

Capítulo I

Escenarios de los riesgos ambientales
relacionados con el proyecto.



Km. 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuatla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

I.1. BASES DE DISEÑO.

La planta de distribución de GLP perteneciente a **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.** está ubicada en el km 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuautla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos.

El 11 de febrero de 1997 **Gas Zapata, S.A. de C.V.** obtuvo su autorización de almacenamiento y suministro de gas l.p. por parte de la Secretaría de Energía con número MOR-003-PLP para una capacidad de almacenamiento de 500,000 litros distribuidos en 2 tanques de 250,000 litros al 100 %, dicho permiso se obtuvo una vez que la documentación, planos y memorias se encontraban conforme a la normatividad vigente en su momento, es decir, la NOM-EM-001-SCFI-1993 *Plantas de almacenamiento para gas L.P.- Diseño y construcción* de acuerdo a lo expuesto en el dictamen emitido por la unidad de verificación Ing. Rubén Ruíz Ruíz registro UVMG048DF-A.

La planta inició operaciones el 11 de diciembre de 1997 conforme a lo descrito en el oficio DGTN-F-04789/97 emitido por la Dirección General de Gas L.P. y de sus instalaciones eléctricas; en el mencionado oficio se exponía que el proyecto e instalaciones de la planta cumplían con la normatividad vigente conforme a lo señalado con la UVMG663JA-A Ing. Óscar Hernández Acevedo. Conforme al resuelve SEGUNDO del mencionado oficio y conforme al cambio a la normatividad en la materia se obliga al titular del permiso a realizar las modificaciones para dar cumplimiento a la NOM-001-SEDG-1996.

El 11 de diciembre de 1997, se hizo la transmisión de la autorización de Gas Zapata, S.A. de C.V. hacía Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V. por medio del oficio DGTN-F 04792/97, expedido por la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas.

El 3 de noviembre de 1999 Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V. obtuvo su Título del Permiso de Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución con el número AD-MOR-006-C/99 para la instalación de una planta de almacenamiento y distribución de GLP con una capacidad de 500,000 litros al 100% agua, distribuidos en dos recipientes de 250,000 litros cada uno.

Este título fue actualizado por parte de la Comisión Reguladora de Energía como Título de Permiso para la distribución de gas licuado de petróleo mediante planta de distribución Núm. LP/14142/DIST/PLA/2016.

En apego a los artículos 28,30 y 35 fracción II de la Ley General a del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), el 7 de abril de 1997, Gas Zapata, S.A. de C.V. obtuvo su autorización en materia de Impacto Ambiental por parte del Instituto Nacional de Ecología Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental con número de oficio D.O.O. DGOEIA.-01377 en el que se autorizó el inició de operaciones de las instalaciones a nombre de Gas Zapata, .S.A. de C.V. Indicándose en el Término Segundo que se tendría una vigencia de 5 años para la operación del proyecto y un año para las obras de construcción e inicio de operaciones, misma que no fue renovada en el periodo correspondiente.

El predio donde se desarrollan las actividades de la planta de distribución de glp cuenta con una superficie de 10,117.97 m², mientras que el predio propiedad de la empresa cuenta con un área de 36,576 m² De acuerdo a la Memoria Técnica del Proyecto. Este predio se avaló como propiedad de la empresa por parte del Gobierno del estado de Morelos Registro Público de la propiedad y del comercio en marzo 1998.

Este predio se autorizó por la Regiduría de Saneamiento ambiental y Ecología del municipio de Yautepec para la instalación de la planta además de contar con la licencia de uso de suelo con No. de expediente L-036/97-029 por parte de la Dirección General de Administración Urbana el 22 de mayo de 1998.

Además de las autorizaciones obtenidas, otros criterios para la elección del predio donde se encuentran las instalaciones de la Planta de distribución de GLP destaca que la zona cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de las actividades, tales como: energía eléctrica y vía de comunicación; además en las colindancias, que se dan a conocer a conocer en la siguiente tabla, no se realizan actividades que pongan en riesgo la integridad de la planta y sus trabajadores.

Colindancia	Distancia aproximada (m)
• Al Norte Terreno propiedad de la empresa	139.27
• Al Sur carretera federal Cuernavaca-Cuautla	168
• Al Oeste Terreno propiedad de la empresa	80.83
• Al Este Terreno propiedad de la empresa	50.60



Figura I.1 Ubicación del proyecto

Uso de suelo

De acuerdo con el mapa de Usos de Suelo, del Programa de Desarrollo Urbano Sustentable de Yautepec, el uso del suelo presente es del tipo “Agrícola de Temporal”, como se observa en la siguiente figura.

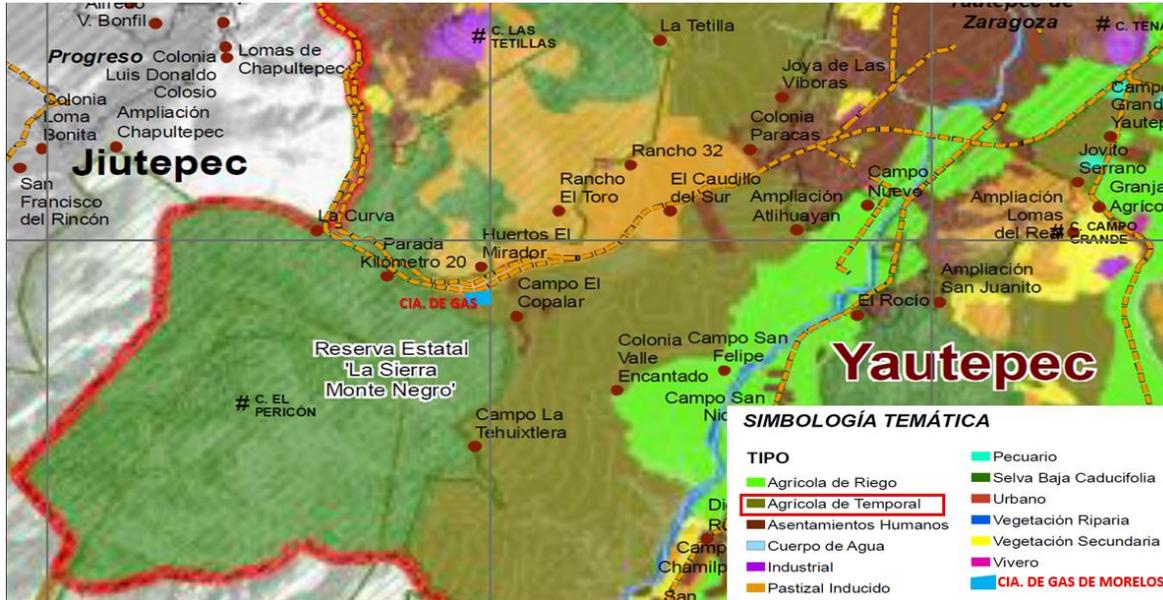


Figura I.2 Uso de suelo de Cia. De Gas de Morelos

Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Yautepec.

Áreas Naturales Protegidas

Las instalaciones de la planta de distribución de gas I.p., colindan con el Área Natural Protegida Reserva Estatal Sierra Monte Negro que presenta una superficie de 7 mil 724.85 hectáreas, es uno de los últimos relictos mejor conservados de Selva Baja Caducifolia en el Estado de Morelos. Funge como corredor biológico entre las Áreas Naturales Protegidas más importante de carácter federal; en la parte norte con el Área de Protección de Flora y Fauna silvestre Corredor Biológico Chichinautzin y Parque Nacional El Tepozteco; en el Sur con la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla.

Está situada principalmente sobre la formación montañosa Cretácica Calcárea y plegada con dirección norte-sur y con un intervalo de altitudinal que va desde los 1,000 hasta los 1,775 m.s.n.m en la parte más alta.

Debido a su belleza escénica y los servicios ambientales que proporciona, su adecuada protección es crucial para el buen desarrollo actual y futuro de la porción central del Estado y para contribuir a conservar los recursos naturales de la Cuenca del Río Balsas.

En el Área coexisten especies que se encuentran con alguna categoría de protección por la Leyes mexicanas, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, como es el caso de la Iguala Negra o Garrobo (*Ctenosaura pectinata*).

