuentes de emisión.

En un proceso continuo, al presentarse una fuga, el material continuará liberándose hasta que ésta sea interrumpida; el tiempo que conlleva dependerá del tiempo para detectar la fuga, y el tiempo para tomar las acciones correctivas una vez que hayan sido decididas.

Por lo anterior se tomaron en consideración los valores sugeridos en el *Purple Book* de TNO, donde se menciona que los tiempos de duración de una fuga dependerán del tipo de sistemas para bloquear o controlar la misma. En tanto, se tiene un tiempo de 120 segundos para sistemas automáticos de detección y cierre, 600 segundos para sistemas controlados remotamente y de 1800 segundos para sistemas de bloqueo operados manualmente.

Para la selección de diámetro Equivalente de Fuga (DEF) para el caso más probable se consideraron los criterios establecidos en la Tabla VI.40, para el caso de líneas de proceso, ductos, bridas, sellos mecánicos en equipo rotatorio, sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso.

Tabla VI.40. Diámetro equivalente de fuga para el caso más probable.

	Diámetro equivalente de fuga
Línea de proceso $\frac{3}{4}" \leq DN \leq 2"$	DEF= 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
Línea de proceso $2" \leq DN \leq 4"$	DEF= 0.6" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en la soldadura)
Línea de proceso $6" \leq DN$	DEF= 0.75" para DN de 6" a 14" DEF= 1.25" para DN de 6" a 24" DEF= 2.0" para DN mayores de 30" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura)
Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables.
Sellos mecánicos en equipo de proceso rotatorio. Empaquetaduras en válvulas de proceso	DEF= calcularlo con el 40% del área anular que resulte.

Fuente: Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos, clave DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1.

- **Condiciones meteorológicas.**

Las variaciones globales y regionales del clima y las condiciones topográficas locales tienen influencia directa sobre los modelos de dispersión durante el transporte de los gases o vapores. Dependiendo de la velocidad del viento, este puede afectar en gran medida la concentración o dispersión de gases o vapores en un área determinada.

Tabla VI.41. Condiciones meteorológicas del sitio.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Temperatura media promedio.	T	19.2	°C
Velocidad y dirección del viento. (Oeste)	u	4.63	m/s
Humedad relativa del sitio.	H _w	34	%
Presión atmosférica.	P _A	0.9866	bar

Fuentes: Temperatura: Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en la Estación Meteorológica número 00008213 "Juárez", ubicada a una altura de 1,135 msnm en las coordenadas latitud: 31°44'11" N -Longitud: 106°29'11" W.

Presión atmosférica: En función de la altura del lugar, 1,135.0 metros sobre el nivel del mar.

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

Para definir y justificar las zonas de protección en torno a la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación:

Tabla VI.42. Zonas de afectación por radiación térmica.

ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado
<i>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.</i>			

Tabla VI. 43 Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
		RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	Falla en conexiones. Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables	Daños menores a equipos de proceso. Daño estructural menor y limitado
<i>Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier Lees, F.P., Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.</i>			

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede afirmar que, dadas las medidas de seguridad con las que cuenta la planta de distribución de gas I. p.es poco probable que se materialice un escenario de riesgo. Asimismo, es importante señalar que, dentro de los escenarios identificados, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia, es decir, casos más probables, como son los escenarios No. 1, 4, 6, 7, 8, 9, 11 y 12. Y que, en el caso de materializarse, estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Cabe señalar que el desarrollo del escenario 2 (caso alterno), bajo las suposiciones planteadas, conllevaría al desarrollo del escenario 3, que, a su vez, es considerado como el evento iniciador que desencadena el evento 5, estos eventos (3 y 5) son considerados como catastróficos o peores casos (de menor probabilidad, pero de mayor daño). No obstante, es importante aclarar que, para efectos de determinar las zonas máximas de afectación, se consideró aquel que involucra la liberación masiva del recipiente con mayor capacidad de almacenamiento.

Para todas las modelaciones se consideraron las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos diez años. Asimismo, en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para las simulaciones por explosividad, se consideró el 10% de la energía total liberada.

ESCENARIO 001.
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. OCASIONADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO DURANTE EL TRASIEGO DE GAS L.P. AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	$\rho_{\text{líquido.}}$	591.82	kg/m ³
Longitud de la manguera.	L	7	m
Longitud de la tubería de gas líquido.	L	3.0	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la tubería de gas líquido.	d	0.051	m

Cálculo de la masa fugada:

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

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

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{\text{Liq-tubería}} = LA$$

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

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

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

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

Suma de los volúmenes-líquido

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

Masa de este volumen:

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

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

Se supone que el escape accidental de **12.0898 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos

(sobrepresión).

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.04 hasta 6.88 m	3.42 m	6.88 m
L.I.I. 1.8%	0.03 hasta 3.67 m	2.62 m	3.67 m
L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad (L.I.I.) desde el origen de la fuga hasta los 3.67 m. El 0.5 L.I.I. alcanzará hasta los 6.88 m en dirección del viento.

En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 6.88 m y fatalidades en un radio de 3.67 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA (NVNC)

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **12.08982 kg** evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
<i>10.0 psi</i>	<i>3.0 psi</i>	<i>1.0 psi</i>	<i>0.5 psi</i>
8.85	18.06	41.22	70.06

ESCENARIO 002
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE DEBIDO AL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO MIENTRAS EL COMPRESOR SIGUE FUNCIONANDO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ líquido.	591.820	kg/m ³
Longitud de la manguera.	L	7	m
Longitud de la tubería de gas líquido.	L	3.0	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la tubería de gas líquido.	d	0.051	m
Capacidad nominal de líquido del compresor.	L	3632.00	L/min
Tiempo de respuesta.	t	30	s

Cálculo de la masa fugada:

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

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

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{\text{Liq-tubería}} = LA$$

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

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

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

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

Suma de los volúmenes-líquido

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

Masa de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right| 0.02043 \text{ m}^3 = 12.0898 \text{ kg}$$

Se considera que esta masa entra a la atmósfera a través de una emisión instantánea.

Pero debido a la continuidad en el funcionamiento del compresor en un tiempo de medio minuto la fase vapor es desplazada desde el tanque de almacenamiento hasta el

semirremolque. El compresor marca Corken modelo 491 tiene una capacidad nominal de líquido de 636 LPM, con desplazamiento de vapor de 60.3 m³/hr.

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

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

$$Capacidad\ nominal\ del\ líquido\ del\ compresor\ 636 \frac{L636m^3}{min} = 6.2733 \frac{kg}{s}$$

$$\left(591.82 \frac{kg}{m^3}\right)(0.636 m^3/min)(0.5 min) = 188.1988 kg$$

Masa total liberada:

$$masaGasL.P.fugadacompresor + masaGasL.P.manguera+tubería$$

$$masa_{total-liberada} = 200.2886 kg$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Tasa de emisión (QS):

Caudal de la masa de la fuente. 6.2733 Kg/s

Área de la fuente (AS)

0.1515 m²

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

Altura de la fuente (HS)

0.7 m

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

Temperatura del material de la fuente (TS)

267.5424 K

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

Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)

0.7507 Adimensional

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

Duración de emisión continua:

0.5 min

Temperatura de ebullición (TBP)=	247.7300	K
Calor específico del material en la fase líquida a TBP (CPSL) =	2271.06	J/Kg K
Calor de vaporización a temperatura de ebullición TBP (DHE) =	406524.42	J/kg
Temperatura en almacenamiento (T_{st})=	292.05	K
Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)=	0.7524	
gamma (Cp/CV) ratio de calores específicos (γ)=	1.11	
Presión atmosférica ambiental (Pa)=	98665	Pa
Presión de almacenamiento (P_{st})=	686465.5	Pa
Temperatura de almacenamiento (T_{st})=	292.35	K
Temperatura del material en la fuente (TS)=	267.5424	K
Fracción de masa líquida inicial (CMEDO)=	0.7507	
Densidad del líquido del material en la fuente (RHOSL)=	591.82	kg/m ³
Densidad del vapor del material a temperatura de ebullición TBP (RHOS)=	2.01	kg/m ³
Densidad de la mezcla vapor-liquido (pm)=	7.9819	kg/m ³

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 del nivel de piso. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.68 hasta 24.93 m	4.66 m	24.93 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.74 hasta 16.03 m	3.25 m	16.03 m
Para L.S.I. 9.3%	1.90 hasta 4.87 m	0.81 m	4.87 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento del compresor con capacidad real de **636 L.P.M.** alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.74 hasta los 16.03 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 24.93 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 24.93 m y fatalidades en un radio de 16.03 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE).

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de la válvula de descarga del semirremolque equivalente a **6.2733 kg/s** se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga, aunque se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	Alto riesgo 5 kW/m ²	Amortiguamiento 1.4 kW/m ²
14.62 m	24.75 m	38.38 m	70.57 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **200.2886 kg** evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
22.56 m	46.03 m	105.08 m	178.61 m

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

BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE DEBIDO AL CALENTAMIENTO DE ESTE A CAUSA DE LA RADIACIÓN TÉRMICA QUE GENERA EL DARDO DE FUEGO ORIGINADO POR EL CHORRO PRESURIZADO QUE SE DESPLAZA HORIZONTALMENTE A TRAVÉS DE LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE.

Descripción.	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen de todos los recipientes al 100%	V	47,500	L
Porcentaje de operación.	%	0.8	%
Volumen en operación.	Vr	38000	L
	Vr	38.0	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas.	VI	9500	L
	VI	9.5	m ³
Masa del volumen en operación.	mt	22,489.16	kg
Masa de la fase gas del volumen en operación.	mf	19.095	kg
% de energía a utilizar.	%E	0.1	x 100
Temperatura de ebullición a P atm.	T _b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el semirremolque en el momento de la BLEVE.	T ₀	348.2463	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	Hv	406.5244	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	Cp	2.27106	kJ/kg·K
% de energía convertida en onda de sobrepresión.	E _{sb}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m_{TNT}	104.6472	kg

a) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el semirremolque ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al 80% de su capacidad al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADICIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE-BALL)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
183.78 m	349.53 m	558.63 m	1041.16 m

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máxima diámetro de la bola de fuego	163.71 m
Altura al centro de la bola de fuego	122.79 m
Duración de la bola de fuego	12.70 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (T=12.70 S)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ^{4/3} s	4.16	85.00	620.39	608.12
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	9.34	250.00	421.25	402.95
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{4/3} s	15.72	500.00	328.48	304.67
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{4/3} s	44.45	2000.00	199.74	157.54

**b) EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO
EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL
RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.**

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
18.27 m	37.28 m	85.09 m	144.64 m

ESCENARIO 004
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES.

FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DE VÁLVULAS O ACCESORIOS DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO DEBIDO A PRESURIZACIÓN DE LA LÍNEA DE LÍQUIDO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.		
Peso molecular	M	49.71
Constante de los gases	R	8314
Calor de vaporización a T_b	λ	406524.42
Temperatura normal de ebullición	T_b	247.73
Temperatura de almacenamiento	T_s	292.35
Presión de vapor del líquido a T_s	p_s	452975.5066

Se considera un diámetro de fuga de 0.4" equivalente al 20 % del diámetro de la tubería (2"), a una altura de 0.5 metros. Se considera un tiempo de respuesta de 10 min.

Para el cálculo de la tasa de emisión se tiene que:

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

Cálculo del flujo de descarga:

La presión en el orificio está dada por:

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

$p_a =$	98665	Presión ambiental (Pa)
$\rho_s =$	591.82	Densidad en almacenamiento (kg/m^3)
$g =$	9.806	Aceleración de la gravedad (m/s^2)
$H_l =$	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (m)
$p_s =$	452975.5066	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)
$p_h =$	452975.5066	Presión en el agujero (Pa)

En tanto que la presión de vapor del líquido a T_s (Pa):

$$p_s = 101325 Pa \exp \left[\frac{\lambda M}{R} \left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s} \right) \right]$$

El factor K considera:

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

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

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

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

$$\begin{aligned}A_0 &= 8.10732\text{E-}05 && \text{Área del agujero (m}^2\text{)} \\ \rho_s &= 591.82 && \text{Densidad en almacenamiento (kg/m}^3\text{)} \\ p_h &= 452975.5066 && \text{Presión en el agujero (Pa)} \\ p_a &= 98665 && \text{Presión ambiental (Pa)} \\ K &= 0.6500 && \text{Adimensional} \\ E &= 1.0792 && \text{Tasa de emisión (kg/s)}\end{aligned}$$

Considerando un **tiempo de respuesta de 10 minutos** se tendrá una **masa emitida de 647.5059 kg.**

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

El flujo de descarga de Gas LP a través de conexiones, accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción es equivalente a **1.0792 kg/s**. Dicha emisión se considera de chorro horizontal que se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidad superior a la del aire, por lo que tiene la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 del nivel de piso. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.63 hasta 13.35 m	1.71 m	13.35 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.65 hasta 6.23 m	0.86 m	6.23 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal a través de un orificio de 0.4" alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.65 hasta los 4.29 m. El 0.5 L.I.I. desde 1.55 hasta los 7.97 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 7.97 m y fatalidades en un radio de 4.29 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de conexiones,

accesorios o instrumentos de la línea de gas líquido de la toma de recepción equivalente a **1.0792 kg/s** se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga, aunque se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	Alto riesgo 5 kW/m ²	Amortiguamiento 1.4 kW/m ²
6.28 m	10.65 m	16.53 m	30.40 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **647.5059 kg** evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
33.35 m	68.06 m	155.37 m	264.10 m

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

BLEVE DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE DE 126,800 LITROS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen del recipiente al 100%		126,800	L
% de operación		0.8	x 100
Volumen en operación	V_r	101,440	L
	V_r	101.44	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	25,360	L
	V_l	25.36	m ³
Masa del volumen en operación	m_l	60034.221	kg
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	25360	kg
Temperatura de ebullición a P atm	T_b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el tanque en el momento de la BLEVE.	T_0	292.050	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	H_v	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	C_p	2.27106	kJ/kg K
% de energía convertida en sobrepresión.	E_{sp}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m_{TNT}	89.0716	kg

a) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el recipiente de almacenamiento ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al **80% de su capacidad** al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
202.43 m	408.35 m	660.94 m	1238.66 m

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máxima diámetro de la bola de fuego	227.11 m
Altura al centro de la bola de fuego	170.33 m
Duración de la bola de fuego	16.3 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (t=18.2 s)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m ²) ² /3 s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ² /3 s	3.46	85.00	808.14	798.98
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ² /3 s	7.76	250.00	548.73	521.62
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ² /3 s	13.05	500.00	427.89	392.53
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ² /3 s	36.92	2000.00	260.18	196.68

Nota importante: Se consideró una BLEVE por la rotura del recipiente debida a un impacto. En estas condiciones lo más habitual es que se evapore alrededor de un tercio de la fase líquida. (Dato obtenido del Manual del Bombero, Editorial MAPFRE).

b) EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
17.31 m	35.33 m	80.64 m	137.07 m

ESCENARIO 006
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

DESFOGUE DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD DEL RECIPIENTE DE 126,800 LITROS

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Densidad de la fase vapor:	P_{vapor}	2.01	kg/m ³
Capacidad de descarga	C	262	m ³ /min
Tiempo de descarga	T	0.5	min
Masa desfogada	M	526.62	kg
Altura de la parte inferior del recipiente a NPT	H_t	6.76	m
Altura del tubo de desfogue	H_d	2.00	m
Diámetro de la tubería de descarga	D_d	0.0635	m

a) DARDO DE FUEGO (JETFIRE)

Ante la ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de la correspondiente a 26.3310 kg/s se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet fire), donde el principal efecto negativo de este tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
28.28 m	48.72 m	75.95 m	140.04 m

b) SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR LA NUBE DE VAPOR

Para la determinación de las zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
44.90 m	91.63 m	209.17 m	355.55 m

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

FUGA DE GAS L.P. OCASIONADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE LÍQUIDO DURANTE EL TRASIEGO DE GAS L.P. A UN AUTOTANQUE.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Capacidad de bombeo.	Cap	530	L/min
Densidad de la fase líquida.	ρ_{liq}	591.82	kg/m ³
Longitud de la tubería.	L_t	3	m
Diámetro de la tubería.	ϕ_t	0.051	m
Longitud de la tubería.	L_t	7	m
Diámetro de la tubería.	ϕ_t	0.076	m
Longitud de la manguera	L_m	3	m
Diámetro de la manguera.	ϕ_m	0.051	m
Tiempo de respuesta.	t	0.5	min
Calor de combustión del Gas L.P.	HCf	46045.82	kJ/kg

Calculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera y tubería de 51 mm: $(\pi d^2 / 4) \text{ m}^2$

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

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

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

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3 \text{ m})(0.00204 \text{ m}^2) = 0.0061 \text{ m}^3$$

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

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.076 \text{ m})^2}{4} = 0.0045 \text{ m}^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería} = LA = (3 \text{ m})(0.0045 \text{ m}^2) = 0.0136 \text{ m}^3$$

Volumen total: 0.0340 m^3

$$\text{Peso de este volumen: } \left| 591.82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right| 0.0340 \text{ m}^3 = 20.1441 \text{ kg}$$

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

$$(\rho_{liq})(V)(t) = masa\ GasL.P.fugadabomba$$
$$Capacidad\ de\ la\ bomba\ 530 \frac{L}{min} = \frac{0.530m^3}{min} = 5.2277 \frac{kg}{s}$$
$$\left(591.82 \frac{kg}{m^3}\right)(0.3780 m^3/min)(0.5 min) = 156.8323 kg$$

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

$$masa_{total-liberada} = 176.9764 kg$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.37 hasta 20.82 m	4.79 m	20.82 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.39 hasta 13.28 m	3.52 m	13.28 m
Para L.S.I. 9.3%	1.57 hasta 4.49 m	1.12 m	4.49 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de 530 LPM alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.39 hasta 13.28 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.37 hasta 20.82 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 20.82 m y fatalidades en un radio de 13.28 m en dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Considerando que durante las operaciones de suministro de GLP a los auto-tanques, se desprende la manguera del auto-tanque, emitido **5.2277 kg/s**, en función de la capacidad de la bomba (530 L/min), dicha emisión continua se supone tiene contacto con una fuente de ignición, generándose un dardo de fuego (jet-fire)

Para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por radiación térmica de un dardo de fuego se consideró el flujo de GLP líquido a través de tubería, debido que la bomba continúa operando.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m²	12.5 kW/m²	Alto riesgo 5.0 kW/m²	Amortiguamiento 1.4 kW/m²
13.39 m	22.68 m	35.17 m	64.68 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
<i>Daños por la explosión de la nube no confinada</i>			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
21.64 m	44.17 m	100.83 m	171.39 m

ESCENARIO 008
SISTEMA 1. TRASIEGO DE GAS L.P.
SUBSISTEMA 3: SUMINISTRO A AUTOTANQUES.

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

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Densidad de la fase líquida.	ρ_{liq}	591.82	kg/m ³
Tiempo de fuga equivalente*.	t	5	seg
Diámetro del orificio.	$\emptyset$	0.25	ln

*Tiempo de fuga propuesto en función al tipo de sistema de detección y al tipo de sistema de aislamiento al que se refiere el diseño de la planta.

Cálculo del flujo de descarga:

La presión de vapor del líquido a T_s (Pa):

$$p_s = 101325 Pa \exp \left[\frac{\lambda M}{R} \left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s} \right) \right]$$

PM	49.71	Peso molecular (kg/kmol)
R =	8314	Constante de los gases (J/kmol·K)
λ =	406524.42	Calor de vaporización a T_b (J/kg)
T_b =	247.73	Temperatura normal de ebullición (K)
T_s =	292.35	Temperatura de almacenamiento (K)
p_s =	452975.5066	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)

La presión en el orificio está dada por:

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

p_a =	98665	Presión ambiental (Pa)
ρ_s =	591.82	Densidad en almacenamiento (kg/m ³)
g =	9.806	Aceleración de la gravedad (m/s ²)
H_l =	0	Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (m)
p_s =	452975.5066	Presión de vapor del líquido a T_s (Pa)
p_h =	452975.5066	Presión en el agujero (Pa)

El factor K considera:

$$K = \frac{C}{\sqrt{1 - \beta^4}} \quad \beta^4 = \frac{A_0}{A_1} \quad \begin{array}{ll} A_0 = & 3.1669E-05 \\ A_1 = & 1 \\ \beta^4 = & 3.1669E-05 \end{array}$$

$$\begin{aligned}C &= 0.65 && \text{Coeficiente de descarga (adimensional)} \\ \beta^4 &= 1.00294\text{E-}09 \\ K &= 0.65000\end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}A_0 &= 3.16692\text{E-}05 && \text{Área del agujero (m}^2\text{)} \\ \rho_s &= 591.82 && \text{Densidad en almacenamiento (kg/m}^3\text{)} \\ p_h &= 452975.5066 && \text{Presión en el agujero (Pa)} \\ p_a &= 98665 && \text{Presión ambiental (Pa)} \\ K &= 0.6500 && \text{Adimensional} \\ E &= 0.4216 && \text{Tasa de emisión (kg/s)}\end{aligned}$$

Considerando un tiempo de respuesta de 30 minutos se tendrá una masa emitida de **758.7960 kg.**

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

El flujo de descarga de Gas LP a través de una abertura de 1/4" en el sello de la bomba Corken Z3500. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidades superiores a la del aire, por lo que tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para 1/2 L.I.I. (Zona de quemado)	1.23 hasta 3.89 m	0.95 m	3.89 m
Para L.I.I. 1.8 %	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La nube de gas alcanzará el 0.5 L.I.I. desde los 1.23 hasta los 3.89 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 3.89 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

B) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de un orificio de 1/4" en el sello de la bomba Corken Z3500, se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	Alto riesgo 5.0 kW/m ²	Amortiguamiento 1.4 kW/m ²
4.02 m	6.80 m	10.54 m	19.39 m

B) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a 758.7960 kg evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
35.16 m	71.76 m	163.80 m	278.44 m

ESCENARIO 009
SISTEMA 2:1 TRASIEGO DE GAS L.P.
ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN
SUBSISTEMA 1: DESCARGA DE AUTOTANQUES

FUGA DE GAS L.P. OCASIONADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DURANTE LA DESCARGA DE GAS L.P. DEL AUTOTANQUE AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Capacidad de la bomba	Cap*	0.114	m ³ /min
Densidad de la fase líquida.	ρ_{liquido}	591.82	kg/m ³
Longitud de la manguera.	L**	3.5	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	D**	0.032	m
Tiempo de respuesta del plantero	t	0.5	Min
Masa de Gas L.P. que se fuga por la bomba	m	33.7337	kg

Cálculo de la masa fugada:

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

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051)^2}{4} = 0.0020 \text{ m}^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{\text{Liq-mang}} = LA = v_{\text{Liq-manguera}} = LA = (7 \text{ m})(0.0020 \text{ m}^2) = 0.0143 \text{ m}^3$$

Masa de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right| 0.022802 \text{ m}^3 = 12.6943 \text{ kg}$$

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

$$(\rho_{\text{liq}})(V)(t) = \text{masaGasL.P.}_{\text{fugadabomba}}$$

$$\text{Capacidad de la bomba} = 114 \text{ L/min} = 0.114 \text{ m}^3/\text{min} = 1.1245 \text{ kg/s}$$

$$\left(591.82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) (0.114 \text{ m}^3/\text{min})(0.5 \text{ min}) = 33.73374 \text{ kg}$$

Masa total liberada:

$$\text{masaGasL.P.}_{\text{fugadabomba}} + \text{masaGasL.P.}_{\text{manguera}}$$

$$\text{masa}_{\text{total-liberada}} = 46.4281 \text{ kg}$$

Se supone que el escape accidental de **12.6943 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE Y LLAMARADA (FLASH FIRE). EMISIÓN INSTANTÁNEA.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.04 hasta 7.07 m	3.51 m	7.07 m
L.I.I. 1.8%	0.03 hasta 3.79 m	2.70 m	3.79 m
L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión instantánea producto de la fuga del contenido atrapado en la manguera y la tubería de líquido alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 0.03 hasta 3.79 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 0.04 hasta 7.07 m.