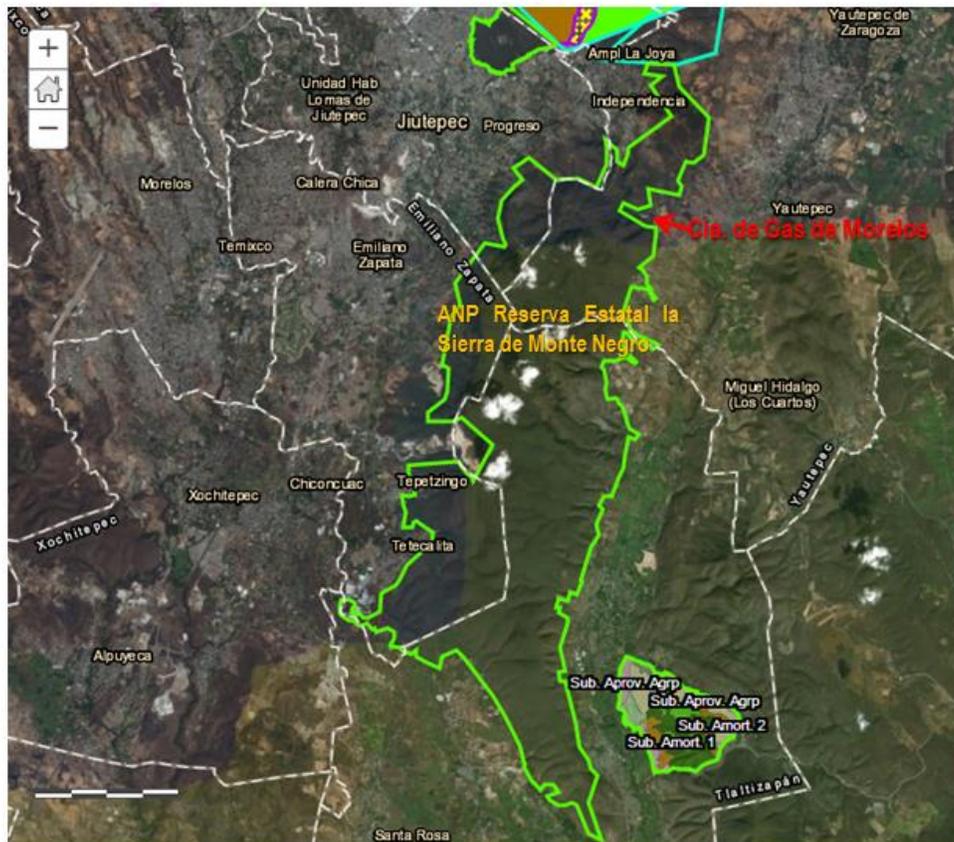


Figura I.3 ANP en las cercanías de Cía. De Gas de Morelos



DigitalGlobe, GeoEye, CNES/Airbus DS | Esri, HERE, Garmin, IPC

Figura I.4 ANP en las cercanías de Cía. De Gas de Morelos

Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA)

En el municipio de Yautepec, se encuentran las siguientes AICA: Sierra de Huautla, Sur del Valle de México, Cañón de Lobos, y Volcanes Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Identificando que el área de estudio se ubica a 1000 metros de distancia del AICA Cañón de Lobos. La operación de la planta de almacenamiento de gas l.p. no interfiere con los procesos del AICA.

La principal amenaza del AICA es la expansión del área urbana, no obstante la actividad altamente riesgosa de la planta de distribución de gas l.p., representa por sí misma una barrera para el crecimiento urbano, por lo que no contribuye con esta amenaza.



Figura I.5 ANP en las cercanías de Cía. De Gas de Morelos

Fuente: avesmx. CONABIO

Presencia de fallas y fracturamientos

Se localizan al este de la localidad con una dirección noroeste-sureste, el potencial de este peligro se considera bajo gracias a la inactividad de fallas; sin embargo, ante un evento sísmico de consideración estas fallas pueden aumentar el riesgo causando la inestabilidad de laderas y posibles derrumbes, identificando que al sur del sistema Ambiental se registra una falla como se observa en la Figura I.6

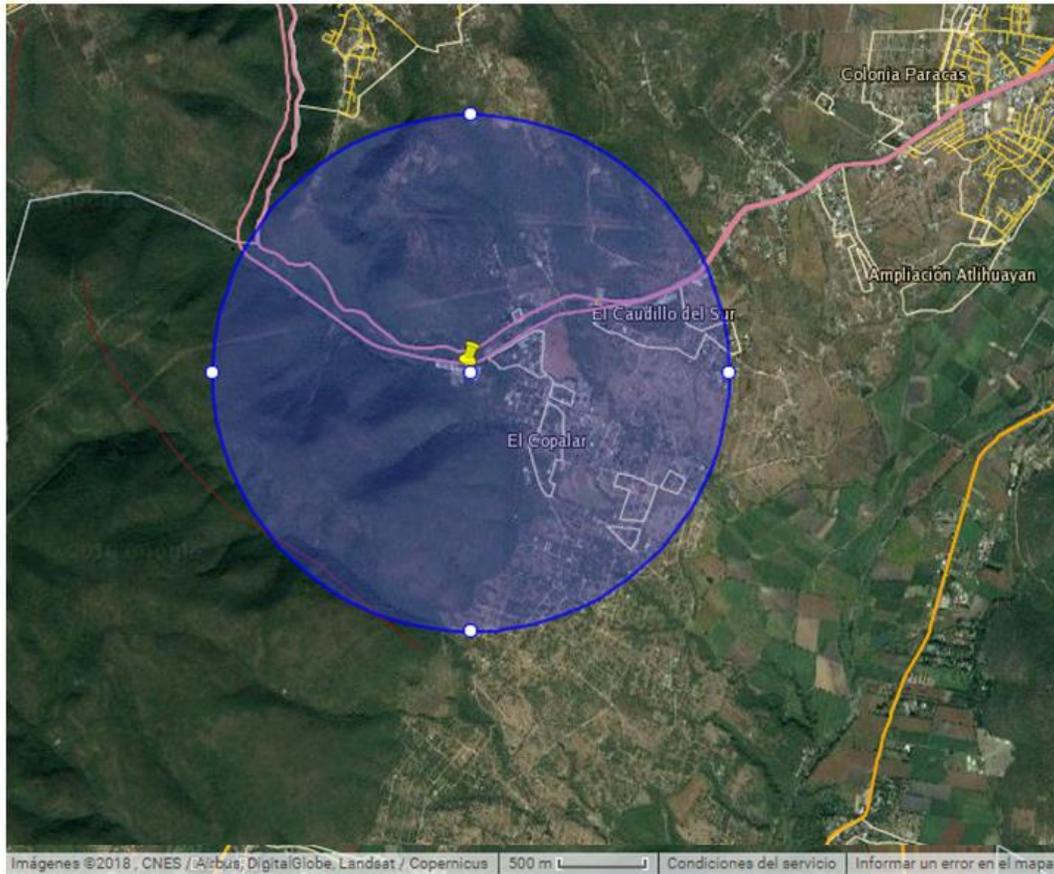


Figura I.6 Fracturas en las cercanías de Cía. De Gas de Morelos

Riesgos geológicos

Los movimientos en el municipio de Yautepec son producto de los esfuerzos producidos por las placas tectónicas en la zona de subducción, producto del reacomodo en la superficie o relieve o por la liberación de energía generada por los esfuerzos en el interior de la corteza y por los efectos volcánicos. Yautepec al encontrarse inmerso en la zona B conocida como región con frecuencia sísmica baja (región penisísmica), presenta un riesgo moderado en cuanto a la ocurrencia de movimientos sísmicos de cualquier tipo (tectónico y/o volcánico).

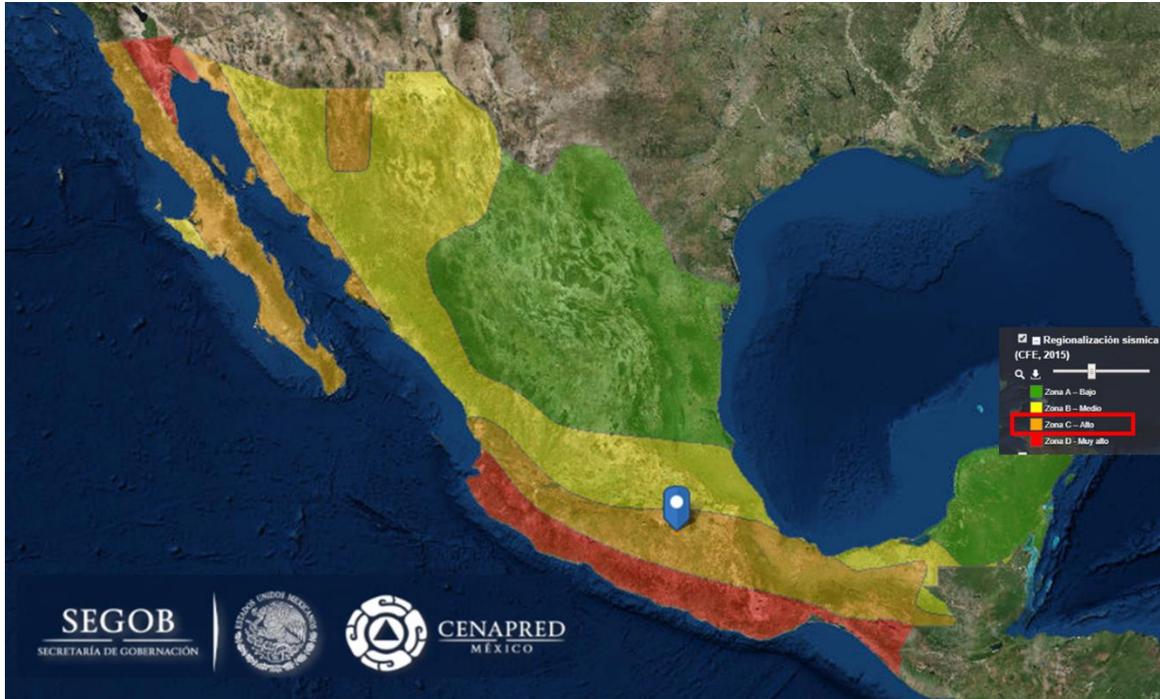


Figura I.7 Riesgos geológicos en las cercanías de Cía. De Gas de Morelos

Actividad volcánica.

El municipio y por lo tanto el Sistema Ambiental, se ubica en el rango de mediano riesgo según Atlas de Riesgo 2011, al encontrarse a aproximadamente 45 km al suroeste del cráter volcánico Popocatepetl y resultaría afectado por flujo pirocláticos y avalanchas.

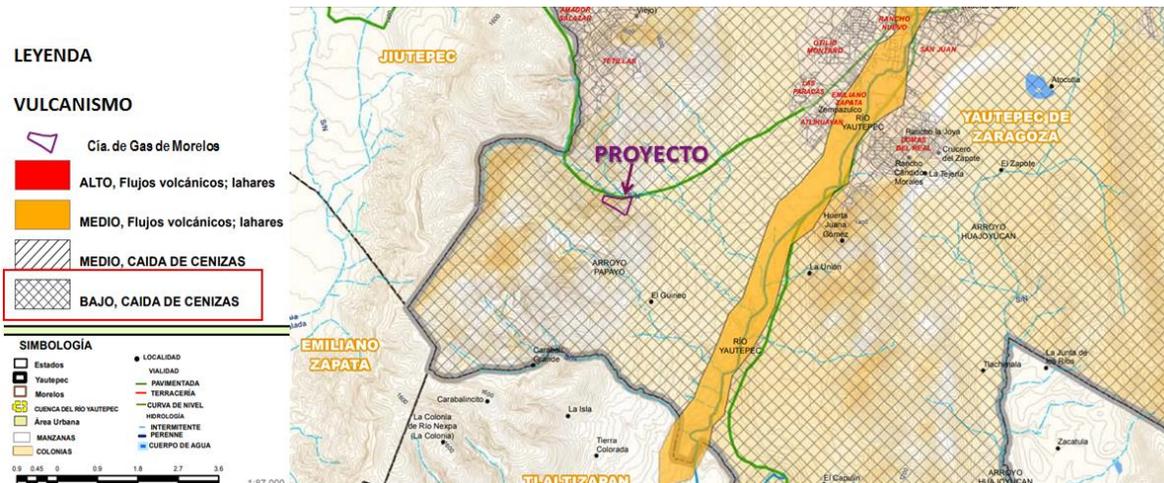


Figura I.8 Actividad volcánica en las cercanías de Cía. De Gas de Morelos

Fuente: Atlas de Riesgos Yauatepec, 2011.

Por lo que para la ejecución del proyecto se consideraron los criterios generales de diseño arquitectónico y estructural que se ven afectados por el lugar donde se encuentra localizada la instalación y que son los referentes a los cálculos de los elementos estructurales, como son cimentaciones, bases de los tanques, columnas, etc., donde se han considerado los factores requeridos por la sismicidad del sitio donde se ubica la planta.

Para seguridad en el diseño de las zapatas se consideró un terreno con resistencia de 6 Ton/m², valor crítico para un subsuelo poco compacto, usado solo con fines de cálculo.

De manera particular, las bases de diseño y construcción de la Planta de Distribución de GLP se apegaron a los lineamientos que señalaba el Reglamento de distribución de Gas Licuado de Petróleo; la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo.

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

NOM-001-SESH-2014. Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

VINCULACIÓN:

En lo que respecta a la operación de la Planta de Distribución de GLP deberá apegarse a lo establecido en la sección 5 de la mencionada norma.

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

Las especificaciones de seguridad en la operación de la planta deben apegarse a lo establecido en la sección 5 de esta Norma, integrando planos y memorias técnico descriptivas de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, además del Dictamen Técnico No. PLA-09/17-0025, con fecha de 5 septiembre 2017 emitido por la Unidad de Verificación Ing. Marco Antonio Anaya Reyes aprobada en la **NOM-001-SESH-2014** bajo el número de registro UVSELP 054-C.

En la sección de Anexos se encuentra el dictamen No. PLA-09/17-0025.

Durante la operación debe:

- Mantener archivo con copia simple de la siguiente documentación: Título de permiso, aviso de inicio de operaciones, historial documental técnico de cuando menos los últimos cinco años, en el caso de que la planta tenga más de este tiempo en operación, planos y memorias actualizados, autorización de la DGGLP por la modificación al diseño básico de la instalación (en su caso), certificado de fabricación de los recipientes o bien dictamen de evaluación ultrasónica conforme a **NOM-013-SEDG-2002**, dictamen de conformidad con la **NOM-001-SESH-2014** y dictamen de conformidad con la **NOM-001-SEDE-2012** y originales de: Constancias de capacitación, manual de operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio, bitácora de mantenimiento avalada por la UV como mínimo cada 6 meses de los sistemas de almacenamiento, trasiego, sistema contra incendio e iluminación, programas de mantenimiento del sistema de trasiego, contra incendio, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y de sistemas de seguridad.
- Hacer del conocimiento a la DGGLP cualquier situación provocada por un tercero que derive en una probable reducción de las distancias de separación que resulten de lo dispuesto en el numeral **4.2.1.26** de esta Norma.
- Mantener las condiciones de diseño y construcción que se especifican en la sección 4 de esta Norma y adicionales a las que se establecen en su sección 5.

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

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

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

- Las instalaciones eléctricas de alumbrado, fuerza y sistema de tierras físicas de la planta deben de cumplir con lo establecido en esta norma.
- La planta debe mantener vigente el Dictamen de la Unidad de Verificación en instalaciones eléctricas que avale que el sistema eléctrico cumple con lo establecido en esta Norma. Para que el dictamen se considere vigente debe cotejarse la fecha de emisión y que la carga correspondiente a la maquinaria de trasiego, contra incendio y alumbrado en zona de almacenamiento instalada, corresponda a la carga eléctrica reportada. De manera consecuente se tiene el dictamen **No. 2015/0028** con fecha de 24 de septiembre de 2015 emitido por la **UVSEIE-053-A** Ing. José Antonio López Aguayo.

En la sección de Anexos se puede consultar el dictamen No. 2015/0028.

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

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

La planta cuenta con dos tanques de almacenamiento de 250,000 litros agua y suman una capacidad de 500,000 litros agua y en dado caso que se necesitara hacer una ampliación de almacenamiento se considera lo siguiente:

- El recipiente sujeto a presión para contener gas L.P. tipo no transportable que se instale en la planta de distribución deben ser del tipo intemperie con una presión mínima de diseño de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm²), contar al menos con una entrada pasa-hombre de diámetro mínimo de 0.38 m y máximo de 0.61 m, estar equipados con válvulas de alivio de presión, cuya apertura debe ser de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm²) y cumplir en su fabricación con las demás especificaciones descritas en la sección 5.0 y 7.0 de esta Norma.
- El recipiente debe llevar colocada en un lugar visible una placa descriptiva metálica soldada en todo su perímetro, con caracteres grabados claramente en relieve e indelebles, especificando el tipo de recipiente conforme a la sección 4 de esta norma, y que ostente al menos los datos conforme al numeral **9.1.1**. Se permite el estampado en alto o bajo relieve en cualquier sección del recipiente, siempre y cuando se conserve el espesor de pared mínimo.

- La planta deberá contar con el Certificado de Conformidad documento mediante el cual se hace constar que el recipiente nuevo cumple con la totalidad de las especificaciones establecidas en esta norma.

NOM-011/1-SEDG-1999 Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P., en uso, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 2000.

GENERAL:

Establece las condiciones mínimas de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso, con el fin de proporcionar el servicio en la distribución de Gas L.P. por medio de esos envases; asimismo, las especificaciones para el marcado que identifica al distribuidor propietario del recipiente y los procedimientos para la evaluación de la conformidad.

VINCULACIÓN:

- Los recipientes portátiles propiedad de la planta de distribución deben cumplir en su totalidad con lo establecido en los puntos **4, 5, 6 y 7** de esta Norma, en relación a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes portátiles, instrumentos de medición, marcado y pintura.
- Obtener el Dictamen de la Unidad de Verificación mediante el cual se determina el grado de cumplimiento con esta Norma Oficial Mexicana.
- Retirar y destruir los recipientes portátiles que conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables deban de inutilizarse.

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

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

La planta deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca esta Norma y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad.

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

Se cuenta con los dictámenes **No. ULT-01/16-0007 y No. ULT-01/16-0008** de conformidad con las especificaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002 “Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso.” Emitido por la Unidad de Verificación Ing. Marco Antonio Anaya Reyes con No. De registro UVSELP 054-C, el 11 de enero de 2016.

Se adjunta en la sección de Anexos los dictámenes citados.

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

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

La planta debe:

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

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

GENERAL:

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

VINCULACIÓN:

- Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L. P. en la planta son de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm², y donde existen accesorios roscados, éstos serán para una presión de trabajo de 140 - 210 kg/cm² y con tubería de acero cédula 80.
- Las pruebas de hermeticidad se efectuaron por un periodo de 60 minutos con gas inerte a una presión mínima de 10 kg/cm².

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

NOM-007-SESH-2010, Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P.- Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento. La cual establece las condiciones mínimas de seguridad, operación y mantenimiento que se deben cumplir en lo que refiere al uso de vehículos para el transporte y distribución de gas licuado de petróleo, aplicando para los siguientes vehículos:

- a) Semirremolques
- b) Auto-tanques de distribución
- c) Auto-tanques de transporte
- d) Vehículos de reparto

NOM-008-SESH/SCFI-2010, Recipientes transportables para contener Gas L.P. Especificaciones de fabricación, materiales y métodos de prueba.

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

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

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

NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Establece las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo. La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se manejen, transporten o almacenen sustancias químicas peligrosas.

NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-condiciones de seguridad y salud en el trabajo. La cual establece las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que se deberán cumplir en los centros de trabajo para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual.

La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se realice el manejo y almacenamiento de materiales, a través del uso de maquinaria o en forma manual.

NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral – Reconocimiento, evaluación y control. Estableciendo los procesos y medidas para prevenir riesgos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto a agentes químicos contaminantes del ambiente laboral. La presente Norma Oficial Mexicana rige en todo el territorio nacional y aplica a todos los centros de trabajo donde existan agentes químicos contaminantes del ambiente laboral.

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

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

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

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

NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Establece las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros

de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.

NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo – Funciones y actividades. Establece las funciones y actividades que deberán realizar los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.

De igual manera es menester para “**COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**” tener en cuenta las siguientes disposiciones:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

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

NOM-041-SEMARNAT-2006, Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-2006, Establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

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

NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. La cual tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

Las Normas Oficiales Mexicanas de SEMARNAT son importantes para la Planta de Distribución de Gas L.P. dado que el cuidado al medio ambiente y la responsabilidad de evitar contaminación al agua, al suelo y al aire ayuda a contrarrestar los peligros dentro y fuera de la planta propiedad de GLP propiedad de **COMPañÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

(Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 05-06-18)

TITULO PRIMERO Disposiciones Generales CAPÍTULO II Distribución de Competencias y Coordinación

Artículo 5. Son facultades de la Federación:

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

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

Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el reglamento que al efecto se explica, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requieran previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.

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

Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarios para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá de incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Vinculación: Previo al inicio de operaciones la planta poseía una autorización en materia de impacto ambiental oficio D.O.O.DGOEIA-01377 con fecha de 7 de abril de 1997 emitida por Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. no obstante en el término SEGUNDO se otorga una vigencia de 5 años para la operación del proyecto.

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

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

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

- I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
- II. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
- IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.

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

- I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo.
- II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.

Vinculación: En el área de taller mecánico se manejan aceites para diferentes actividades por lo tanto estos deben ser almacenados adecuadamente para evitar un derrame de los mismos y que estos se infiltren al subsuelo.

Artículo 145.- La Secretaría promoverá que en la determinación de los usos del suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados como riesgosos, por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente.

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

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

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo

ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

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

Vinculación: La operación de la planta es de competencia federal y pertenece a la industria del petróleo debido a que las actividades de la planta de distribución de gas l.p. consisten en la descarga, almacenamiento y distribución de gas l.p., el proceso inicia con la llegada del gas l.p., por medio de semirremolques los cuales son descargados con el uso de un compresor para trasladarlo a la zona de almacenamiento temporal y finalmente trasegarlo a recipientes transportables y auto-tanques.

El almacenamiento temporal del gas l.p. se lleva a cabo en 2 recipientes especiales para esto con una capacidad de 250,000 litros cada uno, teniéndose una capacidad total de 500,000 litros base agua, equivalentes a 295,910 kg, cantidad que rebasa lo reportado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas donde se indica para el gas l.p. una cantidad de 50,000 kg.

Es importante mencionar que la empresa, cuenta con la aprobación del Programa de Prevención de Accidentes (**PPA**) aceptado por la **SEMARNAT** con fecha de 22 de noviembre de 2005, bajo el oficio **DGGIMAR.710/006828** emitido por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas.

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

Vinculación: En los alrededores de la planta en un radio mayor de 100 m, no existen asentamientos habitacionales, no obstante el proyecto técnico de planta de distribución de gas l.p., es supervisada por la UV en materia de gas l.p., y en particular para este apartado la empresa cuenta con un predio suficientemente amplio para garantizar la permanencia de una zona intermedia de salvaguardas.

La planta de distribución propiedad de **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.** no cuenta con autorización por parte de la autoridad competente en materia ambiental una vez que la autorización con la que contaba se encuentra fenecida; por lo cual somete a evaluación de impacto ambiental las actividades de operación y mantenimiento de la planta de distribución de GLP, se pretende su regulación con la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo modalidad Análisis de Riesgo; con base a lo establecido en el artículo 5 fracción XVIII; y al Artículo 7 fracción I de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, así como en términos de los Artículos 5, fracción X, 28, 30 primer y segundo párrafo en materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

LEY DE HIDROCARBUROS

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

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

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

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

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

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

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

- I. Contar con el permiso vigente correspondiente;
- II. Cumplir los términos y condiciones establecidos en los permisos, así como abstenerse de ceder, traspasar, enajenar o gravar, total o parcialmente, los derechos u obligaciones derivados de los mismos en contravención de Esta Ley;

- III. Entregar la cantidad y calidad de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos, conforme se establezca en las disposiciones aplicables;
- IV. Cumplir con la cantidad, medición y calidad conforme se establezca en las disposiciones jurídicas aplicables;
- V. Realizar sus actividades, con Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos de procedencia lícita;
- VI. Prestar los servicios de forma eficiente, uniforme, homogénea, regular, segura y continua, así como cumplir los términos y condiciones contenidos en los permisos;
- VII. Contar con un servicio permanente de recepción y atención de quejas y reportes de emergencia;
- VIII. Obtener autorización de la Secretaría de Energía, o de la Comisión Reguladora de Energía, para modificar las condiciones técnicas y de prestación del servicio de los sistemas, ductos, instalaciones o equipos, según corresponda;
- IX. Dar aviso a la Secretaría de Energía, o a la Comisión Reguladora de Energía, según corresponda, de cualquier circunstancia que implique la modificación de los términos y condiciones en la prestación del servicio;
- X. Abstenerse de otorgar subsidios cruzados en la prestación de los servicios permisionados, así como de realizar prácticas indebidamente discriminatorias;
- XI. Respetar los precios o tarifas máximas que se establezcan;
- XII. Obtener autorización de la Secretaría de Energía o de la Comisión Reguladora de Energía, según corresponda, para la suspensión de los servicios, salvo por causa de caso fortuito o fuerza mayor, en cuyo caso se deberá informar de inmediato a la autoridad correspondiente;
- XIII. Observar las disposiciones legales en materia laboral, fiscal y de transparencia que resulten aplicables;
- XIV. Permitir el acceso a sus instalaciones y equipos, así como facilitar la labor de los verificadores de las Secretarías de Energía, y de Hacienda y Crédito Público, así como de la Comisión Reguladora de Energía y la Agencia, según corresponda;
- XV. Cumplir con la regulación, lineamientos y disposiciones administrativas que emitan las Secretarías de Energía, de Hacienda y Crédito Público, la Comisión Reguladora de Energía y la Agencia, en el ámbito de sus respectivas competencias.

De acuerdo a lo señalado en el Título del permiso de distribución mediante planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P. **No. AD-MOR-006-C/99** emitido por la Secretaría de Energía; bajo la razón social de **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**, con una capacidad de 500,000 litros al 100 % agua, distribuidos en dos tanques con el fin de proporcionar el servicio de Distribución de Gas L.P. Actualmente conforme a las competencias de la Comisión Reguladora de Energía la planta cuenta con un el título de permiso otorgado por la mencionada dependencia No. **LP/14142/DIST/PLA/2016**.

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

Publicado el 31 de octubre de 2017 es el ordenamiento que regula los permisos para realizar las actividades de Tratamiento y refinación de petróleo; del Procesamiento de Gas Natural; exportación e importación de Hidrocarburos y Petrolíferos; Transporte, Almacenamiento, Distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación, comercialización y Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, según corresponda, así como la gestión de Sistemas Integrados , en términos del Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos.

Del cual, “**COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS**”, **S.A. de C.V.**, tiene la obligación de tomar en cuenta durante su tiempo de operación y que corresponden a las actividades que se derivan de una Planta de Distribución de GLP:

Sección séptima.

De la distribución.

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

Los Permisarios de Distribución de Gas Licuado de Petróleo podrán acordar esquemas con otros Permisarios, a fin de intercambiar sus Recipientes Portátiles y Recipientes Transportables vacíos, conforme a las disposiciones administrativas de carácter general que expida la Comisión.

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

CAPÍTULO VIII

DE LAS OBLIGACIONES DE LOS PERMISIONARIOS

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

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

Artículo 54.- Los Permisarios deberán presentar a la Secretaría o la Comisión, según corresponda, la información relativa a sus actividades para fines de regulación. La Secretaría y la Comisión, de acuerdo con sus respectivas competencias, expedirán disposiciones administrativas de carácter general que contendrán, para cada actividad permitida, los formatos y especificaciones para que los Permisarios cumplan con las obligaciones a que se refieren los artículos 50, fracciones IV y V, y 84 de la Ley.

Artículo 55.- Los Permisarios estarán obligados a comprobar la procedencia lícita de los Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos conforme a los artículos 56, fracción XI, y 84, fracción V de la Ley.

Para efectos de lo anterior, la Secretaría o la Comisión, en su caso, requerirán la información o documentación que lo acredite en términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

La Secretaría o la Comisión, en su caso, atenderán las quejas presentadas cuando existan indicios de la realización de actividades permitidas con Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos de procedencia ilícita y, de ser procedente, iniciarán los procedimientos administrativos de sanción correspondientes. Lo anterior con independencia de que el quejoso pueda hacer del conocimiento de otras autoridades los hechos posiblemente ilícitos, para que éstas determinen lo que en el ámbito de su competencia corresponda.

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

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

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

TÍTULO PRIMERO Disposiciones Generales Capítulo Único Naturaleza y Objeto

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

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

La Planta de Distribución de GLP propiedad de **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.** realiza actividades de competencia federal por ser una obra relacionada con la industria del petróleo. Al respecto se presenta la manifestación de impacto ambiental para su evaluación por parte de esta Agencia, quien será la dependencia encargada de su regulación y supervisión en todas sus etapas.