En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 7.07 m y fatalidades en un radio de 3.79 m en dirección perpendicular del viento.

b) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE). EMISIÓN CONTINUA. CHORRO HORIZONTAL

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.27 Hasta 9.05 m	1.96 m	9.05 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.57 m Hasta: 5.64 m	1.36 m	5.64 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 m Hasta: 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad nominal de 114 LPM alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde

1.29 hasta 5.64 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.27 hasta 9.05 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de Gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 9.05 m y fatalidades en un radio de 5.64 m en dirección del viento.

c) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. producto del funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto equivalente a **1.1245 kg/s**, se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	Alto riesgo 5 kW/m ²	Amortiguamiento 1.4 kW/m ²
6.39 m	10.85 m	16.85 m	31.00 m

d) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **46.4281 kg** a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
13.86 m	28.28 m	64.55 m	109.72 m

ESCENARIO 010
SISTEMA 2:2. TRASIEGO DE GAS L.P.
ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN
SUBSISTEMA 2: ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

BLEVE DE RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO DE GLP CON CAPACIDAD DE 5,000 LITROS DEBIDO A LA ROTURA DE ESTE POR IMPACTO.

AL MOMENTO DE SUCEDER LA BLEVE SE CONSIDERA QUE EL RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO SE ENCUENTRA AL 80% DE SU CAPACIDAD.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen del recipiente al 100%		5,000	L
% de operación		0.8	x 100
Volumen en operación	V_r	4000	L
	V_r	4	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	1,000	L
	V_l	1.0	m ³
Masa del volumen en operación	m_l	2367.28	kg
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	2.01	kg
Temperatura de ebullición a P atm	T_b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el tanque en el momento de la BLEVE.	T_0	292.05	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	H_v	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	C_p	2.27106	kJ/kg K
% de energía convertida en sobrepresión.	E_{sp}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m_{TNT}	3.5123	kg

a) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIRE BALL).

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el recipiente de almacenamiento ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al **80% de su capacidad** al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
74.24 m	146.60 m	236.25 m	441.91 m

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máximo diámetro de la bola de fuego	124.72 m
Altura al centro de la bola de fuego	124.72 m
Duración de la bola de fuego	9.68 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (t=6.0 s)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m ²) ^{2/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ^{2/3} s	7.30	85.00	201.40	192.88
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{2/3} s	16.41	250.00	136.75	123.85
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{2/3} s	27.59	500.00	106.64	89.50
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{2/3} s	78.04	2000.00	64.84	29.04

Nota importante: Se consideró una BLEVE por la rotura del recipiente debida a un impacto. En estas condiciones lo más habitual es que se evapore alrededor de un tercio de la fase líquida. (Dato obtenido del Manual del Bombero, Editorial MAPFRE).

b) EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	1.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
5.89 m	12.02 m	27.45 m	46.66 m

ESCENARIO 011
SISTEMA 2:3. TRASIEGO DE GAS L.P.
ESTACIÓN DE GAS L.P. PARA CARBURACIÓN
SUBSISTEMA 4: SUMINISTRO DE GAS L.P. A VEHÍCULOS AUTOMOTORES

FUGA DE GLP CAUSADA POR EL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DE TRASIEGO DE GAS EN FASE LÍQUIDA DURANTE EL SUMINISTRO A VEHÍCULOS AUTOMOTORES.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Capacidad de bombeo.	Cap	57	L/min
Densidad de la fase líquida.	ρ_{liq}	591.82	kg/m ³
Longitud de la tubería.	L_t	11.82	m
Diámetro de la tubería.	$\emptyset_t$	0.025	m
Longitud de la tubería.	L_t	2	m
Diámetro de la tubería.	$\emptyset_t$	0.025	m
Longitud de la manguera	L_m	3	m
Diámetro de la manguera.	$\emptyset_m$	0.025	m
Tiempo de respuesta.	t	0.5	min
Calor de combustión del Gas L.P.	HCf	46045.82	kJ/kg

Calculo de la masa fugada:

Área transversal de la tubería de 25 mm de $\emptyset$: $(\pi d^2/4) \text{ m}^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.025 \text{ m})^2}{4} = 0.00049 \text{ m}^2$$

Área transversal de la manguera y tubería tramo de 25 mm $\emptyset$: $(\pi d^2/4) \text{ m}^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.025 \text{ m})^2}{4} = 0.00049 \text{ m}^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

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

$$v_{\text{Liq-manguera}} = LA = (3 \text{ m})(0.00049 \text{ m}^2) = 0.0147 \text{ m}^3$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería de 25 mm de $\emptyset$:

$$v_{\text{Liq-tubería } 51 \text{ mm}} = LA = (11.82 \text{ m})(0.00049 \text{ m}^2) = 0.0058 \text{ m}^3$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería de 25 mm de $\emptyset$:

$$v_{\text{Liq-tubería } 51 \text{ mm}} = LA = (2 \text{ m})(0.00049 \text{ m}^2) = 0.00098 \text{ m}^3$$

Suma de los volúmenes líquidos (volumen de la manguera + la tubería):

$$v_{liq-tubería} + v_{liq-manguera} = 0.0147 \text{ m}^3 + 0.0058 \text{ m}^3 + 0.00098 \text{ m}^3$$
$$v_{liq-tubería} + v_{liq-manguera} = 0.000826 \text{ m}^3$$

Peso de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right| 0.000826 \text{ m}^3 = 4.88636 \text{ kg}$$

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

$$(\rho_{liq})(V)(t) = masa_{GasL.P. fugada bomba}$$

$$Capacidad \text{ de la bomba} = 57 \text{ L/min} = 0.057 \text{ m}^3/\text{min} = 0.5622 \text{ kg/s}$$

$$\left(591.82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) (0.56 \text{ m}^3/\text{min})(0.5 \text{ min}) = 16.8669 \text{ kg}$$

Masa total liberada:

$$masa_{GasL.P. fugada bomba} + masa_{GasL.P. manguera}$$

$$masa_{total-liberada} = 21.7523 \text{ kg}$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE). EMISIÓN CONTINUA. CHORRO HORIZONTAL

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.60 hasta 16.74 m	4.36 m	16.74 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.78 hasta 9.97 m	3.01 m	9.97 m
Para L.S.I. 9.3%	1.90 hasta 2.73 m	0.24 m	2.73 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad nominal de 57 LPM alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I desde 1.56 hasta 3.47 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde 1.53 hasta 5.85 m. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de Gas L.P., los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar a graves daños equipos en un radio de 5.85 m y fatalidades en un radio de 3.47 m en dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. producto del funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto equivalente a **0.5622 kg/s**, se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	Alto riesgo 5 kW/m ²	Amortiguamiento 1.4 kW/m ²
4.56 m	7.77 m	12.08 m	22.24 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

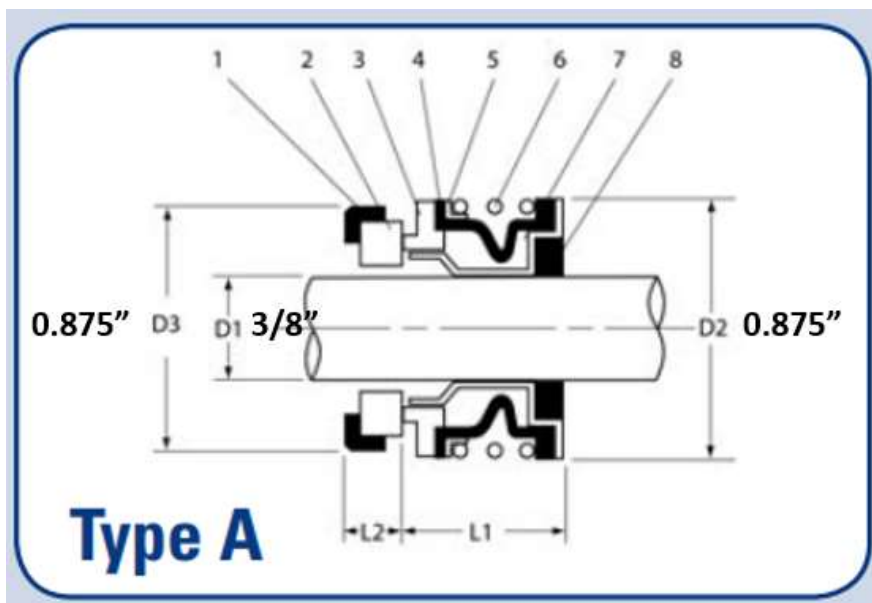
Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a **21.7532 kg** a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.50 psi
10.76 m	21.96 m	50.13 m	85.22 m

SISTEMA 3.1 DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.
ESCENARIO 012. FUGA DE GAS L.P. A TRAVÉS DEL SELLO MECÁNICO DE LA BOMBA DE TRASIEGO PROVOCADO POR CAVITACIÓN EN EL AUTO-TANQUE.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Densidad de la fase líquida	$P_{liquido}$	591.82	kg/m ³
Tiempo de fuga equivalente	t	2	min
Diámetro de orificio	Φ	0.5	in
Tubería de succión		0.875	in
Tubería de descarga		0.875	in
Altura		1	in



Dimensiones de sello mecánico de bomba de trasiego de Gas L.P.

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

El flujo de descarga de Gas LP a través del diámetro del orificio de 0.5" del sello de la bomba es de 1.6905 kg/s. La nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del punto de emisión en dirección del viento con densidades superiores a la del aire, por lo que tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m. Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Concentración de interés	X Distancia	Y de exclusión	Dist. Máx.
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.61 hasta 16.33 m	3.93 m	16.33 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.70 hasta 10.09 m	2.04 m	10.09 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La emisión de chorro horizontal alcanzará el Límite Inferior de Inflamabilidad L.I.I. desde 1.98 hasta los 6.42 m. El 0.5 L.I.I. se alcanzará desde los 1.83 hasta los 11.34. En caso de que se lleve a cabo la liberación (continua) de gas L.P. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar daños graves a equipos en un radio de 11.34 m y fatalidades en un radio de 6.42 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

b) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. originada a través de un orificio de 0.5", del sello de la bomba *equivale* a **1.6905 kg/s** se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio, la cual es influenciada por la dirección de la fuga.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UN DARDO DE FUEGO (JET FIRE)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	Alto riesgo 5.0 kW/m ²	Amortiguamiento 1.4 kW/m ²
7.77 m	13.19 m	20.02	36.83 m

c) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA.

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable equivalente a 202.8617 kg evolucione, aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, una explosión con efectos mecánicos.

Para la determinación de determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
22.65 m	46.23 m	105.52 m	179.37 m

SISTEMA 3.2 DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

ESCENARIO 013. BLEVE DEL AUTOTANQUE DEBIDO A LA PÉRDIDA DE LA INTEGRIDAD MECÁNICA DEL RECIPIENTE A CAUSA DE UN IMPACTO MECÁNICO SOBRE LA SUPERFICIE DEL TANQUE DE 5,200 LITROS.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Volumen del recipiente al 100%		5,200	L
% de operación		0.9	x 100
Volumen en operación	V_r	4680	L
	V_r	.68	m ³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	520	L
	V_l	0.520	m ³
Masa del volumen en operación	m_l	<u>2769.7176</u>	kg
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	1.0452	kg
Temperatura de ebullición a P atm	T_b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el tanque en el momento de la BLEVE.	T_0	292.05	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	H_v	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	C_p	2.27106	kJ/kg K
% de energía convertida en sobrepresión.	E_{sp}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m_{TNT}	<u>4.0498</u>	kg

a) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIRE BALL).

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el recipiente de almacenamiento ocurra una BLEVE. Se considera que este se encuentra al **80% de su capacidad** al momento de suceder la BLEVE.

DAÑOS CAUSADOS POR LA RADIACIÓN TÉRMICA PRODUCIDA POR UNA BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)			
Zona de alto riesgo (Daño a equipos)		Zonas de seguridad	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
77.95 m	154.08 m	248.35 m	464.59 m

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	
Máximo diámetro de la bola de fuego	81.45 m
Altura al centro de la bola de fuego	61.09 m
Duración de la bola de fuego	6.3 s

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS Durante el tiempo de la bola de fuego (t=6.3s)				
Efecto	Radiación kW/m ²	Dosis (W/m ²) ^{2/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ^{2/3} s	7.02	85.00	215.76	206.93
Nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{2/3} s	15.77	250.00	146.50	133.15
Quemaduras de 2do grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{2/3} s	26.53	500.00	114.24	96.53
Quemaduras de 3er grado en piel desnuda/ Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{2/3} s	75.03	2000.00	69.46	33.07

Nota importante: Se consideró una BLEVE por la rotura del recipiente debida a un impacto. En estas condiciones lo más habitual es que se evapore alrededor de un tercio de la fase líquida. (Dato obtenido del Manual del Bombero, Editorial MAPFRE).

b) EXPLOSIÓN DEL RECIPIENTE POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE Y ESTE SE ROMPE.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)			
Daños por la explosión de la nube no confinada a:			
Zona de alto riesgo por daño a equipos.		Zonas de Seguridad	
		Radio de la zona de alto riesgo	Radio de la zona de amortiguamiento
10.0 psi	2.0 psi	2.0 psi	0.5 psi
6.18 m	12.61 m	28.78 m	48.92 m

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Planta de Distribución de Gas L.P. y Estación de Gas L.P. para Carburación
propiedad de “Gas el sobrante S.A. de C.V.” en Ciudad Juárez, Chihuahua.

Tabla VI.44. Daños ocasionados por la explosión de una Nube de Vapor No Confinada de gas l.p. (ondas de sobrepresión)

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
1	Recepción de semirremolques.	8.85 m	18.06 m	41.22 m	70.06 m
2	Recepción de semirremolques.	22.56 m	46.03 m	105.08 m	178.61 m
4	Recepción de semirremolques.	33.35 m	68.06 m	155.37 m	264.10 m
6	Almacenamiento de gas l.p.	44.90 m	91.63 m	209.17 m	255.55 m
7	Suministro a auto-tanques	21.64 m	44.17 m	100.83 m	171.39 m
8	Suministro a autotanques/bomba	35.16 m	71.76 m	163.80 m	278.44 m
9	Descarga de autotanques (Estación de Gas L.P. para Carburación)	13.86 m	28.28 m	64.55 m	109.72 m
11	Suministro (Estación de Gas L.P. para Carburación)	10.76 m	21.96 m	50.13 m	85.22 m
12	Suministro de gas l.p. (Mediante autotanque)	22.65 m	46.23 m	105.52 m	179 m

Tabla VI.45. Daños ocasionados por un dardo de fuego.

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
2	Recepción de semirremolques.	14.62 m	24.75 m	38.38 m	70.57 m
4	Recepción de semirremolques.	6.28 m	10.65 m	16.53 m	30.40 m
6	Almacenamiento de gas l.p.	28.28 m	48.72 m	75.95 m	140.04 m
7	Suministro a auto-tanques	13.39 m	22.68 m	35.17 m	64.68 m
8	Suministro a autotanques/bomba	4.02 m	6.80 m	10.54 m	19.39 m
9	Descarga de autotanques (Estación de Gas L.P. para Carburación)	6.39 m	10.85 m	16.85 m	31.00 m
11	Suministro (Estación de Gas L.P. para Carburación)	4.56 m	7.77 m	12.08 m	22.24 m

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

Tabla VI.46. Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en un recipiente.

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
3	Recepción de semirremolques.	18.27 m	37.28 m	85.09 m	144.64 m
5	Almacenamiento	17.31 m	35.33 m	80.64 m	137.07 m
10	Almacenamiento (Estación de Gas L.P. para Carburación)	5.89 m	12.02 m	27.45 m	46.66 m
13	Suministro de gas l.p. (Mediante autotanque)	6.18 m	12.61 m	28.78 m	48.92 m

Tabla VI.47. Daños causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)

EVENTO	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN				
	RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN				
	Subsistema	37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
3	Recepción de semirremolques.	183.78 m	349.53 m	558.63 m	1041.16 m
5	Almacenamiento	202.43 m	408.35 m	660.94 m	1238.66 m
10	Almacenamiento (Estación de Gas L.P. para Carburación)	74.24 m	146.60 m	236.25 m	441.91 m
13	Suministro de gas l.p. (Mediante autotanque)	77.95 m	154.08 m	5248.35 m	464.59 m

Tabla VI.48. Características de la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada.

	CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO		
	Diámetro $[D_{max} = 5.8M^{1/3}]$	Altura $[H = 0.75D_{max}]$	Duración máxima de deflagración
EVENTO 3. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES	163.71 m	122.79 m	12.7 s
EVENTO 5. ALMACENAMIENTO	227.11 m	170.33 m	16.3 s
EVENTO 10. Almacenamiento (Estación de Gas L.P. para Carburación)	77.30 m	57.97 m	6.0 s
EVENTO 13. Suministro de gas l.p. (Mediante autotanque)	81.45 m	61.09 m	6.3 s

En la sección de anexos se integran los datos de Especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados

DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO DE UNA NUBE DE VAPOR (LLAMARADA O FLASH FIRE)**Tabla VI.49.** Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
1	Recepción de semirremolques (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.03 hasta 3.67 m	Distancia X=	Desde 0.04 hasta 6.88 m
		Y de exclusión=	2.62 m	Y de exclusión=	3.42 m
		Dist. Máx=	3.67 m	Dist. Máx=	6.88 m
2	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.74 hasta 16.03 m	Distancia X=	Desde 1.68 hasta 24.93 m
		Y de exclusión=	3.25 m	Y de exclusión=	4.66 m
		Dist. Máx=	16.03 m	Dist. Máx=	24.93 m
4	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.65 hasta 4.29 m	Distancia X=	Desde 1.55 hasta 7.97 m
		Y de exclusión=	0.79 m	Y de exclusión=	1.59 m
		Dist. Máx=	4.29 m	Dist. Máx=	7.97 m
7	Suministro a auto-tanques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.39 hasta 13.28 m	Distancia X=	Desde 1.37 hasta 20.82 m
		Y de exclusión=	3.52 m	Y de exclusión=	4.79 m
		Dist. Máx=	13.28 m	Dist. Máx=	20.82 m
8	Suministro a auto-tanques/ Bomba (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 0.00 m	Distancia X=	Desde 1.23 hasta 3.89m
		Y de exclusión=	0.00 m	Y de exclusión=	0.95 m
		Dist. Máx=	0.00 m	Dist. Máx=	3.89 m
9	Estación de gas l.p. para carburación (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.03 hasta 3.79 m	Distancia X=	Desde 0.04 hasta 7.07 m
		Y de exclusión=	2.70 m	Y de exclusión=	3.51 m
		Dist. Máx=	3.79 m	Dist. Máx=	7.07 m
	Estación de gas l.p. para carburación (Emisión Chorro Horizontal)	Distancia X=	Desde 1.29 hasta 5.64 m	Distancia X=	Desde 1.27 hasta 9.05 m
		Y de exclusión=	1.36 m	Y de exclusión=	1.96 m
		Dist. Máx=	5.64 m	Dist. Máx=	9.05 m
11	Estación de gas l.p. para carburación (Emisión Chorro Horizontal)	Distancia X=	Desde 1.56 hasta 3.47 m	Distancia X=	Desde 1.53 hasta 5.85 m
		Y de exclusión=	0.77 m	Y de exclusión=	1.32 m
		Dist. Máx=	3.47 m	Dist. Máx=	5.85 m

En el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión. Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea. **En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

La definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación se sustenta en los criterios establecidos en la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, en su tabla 15.

Tabla VI.50. Zonas de afectación por radiación térmica.

ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 s. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado
<i>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.</i>			

Tabla VI.51. Zonas de afectación por sobrepresión.

ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN			
ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
		RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO
10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	Falla en conexiones. Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables	Daños menores a equipos de proceso. Daño estructural menor y limitado
<i>Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier Lees, F.P.; Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.</i>			

Por lo tanto, las zonas de seguridad en torno a la instalación 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 de unos de los tanques de almacenamiento con mayor capacidad de almacenamiento, y que corresponde al de 126,800 litros, el cual por seguridad nunca se encuentra a más del 80% de su capacidad.

Es necesario aclarar que este evento está sobrestimado, ya que como se mencionó anteriormente su probabilidad es muy baja, y si consideramos que:

$$\text{RIESGO} = \text{PROBABILIDAD (FRECUENCIA)} * \text{DAÑO}$$

Aunque el daño puede resultar un tanto significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo. Si evaluáramos estrictamente el riesgo de manera matemática, referente al evento catastrófico, tenemos:

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

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

Nota: Registro observado de un “Análisis histórico de incidentes BLEVE” reportado en el “Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras; Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño, Vol. I, pag. 348 Ed. Mc Graw Hill”.