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

XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

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

El giro de la empresa comprende el almacenamiento, suministro, transporte y venta al público de GLP por lo que la actividad que desempeñará corresponde al Sector Hidrocarburos en base a las disposiciones jurídicas señaladas en este artículo.

TÍTULO SEGUNDO
Atribuciones de la Agencia y Bases de Coordinación
Capítulo I
Atribuciones de la Agencia

Artículo 5. La Agencia tendrá las siguientes atribuciones:

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

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

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

El promovente pretende a través de la manifestación de impacto ambiental, contar con la autorización en materia de impacto ambiental por la operación y mantenimiento de la Planta de distribución de GLP apegándose a las normas oficiales mexicanas, lineamientos y ordenamientos vigentes aplicables al sector hidrocarburos, de esta manera la empresa deberá acatar los lineamientos en dicha Ley, en particular contar con las autorizaciones en materia ambiental.

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

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.

TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 22-05-2015.

Fundamento y vinculación:

Que en el *Artículo 1* se menciona que el objeto de esta ley es garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación así como establecer las bases para (sólo se menciona aquella vinculante con el proyecto):

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

Durante las actividades de operación y mantenimiento de la Planta de distribución de GLP., se tiene la generación de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos como resultado de las actividades de limpieza y mantenimiento de toda la instalación, por lo que la empresa COMPAÑÍA GAS DE MORELOS, S.A. DE C .V., deberá de cumplir con lo establecido en esta Ley, para el control, manejo, almacenamiento y la disposición final de sus residuos.

Que la clasificación de un residuo como peligroso se establece en las normas oficiales mexicanas, que especifican la forma de determinar sus características, incluyen los listados de los mismos y fijan los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos (*Artículo 16*). Al respecto, el promovente considera lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para identificar los residuos peligrosos generados en las instalaciones, verificando que estos residuos se encuentran incluidos en la citada norma.

El *Artículo 18*, señala que los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, asimismo en el *apartado II.2.9 y II.2.10 del Capítulo II* de la *MIA-P*, se indica el manejo de estos residuos.

La recolección de los residuos sólidos urbanos es por parte del servicio de limpia del Ayuntamiento del municipio de Yautepec.

El *Artículo 40*, señala que los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

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

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

El promovente se ha registrado como *Pequeño generador de residuos peligrosos del sector hidrocarburos* de acuerdo a la categoría del *Artículo 44 fracción II*.

Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, así como el registro de los casos en los que transfieran residuos peligrosos a industrias para que los utilicen como insumos o materia prima dentro de sus procesos indicando la cantidad o volumen transferidos y el nombre, denominación o razón social y domicilio legal de la empresa que los utilizará.

Los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos (*Artículo 45*). Así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por el manejo de los residuos sólidos urbanos y en su caso de residuos de residuos peligrosos.

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

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

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

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

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

D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La operación de la planta de distribución de GLP propiedad de la **empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. DE C.V.** es propia del sector hidrocarburos, ésta cuenta con una capacidad de almacenamiento de 500,000 litros volumen agua al 100%, distribuida en dos tanques de almacenamiento del tipo intemperie-cilíndrico horizontal, especiales para contener GLP, dos recipientes de 250,000 litros agua al 100 % cada uno por lo tanto se considera que la actividad es altamente riesgosa debido a que la cantidad almacenada es equivalente a 295,910 kg los cuales rebasan la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Que el promovente manifiesta de manera voluntaria que las instalaciones se encuentran totalmente construidas y operando como planta de distribución de GLP, sin contar con autorización en materia de impacto ambiental, por lo que somete a evaluación de impacto ambiental las actividades de operación y mantenimiento de la planta de distribución de GLP con el objeto de obtener la autorización de impacto y riesgo ambiental expedida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Asimismo se presenta el estudio de riesgo ambiental Modalidad Análisis de Riesgo correspondiente para su evaluación, el cual contiene la información de las *fracciones I, II y III del Artículo 18:*

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

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

Fundamento y vinculación:

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

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

El *Artículo 34 Bis*, y en términos del *artículo 95* de la *Ley de Hidrocarburos* son de competencia federal los residuos generados en las Actividades del Sector Hidrocarburos, y estarán sujetos a lo previsto en el presente Reglamento.

Que la identificación de los residuos peligrosos se realiza con base a los siguientes criterios:

- I. *Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;*
- II. *Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:*
 - a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y
 - b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad.

Durante la etapa de operación y mantenimiento de la Planta, se generan residuos peligrosos como resultado de la limpieza y mantenimiento de las instalaciones, por lo que los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a la normatividad aplicable y de conformidad con lo previsto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en este Reglamento.

Atendiendo a las categorías de generadores establecidas en el Artículo 42, la empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A DE C.V. se considera como:

II. Pequeño generador: definido como el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Se ha realizado el Registro de generador de residuos peligrosos, en la categoría de. ***En la sección de anexos se encuentra el registro con No. de bitácora 17/EV-0051/06/08.***

Que el *Artículo 46* indica que los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen.

II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial.

III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;

V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

La empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS S.A. DE C.V., debe considerar durante la operación de la planta lo indicado en el *Artículo 71*, respecto al llenado de las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento:

I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:

- a) Nombre del residuo y cantidad generada;
- b) Características de peligrosidad;

- c) Área o proceso donde se generó;
- d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos,
- e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;
- f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y
- g) Nombre del responsable técnico de la bitácora.

Asimismo deberá considerar, para el almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, las condiciones indicadas en el *Artículo 82*, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular. Para el cumplimiento de lo anterior, en el *apartado II.2.9 y II.2.10 Capítulo 2* de la MIA-P, se indica la infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos que realiza el promovente en sus instalaciones.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Con base en el análisis realizado en el programa Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) vía Internet, que la SEMARNAT pone a la disposición del público en general, arroja que el proyecto incide en la Región Ecológica 18.19, en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 69 denominada Sierras y Valles Guerrerense, con clave de política 18 (restauración y aprovechamiento sustentable) la cual presenta un nivel de atención prioritaria Media, referente a la atención de posibles conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos.

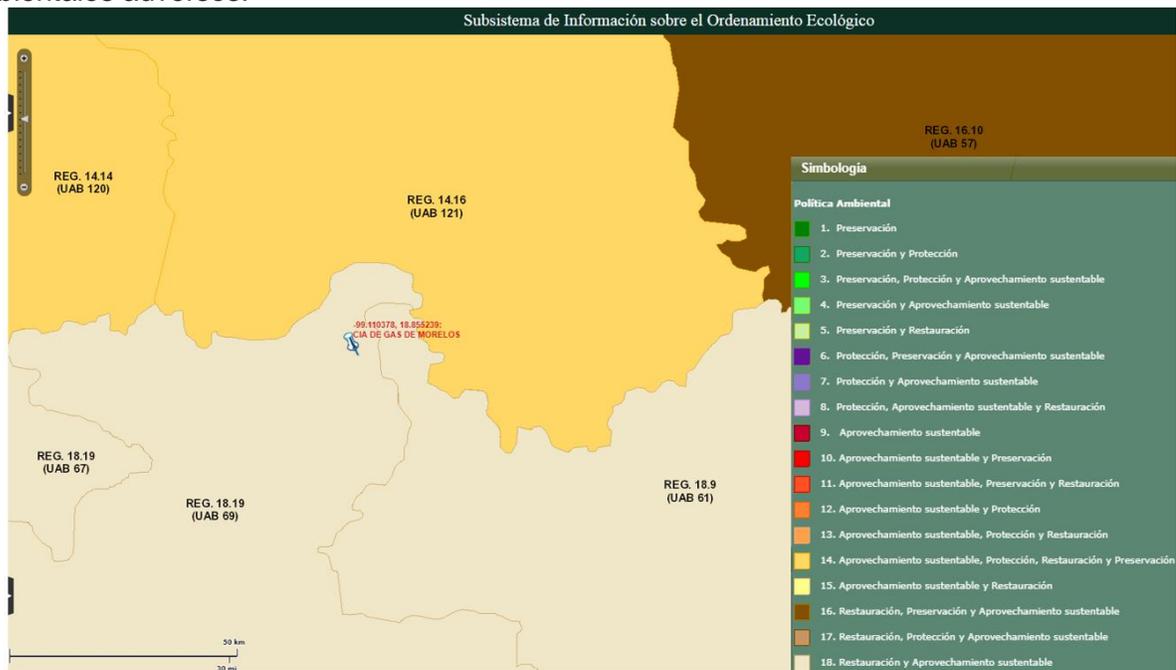
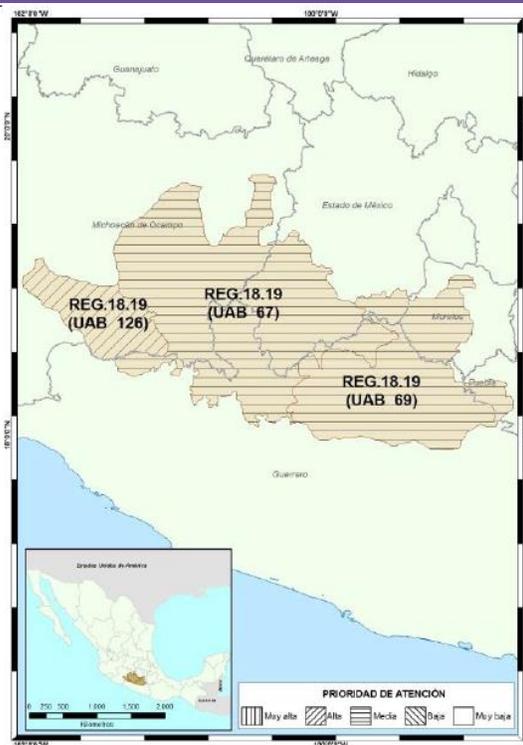


Figura I.9 Programa de Ordenamiento Territorial donde se encuentra la planta de distribución de GLP.

FICHA TÉCNICA DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 18.19, UAB 69



REGION ECOLOGICA:18.19
 Unidades Ambientales Biofísicas que la componen:
 67. Depresión del Balsas
69. Sierras y Valles Guerrerenses
 126. Cordillera Costera Michoacana Este

Localización:
 67. Noroeste de Guerrero y este de Michoacán
 69. Norte de Guerrero
 126. Porción sur-oriental del estado de Michoacán

Superficie total: 33,011.44Km ²	Población de la UAB 69: 1,342,229 habitantes	Población indígena de la UAB 69: Montaña de Guerrero
Superficie de la UAB 69: 11,161.17 Km ² :	Rectores del desarrollo UAB 69 Forestal - minería	Asociados del desarrollo Desarrollo Social Otros sectores de interés Pueblos Indígenas -SCT

Estrategias sectoriales de la UAB 69:

4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

Estado Actual del Medio Ambiente 2008 de la UAB 69:

Inestable. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la vegetación. Sin degradación por desertificación. La modificación antropogénica es de baja a media. Longitud de carreteras (km): Media. Porcentaje de zonas urbanas: Baja. Porcentaje de cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Media. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 16.2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Escenario al 2033:

Inestable a crítico

Política Ambiental:

Restauración y Aprovechamiento Sustentable

Prioridad de Atención:

Medio

Continuación...

Estrategias. UAB 69	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
B) Aprovechamiento sustentable	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p> <p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes</p>
D) Restauración	<p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	<p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio</p>
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	<p>25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.</p> <p>26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física</p>
C) Agua y saneamiento	<p>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p>
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p>30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.</p> <p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p>32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>
E) Desarrollo social	<p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	<p>42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>
B) Planeación del ordenamiento territorial	<p>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil</p>

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos

Programa de Ordenamiento Ecológico tiene como propósito promover y regular el uso del suelo en la Entidad, articulándose a nivel regional y municipal, promoviendo las medidas de mitigación para anular o compensar ambientes adversos, mediante la participación de los sectores productivos y la sociedad en el proceso de ordenamiento ecológico del Estado. El ordenamiento ecológico tiene por objeto establecer y orientar la política de uso del suelo en función del impacto ambiental que generan las actividades productivas en el estado de Morelos.

Al área donde está ubicada la planta en particular, se le asignó una política mixta de aprovechamiento-restauración. Esta política se aplica a las UGA donde existen áreas de uso agrícola o pecuario entre las cuales se encuentran fragmentos de vegetación natural y ecosistemas perturbados. Debido a la elevada erosión potencial y a menudo a la rentabilidad del uso agropecuario, es conveniente restaurar parcialmente la UGA, sobre todo en las áreas donde es mayor la pendiente y por lo tanto se incrementa el riesgo hidrogeológico.

La planta de almacenamiento de gas l.p. se ubica en la UGA 189, perteneciente al grupo Aprovechamiento-Restauración, con clave 512, este grupo está dirigido al aprovechamiento restauración en agricultura con selva baja caducifolia, que tiene como lineamiento recuperar las funciones ecológicas de la selva baja caducifolia y mitigar gradualmente los efectos adversos de las actividades agrícolas.

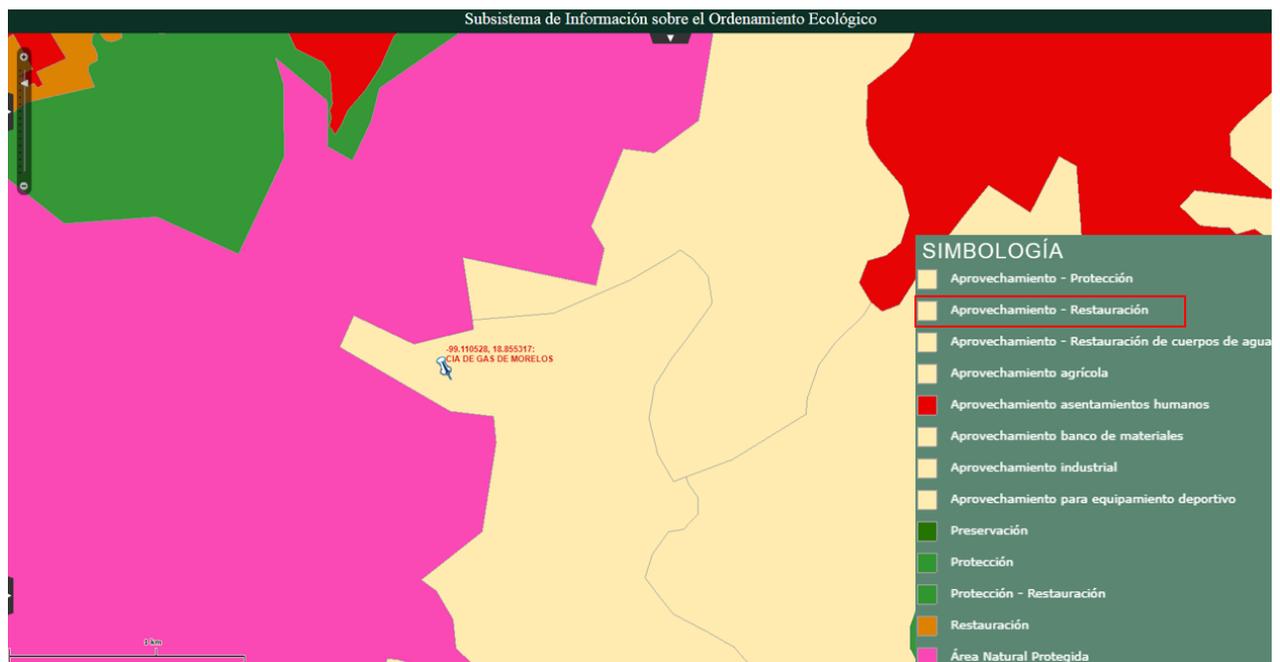


Figura I.10 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos donde se encuentra la planta de distribución de GLP.

Programa de Desarrollo Urbano Sustentable de Yautepec

El objetivo general del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Yautepec, es el de constituirse en un instrumento normativo que permita ordenar y regular los usos y destinos del suelo, orientar la constitución de reservas territoriales e incidir en la inversión pública y privada. Promover el desarrollo urbano ordenado y sustentable de los centros de población del municipio. Preservar el entorno natural previendo el impacto de los factores externos y el crecimiento urbano de la población. Impulsar el desarrollo económico del territorio, a través de programas, obras y acciones, y el fomento de inversiones y participación ciudadana.

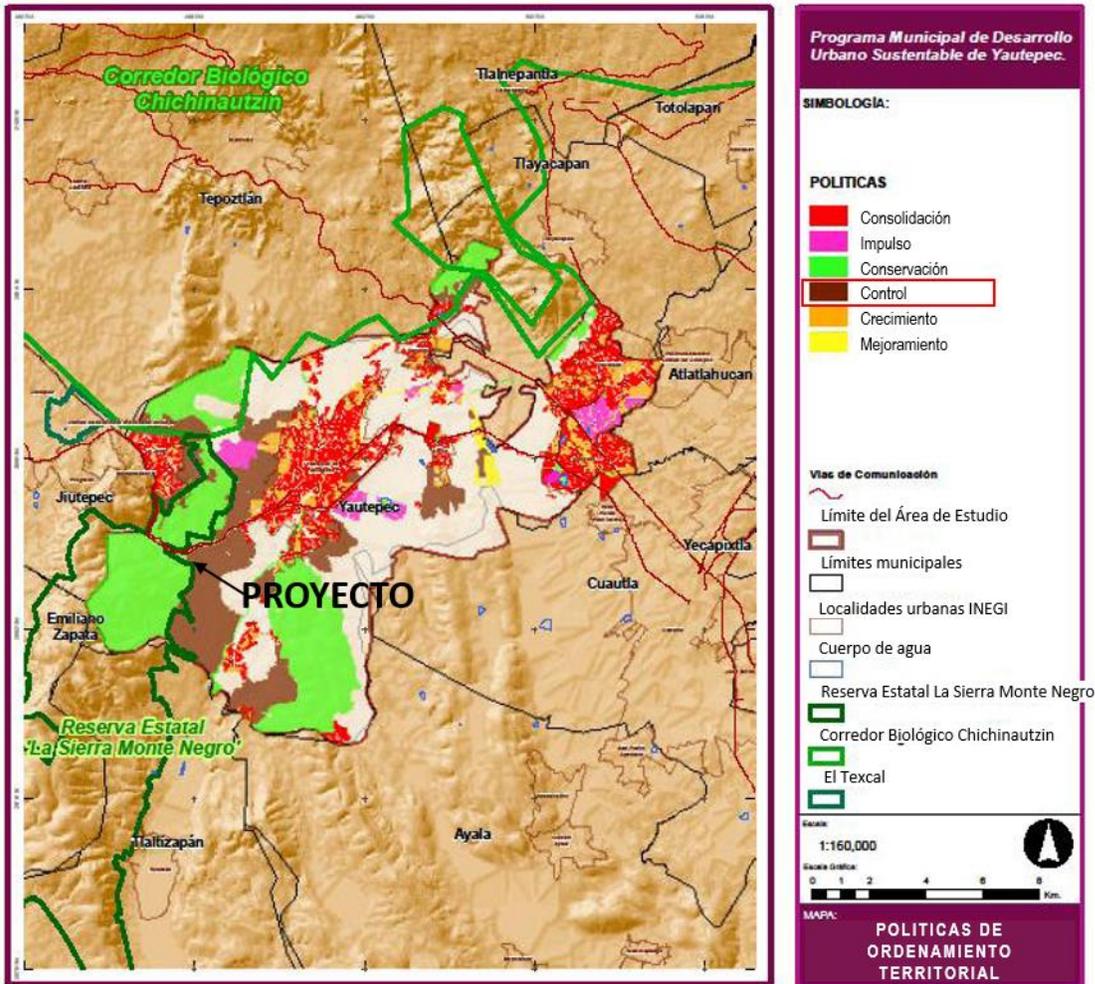


Figura I.10 Programa de Desarrollo Urbano Sustentable de Yautepec donde se encuentra la planta de distribución de GLP.

Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Yautepec

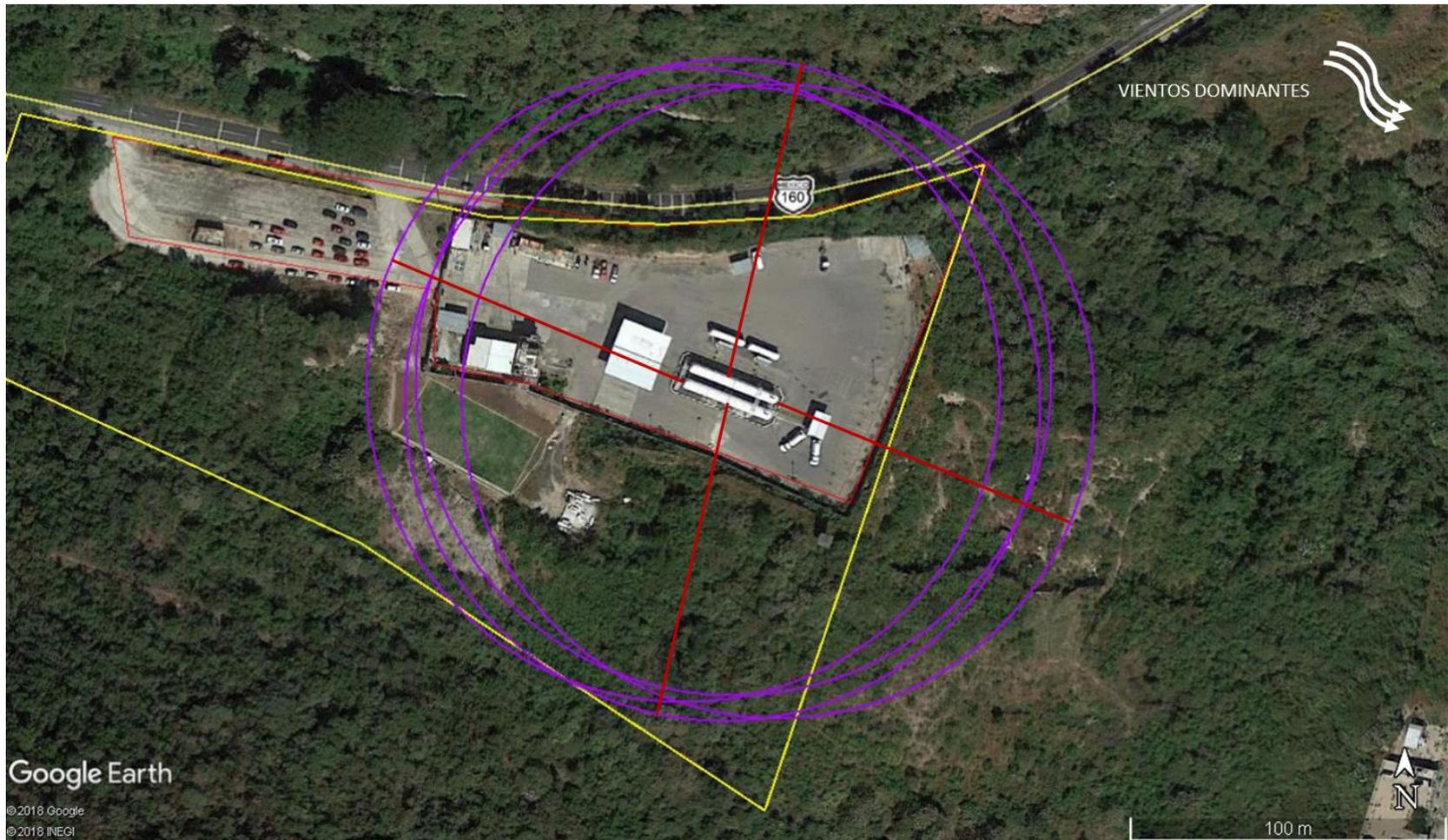


Figura I.11 Distanciamiento de la tangente del tanque de almacenamiento con los alrededores

I.1.1. Proyecto civil.

La información que conforma la *Memoria Técnico Descriptiva* de la Planta de Distribución de Gas L.P. – **instalación** –, propiedad de **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**, es resultado de la aplicación de los lineamientos del Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos de fecha 31 de Octubre de 2014 así como la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 *Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación* publicada el 22 de Octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.

El predio donde se ubica en el km 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuautla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos, cuenta con accesos consolidados, mismos que permiten el tránsito seguro de vehículos.

Urbanización.

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

a) Edificios.

Las construcciones destinadas para las oficinas, taller mecánico, sanitarios, cuarto de equipo contra incendio, vigilancia y tablero eléctrico se ubican por el lindero norte del terreno de la planta, los materiales con que están construidas son en su totalidad incombustibles, ya que su techo es losa de concreto, muros de tabique y cemento, con puertas y ventanas metálicas.

b) Bardas o delimitación del predio.

El terreno que ocupa la planta se encuentra delimitado en los linderos Norte, Oeste y parte del Sur con barda de piedra de 3 m de altura; el lindero Este y parte del lindero Sur con barda de tabique de 3 m de altura, ambos sobre el nivel de piso terminado.

c) Accesos.

Por el lindero este del terreno se cuenta con una puerta con una puerta de 8 m de ancho, la cual es usada para entrada y salida de los vehículos propiedad de la empresa y por el lindero Norte del terreno se cuenta con otra puerta de 6 m de ancho la cual es usada como salida de emergencia, ambas puertas son en su totalidad metálicas.

d) Estacionamiento.

Las zona destinada para el estacionamiento interior de los vehículos repartidores se localiza por los linderos Oeste y Sur del terreno de la planta, está ubicado de tal forma que la entrada o salida de cualquier vehículo a estacionarse no interfiera con la circulación de los demás ni afecte a los ya estacionados.

El piso es de arena y grava compactada y está construido con las pendientes adecuadas para evitar el estancamiento de aguas de lluvia, esta planta cuenta con áreas de circulación.

e) Talleres.

Esta planta cuenta con taller de servicio mecánico para la reparación de vehículos, el cual se localiza por el lindero Norte del terreno de la planta y completamente aislado de la zona de almacenamiento y áreas de trasiego, su uso es para reparaciones menores, como lo es cambio de aceite y lubricación, lavado y reparaciones mecánicas en las que se excluye el uso de soldadura y operaciones que requieran fuego.

f) Zona de almacenamiento.

La protección de la zona de almacenamiento es de muretes de concreto armado con altura de 0.6 m, las bombas y compresoras se encuentran ubicados dentro de la misma zona de almacenamiento y además cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.

Datos de los tanques I y II:

Capacidad en kg H₂O al 100%: 250,000 kg.

Tara en kg: 40,382 kg.

Peso total en kg: 290,382 kg.

Carga por soporte: 145,191 kg.

g) Muelle de llenado.

El muelle de llenado se encuentra inhabilitado por el momento

h) Servicios sanitarios.

○ Servicios sanitarios

En una sección de la construcción localizada en el lindero norte del terreno de la planta se cuenta con los servicios sanitarios para el personal obrero, mismos que están construidos en su totalidad de materiales incombustibles. El servicio sanitario consta de cinco tazas, cuatro mingitorios, cinco lavabos, un mingitorio general y dos regaderas para el abastecimiento de agua se cuenta con una cisterna de capacidad apropiada.

- Fosa séptica

El drenaje de las aguas negras está conectado por medio de tubos de concreto de 0.15 m de diámetro, con una pendiente de 2 % a una fosa séptica, la cual se localiza por el lindero suroeste del terreno general de la empresa. Está construida en tres secciones, las que a continuación se describen; la primera que constituye la cámara de fermentación de 2 m x 1.2 m x 1.5 m de profundidad, la segunda que es la cámara de oxidación de 2.5 m x 1.2 m x 1 m de profundidad, finalmente se tiene el pozo de absorción 1 m de diámetro y 1.8 m de profundidad; los materiales de que estará construida ésta fosa con tabique y concreto en sus paredes y tapas de losa de concreto en su parte superior.

i) Cobertizo de maquinaria

Como cobertizos se consideran las estructuras de las áreas de trasiego, las cuales son metálicas en su totalidad siendo sus techos de lámina galvanizada y soportada por postes de fierro, según se aprecia en el plano general. Estos cobertizos sirven para proteger de la intemperie a las mangueras, accesorios y maquinarias allí instalada.

j) Rótulos de prevención y pintura

- Pintura de tanques de almacenamiento:

Los tanques de almacenamiento se encuentran pintados de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es de aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que lo contiene, también se encuentra rotulado con caracteres no menores de 15 cm, la capacidad total en litros agua, así como la razón social de la empresa y número económico.