Matemáticamente el valor del RIESGO es “**CERO víctimas**”, 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.

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 evento 4 que definimos como evento de menor probabilidad, pero de mayor daño, debe presentarse el evento 3, el cual se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada.

Las medidas de seguridad que actuaran en caso de que se presente esta situación son:

- Respuestas de seguridad.

- Válvulas hidrostáticas en todas las tuberías necesarias.
- Paros automáticos.
- Válvulas de exceso de flujo.

- Mitigación.

- Venteo. (Válvulas de seguridad para aliviar exceso de presión el tanque de almacenamiento).
- Sistema de aspersión en área de almacenamiento.
- Hidrantes.
- Extintores.
- **Operaciones de emergencia**
- Alarmas.
- Procedimientos de emergencia.
- Equipos de protección personal

- Respuestas de control, respuestas de los operadores.

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

- Agentes externos.

- Promocionarán la participación y desarrollo de Programas de Prevención de Accidentes a nivel interno y externo; al igual que un Programa de Ayuda Mutua.

- Flujo adecuado de información.

- Desarrollarán propuestas para informar a la población presente en los alrededores y principalmente a las industrias cercanas.

A continuación, se representan cada uno de los eventos ***identificados, máximos probables*** que presentan **mayor probabilidad de ocurrencia (con respecto a los demás)** y que en caso de presentarse estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores. Asimismo, se representa el **evento máximo catastrófico**.

En el apartado “A” de la sección de anexos se adjunta la representación de los radios de afectación de cada uno de los eventos evaluados.

VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

Siempre que ocurre un accidente mayor, existe el riesgo de daño al equipamiento o instalaciones que se encuentra a su alrededor debido a los efectos físicos del evento inicial, lo que puede generar eventos secundarios e incluso de niveles superiores. Este fenómeno es conocido como “Efecto Dominó” y a los efectos físicos causantes de la cadena de eventos, se les denomina vectores de intensificación (radiación térmica, sobrepresión y proyección de fragmentos).

Existen diversos autores que han definido el concepto de efecto dominó para accidentes en instalaciones industriales como son: Khan y Abbasi, (1998), Delvosalle et al., (1998), Cozzani et al., (2006), Antonioni et al., (2009) y Lees (2012). Estas definiciones se muestran en la siguiente tabla, y todas coinciden que en el efecto dominó la magnitud de las consecuencias del accidente secundario es mucho mayor que la del accidente primario.

Tabla VI.52 Definiciones de efecto dominó por distintos autores.

Autor	Definición del efecto dominó
Khan y Abbasi, (1998)	Una cadena de eventos o situaciones cuando una cantidad de fuego, explosión, proyectil o tóxica generada por un accidente en una sola unidad en una industria causa accidentes secundarios y de orden mayor en otras unidades.
Delvosalle et al., (1998)	Una cascada de accidentes (efecto dominó) en las cuales las consecuencias de un accidente previo se incrementan para los siguientes, tanto espacialmente, como temporariamente, conllevando a un accidente mayor
Cozzani et al., (2006)	Secuencias accidentales que tienen al menos tres rasgos en común: (i) un escenario de accidente primario, el cual inicia la secuencia de accidente dominó; (ii) la propagación del evento primario, debido a un vector de escalado generado por los efectos físicos del escenario primario, que resulta en el daño, como mínimo, de una parte del equipamiento secundario; y (iii) uno o más eventos secundarios (fuego, explosión, dispersión tóxica), consecuencia, el daño de partes de equipos (el número de eventos secundarios es usualmente el mismo de las partes dañadas de la planta).
Antonioni et al., (2009)	La propagación de un evento de accidente primario unidades cercanas, causando su daño y eventos de accidentes secundarios, más fuertes, resultando un escenario global más severo que el evento primario que provocó la escala. Un accidente mayor en una llamada instalación secundaria, el cual es causado por fallas de una fuente de peligro externo.
Lees (2012)	Un factor a tener en cuenta del peligro que puede ocurrir si se escapa un material peligroso puede conllevar al escalado del incidente, un pequeño escape que trae fuego y daños por la incidencia de la llama en una tubería más larga o tanque con subsecuentes derrames de un largo inventario de materiales peligrosos.

El efecto dominó se puede definir como *"un conjunto correlativo de sucesos en los que las consecuencias de un accidente previo se ven incrementadas por éstos, tanto espacial como temporalmente, generando un accidente grave"*.

La definición que se presenta en el Real Decreto 1254/99, es la siguiente:

“La concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, explosión, estallido en los mismos, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos”

A partir de esta definición, se puede deducir lo siguiente:

Un efecto dominó implica la existencia de un accidente "primario" o "iniciador" que afecta a una instalación primaria (este accidente puede no ser un accidente grave), pero que induce uno o varios accidentes "secundarios" que afectan a una o varias instalaciones secundarias. Este accidente o accidentes secundarios deben ser accidentes más graves y deben extender los daños del accidente "primario".

La extensión de los daños es tanto espacial (áreas no afectadas en el accidente primario, ahora resultan afectadas), como temporal (el accidente secundario afecta a la misma zona, pero retardado en el tiempo; en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma), o ambas.

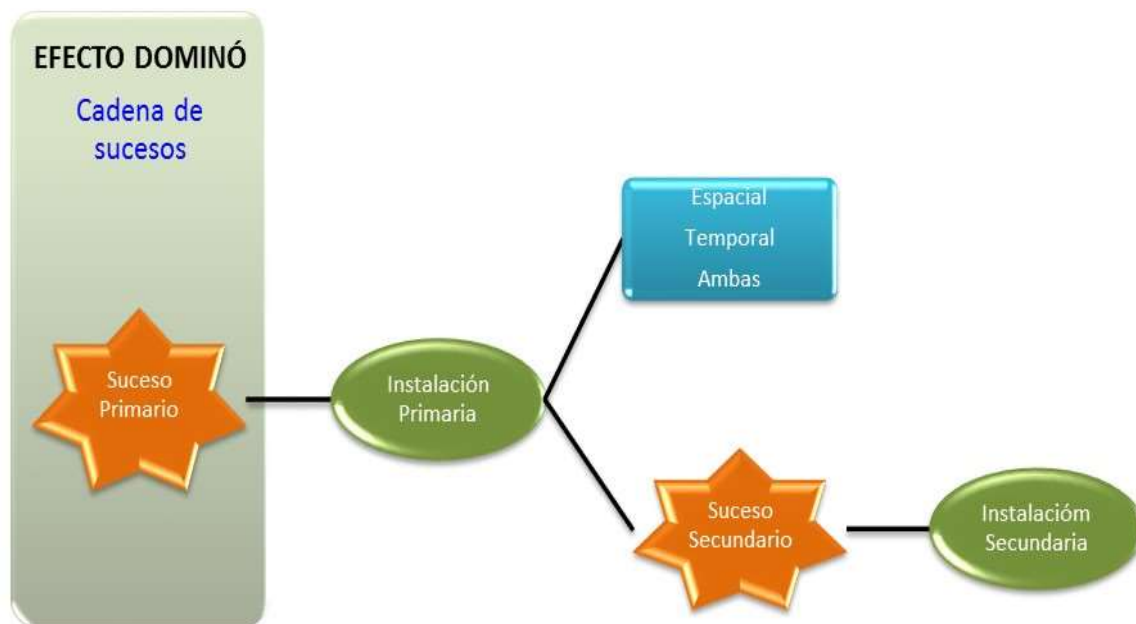


Fig. VI.2. Esquematzación del desarrollo del Efecto Domino.

En Reiners and Cozzani. 2013 se identifican algunos elementos necesarios para que tenga lugar el efecto domino, se describen en la siguiente tabla:

Tabla VI.53. Identificación de los elementos necesarios para que tenga lugar el 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 indica la implicación de otras unidades o grupos de equipos que se localizan fuera de las fronteras de la instalación donde se provocó el accidente primario.
Intensificación.	La intensificación de las consecuencias de un evento no deseado.
Vector de escalación o intensificación.	Efectos físicos (radiación térmica, sobrepresión y/o proyección de fragmentos) generados por el evento primario.

Considerando que el evento dominó es aquel que incrementa las consecuencias del evento primario o iniciador, así también como aquel que incrementan la frecuencia que ocurra un accidente en el unidad objetivo o blanco, en este apartado se presenta de manera cualitativa las posibles interacciones de riesgo o efectos dominó que pudieran presentarse con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones que se encuentran dentro de las Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos (radiación térmica: Rango de 12.5 kW/m² a 37.5 kW/m² y sobrepresión: Rango de 3 lb/in² a 10 lb/in²) y Zonas de Alto Riesgo (radiación térmica: 5.0 kW/m² y sobrepresión: 1.0 lb/in²) de cada uno de los eventos identificados.

Es importante mencionar que de acuerdo a varios autores (Genserik y Cozzani, 2013), el efecto dominó que se han presentado en la industria lo han hecho en su mayoría en instalaciones fijas siendo así un 80 % del total de los accidentes que involucran efecto dominó, mientras que el transporte involucraría sólo al 20 %. Siendo las actividades que aportan dentro de las instalaciones fijas el mayor porcentaje las de almacenamiento con un 25 % el almacenamiento y las unidades de proceso con un 28 %, mientras que las actividades de carga y descarga aportan un 13.3 % del total.

También dichos autores señalan la distribución a través de los sistemas de transporte teniendo lo siguiente: 40 % carretera, 39 % vía de ferrocarril, 13 % barco y 8 % tubería. Genserik y Cozzani resumen las causas que han iniciado eventos dominó de la siguiente manera:

Tabla. VI.54. Principales causas de iniciación de un Efecto Dominó.

Causa	No. de eventos	%
Eventos externos.	69	30.7
Falla mecánica.	65	28.9
Factor humano.	47	20.9
Fallo por impacto.	40	17.8
Reacción violenta.	21	9.3
Falla de instrumentos.	8	3.6
Proceso fuera de condiciones.	5	2.2
Falla en los servicios.	3	1.3

La secuencia de eventos dominó más frecuentes es la siguientes:

- Explosión → fuego (27.6 %)
- Fuego → explosión (27.5 %)
- Fuego → fuego (17.8)

Además, cabe señalar que de los equipos donde la mayoría de los eventos dominó se derivan son los recipientes presurizados, siendo el 30 % de los causantes de los eventos primarios.

Los estudios realizados por (Cozzani et al., 2006) y (Abdolhamidzadeh et al., 2010) revelaron que el no considerar el Efecto Dominó en el análisis de consecuencias conlleva a que el riesgo no sea evaluado en su magnitud real. Todo lo cual justifica que, en la actualidad, ninguna valoración de riesgo puede ser considerada completa sin incluir el análisis del Efecto Domino (Reniers and Cozzani, 2013)

Bajo este contexto y 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** en la planta de distribución de gas l.p. y estación de carburación derivan de **fugas**, las cuales dan lugar, dependiendo de las condiciones y de la cercanía de las fuentes de ignición, a **dardos de fuego, explosiones de nubes de vapor y/o llamaradas**. Conforme a la literatura ya mencionada, se describen los efectos físicos que derivan de los eventos primarios y que fueron responsables de 100 accidentes dominó:

Tabla. VI.55. Efectos físicos provocados por eventos primarios (vectores de escalación de eventos)

Evento primario	Eventos	Vectores de escalación		
		Radiación térmica	Sobrepresión	Fragmentos
Explosión de nube de vapor	17	0	16	1
Dardo de fuego	8	8	0	0
Llamarada	0	0	0	0

De acuerdo con la tabla VI.55, para las explosiones de nubes de vapor se considerarán los efectos por sobrepresión, para el dardo de fuego la radiación térmica y el impacto de fuego; mientras que para las llamaradas no se considera la posibilidad de escalación debido a su corta duración, generalmente se asume que la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, de acuerdo con el análisis de consecuencias de los eventos identificados, los efectos derivados de la ocurrencia de eventos primarios que derivan en dardos de fuego y/o explosiones de nubes de vapor no confinadas correspondientes a 37.5 y 12.5 kW/m², así como a 10.0, 3.0 y 1.0 psi, son proclives a desencadenar un evento secundario, una vez que la exposición de equipos de proceso y recipientes de almacenamiento tanto presurizados como atmosféricos a estas dosis de radiación y sobrepresión causará daño en dichos elementos. Cabe mencionar que a 5.0 kW/m² no se registran daños sobre materiales o equipos de proceso. En tanto que a 1.0 psi de presión se prevé la demolición parcial de estructuras y falla en conexiones.

En este sentido, se puede decir que las ondas de sobrepresión resultantes del desarrollo del evento No. 4, 6 y 8 equivalentes a 3.0 psi alcanzarían las instalaciones de la Nave industrial y transportadora SIMPSA, por lo que se prevé un 50% de daño sobre equipo del equipo de proceso ubicado en dichas instalaciones, específicamente en la transportadora, donde básicamente podría comprometerse la integridad mecánica de alguno de los recipientes de las unidades de transporte de gas l.p. que ahí pernoctan y que se ubicaran a una distancia menor de 71.76 m del origen del evento. Al verse comprometida la integridad mecánica del recipiente que contiene gas l.p. podría presentarse una fuga de gas l.p. Por su parte, la onda de choque equivalente a 1.0 psi resultante del desarrollo de los mencionados eventos, además de la nave industrial y la transportadora alcanzan las instalaciones de la estación de servicio 09862. Por lo que se prevé que los daños que pudieran esperarse serían principalmente de tipo estructural.

Asimismo, es importante enfatizar que se presentaron y evaluaron eventos en cada una de las áreas que conforman las instalaciones, 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. No obstante, las eventualidades de mayor magnitud serían las explosiones tipo BLEVE de los recipientes presurizados.

Es importante mencionar que, dentro de la descripción de escenarios, la BLEVE del semirremolque es un evento dominó (escenario 003), una vez que esta deriva de un evento primario (escenario 002), el cual está relacionado con la formación de un dardo de fuego debido a la pronta ignición de la emisión continua de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque, y que incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente debido a la radiación térmica recibida, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el funcionamiento de esta el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del tanque sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica. Cuando la válvula de seguridad no pueda aliviar la presión creciente, seguirá aumentando la presión interna y la expansión de líquido a vapor proporciona la energía necesaria para romper el contenedor, provocando una BLEVE.

Cabe mencionar que la ocurrencia de la BLEVE se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada, por lo que tiene una probabilidad de ocurrencia muy baja, sin embargo, este evento se considera para predecir un daño máximo representativo.

Como resultado de la BLEVE del semirremolque se tendrán ondas de sobrepresión, proyección de fragmentos y radiación térmica. Dichos efectos de daño directo, son causas de propagación, favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias que pueden aparecer de manera serial o paralela, aportándole mayor importancia a aquellas consecuencias que devengan en daños a unidades de proceso o recipientes que almacenen alguna sustancia química peligrosa.

De acuerdo a *Cozzani et al (2004)* las BLEVE generan escalación de eventos principalmente por los efectos ocasionados por la sobrepresión y la proyección de fragmentos, una vez que se ve limitada la posibilidad de que la radiación térmica llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones, debido a la corta duración de la bola de fuego. Por su parte, los autores *Genserik Renier & Valerio Cozzani señalan* que se tiene una probabilidad del 99% de que se presente la falla catastrófica de

un recipiente horizontal sujeto a presión cuando este es impactado por una sobrepresión superior o equivalente a 61.22 kPa (8.88 psi).

Si bien, debido a la probabilidad de ocurrencia (Ver Árbol de Fallas) la BLEVE del tanque de almacenamiento con capacidad de 126.8 m³ de la Planta, se propuso que sucede debido al impacto de fragmentos del semirremolque (Evento 3), existe la probabilidad de un efecto domino, es decir, que las ondas de sobrepresión y proyección de fragmentos originadas por la BLEVE del semirremolque puedan causar también la falla catastrófica del recipiente.

Se supone que el recipiente de almacenamiento de la planta y estación se encuentran al 80% de su capacidad, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.

Además, se podría afectar al tanque de la Estación de Gas L.P. para Carburación. No obstante, las zonas totales de afectación quedarán definidas por los radios de afectación del recipiente de mayor capacidad instalado en la planta, es decir, el recipiente con capacidad de 126,800 litros, tal y como se muestra a continuación:

Tabla. VI.56. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos originadas por la BLEVE del recipiente de 126.8 m³

Zona	Radiación térmica		Onda de sobrepresión	
Alto riesgo por daño a equipos	37.5 kW/m ²	202.43 m	10.0 psi	17.31 m
	12.5 kW/m ²	408.35 m	3.0 psi	35.33 m
Alto riesgo	5.0 Kw/ m ²	660.94 m	1.0 psi	80.64 m
Amortiguamiento	1.4 Kw/ m ²	1238.66 m	0.5 psi	137.07 m

Debido al dimensionamiento de los radios de afectación derivados de la BLEVE del tanque de almacenamiento, se determina que este sería el evento que pudiera potencializar el Riesgo a través de un Efecto Dominó, principalmente por los efectos ocasionados por la sobrepresión y la proyección de fragmentos, 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, se sabe que los equipos e instalaciones dentro del radio que abarca la bola de fuego son propensos a ser dañados por la radiación, sobre todo los recipientes atmosféricos ya que la radiación en esta zona es por la exposición directa a las llamas y mientras se alcance un valor de radiación de 100 kW/m². En cuanto a recipientes sujetos a presión, el autor, expone que debido a que dichos recipientes son usualmente diseñados con la intención de poseer resistencia suficiente a la radiación se descarta la escalación de eventos este tipo de recipientes.

Cabe mencionar que, dentro del área delimitada por el diámetro de la bola de fuego generada por la BLEVE del tanque, equivalente a 227.11 m (**Figura VI.9**) se ubica la empresa transportadora SIMPSA, donde dentro de sus instalaciones se encuentran semirremolques estacionados, sin embargo, por tratarse de recipientes presurizados no se prevé la escalación por los efectos de la radiación térmica generada por la bola de fuego.

Asimismo, en un radio de hasta **202.43 m** se tendría la energía suficiente (**mayor o igual a 37.5 kW/m²**) para causar daños a equipos de proceso y el colapso de estructuras, siempre y cuando el tiempo mínimo de exposición sea de entre 20 y 30 minutos, tiempo mínimo requerido para que se produzca la ignición del elemento vulnerable. Dentro de este radio

destacan las instalaciones de la transportadora SIMPSA, estación de servicios 09628, autopartes. **(Figura VI.6)**. En tanto que hasta en un radio de **408.35 m**, distancia hasta donde se alcanzaría una radiación de hasta **12.5 kW/m²**, en donde se prevé se pueda presentar el desarrollo de incendios secundarios, suponiendo que elementos vulnerables tipo madera, papel, plásticos, recubrimientos son incendiados. En esta zona se ubican las empresas Autopartes Chamizal, llantera molina, autopartes Yonke, transportes presurizados y TAD PEMEX (Figura VI.6), por lo que considerando el tiempo que dura la bola de fuego de apenas (16.3 segundos) y considerando que tanto la propia empresa como esas instalaciones cuentan las medidas de mitigación de acción inmediata que evitara la propagación del fuego, se reduce la probabilidad de que se cause un fallo catastrófico de los equipos de proceso de dichas instalaciones.

En tanto que hasta un radio de **660.94 m** se alcanzaría una radiación de hasta 5.0 kW/m², en donde se ubican las siguientes actividades económicas y de servicios como son: Triturados Asfálticos del Valle de Juárez, deposito de chatarra, Navas Estructuras Metálicas, Planta Hipergas, Yonkes Tostados, sin embargo, estas no resultarían afectadas por la radiación térmica, una vez que a este nivel de radiación no se reportan daños a estructuras y materiales. **(Figura VI.8)**

Es importante mencionar que la empresa Quality transport services, S.A. de C.V., Yonke 99, L&A reciclados industriales, S.A. de C.V., residuos miesa, densa plastics, GCC concretos, fasi tecnologías, quedan confinadas dentro de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m²). No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.

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

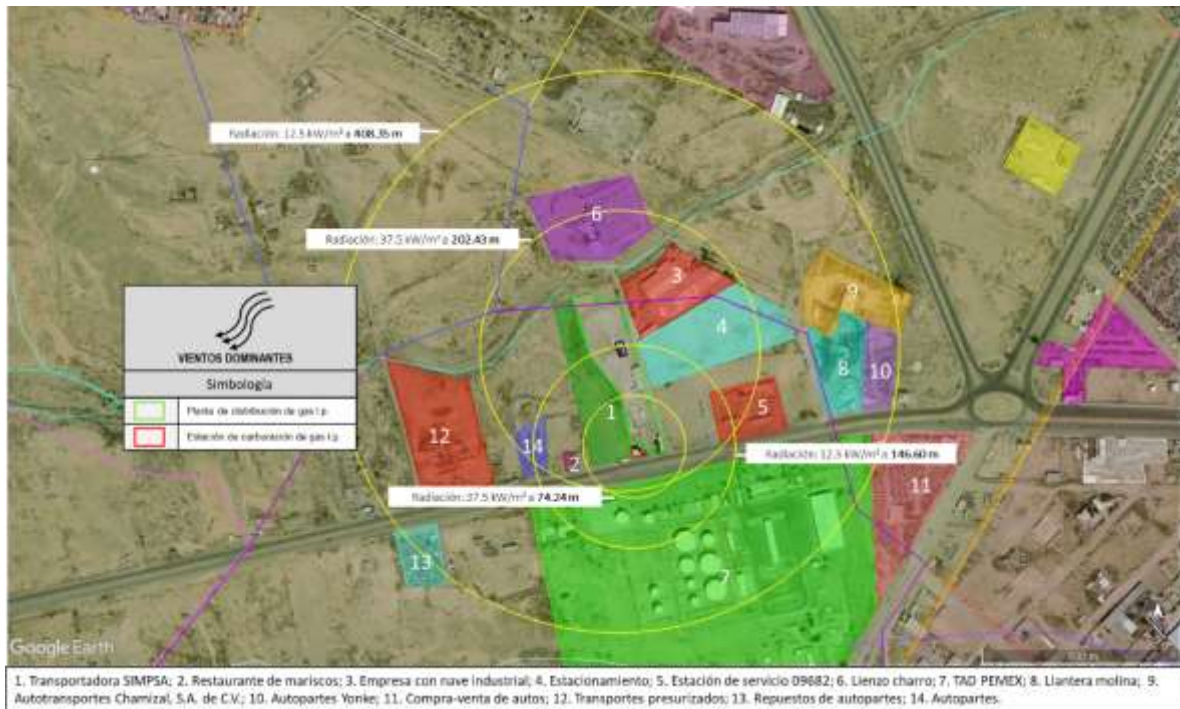


Figura VI.6. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos derivadas de la radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la BLEVE del tanque de almacenamiento de 126,800 l.



Figura VI.7. Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión del tanque con capacidad de 126.800 m³ a causa de la expansión del vapor contenido en este.

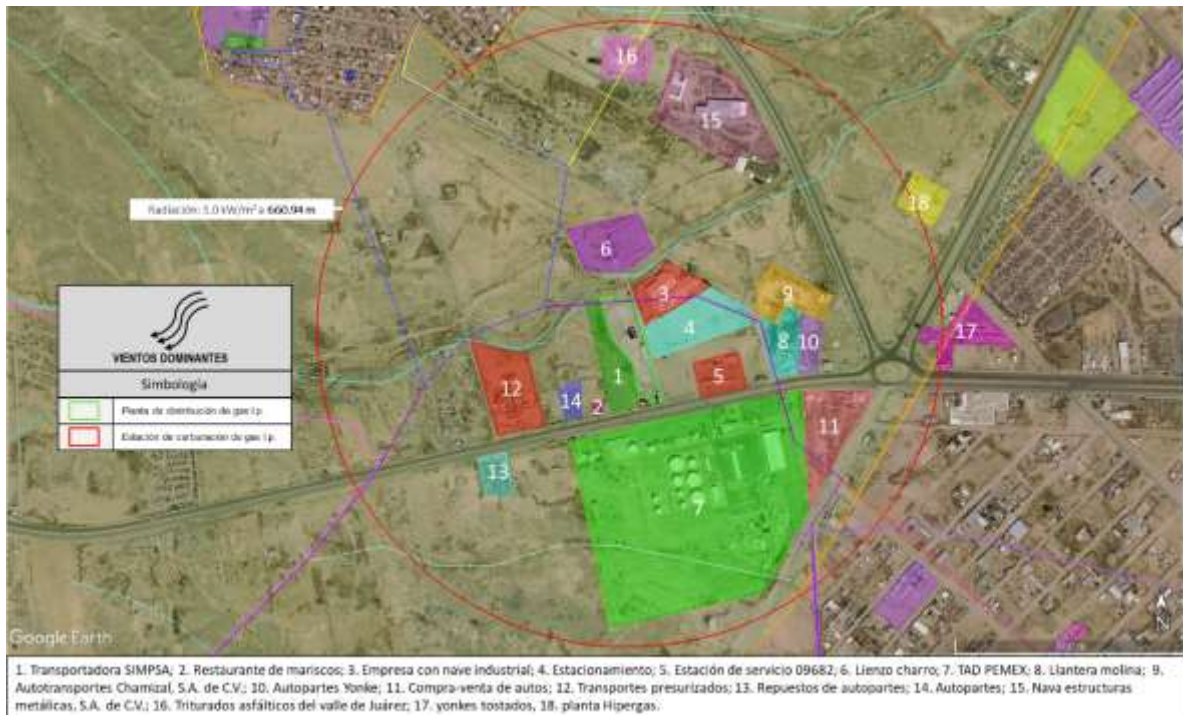


Figura VI.8. Zonas de Alto Riesgo derivadas de la radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la BLEVE del tanque con capacidad de 126.800 m³



Figura VI.9. Zonas de Alto Riesgo debido a la onda de sobrepresión causada por la explosión del tanque con capacidad de 126.800 m³ cada uno a causa de la expansión del vapor contenido en este.



Figura VI.10. Máximo diámetro de la Bola de Fuego originada por la BLEVE de los tres tanques de almacenamiento de gas l.p. con capacidad de 126.800 m³.

A continuación, se anexa la representación gráfica para el caso de un efecto domino con la estación de carburación.

No obstante, se considera que la proyección de fragmentos derivado de la BLEVE podría comprometer la integridad mecánica de alguno de los recipientes de almacenamiento de la Terminal TAD PEMEX, ya que se tiene documentado que los fragmentos pueden proyectarse a varios cientos de metros. En este sentido, se realizó una proyección grafica de los posibles radios de afectación que se generarían en el caso de que la proyección de fragmentos derivados de la BLEVE del tanque de “Gas El Sobrante, S.A. de C.V.” golpeará la superficie de algún tanque de almacenamiento que se considera de 3,815 m³.

Tabla II.19. Probable interacción de riesgo con “TAD PEMEX”

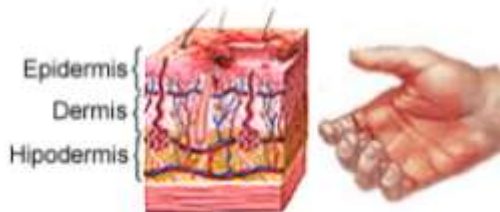
Tanque de almacenamiento de Diésel	
Elemento Externo:	Tanque de almacenamiento con capacidad de 3,815 m³ (dique de 40 m²)
Vector de escalación:	Proyección de fragmentos
Distancia aproximada entre el elemento externo y el punto donde se origina el escenario primario:	266.47 m
Evento secundario:	Pool fire
Radios potenciales de afectación por radiación térmica:	
Alto Riesgo	Amortiguamiento
34.58 m (37.5 kW/m²)	186.49 m (1.4 kW/m²)
63.29 m (12.5 kW/m²)	
100.33 m (5.0 kW/m²)	
Tanque de almacenamiento de Gasolina	
Elemento Externo:	Tanque de almacenamiento con capacidad de 3,815 m³
Vector de escalación:	Proyección de fragmentos
Distancia aproximada entre el elemento externo y el punto donde se origina el escenario primario:	266.47 m
Evento secundario:	Nube de vapor inflamable
Radios potenciales de afectación por Sobrepresión:	
Alto Riesgo	Amortiguamiento
37.55 m (10.00 psi)	297.34 m (0.50 psi)
76.63 m (3.00 psi)	
174.92 m (1.00 psi)	

A continuación, se presentan las simulaciones y los diagramas de pétalos para las interacciones de riesgo de dos tanques; uno de Diésel y otro de Gasolina.

Además de los equipos de proceso y edificaciones, otros receptores de los efectos o daños que se podrían originar como consecuencia de un evento indeseado se encuentran las **personas y el medio ambiente**, los cuales sufrirán los efectos con distinta magnitud según la intensidad y características del fenómeno producido y la vulnerabilidad del receptor del mismo. Estos se podrían considerar receptores finales, ya que sufrirían los daños del accidente ocurrido, pero no generarían o provocarían la concatenación de un nuevo fenómeno peligroso.

En este sentido, es importante describir los efectos causados por la radiación térmica hacia las personas, una vez que este vector de escalación es del mayor dimensionamiento. La energía térmica transmitida por la radiación generada por la bola de fuego será capaz producir lesiones de los tejidos humanos (quemaduras térmicas). Según la profundidad de la quemadura se prevén quemaduras de primer, segundo y tercer grado en las personas expuestas durante el tiempo que dura la bola de fuego.

Quemaduras de primer grado.



Afectan a la capa más superficial de la piel, la epidermis, por lo que la capacidad de regeneración cutánea se mantiene intacta. Este tipo de quemaduras se caracterizan por el enrojecimiento de la piel sin que aparezcan ampollas, por el hecho de ser dolorosas y la curación espontánea en pocos días.

Quemaduras de segundo grado.

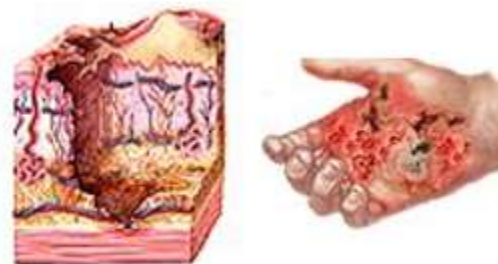
Se subdividen a su vez en dos subgrados:



Quemaduras de segundo grado superficial: afecta a toda la epidermis y a la capa superficial de la dermis, son dolorosas y aparecen ampollas, al respetar focos regenerativos del epitelio curan sin cicatriz.

Quemaduras de segundo grado profundo: afectan a toda la epidermis y dermis, aunque quedan indemnes células epiteliales de las partes más profundas de los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas. Aparece una escara blanquecina y, si se infectan, se convierten en quemaduras de tercer grado. La cicatrización es lenta e imperfecta.

Quemaduras de tercer grado.



Estas heridas lesionan por completo la epidermis y la dermis, por lo que no dejan indemne ningún elemento epidérmico, son a vasculares y tienen un color variable que oscila entre pálido y negrozco. Este tipo de quemaduras pueden observarse vasos trombosados. Se destruyen las terminaciones nerviosas por lo que no son dolorosas. Su curación es siempre por segunda intención y suele necesitar injertos.

De acuerdo a los datos arrojados por el Modelo de Radiación Térmica por Bola de Fuego del Simulador SCRI-FUEGO, la radiación emitida por la BLEVE del tanque de almacenamiento con una capacidad de 126,800L es la que posee mayores alcances. Por lo que el análisis de los posibles daños en las personas se considerara en función de los radios de afectación del desarrollo del evento de mayores alcances.

Tabla. VI.57. Distancias a dosis específicas de radiación calculadas durante el tiempo que dura la bola de fuego.

	Dosis (kW/m ²) ^{4/3} s	Semirremolque (47,500 L)	Tanque almacenamiento (126,800 L)	Tanque de almacenamiento (5,000 L)
	85	608.12 m	789.98 m	192.88 m
	250	402.95 m	521.62 m	123.85 m
	500	304.67 m	392.53 m	89.50 m
	2,000	157.54 m	196.68 m	29.04 m

Tabla. VI.58. Efectos de la dosis de radiación térmica sobre personas.

	Dosis (kW/m ²) ^{4/3} s	Daños
	85	Dolor en piel desnuda.
	250	Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. Nivel de daño significativo.
	500	Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. Nivel de letalidad de 1 % para vestiduras promedio.
	2,000	Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. Nivel de letalidad de 50 % para vestidura promedio.

Como se puede observar, la radiación emitida por la BLEVE del tanque de almacenamiento con una capacidad de 126,800 L es la que posee mayores alcances. Sin embargo, es de suma importancia resaltar que en caso de ocurrencia de dicho evento las personas más afectadas son los que se encuentran expuestas en un radio de 392.53 m, con quemaduras de 3er grado en piel desnuda y un nivel de letalidad del 50 % para vestidura promedio. Es de suma importancia resaltar que en caso de ocurrencia de dicho evento las personas más afectadas son los que se encuentran expuestas en las inmediaciones, tal como se señala a continuación:

Tabla. VI.59. Efectos de la dosis de radiación térmica sobre las personas que se encuentran expuestas en las instalaciones cercanas a la planta.

Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personas afectadas Personas que se encuentren expuestas en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %)	Empresa con nave industrial, lienzo charro, estacionamiento, transportadora SIMPSA, estación de servicio 09682, autopartes, restaurante de mariscos
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %)	Transportes presurizados, repuestos para autopartes, TAD PEMEX, llantera molina, autopartes Yonke, autopartes Chamizal, S.A. de C.V.
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda.	Compra-venta de autos, navas estructuras metálicas, S.A. de C.V.,
ZONA 1 Dolor en piel desnuda	Fasi tecnologías, triturados asfálticos del valle de Juárez, Planta Hipergas, Yonkes tostados, Yonke 99, quiality transport services, S.A. de C.V.

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar	
001	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	8.85 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, bomba I, tanque de almacenamiento.	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 2.06 m Bomba I 8.80 m Tanque de almacenamiento 4.90 m Bomba II 10.78 m Bomba III 10.48 m Tomas de suministro y carburación 12.19 m Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial 24.07 m	Se tiene en la boca de gas-vapor una válvula de cierre de emergencia de control neumática y válvula de exceso de flujo de cierre automático y en las bocas de gas-líquido cuenta con un indicador de flujo tipo con no retroceso. Todas las tomas cuentan en sus bocas terminales con dos válvulas de globo recta, un tramo de manguera especial para Gas L. P. y un acoplador de llenado, además en las tomas de gas-líquido se cuenta con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½”) de diámetro. En las tomas que conducen gas-líquido se cuenta con un indicador de flujo tipo no retroceso y en la de gas-vapor con válvulas de cierre de emergencia de control neumática y válvula de exceso de flujo de cierre automático.	1.Implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. 2.Los choferes de los semirremolques 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 solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.	
					18.06 m	Infraestructura interna de las instalaciones:Bomba II, bomba III, tomas de suministro y carburación				
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	41.22 m	Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial				
002	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	22.56 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, bomba I, bomba II, bomba III, tomas de suministro y carburación tanque de almacenamiento.	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 2.06 m Bomba I 8.80 m Tanque de almacenamiento 4.90 m Bomba II 10.78 m Bomba III 10.48 m Tomas de suministro y carburación 12.19 m Taller mecánico 50.38 m Tablero eléctrico 45.05 m E.C.I. 46.01 m Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial 24.07 m	Todas las mangueras usadas para conducir Gas L. P. son especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L. P., están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm². Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta. Además, se cuenta con: -Alarmas audibles y visibles. -Paro de emergencia. -Procedimientos y brigadas de emergencia.	3.Entre los procedimientos se debe incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea. 4.Mantener el área libre de material combustible. 5.Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos). 6.Brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo, Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. 7. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. 8. 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.	
					46.03 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tablero eléctrico, E.C.I. Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial				
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	14.62 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, bomba I, bomba II, bomba III, tomas de suministro y carburación tanque de almacenamiento.				
					24.75 m					
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	105.08 m	Equipos o instalaciones industriales: Transportes SIMPSA				
				Radiación (5.0 kW/m²)	38.38 m	Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial				

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
003	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	18.27 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, bomba I, bomba II, bomba III, tomas de suministro y carburación, tanque de almacenamiento.	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 2.06 m Bomba I 8.80 m Tanque de almacenamiento 4.90 m Bomba II 10.78 m Bomba III 10.48 m Tomas de suministro y carburación 12.19 m Taller mecánico 50.38 m Tablero eléctrico 45.05 m E.C.I. 46.01 m Oficinas 134.48 m Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial 24.07 m Transportadora SIMPSA 46.69 m Estación de servicio 09682 148.86 m TAD PEMEX 190.67 m Transportes presurizados 232.16 m Triturados asfálticos del valle de Juárez 520.30 m Navas estructuras metálicas 404.66 m Infraestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento 141.72 m Toma de suministro 147.09 m Bomba de trasiego 145.23 m Tablero eléctrico 144.59 m	El semirremolque cuenta con: -Válvula de seguridad. -Indicador de presión (manómetro). -Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. -Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta. Además, se cuenta con: -Alarmas audibles y visibles. -Paro de emergencia. -Procedimientos y brigadas de emergencia	1.Las válvulas de seguridad del semirremolque deben estar protegidas contra la intemperie. 2.Mantener el área libre de materiales combustibles. 3.Establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio. 4.El tanque de almacenamiento de agua debe contener, cuando menos, el 70% de su capacidad. 5.Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) 6. Brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. 7. Obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se deben ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.
					37.28 m	Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	183.78 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, bomba I, bomba II, bomba III, tomas de suministro y carburación tanque de almacenamiento, tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico, oficinas. Infrestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento, toma de suministro, tablero eléctrico, bomba de trasiego.			
						Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial, transportes SIMPSA, autopartes, estación de servicio 09682			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	349.53 m	Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial, transportes SIMPSA, transportes presurizados, TAD PEMEX.			
					85.09 m	Equipos o instalaciones industriales: Transportes SIMPSA			
			Alto Riesgo	Radiación (5.0 kW/m²)	558.63 m	Equipos o instalaciones industriales: Triturados asfálticos del valle de Juárez, navas estructuras metálicas, S.A. de C.V.			

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	- Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
004	Recepción de semirremolques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	33.35 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, bomba I, bomba II, bomba III, tomas de suministro y carburación, tanque de almacenamiento.	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 2.06 m Bomba I 8.80 m Tanque de almacenamiento 4.90 m Bomba II 10.78 m Bomba III 10.48 m Tomas de suministro y carburación 12.19 m Taller mecánico 50.38 m Tablero eléctrico 45.05 m E.C.I. 46.01 m Oficinas 134.48 m Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial 24.07 m Transportadora SIMPSA 46.69 m Estación de servicio 09682 148.86 m Infrestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento 141.72 m Toma de suministro 147.09 m Bomba de trasiego 145.23 m Tablero eléctrico 144.59 m	Se tiene instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas.	1.Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 2.El operador debe acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos. 3.Mantener el área libre de material combustible. 4.Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos) 5. Brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. 6. Obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se debe ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.
					68.06 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tablero eléctrico, taller mecánico. Equipos o instalaciones industriales: Transportes SIMPSA, empresa con nave industrial.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	6.28 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, tanque de almacenamiento.			
					10.65 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Bomba I, Bomba II, Bomba III.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	155.37 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Oficinas Equipos o instalaciones industriales: Autopartes, estación de servicio 09682. Infrestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento, toma de suministro, tablero eléctrico, bomba de trasiego.			
				Radiación (5.0 kW/m²)	16.53 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Bomba III, tomas de suministro y carburación.			
				-Extintores: Se cuenta con dos extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico, en las tomas de recepción. -Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta. Además, se cuenta con: -Alarmas audibles y visibles. -Paro de emergencia. -Procedimientos y brigadas de emergencia					

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
005	Almacenamiento	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	17.31 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, tanque de almacenamiento, tomas de suministro y carburación, bombas I, II y III.	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 5.17 m Bomba I 8.68 m Toma de recepción 4.90 m Bomba II 8.68 m Bomba III 5.86 m Tomas de suministro y carburación 9.85 m Taller mecánico 46.42 m Tablero eléctrico 38.85 m E.C.I. 39.01 m Oficinas 133.56 m Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial 34.98 m Transportadora SIMPSA 39.48 m Estación de servicio 09682 144.78 m TAD PEMEX 189.76 m Transportes presurizados 224.49 m Triturados asfálticos del valle de Juárez 413.26 m Navas estructuras metálicas 536.41 m Planta hipergas 621.41 m Infrestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento 139.45 m Toma de suministro 145.30 m Bomba de trasiego 142.99 m Tablero eléctrico 144.59 m	El tanque cuenta con un adaptador múltiple multiport de válvulas de alivio de presión de 63.50 mm (21/2") marca Rego A8574G	1.Verifique que las válvulas de alivio no presenten: -Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula. -Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. -Daño físico. -Fuga en el asiento o en la conexión al recipiente. -Corrosión. 2.Verifique que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector. 3.Mantener el área libre de materiales combustibles.
					35.33 m	Infraestructura interna de las instalaciones: No se encuentran estructuras que pudieran verse afectas		También se cuenta con cuatro válvulas de seguridad, Marca REGO, Modelo 3149G de 63.50 mm (21/2") de diámetro, con capacidad de 262 m³/h c/u.	
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	202.43 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, tanque de almacenamiento, tomas de suministro y carburación, bombas I, II y III, E.C.I., tablero eléctrico, taller mecánico, oficinas. Infrestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento, toma de suministro, tablero eléctrico. Equipos o instalaciones industriales: Transportes SIMPSA, empresa con nave industrial, estación de servicio 09682, TAD PEMEX, autopartes.		-Sistema de aspersión: El tanque tiene dos tubos de 51 mm (2") localizado en la parte superior de este y a 60 cm del domo superior, cuenta cada tubo con aspersores del tipo cono lleno de 13 mm.	
						Equipos o instalaciones industriales: Autotransportes Chamizal, S.A. de C.V., transportes presurizados, autopartes.		Asimismo, se cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro para el enfriamiento de los tanques.	
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	80.64 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Taller mecánico, tablero 1, E.C.I.		-Extintores: Se cuenta con un extintor del tipo ABC de fosfato monoamonico de 9 kg y un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco.	
				Radiación (5.0 kW/m²)	660.94 m	Equipos o instalaciones industriales: Planta hipergas, Navas estructuras metálicas, S.A. de C.V., triturados asfálticos del valle de Juárez.		-Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta. Además, se cuenta con: -Alarmas audibles y visibles. -Paro de emergencia. -Procedimientos y brigadas de emergencia	

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
006	Almacenamiento	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	31.13 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, tanque de almacenamiento, tomas de suministro y carburación, bombas I, II y III.	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 5.17 m Bomba I 8.68 m Toma de recepción 4.90 m Bomba II 8.68 m Bomba III 5.86 m Tomas de suministro y carburación 9.85 m Taller mecánico 46.42 m Tablero eléctrico 38.85 m E.C.I. 39.01 m Oficinas 133.56 m Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial 34.98 m Transportadora SIMPSA 39.48 m Estación de servicio 09682 144.78 m Infraestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento 139.45 m Bomba de trasiego 142.99 m Tablero eléctrico 144.59 m	Sistema de aspersión: El tanque tiene dos tubos de 51 mm (2") localizado en la parte superior de este y a 60 cm del domo superior, cuenta cada tubo con aspersores del tipo cono lleno de 13 mm. Asimismo, se cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro para el enfriamiento de los tanques. -Extintores: Se cuenta con tres extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico de 9 kg y un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg de polvo químico seco. -Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta. Además, se cuenta con: -Alarmas audibles y visibles. -Paro de emergencia. -Procedimientos y brigadas de emergencia	1. Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. 2. Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general y de mantenimiento de la planta. 3. Mantener original programa de mantenimiento del sistema de trasiego. El cual debe incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. 4. Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. 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.
					63.53 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico. Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial, Transportadora SIMPSA.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	15.80 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, tanque de almacenamiento, tomas de suministro y carburación, bombas I, II y III.			
					28.28 m	Infraestructura interna de las instalaciones: No se encuentran instalaciones o quipos dentro de la empresa que pudieran verse afectados.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	145.03 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Oficinas Infraestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento, tablero eléctrico.			
				Radiación (5.0 kW/m²)	44.56 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Taller mecánico. Equipos o instalaciones industriales: Transportadora SIMPSA, empresa con nave industrial.			

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
007	Suministro a auto-tanques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	21.64 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor, bomba I, bomba II, bomba III, tomas de suministro y carburación, tanque de almacenamiento.	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 11.06 m Bomba I 2.71 m Tanque de almacenamiento 4.29 m Bomba II 2.32 m Bomba III 2.33 m Tomas de recepción 10.91 m Toma de carburación 8.31 m Taller mecánico 40.61 m Tablero eléctrico 39.79 m E.C.I. 39.82 m Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial 33.02 m Transportadora SIMPSA 45.09 m	- Tomas de suministro Las tomas de suministro están protegidas por la zona de protección del tanque. Teniéndose la tubería a la descarga de 51 mm (2") de diámetro, hasta llegar a las tomas en su boca terminal, la tubería que conduce gas-vapor en esta trayectoria es de 32 mm (1 1/4") de diámetro de su boca terminal, ya en la zona de almacenamiento se ensanchará a 51 mm (2") de diámetro. - Toma de carburación de autoconsumo La toma de carburación se encuentra protegida por la zona de protección del tanque. Las tomas cuentan en sus bocas terminales con dos válvulas de globo recta, un tramo de manguera especial para Gas L.P. y un acoplador de llenado, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene y solo en las tomas para gas-liquido se encuentran además con una válvula de relevo de presión hidrostáticas de 13 mm. (1/2") de diámetro. En la toma de recepción se tendrá en la boca de gas-vapor una válvula de cierre de emergencia de control neumática y válvula de exceso de flujo de cierre automático y en las bocas de gas-liquido cuenta con un indicador de flujo tipo con no retroceso. En la toma de suministro se tiene en la boca de gas-vapor una válvula tipo no retroceso y en la boca de gas-liquido una válvula de exceso de flujo de cierre automático y válvula de cierre de emergencia de control neumática, además de medidor liquido Todas las mangueras utilizadas para conducir gas L.P. y que están instaladas son especiales para Gas L.P., construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 17.37 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm², estando éstas últimas protegidas contra daños mecánicos. -Extintores: Se cuenta con tres extintores del tipo ABC de fosfato monoamonico. -Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: -Alarmas audibles y visibles. -Paro de emergencia.	1.Implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente.
					44.17 m	Infraestructura interna de las instalaciones: tablero eléctrico, E.C.I., taller mecánico.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	13.39 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Toma de recepción, compresor, tomas de carburación y suministro, tanque de almacenamiento, bombas I, II y III			
					22.68 m	No hay equipos que pudieran verse afectados			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	100.83 m	Equipos o instalaciones industriales: Transportadora SIMPSA.			2.Los choferes de los auto-tanques 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 solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.
				Radiación (5.0 kW/m²)	35.17 m	Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial			

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
008	Suministro a auto-tanques	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	35.16 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Toma de suministro y carburación, bombas II y III, tanque de almacenamiento, toma de recepción, compresor.	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 8.12 m Tanque de almacenamiento 2.78 m Bomba II 2.16 m Bomba III 6.72 m Tomas de recepción 8.43 m Toma de carburación 9.63 m Toma de suministro 2.62 m Taller mecánico 42.04 m Tablero eléctrico 40.68 m E.C.I. 40.94 m Oficinas 142.57 m Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial 32.11 m Transportadora SIMPSA 44.70 m Infrestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento 149.02 m Tablero eléctrico 150.93 m Toma de suministro 154.77 m Bomba de trasiego 153.14 m	Extintores: Se cuenta de un extintor de fosfato monoatómico clase ABC junto a cada bomba. Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la planta. Además, se cuenta con: Alarmas audibles y visibles. Paro de emergencia. Procedimientos y brigadas de emergencia	1.Se recomienda instalar manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga. 2.Verificar el estado (mantenimiento) y el buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba. 3.Verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios. 4.Elaborar un Programa Mensual de detección de fugas. 5.Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.
					71.76 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tablero eléctrico, E.C.I. Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial, transportadora SIMPSA.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	4.02 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Bombas II, tanque de almacenamiento, toma de suministro.			
					6.80 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Bomba III, toma de carburación.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	163.80 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Oficinas. Equipos o instalaciones industriales: Estación de servicio 09682 Infrestructura de la estación de carburación: Tanque de almacenamiento, tablero eléctrico, toma de suministro, bomba de trasiego.			
				Radiación (5.0 kW/m²)	10.54 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Toma de recepción.			

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
009	Recepción de autotanques Estación de carburación	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	13.86 m	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Oficinas. Infraestructura de la estación de carburación Tanque de almacenamiento, tablero eléctrico. Equipos o instalaciones industriales: Transportadora SIMPSA	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Oficinas Infraestructura de la estación de carburación Tanque de almacenamiento 4.19 m Tablero eléctrico 8.39 m Equipos o instalaciones industriales: TAD PEMEX 50.46 m Transportadora SIMPSA 11.05 m	Se contará con cuatro extintores en el área de almacenamiento y recepción tipo ABC de fosfato monoamónico. 1 alarma audible Paro de emergencia. Procedimientos y brigadas de emergencia.	1 Implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. 2 Los choferes de los autotanques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se especificados en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración. 3 Mantener el área libre de material combustible. 4 Brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique. 5 Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. 6 Las competencias del personal deberán además tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración.
					28.28 m	No se encuentran instalaciones que pudieran verse afectadas			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	6.39 m	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Oficinas. Infraestructura de la estación de carburación Tanque de almacenamiento.			
					10.85 m	Infraestructura de la estación de carburación Toma de suministro			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	64.55 m	Equipos o instalaciones industriales: TAD PEMEX			
				Radiación (5.0 kW/m²)	16.85 m	Equipos o instalaciones industriales: Transportadora SIMPSA			

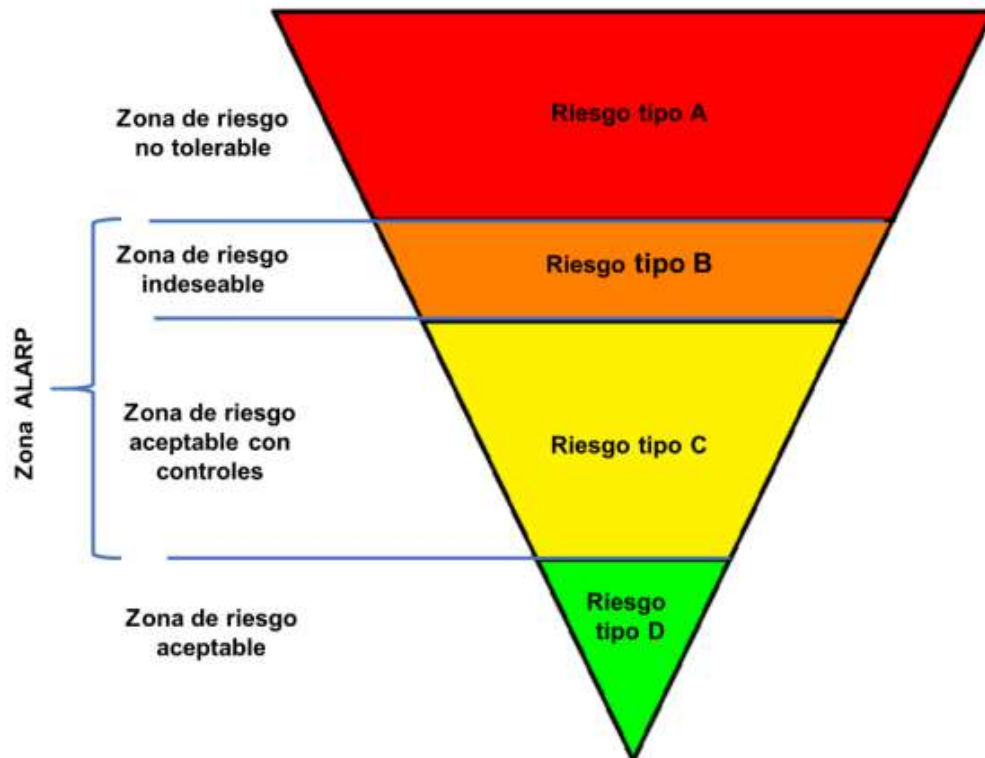
Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
010	Almacenamiento o Estación de carburación	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	5.89 m	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Oficinas.	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Oficinas 3.50 m Tablero eléctrico 144.95 m Toma de carburación 144.65 m Bomba III 144.45 m Tanque de almacenamiento 133.30 m Toma de recepción 142.57 m Compresor 143.33 m Infraestructura de la estación de carburación Toma de suministro 9.84 m Tablero eléctrico 15.22 m Equipos o instalaciones industriales: TAD PEMEX 51.12 m Transportadora SIMPSA 4.21 m Estación de servicio 09682 123.70 m Empresa con nave industrial 155.88 m Transportes presurizados 209.57 m	El tanque de almacenamiento contará con los siguientes accesorios •Un indicador de nivel de brida tipo flotador de 4 pernos JT4100 B4. •Dos medios coples de 19 mm (3/4") de diámetro donde se tienen dos válvulas de seguridad de alivio de presión. •Un medio cople para entrada y salida de gas líquido siendo de 51 mm (2") de diámetro en la parte inferior. •Dos medios coples para entrada y salida de gas líquido de 32 mm (1/4") de diámetro. •Un medio cople para control a la entrada y salida del gas vapor, siendo de 19 mm (3/4") de diámetro. •Una válvula de exceso de flujo marca REGO modelo A3292B de 52 mm de diámetro con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.). •Dos válvulas de exceso de flujo para gas y líquido de 19 mm de diámetro, Marca REGO modelo 3272C con capacidad de 76 L.P.M. (20 G.P.M.) y 195.39 m3/h. •Una válvula de llenado de 32 mm (1 ¼") marca REGO modelo A2797-20R. •Dos válvulas de seguridad, marca REGO modelo 3131G de 19 mm (3/4") de diámetro, con capacidad de 58.32 m3/h esta válvula al operar su desfogue, la descarga será a la intemperie, de acuerdo al área del recipiente la cuál será de 17.71 m3 se debe tener un desfogue mínimo de 112 m3/min por ello se requiere un mínimo de dos válvulas. •Una válvula de servicio para recipiente tipo no portátil con válvula fija para nivel de líquido (máximo de llenado) marca REGO modelo 9101D. •Una conexión soldada al tanque de tierra. Se contará con cuatro extintores en el área de almacenamiento y recepción tipo ABC de fosfato monoamónico. Se cuenta con procedimientos y brigadas de emergencia.	1 Verifique que las válvulas de relevo de presión (seguridad) no presenten: -Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula. -Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. -Daño físico. -Fuga en el asiento o en la conexión al recipiente. -Corrosión. 2. Mantener el área libre de materiales combustibles.
					12.02 m	Infraestructura de la estación de carburación Toma de suministro Equipos o instalaciones industriales: Transportadora SIMPSA			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	74.24 m	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Oficinas. Infraestructura de la estación de carburación Toma de suministro, tablero eléctrico Equipos o instalaciones industriales: Toma de suministro, TAD PEMEX			
					146.60 m	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Tablero eléctrico, toma de carburación, bomba III, tanque de almacenamiento, toma de recepción, compresor Equipos o instalaciones industriales: Estación de servicio 09682.			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	27.45 m	Infraestructura de la estación de carburación Tablero eléctrico			
				Radiación (5.0 kW/m²)	236.25 m	Equipos o instalaciones industriales: Empresa con nave industrial, transportes presurizados.			

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo/ Sitio de la Planta	Sustancia Peligrosa Involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de Zona	Tipo de Evento	Radio de la afectación	Equipos o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
011	Toma de suministro Estación de carburación	Gas Licuado de Petróleo	Alto Riesgo en equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	10.76 m	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Oficinas. Infraestructura de la estación de carburación Tanque de almacenamiento, tablero eléctrico	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Oficinas9.62 m Infraestructura de la estación de carburación Tanque de almacenamiento8.26 m Tablero eléctrico8.37 m Equipos o instalaciones industriales: TAD PEMEX43.33 m Transportadora SIMPSA12.05 m	Para la toma de suministro se va a contar con un medidor que será montado en un soporte, antes del medidor se tendrá una válvula de cierre manual, de la salida del medidor a la toma empotrada a un soporte metálico, se conecta a un tramo de manguera especial para gas l.p. y válvula de ruptura (Pull-Away), manguera especial para gas l.p. y en el extremo válvula de control de cierre rápido con acoplador de llenado, todos estos de 25 mm (1”) de diámetro. Para su mayor protección se fijará la manguera a un extremo de su boca terminal con una vigueta de acero estructural, cuenta además con un soporte para recibir la manguera, además con un cable de pinzas tipo caimán para conexión a tierra para aterrizar los vehículos en el momento de efectuar el trasiego de gas l.p. El medidor se tendrá interconectado por la línea de vapor para retorno de este a los recipientes de almacenamiento. Se contará con dos extintores de tipo fosfato monoatómico ABC en la zona de suministro.	1 Implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente. 2 El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. 3. Mantener el área libre de material combustible.
					21.96 m	Equipos o instalaciones industriales: Transportadora SIMPSA.			
				Radiación (37.5 - 12.5 kW/m²)	4.56 m	No se encuentran equipos que pudieran verse afectados			
					7.77 m	No se encuentran equipos que pudieran verse afectados			
			Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	50.13 m	Equipos o instalaciones industriales: TAD PEMEX			
				Radiación (5.0 kW/m²)	12.08 m	Infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. Oficinas. Infraestructura de la estación de carburación Tanque de almacenamiento, tablero eléctrico			

VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.

Recomendaciones derivadas de la aplicación de la identificación de peligros mediante la metodología What If?:

Para establecer el nivel de riesgo relacionado al escenario que se describe, se usó el siguiente criterio:



No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
R1	Implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento X.</u> <u>Control de actividades y procesos</u>	1.1.1*	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones Fecha/periodo de impletación. R1, R2 y R3: Recomendación de acción nmediata R4: Inmediata y permanente.	ALARP “B”
		Suministro de GLP a auto-tanques		1.3.1*	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores, el vehículo se moviera e inesperadamente.		TOLERABLE “C”
		Descarga de auto-tanques.		1.1.1**	Movimiento del autotanque durante la descarga de Gas L.P.		ALARP “B”
		Suministro de GLP a vehículo automotor.		1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a un vehículo automotor, el vehículo se moviera e inesperadamente.		ALARP “B”
R2	Los choferes de los semirremolques y autotankes deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento X.</u> <u>Control de actividades y procesos</u>	1.1.1*	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.		ALARP “B”
		Suministro de GLP a auto-tanques		1.1.10*	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando.		TOLERABLE “C”
				1.3.1*	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores, el vehículo se moviera e inesperadamente.		TOLERABLE “C”
				Descarga de auto-tanques.	1.1.1**		Movimiento del autotank durante la descarga de Gas L.P.
R3	Entre los procedimientos se deben incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea y un medidor másico/volumétrico.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento X.</u> <u>Control de actividades y procesos</u>	1.1.1*	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P..		ALARP “B”
		Suministro de GLP a auto-tanques.		1.1.3*	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”
				1.1.10*	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando.		TOLERABLE “C”
					1.3.1*		Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores, el vehículo se moviera e inesperadamente.
R4	Mantener el área libre de material combustible.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento X.</u> <u>Control de actividades y procesos</u>	1.1.1*	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	ALARP “B”	
				1.1.2*	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.	NO TOLERABLE “A”	
				1.1.3*	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego	NO TOLERABLE “A”	
				1.1.5 a*	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar	ALARP “B”	
				1.1.5 b*		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.6*	Aumenta la temperatura del líquido dentro del semirremolque	TOLERABLE “C”	
		Almacenamiento de Gas L.P		1.2.2*	Aumenta la presión en el tanque de almacenamiento	TOLERABLE “C”	
				1.2.3*	Se eleva la temperatura del líquido almacenado	TOLERABLE “C”	
*... Recomendaciones para la Planta de distribución de GLP; **... Recomendaciones para la Estación de GLP para carburación							

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo				
				No.	Descripción						
R4	Mantener el área libre de material combustible.	Almacenamiento de Gas L.P.	Elemento X. <u>Control de actividades y procesos</u>	1.2.4*	El recipiente se fractura	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones Fecha/periodo de impletación. R4 y R5 Recomendación de acción Inmediata y permanente.	NO TOLERABLE “A”				
		Suministro de GLP a auto-tanques		1.3.1*	Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores, el vehículo se moviera e inesperadamente.		TOLERABLE “C”				
				1.3.2.a*	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas		ALARP “B”				
				1.3.2.b*			ALARP “B”				
				1.3.3*	Al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta.		TOLERABLE “C”				
				1.3.4.a*	La válvula de desvío (bypass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba		TOLERABLE “C”				
				1.3.4.b*			TOLERABLE “C”				
				1.3.5*	Hay una presión excesiva en la bomba		NO TOLERABLE “A”				
		Descarga de auto-tanques.**		1.1.1**	Movimiento del autotanque durante la descarga de Gas L.P.		ALARP “B”				
		Almacenamiento de Gas L.P.**		1.2.2**	Aumenta la presión en el tanque de almacenamiento		TOLERABLE “C”				
				1.2.3**	se eleva la temperatura del líquido almacenado		TOLERABLE “C”				
				1.2.4**	Ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento falla la apertura de alguna válvula de seguridad		NO TOLERABLE “A”				
		Suministro de GLP a vehículo automotor.		1.3.1**	Durante el trasiego de GLP a un vehículo automotor, el vehículo se moviera e inesperadamente.		ALARP “B”				
				1.3.2**	La válvula de desvío (bypass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba		TOLERABLE “C”				
R5	Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos).	Recepción de semirremolques	Elemento IX. <u>Mejores prácticas y estándares</u>	1.1.1*	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.		ALARP “B”				
				1.1.2*	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		NO TOLERABLE “A”				
				1.1.3*	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”				
				1.1.5 a*	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		ALARP “B”				
				1.1.5 b*			NO TOLERABLE “A”				
				1.1.6*	Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque		TOLERABLE “C”				
				Suministro de GLP a auto-tanques	1.3.1*		Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores, el vehículo se moviera e inesperadamente.	TOLERABLE “C”			
		*... Recomendaciones para la Planta de distribución de GLP; **... Recomendaciones para la Estación de GLP para carburación									

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo			
				No.	Descripción					
R6	Brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento VI.</u> <u>Competencia del personal.</u> <u>capacitación y entrenamiento.</u>	1.1.1*	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones	ALARP “B”			
				1.1.2*	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		NO TOLERABLE “A”			
				1.1.3*	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”			
		1.1.5 a*		Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar	ALARP “B”					
		1.1.5 b*					NO TOLERABLE “A”			
		1.1.6*		Aumento de la temperatura del líquido dentro del semirremolque	TOLERABLE “C”					
		1.3.1*		Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores, el vehículo se moviera e inesperadamente.	TOLERABLE “C”					
		1.1.1**		Movimiento del autotanque durante la descarga de Gas L.P.	ALARP “B”					
		R7		Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Recepción de semirremolques		<u>Elemento VI.</u> <u>Competencia del personal.</u> <u>capacitación y entrenamiento.</u>	1.1.1*	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	Gerente de las Instalaciones
1.1.10*	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continúa funcionando.		Fecha/periodo de impletación.			TOLERABLE “C”				
1.1.11*	La válvula de 4 vías del compresor se encuentra en la posición para cargar (suministrar) líquido.		R6 y R7: De maneral anual			TOLERABLE “C”				
1.1.12*	La válvula de 4 vías se encuentra en posición para recuperar vapores.				TOLERABLE “C”					
1.2.1.a*	Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento.				TOLERABLE “C”					
1.2.1.b*					TOLERABLE “C”					
1.3.3*	Al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta.				TOLERABLE “C”					
1.1.1**	Movimiento del autotanque durante la descarga de Gas L.P.				ALARP “B”					
1.2.1.a**	Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento				TOLERABLE “C”					
1.2.1.b**			TOLERABLE “C”							
*... Recomendaciones para la Planta de distribución de GLP; **... Recomendaciones para la Estación de GLP para carburación										

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo		
				No.	Descripción				
R8	Las competencias del personal deben tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración	Recepción de semirremolques	<u>Elemento VI.</u> <u>Competencia del personal, capacitación y entretenimiento.</u>	1.1.1*	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones Gerente de las Instalaciones Fecha/periodo de impletación. R8 y R9: De maneral anua R10 y R11 De manera inmediata	ALARP “B”		
				1.1.10*	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continúa funcionando.		TOLERABLE “C”		
				1.1.9*	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento.		ALARP “B”		
		Almacenamiento de Gas L.P.					1.2.1.a*	Se rebada el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento.	TOLERABLE “C”
							1.2.1.b*		TOLERABLE “C”
		Suministro de GLP a auto-tanques					1.3.3*	Al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta	TOLERABLE “C”
R9	Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, a fin de que estas no tengas una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.2*	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		NO TOLERABLE “A”		
							1.1.4*	Durante el trasigo de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga	NO TOLERABLE “A”
							1.1.9*	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento.	ALARP “B”
R10	Mantener en original el programa de mantenimiento del sistema de trasiego. El cual debe incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.2*	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		NO TOLERABLE “A”		
				1.1.4*	Durante el trasigo de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga		NO TOLERABLE “A”		
				1.1.9*	Se encuenra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento		ALARP “B”		
		Almacenamiento de Gas L.P.					1.2.4*	Fractura del recipiente de almacenamiento	NO TOLERABLE “A”
							1.2.5*	Ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento falla el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad montadas en aditamento multiport	ALARP “B”
							1.2.4**	Ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento falla la apertura de alguna válvula de seguridad	NO TOLERABLE “A”
R11	Matener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Los programas de mantenimiento deben de estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.2*	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		NO TOLERABLE “A”		
				1.1.4*	Durante el trasiego de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga		NO TOLERABLE “A”		
				1.1.9*	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento.		ALARP “B”		
		Almacenamiento de Gas L.P.					1.2.4*	Fractura del recipiente de almacenamiento	NO TOLERABLE “A”
							1.2.5*	Ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento falla el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad montadas en aditamento multiport	ALARP “B”
							1.3.7*	Bomba con flujo reducido	TOLERABLE “C”
				1.3.8*	Cavitación en la bomba		ALARP “B”		
*... Planta de distribución de GLP; **... Estación de GLP para carburación									

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
R12	Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general y de mantenimiento de la planta.	Recepción de semirremolques.	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.2*	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones	NO TOLERABLE “A”
				1.1.4*	Durante el trasiego de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga		NO TOLERABLE “A”
				Almacenamiento de Gas L.P.	1.1.9*	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento.	Gerente de las Instalaciones.
		1.2.4*			Fractura del recipiente de almacenamiento	NO TOLERABLE “A”	
					1.2.5*	Ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento falla el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad montadas en aditamento multiport	Fecha/periodo de impletación.
				1.2.4**	Ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento falla la apertura de alguna válvula de seguridad	NO TOLERABLE “A”	
R13	Una vez entrada en vigor el PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se debe ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.3*	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego	R12: La bitácora de mantenimiento debe ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.	NO TOLERABLE “A”
R14	Establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.3*	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”
				1.1.6*	Aumento de la temperatura dentro del semirremolque		TOLERABLE “C”
R15	El tanque de almacenamiento de agua debe contener, cuando menos, el 70% de su capacidad.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.3*	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”
				1.1.6*	Aumento de la temperatura dentro del semirremolque		TOLERABLE “C”
R16	Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegias de la intemperie mediante un capuchón.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.4*	Durante el trasiego de Gas L.P. se tiene un flujo mayor de descarga	R14 Recomendación de acción inmediata.	NO TOLERABLE “A”
		Suministro de GLP a auto-tanques		1.1.9*	Se encuentra cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento.		ALARP “B”
				1.3.2.a*	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta en la línea del líquido se encuentran cerradas.	R15 y R16: Recomendación de acción inmediata y permanente.	ALARP “B”
				1.3.2.b*	Al momento de poner en marcha la bomba la válvula bypass se encuentra cerrada		TOLERABLE “C”
				1.3.4.a*	Al momento de poner en marcha la bomba la válvula bypass se encuentra cerrada		TOLERABLE “C”
				1.3.4.b*	Al momento de poner en marcha la bomba la válvula bypass se encuentra cerrada		ALARP “B”
				1.3.5*	Presión excesiva en la bomba		TOLERABLE “C”
				1.3.6*	Presión menor en la bomba		TOLERABLE “C”
		Suministro de Gas L.P. a vehículos automotores		1.3.2**	Al momento de poner en marcha la bomba la válvula bypass se encuentra cerrada	R13 De manera anual	TOLERABLE “C”
*... Planta de distribución de GLP; **... Estación de GLP para carburación							

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo	
R17	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.	Recepción de semirremolques	Elemento XI. <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.5.a*	Al llenar no se realiza correcta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones	ALARP “B”	
				1.1.5.b*			NO TOLERABLE “A”	
				1.1.7*	Durante la transferencia de GLP la válvula de cierre rápido que se encuentra en la línea de gas vapor está cerrada		TOLERABLE “C”	
				1.1.8*	Durante la descarga la válvula de cierre rápido que se encuentra en una de las líneas de gas líquido se encuentra cerrada		ALARP “B”	
				1.1.10*	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando		TOLERABLE “C”	
				1.1.11*	La válvula de 4 vías del compresor se encuentra en la posición para cargar (suministrar) líquido		TOLERABLE “C”	
				1.1.12*	La válvula de 4 vías se encuentra en posición para recuperar vapores		TOLERABLE “C”	
		Almacenamiento de Gas L.P.		1.2.1.a*	Se rebada el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento.		TOLERABLE “C”	
				1.2.1.b*			TOLERABLE “C”	
		Suministro de GLP a auto-tanques		1.2.5*	Ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento falla el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad montadas en aditamento multiport		ALARP “B”	
				1.3.2.a*	Durante el trasigo de GLP las válvulas de bola recta en la línea del líquido se encuentran cerradas.		ALARP “B”	
				1.3.2.b*			ALARP “B”	
				Almacenamiento de Gas L.P.	1.3.3*		Al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta	TOLERABLE “C”
					1.3.7*		La bomba tiene flujo reducido	TOLERABLE “C”
		1.2.1.a**			Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento		TOLERABLE “C”	
		1.2.1.b**		TOLERABLE “C”				
R18	El operador debe acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos. Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos)	Recepción de semirremolques	Elemento IX. <u>Mejores prácticas y estándares</u>	1.1.1*	Movimiento del semirremolque durante la descarga de Gas L.P.	R17, y R18, Recomendación de acción inmediata y permanente. R19: De manera anual	ALARP “B”	
				1.1.2*	El flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería.		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.3*	El semirremolque se calienta a causa de la acción del fuego		NO TOLERABLE “A”	
				1.1.5.a*	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		ALARP “B”	
				1.1.5.b*			NO TOLERABLE “A”	
				Suministro de GLP a auto-tanques	1.1.6*		Aumento de la temperatura dentro del semirremolque	TOLERABLE “C”
		1.3.1*			Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores, el vehículo se moviera e inesperadamente.		TOLERABLE “C”	
		R19		Obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los ssemirremolques se debe ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.	Recepción de semirremolques		Elemento XI. <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.1.2*
1.1.5.a*	Incorrecta nivelación de presiones entre el semirremolque y el tanque a llenar		ALARP “B”					
1.1.5.b*			NO TOLERABLE “A”					
Suministro de GLP a auto-tanques	1.1.6*		Aumenta la temperatura del líquido dentro del semirremolque		TOLERABLE “C”			
	1.3.1*		Durante el trasiego de GLP a los auto-tanques o los recipientes de los vehículos automotores, el vehículo se moviera e inesperadamente.		TOLERABLE “C”			
*... Planta de distribución de GLP; **... Estación de GLP para carburación								

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo	
				No.	Descripción			
R20	Verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado.	Almacenamiento de Gas L.P.	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y</u> <u>aseguramiento de la calidad</u>	1.2.1.a*	Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones	TOLERABLE “C”	
				1.2.1.b*			TOLERABLE “C”	
R21	Considerar la factibilidad técnico-enocómica de un medidor-indicador de nivel de tipo radar con señal automática para activación de paro de emergencia.	Almacenamiento de Gas L.P.	<u>Elemento XIII.</u> <u>Preparación y respuesta a</u> <u>Emergencias</u>	1.2.1.a*	Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento		TOLERABLE “C”	
				1.2.1.b*			TOLERABLE “C”	
R22	Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal deben tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración.	Recepción de semirremolques	<u>Elemento VI.</u> <u>Competencia del personal,</u> <u>capacitación y</u> <u>entretenimiento</u>	1.1.10*	Después de trasegar toda la fase líquida del semirremolque el compresor continua funcionando		TOLERABLE “C”	
		Almacenamiento de Gas L.P.		1.2.1.a*	Se rebasa el nivel de líquido en el tanque de almacenamiento		TOLERABLE “C”	
				1.2.1.b*			TOLERABLE “C”	
		Suministro de GLP a auto-tanques		1.3.3.*	Al poner en funcionamiento la bomba la válvula de globo recta ubicada en la línea de líquido a la salida del tanque no está abierta		TOLERABLE “C”	
							Almacenamiento de Gas L.P.	1.2.1.a**
		1.2.1.b**		TOLERABLE “C”				
R23	Verificar que las válvulas de alivio no presenten: - Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula. - Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. - Daño físico. - Fuga en el asiento o en la conexión al recipiente. - Corrosión.	Almacenamiento de Gas L.P.	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y</u> <u>aseguramiento de la calidad</u>	1.2.2*	Aumento de la presión en el tanque de almacenamiento	Fecha/periodo de impletación. R20, R21, R24 y R25: Recomendación de acción inmediata y permanente. R26 Inmediatamente una vez que el o los recipientes hayan sido expuestos al fuego. R22: De manera anual	TOLERABLE “C”	
		Suministro de GLP a auto-tanques.		1.3.2 a*	Durante el trasiego de GLP las válvulas de bola recta ubicadas en la línea de líquido se encuentran cerradas		ALARP “B”	
				1.3.2 b*			ALARP “B”	
				1.3.4 a*	La válvula de desvío (bypass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba.		TOLERABLE “C”	
				1.3.4 b*			TOLERABLE “C”	
				Suministro de Gas L.P. a vehículos automotores	1.3.5*		Presión excesiva en la bomba	ALARP “B”
					1.3.2**		La válvula de desvío (bypass) se encuentra cerrada y se pone en marcha la bomba.	TOLERABLE “C”
		R24		Verificar que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector.	Almacenamiento de Gas L.P.		<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y</u> <u>aseguramiento de la calidad</u>	1.2.2*
R25	Verificar de manera periódica el funcionamiento del equipo contra incendio.	Almacenamiento de Gas L.P.	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y</u> <u>aseguramiento de la calidad</u>	1.2.3*	Elevación de la temperatura del líquido almacenado en el tanque		TOLERABLE “C”	
				1.2.4*	Fractura del recipiente de almacenamiento		NO TOLERABLE “A”	
R26	En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: -El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada -Efectuarse y aprobar una medición ultrasónica de espesores en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. -Medición de la dureza.	Almacenamiento de Gas L.P.	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y</u> <u>aseguramiento de la calidad</u>	1.2.3*	Se eleva la temperatura del líquido almacenado	TOLERABLE “C”		
*... Planta de distribución de GLP; **... Estación de GLP para carburación								

*... Planta de distribución de GLP; **... Estación de GLP para carburación

No.	Recomendación	Identificación del nodo o sistema	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo	
				No.	Descripción			
R27	Efectuarse y aprobar la prueba hidostrática a 1.3 veces la presión de diseño nominal, marcada en la placa de identificación, y en la cual se haya sostenido la presión por un periodo mínimo de 30 min,	Almacenamiento de Gas L.P.	<u>Elemento X.</u> <u>Control de actividades y procesos</u>	1.2.3*	Se eleva la temperatura del líquido almacenado	De Seguridad, Operaciones y Mantenimiento de las Instalaciones	TOLERABLE “C”	
R28	Se recomienda instalar manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga.	Suministro de GLP a auto-tanques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.3.2.a*	Durante el trasigo de GLP las válvulas de bola recta en la línea del líquido se encuentran cerradas.		Gerente de las Instalaciones.	ALARP “B”
				1.3.2.b*	Presión menor en la bomba	ALARP “B”		
				1.3.6*		TOLERABLE “C”		
		1.3.8*		Cavitación en la bomba	ALARP “B”			
		2.1.1*			TOLERABLE “C”			
R29	Verificar el estado (mantenimiento) y buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba.	Suministro de GLP a auto-tanques.	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidads</u>	1.3.8*	Cavitación en la bomba	Fecha/periodo de impletación.	ALARP “B”	
		Bomba del auto-tanque		2.1.1*			TOLERABLE “C”	
R30	Veritifcar la hermeticidad de las tuberías y accesorios.	Suministro de GLP a auto-tanques.	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.3.8*	Cavitación en la bomba	R27: Inmediatamente una vez que el o los recipientes hayan sido expuestos al fuego.	ALARP “B”	
		Bomba del auto-tanque		2.1.1*			TOLERABLE “C”	
R31	Elaborar un Programa Mensual de detección de fugas	Suministro de GLP a auto-tanques	<u>Elemento XI.</u> <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	1.3.6*	Presión menor en la bomba		R28, R29, R30, Recomendación de acción inmediata y permanente.	TOLERABLE “C”
				1.3.7*	La bomba tiene flujo reducido			TOLERABLE “C”
				1.3.8*	Cavitación en la bomba	ALARP “B”		
		2.1.1*		TOLERABLE “C”				
		R32		Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.		Suministro de GLP a auto-tanques	1.3.7*	La bomba tiene flujo reducido
Bomba del auto-tanque	1.3.8*		Cavitación en la bomba		ALARP “B”			
	2.1.1*				R32: De manera anual	TOLERABLE “C”		
*... Planta de distribución de GLP; **... Estación de GLP para carburación								

VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Los aspectos que deben considerarse en la Auditoría son:

- ✓ La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de los equipos e instalaciones (vías de acceso y maniobra, tanque de almacenamiento, capacidad de bombeo, etc.).
- ✓ La existencia y aplicación de procedimientos y programas, para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (Manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta y estación, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).
- ✓ La implementación de los sistemas de identificación y codificación de los equipos (Identificación de tuberías, tanque, unidades de transporte de las instalaciones, etc.).
- ✓ Los programas de verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (Medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).
- ✓ Programas de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de la calibración de la instrumentación y elementos de control (válvulas de seguridad, disparo y alarmas, etc.).
- ✓ Disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.
- ✓ Disposición de los residuos industriales generados dentro de sus instalaciones.
- ✓ Cabe señalar, que deberá poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.

La Planta de Distribución de Gas l.p. y Estación de Gas L.P. para Carburación, propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. no ha realizado ninguna Auditoría de Seguridad, en el año en curso. Sin embargo y de acuerdo con aspectos normativos es necesario que se lleve a cabo ésta de manera anual, considerando los puntos señalados en la presente guía, y por supuesto aquellos que resulten aplicables para efectos de Auditoría de Seguridad.

VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

La Planta de distribución de gas l.p. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V., está provista de equipos, sistemas y medidas de seguridad con el fin de salvaguardar la integridad de los implicados en esta, así como en la minimización o reducción del riesgo, ya que los esfuerzos están orientados a tales efectos. Se describen a continuación:

- EXTINTORES MANUALES

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 Kg de capacidad, en los lugares siguientes y a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidas del piso a la parte más alta del extintor, así como extintores de CO₂ para los tableros eléctricos los cuales, de acuerdo con la norma pueden ser de capacidad de 4.5 Kg

Área de localización	Cantidad	Tipo
Estacionamientos	3	9 Kg ABC
Tomas de recepción	2	9 Kg ABC
Tomas de suministro y autoabasto	3	9 Kg ABC
Bombas y compresor	4	9 Kg ABC
Oficina y W.C.	4	9 Kg ABC
Tablero eléctrico	2	9 Kg ABC
Taller mecánico	7	9 Kg ABC
Cuarto de bombas	1	9 Kg ABC
Zona de almacenamiento	1	9 kg ABC
	1 tipo carretilla	60 kg ABC

- EXTINTOR DE CARRETILLA

Se cuenta con un extintor de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, el cual se encuentra localizado en la zona de almacenamiento.

- ACCESORIOS DE PROTECCIÓN

El personal de la planta que labora en las áreas de almacenamiento y trasiego cuenta con equipo de protección personal como es ropa de algodón, calzado antiderrapante y sin protectores metálicos que produzca chispa, guantes para las manos.

- ALARMAS

La alarma que está instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, opera con corriente eléctrica CA 127V y está localizada en el cuarto del sistema c/incendio, que está en la parte oeste de la zona de almacenamiento.

- MANEJO DE AGUA A PRESIÓN

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

- 1 Tanque cisterna de seguridad de 170 m³.
- Caseta de máquinas se localiza al oeste de la zona de almacenamiento con dimensiones en planta de 5.00 x 4.00 m y altura de 2.50 m. Cuenta con acceso de personas con puerta de 1.50 m, su llenado se implementará a través de pipas. Esta caseta cuenta con los siguientes elementos:
 - ✚ Bomba con motor de combustión de 95 CP entrada en 101 mm y descarga de 76 mm, gasto de 1,750 L.P.M. a 6 kg/cm².
 - ✚ Bomba con motor eléctrico de 50 CP entrada en 101 mm y descarga de 76 mm, gasto de 1,650 L.P.M. a 7 kg/cm².
 - ✚ Red distribuidora, construida con tubo de PVC, Clase 11.2 kg/cm² y accesorios y conexiones de fierro fundido. Esta tubería es subterránea a una profundidad de 1 metro; la red que alimenta el sistema de enfriamiento inicia su recorrido hasta llegar a un arreglo donde se localiza una válvula de compuerta que alimenta al riego del tanque, de aquí se alimentan los 3 hidrantes con una capacidad de 350 LPM que tiene la planta, el sistema de riego posee los

siguientes componentes: una toma siamesa, tres hidrantes, el riego por aspersión del tanque y la tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible y de PVC en su recorrido enterrado.

- Tubería y elementos de rociado para el tanque: El tanque tiene dos tubos de 51 mm (2") localizado en la parte superior de este y a 60 cm del domo superior, cuenta cada tubo con aspersores del tipo cono lleno de 13 mm. (1/2") de diámetro distribuidos simétricamente sobre este: Para el tanque se conoce que se requiere un gasto de 537.50 LPM, un aspersor de 13 mm da 29.5 LPM por lo que se requieren 19 aspersores para dar un gasto de 537.50 LPM y cubrir el requerido, la separación es de 1.25 m, por lo que en cada tubo se contara con 8 aspersores y 2 en cada cabeza para tener un total de 18.

Por otra parte, la estación de carburación contará con:

- **EXTINTORES**

Se considera la siguiente cantidad de extintores:

Ubicación	Cantidad	Tipo y clase
Toma de suministro	2	Fosfato monoamonico ABC
Tablero eléctrico	1	Bioxido de carbono CO ₂
Área de almacenamiento y recepción	4	Fosfato monoamonico ABC
Oficinas y W.C.	1	Fosfato monoamonico ABC

Los extintores están de acuerdo con la unidad de riesgo de cada área, tipo y capacidad nominal, comprendidos dentro de círculo con radio cobertura en cada colocación.

Su instalación tendrá altura máxima de 1.5 m y una mínima de 1.30 m de piso, visibles y de fácil acceso, además se colocarán rótulos para señalarlos, además estarán en un punto de fácil acceso y sin obstáculos.

- **SISTEMA DE ALARMA**

Se tiene un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica la cuál se alimenta en forma independiente a los demás circuitos para su mayor seguridad en su funcionamiento, siendo operado solo en caso de emergencias.

VI.9 Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

- **Control de la contaminación por descarga de aguas residuales.**

Los residuos líquidos que se generan por el uso de los servicios sanitarios y limpieza en general son depositados en una fosa séptica, la cual es sometida a mantenimiento de forma mensual y semestral con base al programa de mantenimiento de la empresa, al momento de realizar el desazolve de la fosa séptica se realiza una revisión visual de ésta y se checa con ello las condiciones generales de su estructura, en caso de encontrar un desperfecto se sella al momento.

Para evitar la contaminación de las aguas residuales que sean generadas en los sanitarios, se utilizan productos de limpieza biodegradables que no rebasen los límites permitidos de los materiales listados en la NOM-001-SEMARNAT-1996, asimismo, se deberá evitar verter aceites u otros residuos líquido contaminante en las descargas de aguas residuales.

- **Mejora del control de emisiones.**

Durante la operación normal de la Planta de Distribución de GLP y Estación de GLP para Carburación, no existen fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tienen pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras de las tomas de recepción y suministro, estas emisiones furtivas son mínimas, una vez que se mantienen dispositivos de pérdida mínima para la operación de trasiego. Estas válvulas para llenado de tanques son de acción rápida y pérdida mínima, tienen un flujo pleno e instantáneo con la protección adicional de una manija de cierre rápido y un seguro automático para evitar la apertura accidental de la válvula durante el manejo de almacenamiento de Gas LP, están diseñadas para la punta de la manguera de llenado en sistemas de despacho, sin embargo, dichas emisiones son consideradas como fuente fija, ya que son descargas directas a la atmósfera.

No obstante, con motivos de cumplimiento normativo, Gas El Sobrante cuenta con una constancia de recepción para el trámite de la Licencia Ambiental Única, documento que condiciona a la empresa a estimar y reportar las emisiones de contaminantes a la atmósfera, hidrocarburos totales, etc.

- **Gestión de residuos.**

Residuos Sólidos Urbanos: Actualmente en las diferentes áreas, principalmente en las administrativas, así como en el área de comedor de la empresa, se generan residuos sólidos urbanos que son dispuestos de la siguiente forma:

Los RSU son depositados en tambos metálicos localizados en áreas específicas dentro de la planta y de la estación, se clasifican en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, se encuentran rotulados para contener temporalmente a estos residuos hasta su disposición final.

Residuos de Manejo Especial: El promovente no cuenta con comprobantes de la cantidad generada de los residuos listados en la Norma, sin embargo, se recomiendan medidas de mitigación, que incluyen el contar con una Bitácora de registro de las cantidades generadas de Residuos de Manejo Especial y si éstos son igual o mayor a 10 toneladas en peso bruto total al año, la empresa Gas el sobrante, S.A. de C.V., deberá gestionar el Plan de Manejo de RME correspondiente con los elementos especificados en la NOM-001-ASEA-2019.

Residuos Peligrosos: El promovente cuenta con el oficio ASDEA/UGSIVC/DGGC/8980/2020 emitido por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos para su registro como microgenerador de residuos peligrosos.

Gas El Sobrante, S.A. de C.V. deberá mantener vigente el convenio con una empresa autorizada para la recolección y transporte de los mismos.

- **Reducción del riesgo de vertidos accidentales.**

La materia prima para la operación de una planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para Carburación es el gas licuado de petróleo.

- **Medidas preventivas orientadas a la reducción de riesgos.**

De acuerdo al análisis y evaluación de riesgo realizado anteriormente se determinó que el evento máximo catastrófico, el cual determina las zonas totales de afectación, involucra la explosión BLEVE del tanque de almacenamiento, la cual genera daños por sobrepresión y radiación térmica.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

- ☐ Limitación de presiones excesivas.
- ☐ Limitación de temperaturas excesivas.
- ☐ Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

A. Medidas para la limitación de presiones excesivas.

El tanque de almacenamiento en la planta de distribución de gas l.p. cuenta con:

- Dos válvulas de venteo para checar máximo llenado, una al 85% y otra para el 90% marca Rego No. 3165C
- Un manómetro rango 0 – 21 kg/cm² de 6.35 mm (1/4")
- Un adaptador múltiple multiport de válvulas de alivio de presión de 63.50 mm (2 1/2") marca Rego A8574G
- Un termómetro de rango -50 °C a 50°C
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas líquido, marca REGO, modelo A7537P4 de 51.00 mm de diámetro con capacidad de 568 L.P.M (150 G.P.M).

- Una válvula de exceso de flujo para gas líquido de 51 mm de diámetro, Marca REGO Modelo 3272C con capacidad de 462 L.P.M (122 G.P.M) y 1,064.83 m³/h.

Por su parte, el tanque de almacenamiento de la estación de gas l.p. para carburación contará con:

- Un indicador de nivel de brida tipo flotador de 4 pernos JT4100 B4.
- Una válvula de exceso de flujo marca REGO modelo A3292B de 52 mm de diámetro con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.).
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas y líquido de 19 mm de diámetro, Marca REGO modelo 3272C con capacidad de 76 L.P.M. (20 G.P.M.) y 195.39 m³/h.
- Una válvula de llenado de 32 mm (1 ¼") marca REGO modelo A2797-20R.
- Una válvula de servicio para recipiente tipo no portátil con válvula fija para nivel de líquido (máximo de llenado) marca REGO modelo 9101D.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

- Sistema de aspersión:

El tanque de la planta de distribución de gas l.p. tiene dos tubos de 51 mm (2") localizado en la parte superior de este y a 60 cm del domo superior, cuenta cada tubo con aspersores del tipo cono lleno de 13 mm. (1/2") de diámetro distribuidos simétricamente sobre este: Para el tanque se conoce que se requiere un gasto de 537.50 LPM, un aspersor de 13 mm da 29.5 LPM por lo que se requieren 19 aspersores para dar un gasto de 537.50 LPM y cubrir el requerido, la separación es de 1.25 m, por lo que en cada tubo se contara con 8 aspersores y 2 en cada cabeza para tener un total de 18.

Por otra parte, no se tienen contempladas medidas para la limitación de temperaturas excesivas en el tanque de almacenamiento de la estación de carburación.

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Cabe mencionar que el tanque de la planta de distribución cuenta con el dictamen de Evaluación ultrasónica No. ULT-04/19-0090 de conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, evaluación de espesores mediante la medición ultrasónica usando el método pulso-eco para la verificación de recipientes tipo no-portátil para contener gas l.p. en uso. Con fecha del 09 de septiembre de 2019.

Es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies de los recipientes ya que una perforación de los mismos ocasionaría una bajada brusca de presión que, junto con unas condiciones térmicas adversas, podría originar la BLEVE.

Pero si a pesar de las precauciones descritas anteriormente, se presentara la BLEVE, suponiendo que todas las medidas de seguridad fallaran, se tendría una afectación al ambiente y la población por radiación térmica, por lo que “Gas el sobrante, S.A. de C.V.” contempla la INDEMNIZACIÓN por los daños y perjuicios ocasionados mediante su seguro de responsabilidad civil, el cubrirá daños a terceros que pudieran derivarse de la prestación de sus servicios.

Es importante mencionar que la empresa busca constantemente fortalecer las medidas de mitigación con capacitación del personal que conforma las brigadas de atención a emergencias, desarrolla programas de capacitación, así como de esta en constante contacto con las autoridades correspondientes, logrando de esta manera reducir la probabilidad de que se presente alguna contingencia en la planta de distribución de gas l.p. y estación de gas l.p. para carburación.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

NIVEL 2

GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata,
Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

VII.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

Anexo al presente Estudio de Riesgo Ambiental, Nivel 2; se incluye el Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo.

VII.2. Presentar el Informe Técnico del Estudio de Riesgo (se presenta en la sección de anexos).

Se muestra en la sección de anexos

VII.3. Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.

La planta de distribución de gas l.p. se encuentra ubicada en la carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata, en el municipio de Juárez, estado de Chihuahua. De acuerdo con el oficio Núm. UH-250/96129/2020, emitido por la Dirección General de Gas Licuado de Petróleo, esta planta inició operaciones el 03 de diciembre de 2020.

El 28 de junio de 2018, la Comisión Reguladora de Energía otorgó a la empresa "Gas El Sobrante, S.A. de C.V." el Permiso de Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución Núm. LP/21326/DIST/PLA/2018 para una capacidad de 126,800 litros al 100% agua, en un solo tanque de almacenamiento.

Gas El Sobrante, S.A. de C.V., obtuvo el 05 de septiembre de 2018 la Autorización en materia de Impacto ambiental **No. ASEA/UGSIVC/DGGC/6784/2018** para la instalación y operación del Proyecto denominado "Instalación de una Planta de distribución de Gas L.P., en Ciudad Juárez", con ubicación en Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, Colonia Avícola Emiliano Zapata, C.P. 32675, municipio de Ciudad Juárez, estado de Chihuahua, con un tanque de almacenamiento de 126,800 litros agua al 100% en una superficie de 14,276.61 m².

La Planta de Distribución se construyó apegándose a los lineamientos que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y condiciones seguras en su operación", editada por la Secretaria de Energía y Dirección General de Normas, publicada en el "Diario Oficial" de la Federación el día 22 de octubre de 2014, además lo señalado por el tercero transitorio de la Ley de Hidrocarburos en el cual se consideran los requisitos legales y de diseño. La planta de distribución de Gas L.P. cuenta con el dictamen No. UVSELP004-C-001-0045/2002, emitido por la Unidad de Unidad de Verificación en Materia de Gas L.P. con Núm. de registro UVSELP004-C Ing. [REDACTED], fechado el 15 de octubre de 2020.

Asimismo, las instalaciones eléctricas cumplen con las disposiciones aplicables de la NOM-001-SEDE-2012, tal y como lo respalda el dictamen de verificación DVNP12S2-2021-UVSEIE 189-A/000011, emitido por la Unidad de verificación en Instalaciones Electricas con Núm de registri UVSEIE 189-A José Aberto Romo Parra, fechado el 04 de julio de 2021.

Posteriormente, el 19 de agosto de 2020 "Gas El Sobrante, S.A. de C.V." ingresó ante la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, el escrito en solicitud de la modificación al Proyecto autorizado mediante el oficio No. ASEA/UGSIVC/DGGC/6784/2018., dicha modificación hace referencia a la instalación de una Estación de Gas L.P. para Carburación Tipo B, Subtipo B1, Grupo 1 de 5,000 litros agua al 100% en el área autorizada para la Planta de Distribución de Gas L.P.

Asimismo, en repuesta al oficio antes mencionado, el 08 de octubre de 2020 la ASEA emitió la Ampliación de Plazo con No. de oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/9815/2020, en donde se establece en el RESUELVE PRIMERO - Autorizar la modificación solicitada de la Instalación de una Estación de Gas L.P. para Carburación Tipo B, Subtipo B1, Grupo 1 de 5,000 litros agua al 100% conforme lo indicado en los Considerandos IV, VI y VII, toda vez que la modificación solicitada no altera el contenido de la autorización numero

ASEA/UGSIVC/DGGC/6784/2018 de fecha del 12 de junio de 2018, emitida para el proyecto con pretendida ubicación en la carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata, municipio de Juárez, estado de Chihuahua.

Cabe hacer mención que, al momento de realizar el presente estudio, la estación de carburación, aún no se encuentra operando, sin embargo, se prevé que en un plazo menor a dos meses inicie operaciones, una vez que la empresa cuenta con la autorización de la Dirección General de Gestión Comercial mediante oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/9815/2020 para la instalación de una Estación de Gas L.P. para carburación, motivo por el cual esta instalación se incluye en la identificación y análisis de riesgo.

Es importante mencionar que el diseño de la Estación de Gas L.P. para Carburación, apega a los lineamientos establecidos en NOM-003-SEDG-2004 "Estaciones de Gas L.P. para Carburación, diseño y construcción", tal y como lo respalda el dictamen No. UVSELP004-C-003-0036/2020, emitido por la Unidad de Verificación en Material de Gas L.P. con Núm. De Registro UVSELP004-C con fecha del 06 de abril de 2020.

En apego a lo señalado en la Fracción XVIII del Art. 5 Fracción I del Art. 7 de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos y en atención al Término Tercero del oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/6784/2018, de fecha 12 de junio de 2018, se presenta el Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 2 de manera conjunta con su respectivo Programa para la Prevención de Accidentes.s

Es importante mencionar, que entre los principales factores fundamentales para las bases de diseño se consideró la selección del sitio donde se encuentra actualmente ubicada la planta. La zona donde se ubican las instalaciones cuenta con los servicios básicos necesarios para el funcionamiento adecuado de la instalación: energía eléctrica, telefonía y vías de comunicación de fácil acceso a las instalaciones, lo que permite que exista la cobertura adecuada para los puntos de venta de la empresa. Asimismo, no se localizan líneas de alta tensión y conducción de hidrocarburos, aérea o subterránea en el predio propiedad del Promovente. Se tomaron en cuenta las zonas vulnerables de población, en torno a un radio de 500 m respecto al límite de las instalaciones de Gas El Sobrante.

La operación de la planta de distribución de glp y estación de carburación para gas l.p., es relativamente simple, ya que en ellas no se lleva a cabo ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, aunque si cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura. El GLP sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y suministro.

La capacidad total de almacenamiento de la planta de distribución se encuentra distribuida en **un solo tanque** de almacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal, especial para contener Gas L.P., con capacidad de **126,800 litros. Por otra parte, la estación de carburación contra con un tanque con capacidad de 5,000 litros de agua al 100 %.**

Conforme se estipula en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas**, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 04 de mayo de 1992. En el caso del Gas L.P. comercial, la cantidad de reporte que se indica en dicho listado es a partir de 50,000 kg, aplicándose exclusivamente a actividades industriales y comerciales, siendo el caso de **Gas El Sobrante, S.A. de C.V.** la comercialización del GLP su actividad principal,

es entonces que aplica la mencionada cantidad de reporte, puesto que se excede el límite determinado en dicho listado.

Para la identificación de los riesgos inherentes a la operación de las instalaciones, se consideraron aspectos tales como:

- ☞ Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones o procesos similares.
- ☞ Características fisicoquímicas del material almacenado.
- ☞ Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- ☞ Memoria técnica descriptiva de las instalaciones
- ☞ Procedimientos de operación.

Por otra parte, y para la selección de los escenarios de riesgo, se consideraron, además de los aspectos citados anteriormente, los siguientes Elementos de Accidentes de Proceso:

- ☞ Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión).
- ☞ Desviaciones de Proceso (presión, temperatura).
- ☞ Fallas diversas (tuberías, tanque, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares).
- ☞ Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente).
- ☞ Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento).
- ☞ Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos).
- ☞ Factores de Reducción del Riesgo (sistema contra-incendio, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de Paro de Emergencia, capacitación de personal).

Con todos estos elementos, y con apoyo de la técnica de identificación y jerarquización de peligros a través del Método semicuantitativo (Qué pasa sí...? Matricial) y la posterior estimación de la frecuencia de falla de los escenarios de riesgo identificados por medio del Método cuantitativo Análisis de árbol de fallas se definen los eventos que pudieran presentarse durante la operación de las instalaciones.

Derivado de los resultados de la metodología de identificación de peligros y jerarquización de riesgos, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse – esto debido a la frecuencia con la que se realizan algunas acciones – se presentan durante las operaciones de trasiego de gas l.p. e involucran la conexión o acoplamiento inadecuado de la manguera, el desprendimiento de la manguera y fugas por corrosión o falta de mantenimiento. La fuga implica la emisión determinada masa de GLP emitidas a la atmósfera (*emisión instantánea de corta duración*) y que conllevan a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocara una llamarada o flash fire y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión)

En este sentido, de acuerdo con el análisis de consecuencias de los eventos identificados, los efectos derivados de la ocurrencia de eventos primarios que derivan en dardos de fuego y/o explosiones de nubes de vapor no confinadas correspondientes a 37.5 y 12.5 kW/m², así como a 10.0, 3.0 y 1.0 psi, son proclives a desencadenar un evento secundario, una vez que la exposición de equipos de proceso y recipientes de almacenamiento tanto

presurizados como atmosféricos a estas dosis de radiación y sobrepresión causará daño en dichos elementos. Cabe mencionar que a 5.0 kW/m² no se registran daños sobre materiales o equipos de proceso. En tanto que a 1.0 psi de presión se prevé la demolición parcial de estructuras y falla en conexiones.

En este sentido, se puede decir que las ondas de sobrepresión resultantes del desarrollo del evento No. 4, 6 y 8 equivalentes a 3.0 psi alcanzarían las instalaciones de la Nave industrial y transportadora SIMPSA, por lo que se prevé un 50% de daño sobre equipo del equipo de proceso ubicado en dichas instalaciones, específicamente en la transportadora, donde básicamente podría comprometerse la integridad mecánica de alguno de los recipientes de las unidades de transporte de gas l.p. que ahí pernoctan y que se ubicaran a una distancia menor de 71.76 m del origen del evento. Al verse comprometida la integridad mecánica del recipiente que contiene gas l.p. podría presentarse una fuga de gas l.p. Por su parte, la onda de choque equivalente a 1.0 psi resultante del desarrollo de los mencionados eventos, además de la nave industrial y la transportadora alcanzan las instalaciones de la estación de servicio 09862. Por lo que se prevé que los daños que pudieran esperarse serían principalmente de tipo estructural.

En tanto que la BLEVE de uno de los tanques de almacenamiento se determinó como el evento máximo catastrófico (de menor probabilidad, pero mayor daño). Sin embargo, de acuerdo con el “Árbol de fallas” la probabilidad de ocurrencia es del 2.3×10^{-8} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo), es decir que, este evento es muy sobrestimado, ya que tiene una probabilidad muy baja, debido a los sistemas de seguridad que se tiene en la planta y las medidas preventivas que se tomaran para la operación de la misma. Por tanto, la BLEVE del tanque de almacenamiento se determinó como el evento catastrófico, pero prácticamente improbable.

Cabe destacar que, en la propuesta de los eventos a evaluar en el presente estudio, la BLEVE del recipiente de almacenamiento temporal de GLP es resultado de la interacción de la BLEVE de un semirremolque (evento 003) con dicho tanque. A su vez, siguiendo el mismo supuesto, el evento 005 desencadenaría la BLEVE del recipiente con el que cuenta la estación de carburación para gas l.p. Situación que es prácticamente improbable debido a que si se diera un efecto dominó, los efectos de cada tanque tendrían una diferencia en tiempo entre BLEVE y BLEVE. no obstante, esta situación **se considera** para poder predecir un daño total representativo en cuestión de consecuencias por la BLEVE de cada uno de los tanques.

El **EFFECTO DOMINÓ** entre ambos tanques de almacenamiento, considera los radios potenciales de afectación causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego y las afectaciones por las ondas de sobrepresión generadas de cada uno de los tanques, además del radio de cada recipiente y la distancia de separación que existe entre ellos, de esta manera los radios de afectación por radiación térmica y sobrepresión considerando el efecto domino entre ambos tanques de almacenamiento con capacidad de 126.8 y 5.0 m³, siendo la BLEVE del tanque de la planta el que define las zonas totales de afectación.

Debido al dimensionamiento de los radios de afectación derivados de la BLEVE del tanque de almacenamiento, se determina que este sería el evento que pudiera potencializar el Riesgo a través de un Efecto Dominó, principalmente por los efectos ocasionados por la sobrepresión y la proyección de fragmentos, 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, se sabe que los equipos e instalaciones dentro del

radio que abarca la bola de fuego son propensos a ser dañados por la radiación, sobre todo los recipientes atmosféricos ya que la radiación en esta zona es por la exposición directa a las llamas y mientras se alcance un valor de radiación de 100 kW/m^2 . En cuanto a recipientes sujetos a presión, el autor, expone que debido a que dichos recipientes son usualmente diseñados con la intención de poseer resistencia suficiente a la radiación se descarta la escalación de eventos este tipo de recipientes.

Cabe mencionar que, dentro del área delimitada por el diámetro de la bola de fuego generada por la BLEVE del tanque, equivalente a 227.11 m se ubica la empresa transportadora SIMPSA, donde dentro de sus instalaciones se encuentran semirremolques estacionados, sin embargo, por tratarse de recipientes presurizados no se prevé la escalación por los efectos de la radiación térmica generada por la bola de fuego.

Asimismo, en un radio de hasta 202.43 m se tendría la energía suficiente (mayor o igual a 37.5 kW/m^2) para causar daños a equipos de proceso y el colapso de estructuras, siempre y cuando el tiempo mínimo de exposición sea de entre 20 y 30 minutos, tiempo mínimo requerido para que se produzca la ignición del elemento vulnerable. Dentro de este radio destacan las instalaciones de la transportadora SIMPSA, estación de servicios 09628, autopartes. En tanto que hasta en un radio de 408.35 m, distancia hasta donde se alcanzaría una radiación de hasta 12.5 kW/m^2 , en donde se prevé se pueda presentar el desarrollo de incendios secundarios, suponiendo que elementos vulnerables tipo madera, papel, plásticos, recubrimientos son incendiados. En esta zona se ubican las empresas Autopartes Chamizal, llantera molina, autopartes Yonke, transportes presurizados y TAD PEMEX, por lo que considerando el tiempo que dura la bola de fuego de apenas (16.3 segundos) y considerando que tanto la propia empresa como esas instalaciones cuentan las medidas de mitigación de acción inmediata que evitaren la propagación del fuego, se reduce la probabilidad de que se cause un fallo catastrófico de los equipos de proceso de dichas instalaciones.

En tanto que hasta un radio de 660.94 m se alcanzaría una radiación de hasta 5.0 kW/m^2 , en donde se ubican las siguientes actividades económicas y de servicios como son: Triturados Asfálticos del Valle de Juárez, deposito de chatarra, Navas Estructuras Metálicas, Planta Hipergas, Yonkes Tostados, sin embargo, estas no resultarían afectadas por la radiación térmica, una vez que a este nivel de radiación no se reportan daños a estructuras y materiales.

Es importante mencionar que la empresa Quality Transport Services, S.A. de C.V., Yonke 99, L&A reciclados industriales, S.A. de C.V., residuos miesa, densa plastics, GCC concretos, fasi tecnologías, quedan confinadas dentro de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2). No obstante, este nivel de radiación es el máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado sin presentar síntomas de menoscabo. Por lo tanto, no se tendrá afectación en las personas, incluso durante una exposición prolongada.

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

No obstante, se considera que la proyección de fragmentos derivado de la BLEVE podría comprometer la integridad mecánica de alguno de los recipientes de almacenamiento de la Terminal TAD PEMEX, ya que se tiene documentado que los fragmentos pueden proyectarse a varios cientos de metros. En este sentido, se realizó una proyección grafica de los posibles radios de afectación que se generarían en el caso de que la proyección de fragmentos derivados de la BLEVE del tanque de "Gas El Sobrante, S.A. de C.V." golpeará la superficie de algún tanque de almacenamiento que se considera de 3,815 m³.

Finalmente se hace evidente que aun cuando el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas se realiza acorde a la normatividad en la materia, los accidentes se han hecho presentes, cualquier empresa está sujeta a riesgos no controlados, lo que potencializa el peligro de su integridad o existencia.

Sin embargo, para el caso particular de la Planta de Distribución de gas l.p. y estación de carburación para gas l.p. propiedad de **Gas el Sobrante, S.A. de C.V.**, las estrategias de seguridad minimizan los riesgos, no los anulan porque siempre existe la posibilidad de que pueda ocurrir una contingencia. Lo relevante en este caso particular es la prevención para la seguridad, y no negar o eliminar toda posibilidad de riesgo, por el contrario, se tiene la actitud para responder con rapidez y en el momento que sea necesario, siempre conscientes de llevar a cabo las acciones adecuadas conforme la situación que pudiera llegar a suscitarse.

VII.3.1. Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

Recomendaciones derivadas de la aplicación de la identificación de peligros mediante la metodología What If?:

- Implementar un manual de procedimientos de roles y responsabilidades en materia de seguridad operativa, seguridad industrial y protección al ambiente.
- Los choferes de los semirremolques y autotanques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deberán apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.
- Entre los procedimientos se deben incluir la verificación de: paro de emergencia, comunicación operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las condiciones de operación para lo cual se recomienda la implementación de un medidor de flujo e indicador de presión en la línea y un medidor másico/volumétrico.
- Mantener el área libre de material combustible.
- Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos).
- Brindar capacitación al personal operativo en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2010 apartado 11, donde especifica que se debe capacitar al personal en temas para prevenir incendios en el centro de trabajo, riesgos y aspectos básicos de un incendio, estrategias, tácticas y técnicas para la extinción de fuegos, procedimientos básicos de rescate y primeros auxilios, coordinación de brigadas, manejo de materiales inflamables, funcionamiento, uso y mantenimiento de los equipos contra incendio. Toda aquella capacitación que se brinde debe ser teórico-práctico, según aplique.
- Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.
- Las competencias del personal deben tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración
- Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación.
- Mantener en original el programa de mantenimiento del sistema de trasiego. El cual debe incluir como mínimo: verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión.
- Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Los programas de mantenimiento deben de estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.

- Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general y de mantenimiento de la planta.
- Una vez entrada en vigor el PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se debe ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.
- Establecer un programa que incluya la revisión periódica del sistema contra incendio.
- El tanque de almacenamiento de agua debe contener, cuando menos, el 70% de su capacidad.
- Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.
- Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.
- El operador debe acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos. Mantener completo y en buen estado el equipo de protección personal (equipo de bomberos)
- Obtener y mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma PROY-NOM-002-ASEA-2019, la operación y mantenimiento de los semirremolques se debe ajustar a la mencionada y obtener un dictamen favorable de una Unidad de Verificación acreditada y aprobada.
- Verificar el funcionamiento del medidor de nivel y válvulas de máximo llenado.
- Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Las competencias del personal deben tener como objetivo crear conciencia de la importancia de las políticas del Sistema de Administración y los controles operacionales como lo marca el punto 2 del inciso VI del Sistema de Administración.
- Verificar que las válvulas de alivio no presenten:
 - Partículas foráneas en la válvula o en su orificio de drenaje que pudieran impedir el correcto funcionamiento de la válvula.
 - Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula.
 - Físico en el asiento o en la conexión al recipiente.
 - Corrosión.
- Verificar que los tubos de desfogue conectados a las válvulas de seguridad cuenten con el capuchón protector.
- Verificar de manera periódica el funcionamiento del equipo contra incendio.
- En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas:
 - El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada
 - Efectuarse y aprobar una medición ultrasónica de espesores en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM 013-SEDG-2002, o la que la sustituya.
 - Medición de la dureza.
- Efectuarse y aprobar la prueba hidostrática a 1.3 veces la presión de diseño nominal, marcada en la placa de identificación, y en la cual se haya sostenido la presión por un periodo mínimo de 30 min,
- Se recomienda instalar manómetros de presión en la succión y descarga en las aperturas previstas en la carcasa de la bomba, o bien, en la tubería de succión/descarga, lo más cerca de la bomba a fin de realizar la toma de lecturas de presión en succión y descarga.

- Verificar el estado (mantenimiento) y buen funcionamiento del filtro de paso que precede a la bomba.
- Verificar la hermeticidad de las tuberías y accesorios.
- Elaborar un Programa Mensual de detección de fugas
Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.

VII.4. Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

El **Estudio de Riesgo Ambiental** (ERA) es de naturaleza preventiva, su alcance radica en la delimitación de las zonas de seguridad alrededor de la planta, resultado de un análisis de consecuencias de eventos o accidentes que involucren la fuga de sustancias tóxicas, incendios o explosiones. El ERA consiste en la identificación, análisis y evaluación de la ocurrencia de eventos inesperados asociados con factores externos, fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración lo cual conlleva a controlar y/o minimizar las consecuencias por medio de políticas, medidas y procedimientos de seguridad. Consciente de lo anterior, "**Gas El Sobrante, S.A. de C.V.**" realizó el presente ERA como parte de su política de seguridad y de igual forma con la firme intención de dar cumplimiento a los lineamientos de la normatividad vigente y que resultan aplicables para la mencionada, así conforme al TERCER TÉRMINO de la resolución con no. ASEA/UGSIVC/DGGC/6784/2018.

Las actividades que realiza la empresa son de tipo comercial, efectuándose el almacenamiento temporal de gas licuado de petróleo (GLP), con una capacidad máxima de almacenamiento para la planta de 126,800 litros (75,042.776 kg) en un solo tanque, lo cual rebasa la cantidad de reporte - 50,000 kg para el caso del GLP – establecida en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas**. Por su parte, la estación de gas l.p. para carburación contará con una capacidad máxima de almacenamiento de 5,000 litros contenidos en un solo tanque. Por lo que la empresa está comprometida a presentar el ERA, tal como se establece en la **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente** (LGEEPA), esto conforme a su **Capítulo V, Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas** y de conformidad con lo disponible en su **Artículo 147 y 147 BIS**; siendo entonces que se efectuó el Análisis de Riesgo Ambiental para la Planta de Distribución de Gas L.P. y estación de gas l.p. para carburación.

Ciertamente el manejo de sustancias químicas peligrosas – aquellas sustancias que por las características y/o propiedades físicas y químicas, presentan un riesgo para la salud, de inflamabilidad, reactividad o peligros especiales, afectando la salud de las personas, el ambiente y causar daños materiales a las instalaciones – conlleva un riesgo potencial de un accidente, ya sea por la liberación no controlada o por la presencia de un incendio o explosión derivado de la fuga o derrame de GLP (sustancia que es considerada como peligrosa, la cual es la única que se maneja en la *instalación*), que podría llegar a dañar a la población, al ambiente o la *instalación*.

Resulta entonces indispensable que la operación de la *instalación*, se lleve a cabo de manera segura, responsable y consciente de las consecuencias que podría alcanzar en caso de presentarse una emergencia. Por ello es importante que sea de conocimiento de todos los colaboradores de **Gas el Sobrante, S.A. de C.V.**, las propiedades y características de la sustancia con la que se está trabajando, con el fin de prevenir y minimizar el riesgo latente al respecto de dicha sustancia.

La historia hace evidente la necesidad de contar con la prevención como herramienta principal para evitar los accidentes mayores, que están relacionados con el manejo de sustancias químicas peligrosas, como lo es el GLP; asimismo la plena identificación de los peligros asociados al almacenamiento, trasiego y transporte de GLP es otra herramienta indiscutible con el fin de prevenir situaciones que resulten en graves accidentes con daños a la población, el ambiente y la *instalación*.

Sin duda alguna, existe la posibilidad de ocurrir una contingencia debido a las operaciones incorrectas, accidentes o fenómenos naturales; por ello y como se ha mencionado con anterioridad la prevención es la mejor herramienta ante cualquier situación que condicione la integridad de las personas, el ambiente y la *instalación*, siendo necesario el presente análisis de riesgo.

A través del ERA, se ha determinado los tipos de contingencia que se podrían suscitar dentro de la *instalación*, las cuales son:

- Fugas, que son las emanaciones o derrames no controlados de GLP, ya sea que éste se encuentre en fase líquida o de vapor, siendo el efecto más nocivo de dicha emanación un incendio.
- Incendios, estos se consideran como fugas no controladas y que resultan de la combustión gradual del GLP.
- Explosiones, básicamente es una reacción de combustión de la mezcla gaseosa aire – GLP que se propaga a gran velocidad.

Lo anterior se confirma con base en las propiedades físicas y químicas del GLP, puesto que para el mismo su estado bajo presión y temperatura ambiente es líquido, sin embargo al ocurrir una fuga y debido a la pérdida de presión, éste se vaporiza rápidamente, siendo entonces que se forma una nube de vapor, la cual en condiciones ideales de homogeneidad, con aire a un porcentaje menor a 1.8 y con más de 9.3 no explotarían, incluso en presencia de una fuente de ignición, sin embargo podría suceder que se acerquen a la zona explosiva donde se desencadenaría la explosión, otro de las contingencias que podrían suscitarse y que se han contemplado dentro del ERA, así como la probabilidad de iniciarse un incendio por la fuga no controlada de GLP en forma líquida o incluso en vapores.

Otro punto a destacar es el almacenamiento que se lleva a cabo en las *instalaciones*, el cual es temporal puesto que la actividad principal de la empresa es la comercialización del GLP; pero en el caso del recipiente de almacenamiento (tanque del tipo intemperie, cilíndrico horizontal y especial para contener GLP) un riesgo es el efecto que tendría el fuego sobre éste, incrementando la presión en el interior de manera extraordinaria, lo que a su vez resultaría en un estallido, por lo que la consecuencia de mayor dimensionamiento sería la **BLEVE (Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion)**, es decir, explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición) del mismo.

La BLEVE se produce en recipientes que contienen un líquido que en condiciones de presión y temperatura ambiente (TPN) sería un gas, como lo es el GLP; basta recordar que éste es producto de la refinación del petróleo y del proceso de gas natural, y que para obtener este se somete a un tratamiento a fin de poder enfriarlo y llevar a cabo expansiones

sucesivas para lograr la separación y finalmente el fraccionamiento para obtener una fase líquida (gases licuables), por lo que un calentamiento del recipiente que lo contiene resultaría en la ruptura del contenedor, dando lugar a la BLEVE.

Asimismo, si ocurre una pérdida de presión, el líquido entra rápidamente en ebullición y una gran cantidad de producto se evapora instantáneamente, siendo que el vapor ocupa un volumen superior al del líquido – el cambio de fase supone el aumento del volumen – y el vapor se expande instantáneamente, lo que conlleva a una onda de presión destructiva provocando la explosión del recipiente. Siendo éste (la BLEVE) otro escenario que se ha descrito en el ERA y que por sus consecuencias es el de mayor daño, pero de menor probabilidad.

Muy importante es mencionar que los eventos propuestos en el ERA están sobreestimados y su probabilidad de ocurrencia es remota, sin embargo, no dejan de representar un riesgo para la planta, sus colaboradores y el entorno a ésta; por ello es necesario hacer su respectiva evaluación.

Los sucesos o eventos aquí propuestos son precisamente los que en caso de presentarse llegarían a originar un estado de emergencia ambiental, siendo ésta última un evento no deseado ni esperado, pero que durante el curso de las actividades en las instalaciones, ya sea, por causas naturales o de tipo antropogénico, implicarían el material peligroso que en este caso es el GLP, lo que resultaría en el derrame de dicho material con afectaciones mínimas al ambiente o de lo contrario éste tiene el potencial de liberar energía en cantidades tales que ocasionaría daños a las personas, el medio ambiente y a las instalaciones.

Efectivamente, en la presente evaluación que se efectuó para la *operación* por medio del ER, considera los efectos adversos que esta pudiera ocasionar al medio ambiente, la población y/o instalaciones inmersas dentro de las zonas de afectación, siendo necesario hacer énfasis que las instalaciones de la empresa se ubican a las afueras de la ciudad Juárez, en el estado de Chihuahua reportado en el Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Juárez, Chihuahua ; el área posee una política ambiental de , corredor controlado regional, área verde y uso habitacional. Asimismo, no se localizan áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica. Cabe mencionar que en un radio menor a 500 m se encuentran dos corrientes de agua intermitentes e importancia menor.

Es importante mencionar que si bien en un radio de 500 m a partir de los límites de las instalaciones de Gas El Sobrante se ubican los límites de las colonias Bello Horizonte, La Campesina, Granjas Polo Gamboa y Granjas Santa Elena, el inicio de la traza urbana y los conglomerados poblacionales de dichas colonias rebasan los 500 m, por lo que se puede decir que dentro de este radio no se ubican, unidades habitacionales de alta densidad ni se ubican escuelas, hospitales, centros comerciales, templos.

Por lo que seguir las recomendaciones resultantes de la metodología *What if* resulta de gran importancia para prevenir posibles eventos que se pudieran dar dentro del proceso de operación en alguna de las etapas de la planta de distribución y estación de carburación.

Derivado de los resultados de la metodología y su aplicación, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse – esto debido a la frecuencia con la que se realizan algunas acciones – se presentan en las zonas de trasiego.

Asimismo, la *BLEVE* del tanque de almacenamiento de la **Planta de Distribución de GLP** se determinó como el evento de mayor dimensionamiento (evento mayor catastrófico) pero prácticamente improbable o de probabilidad de ocurrencia mínima. Además de considerar el efecto dominó con el recipiente de la estación de carburación para gas l.p. Situación que es prácticamente improbable debido a que si se diera un efecto dominó, los efectos de cada tanque tendrían una diferencia en tiempo entre BLEVE y BLEVE, no obstante, esta situación se consideró para poder predecir un daño total representativo en cuestión de consecuencias por la BLEVE de cada uno de los tanques.

Si bien, la empresa realiza actividades altamente riesgosas, por almacenar GLP, en una cantidad que rebasa la cantidad de reporte que se establece en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas; ésta no genera emisiones a la atmósfera, ni descargas residuales, producto de algún proceso operativo que acelere la modificación del medio ambiente. Asimismo, la empresa deberá mantener programas de verificación y mantenimiento continuo a equipo operativo y accesorios, con la finalidad de respetar la integridad funcional del sistema.

El riesgo latente del GLP es inherente a la característica de inflamabilidad de éste, y no por su toxicidad, así también el riesgo de la sustancia está en función de la cantidad que se maneje de la misma; aunque no son los únicos factores, son determinantes en la evaluación de los riesgos a los cuales está sometida la planta.

Prácticamente todos los riesgos son susceptibles de reducirse y/o minimizarse, y en el caso del GLP no es la excepción; con base a este planteamiento se puede concluir que la atención que se preste a los detalles, por más insignificantes que estos parezcan será definitivo y el impacto en la seguridad podrá verse favorecido o de lo contrario comprometerse la integridad de las personas, los bienes y el medio ambiente.

Resulta fundamental para **Gas el Sobrante, S.A. de C.V.** en materia de prevención de riesgos el adoptar medidas de seguridad que se enfoquen en prevenir o cuando menos reducir los riesgos a los que se encuentran expuestos tanto sus colaboradores como el entorno de la planta; por tal motivo dentro de las prioridades será precisamente la seguridad e higiene en cada una de las áreas de la planta, tanto operativas como administrativas, ya que resulta medular mantener y elevar los niveles de seguridad al máximo.

Por esta razón, como mínimo debe apegarse en todo momento a los lineamientos de la **NOM-001-SESH-2014** tal como lo ha estado haciendo según el dictamen técnico no. UVSELP004-C-001-0045/2020 y en el caso de la estación de carburación se cuenta con el dictamen no. UVSELP004-C-003-0036/2020 para estaciones de carburación en su etapa de proyecto, una vez en operación deberá contar con el dictamen en su etapa de operación **y apegarse a las recomendaciones particulares expuestas en el presente estudio.**

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

NIVEL 2

GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

CAPÍTULO VIII

Anexo Fotográfico



Carretera Juárez a Casas Grandes No. 657, colonia Avícola Emiliano Zapata,
Municipio de Juárez, Estado de Chihuahua.

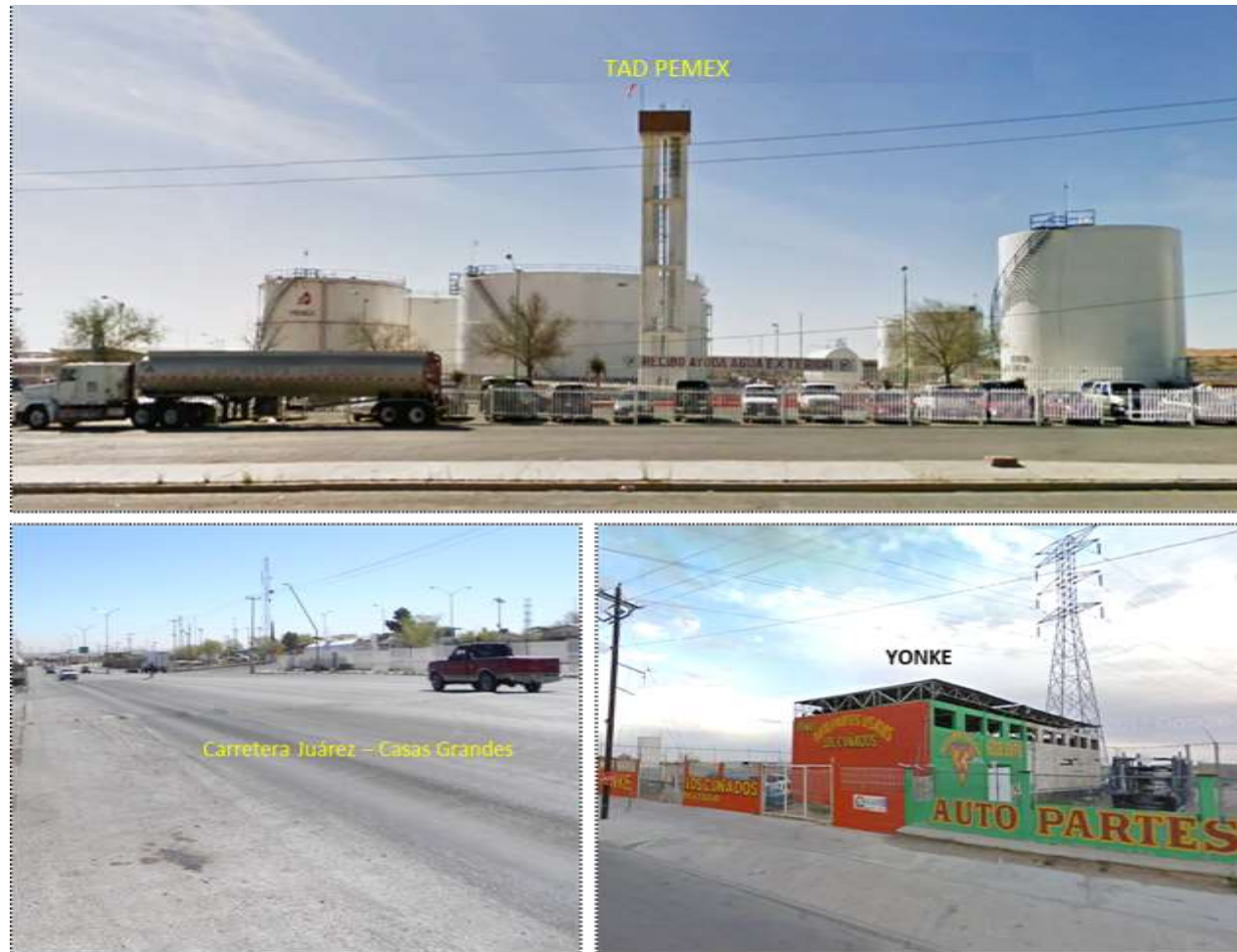
Anexo Fotográfico

FOTOGRAFÍA 1. COLINDANCIA NORTE



En la colindancia Norte del predio se sitúa a más de 100 m a partir de la tangente del tanque de almacenamiento “Lienzo Charro”.

FOTOGRAFÍA 2 COLINDANCIA SUR



Hacia el Sur posterior a la barda perimetral se encuentra la carretera Juárez a Casas Grandes, a más de 200 m se encuentra una TAD PEMEX y comercios de autopartes.

FOTOGRAFÍA 3 COLINDANCIA ESTE



En dirección Este a más de 150 m a partir de la tangente del tanque de almacenamiento se localiza una estación de servicio y en menos de 100 m se localiza una empresa con nave industrial y espacio para estacionamiento.

FOTOGRAFÍA 4 COLINDANCIA OESTE



En dirección Oeste junto a las instalaciones de la empresa se localiza la transportadora SIMPSA.

FOTOGRAFÍA 5. ACCESOS



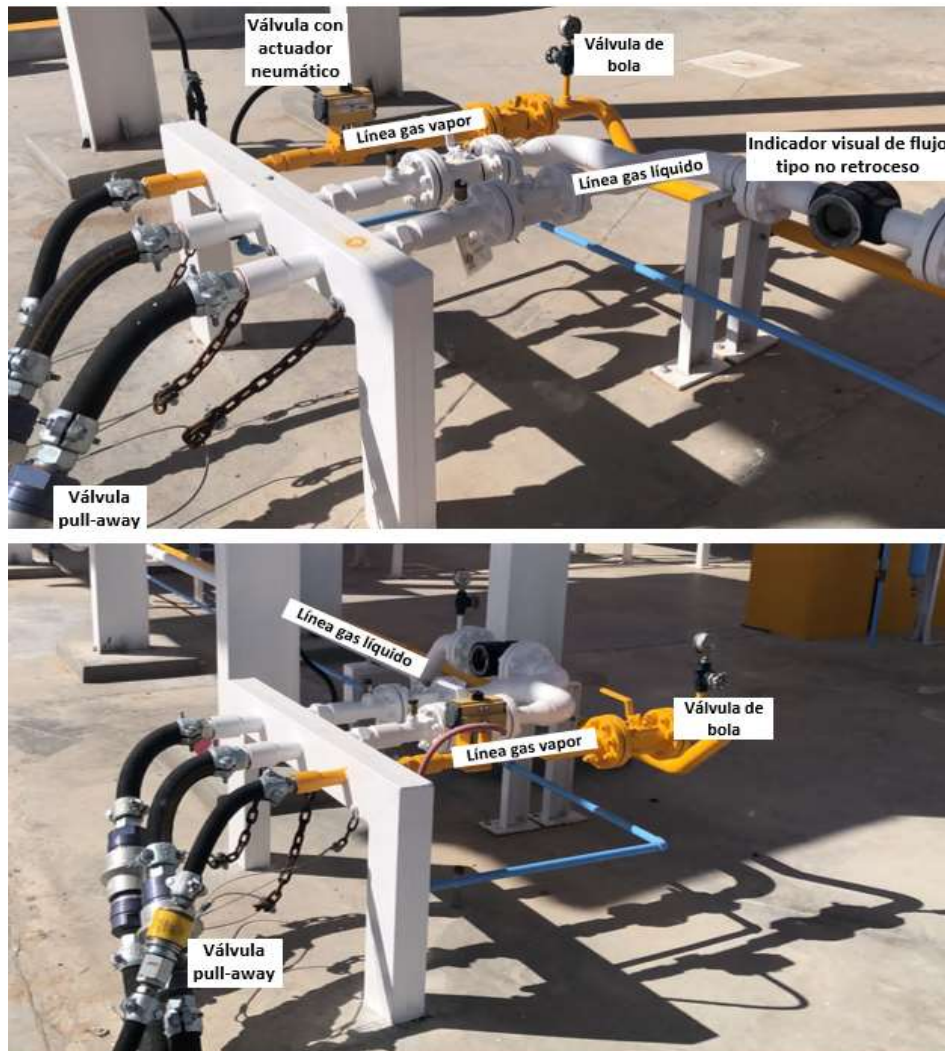
El ingreso a las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P., es por la Carretera Juárez a Casas Grandes. En el lindero sur se cuenta con una puerta de acceso con un claro de 10.60 m de ancho usada para entrada y salida de personas y vehículos, mientras que en el lado noreste se cuenta con una segunda puerta de acceso de 15.00 m para salida de emergencia.

FOTOGRAFÍA 6. RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GAS L.P.



La Planta de distribución de Gas L.P. opera con un tanque de almacenamiento con capacidad de 126,800 L. El tanque fue fabricado en 1985. Cuenta con dispositivos de seguridad como: válvulas de exceso de flujo (líquido y vapor), válvula de máximo llenado, manómetro, termómetro y medidor magnético de nivel.

FOTOGRAFÍA 7. TOMA DE RECEPCIÓN



Para descargar los semirremolques, se cuenta con dos juegos de tomas, constando cada una de dos bocas terminales de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas-líquido. En la boca de gas-vapor se tiene una válvula de cierre de emergencia de control neumática y válvula de exceso de flujo de cierre automático mientras que en la de gas-líquido se cuenta con un indicador de flujo con no retroceso.

Para la descarga de los semirremolques se cuenta con el compresor Corken modelo 491, con capacidad de 636 L.P.M. (168 G.P.M.) acoplado a un motor de 15 HP..

FOTOGRAFÍA 8. TOMAS DE SUMINISTRO Y CARBURACIÓN

TOMA DE SUMINISTRO



Toma de suministro y de carburación: La toma de suministro se encuentra localizada del lado norte de la zona de almacenamiento, mientras que la toma de carburación del lado oeste. La carga de los auto-tanques se efectura por medio de dos bombas marca Corken modelo Z3500 cuya capacidad es de 530 L.P.M. Teniendo una tubería a la descarga de 50 mm (2") de diámetro, hasta llegar a las tomas en su boca terminal, la tubería que conduce gas-vapor en esta trayectoria es de 32 mm (1 ¼") de diámetro.

En la boca de gas-vapor se tiene una válvula tipo no retroceso y en la boca de gas-líquido una válvula de exceso de flujo de cierre automático y una válvula de cierre de emergencia de control neumática, además de medidor líquido. Además, cada toma cuenta con una válvula pull away.

Para la carga de autotanques y carburación de auto abaste se tienen instalados medidores volumétricos de Gas L.P. tipo másico, para el control interno, de marca Red Seal Measurement Greenwood, A.C. modelo RML2000 con capacidad de máxima de 82 G.P.M. (310 L.P.M.).