- Pintura en topes, postes, protecciones y tubería

Los muretes de concreto que constituyen la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto en el interior de la planta, se encuentran pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro de forma alternada.

- Tuberías

Todas las tuberías se encontrarán pintadas anti-corrosivamente con los colores distintivo reglamentario como son: 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 blanco las de aire

Las instalaciones del proyecto que se encuentran como permanentes son la planta de distribución de gas l.p., que ocupa el 28% del área total del proyecto y/o área de influencia; el área de recreación aprovecha el 4%, el área de disposición de residuos de manejo especial abarca el 1%, y finalmente el estacionamiento y accesos cubren el 10%, de éstas áreas resta el 57% de la superficie total y comprende áreas verdes o de conservación.

Del área total de predio conformado por 36,576.00 m², la planta de distribución de gas l.p. ocupa **10,117.97 m²**.

Se anexan Memoria Técnico Descriptiva y planos del Proyecto Civil a escala. Ver sección de anexos.

I.1.2. Proyecto mecánico.

La instalación incluye los siguientes elementos para llevar a cabo sus operaciones, la cuales se limitan a realizar el trasvase o transferencia de **GLP** de un recipiente a otro, es decir trasiego; por lo que se presentan las características de los recipientes de almacenamiento así como de los equipos empleados en las operaciones de trasiego.

a) Tanques de almacenamiento

La planta cuenta con dos tanques de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico horizontal, especiales para contener GLP, los cuales se localizan de tal manera que cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.

Se encuentran montados sobre bases de concreto de tal forma que puedan desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.

Cuentan con una zona de protección constituida por muretes de concreto con altura de 0.60 metros.

Los tanques tienen una altura de 2.00 metros, medida de la parte inferior de los mismos al nivel de piso terminado.

A un costado de los tanques, se tienen escaleras metálicas para tener acceso a la parte superior de los mismos, contando también con una pasarela metálica sobre los domos de los tanques para llegar a las válvulas de seguridad y también se tiene una escalerilla al frente, misma que es usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.

Los tanques escaleras y pasarelas metálicas, 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.

Los tanques instalados tienen las siguientes características:

ESPECIFICACIONES	TANQUE I	TANQUE II
Construido por:	TATSA	
Según Norma:	NOM-021/1-SCFI-1993	NOM-021/1-SCFI-1993
Capacidad en litros agua:	250,000	250,000
Año de fabricación	1997	1997
Diámetro exterior:	3,380 mm.	3,380 mm.
Longitud total :	29.90 m.	29.90 m.
Presión de trabajo :	14 kg/cm ²	14 kg/cm ²
Factor de seguridad	4	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas	Semiesféricas
Eficiencia:	100%	100%
Espesor lámina cabezas	9.52 mm	9.52 mm
Material lámina cabezas:	SA-612	SA-612
Espesor lámina cuerpo	16.58 mm	16.58 mm
Material lámina cuerpo:	SA-51,570	SA-51,570
Coples :	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²
No. de Serie:	TP-1139	TP-1138
Tara :	40,382 kg	40,382 kg

Cuenta además con los siguientes accesorios (de acuerdo a la visita de campo):

- Un medidor magnético para nivel del líquido marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro.
- Un termómetro marca Surex con graduación de -50 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Econo con graduación de 0 a 28 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165C de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.
- Una válvula interna neumática (exceso de flujo) para gas - líquido marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.
- Una válvula interna neumática (exceso de flujo) para gas - vapor marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 2,510.20 m³/h (88,700 ft³/h) LPM (122 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 945 LPM (250 GPM).

- Dos válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 454 L.P.M. (120 G.P.M.) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas – vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-líquido marca Rego modelo 3282C de 32 mm (1 ¼") de diámetro, con capacidad de 463 m³/h (16,300 ft³/h) cada una.
- Dos aditamentos múltiples bridados de marca CMS modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A-3149-G de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min.
- Una conexión soldada a los tanques para cable a "tierra"
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de los tanques contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y de 2 m de altura.

b) Maquinaria

Para llevar a cabo las operaciones de trasiego se cuenta con los siguientes equipos:

1. Bombas

Bomba III y IV

Operación básica	Carga de auto-tanque y carburación
Marca:	Corken
Modelo:	1022 (B-II y III) 522 (B-I)
Motor eléctrico:	10 HP
RPM:	640
Capacidad nominal:	757 LPM (200 GPM)
Presión diferencial de trabajo máxima:	5 kg/cm ²
Tubería de succión:	76 mm (3") ϕ
Tubería de descarga:	76 mm (3") ϕ

2. Compresor

Número:	I y II
Operación básica:	Descarga de remolques - tanque
Marca:	Blackmer
Modelo:	LB-361 LB-601
Motor eléctrico:	25 HP 15 HP]
RPM:	695 790
Capacidad nominal:	363 LPM (168 GPM) 1,329 LPM (351 GPM)

Desplazamiento:	53 m ³ /h 103.4 m ³ /h
Radio de compresión:	1,49
Tubería de gas-líquido:	76 mm (3") ϕ
Tubería de gas-vapor:	51 mm (2") ϕ

Las bombas y el compresor están ubicadas dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento y además cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.

Cada bomba y el compresor junto con su motor, están 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 encuentran conectados al sistema general de "tierra".

La descarga de la válvula de purga de líquidos, se encuentra a una altura mínima de 2.50 m sobre nivel del piso.

3. 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 permanecerán "cerradas" o "abiertas", según el sentido de flujo que se requiera.

○ Controles automáticos.

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 51 mm (2") de diámetro, para retorno de gas - líquido excedente a los tanques de almacenamiento; este control consiste de una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² (71 lb/in²).

○ Controles de medición.

En la carburación se encuentra instalado un medidor volumétrico de gas l.p. para el control interno en el llenado de tanques montados en vehículos propiedad de la empresa, el cual tiene las características siguientes:

Marca	Shclumberger (Neptune)
Tipo:	4D
Diámetro de entrada y salida:	38 mm.
Capacidad:	227 LPM (60 GPM) máx 45 LPM (12 GPM) mín
Presión de trabajo:	24.6 kg/cm ²
Registro modelo:	843
Capacidad de totalizador:	99,999,999 lts
Capacidad del registro-impresor:	99,999.9 lts

c) Tuberías y conexiones.

Todas las tuberías instaladas para conducir GLP son de acero cédula 40, sin costura para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm² y en donde existan accesorios roscados, estos son para una presión de trabajo será de 140-210 kg/cm² y con tubería de acero cédula 80. Las pruebas de hermeticidad se efectuaran por un periodo de 60 minutos con gas inerte a una presión mínima de 10 kg/cm².

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

Trayectoria	Líneas		
	Líquido	Retorno Líquido	Vapor
De tanques a tomas de recepción	101 y 51 mm	- - -	51 mm
De tanques a tomas de suministro	76 mm	51 mm	32 mm
De tanques a múltiple de llenado	76 y 51 mm	51 mm	- - -
De tanques a toma de carburación	76 y 32mm	- - -	32 mm

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

Además se cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc marca Carboline tipo RP 480 y pintura de enlace primario epóxico catalizador tipo RP 680.

d) Muelle de llenado.

El muelle de llenado se encuentra deshabilitado por el momento por razones de gestión interna.

e) Tomas de recepción.

Las tomas de recepción está localizadas por el lado sur y oeste de la zona de almacenamiento, se encuentran instaladas en una zona de protección de concreto de 0.60 metros de altura, estando dichas tomas a una distancia de 7.25 y 14.20 metros de los tanques de almacenamiento.

Para descargar los remolques-tanque se cuenta con tres juegos de tomas, constando cada juego de dos bocas terminales de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas - líquido que se conectan a una tubería de 76 mm (3") de diámetro, además está integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro, para conducir gas - vapor que se conectará a la tubería de 51 mm (2") di diámetro.

Las líneas de líquido en su tramo de 51 mm (2") consta de un acoplador de llenado, una válvula de globo recta, un tramo de manguera de 2" de diámetro, punto de fractura, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de globo recta y un indicador de flujo. En total son 5 tomas de líquido.

Las líneas de vapor en su tramo de 32 mm (1 ¼") constan de un acoplador de llenado, una válvula de globo recta, un tramo de manguera de 1 ¼", punto de fractura, una válvula de exceso de flujo y una válvula de actuación remota (neumática). En total se cuenta con 3 tomas de vapor.

Las líneas de tubería que realizan este recorrido de la zona de almacenamiento a las tomas de recepción van dentro de una trinchera de concreto protegida con una rejilla metálica permitiendo además la visibilidad, mantenimiento y ventilación de las tuberías.

f) Tomas de suministro.

Las tomas de suministro están localizadas por el lado Oeste de los tanques de almacenamiento y para su protección se instalarán dentro de la misma zona de protección de los tanques.

La carga de auto-tanques se efectúa por medio de dos bombas, teniéndose la tubería a la descarga de 76 mm (3") de diámetro reduce a 51 mm (2") de diámetro y conserva el mismo diámetro en su boca terminal; la tubería que conduce gas-vapor en esta trayectoria es de 32 mm de diámetro, hasta la boca terminal de 32 mm (1 ¼") de diámetro.

Se cuenta con dos tomas de líquido y dos de vapor. Las tomas de vapor en su tramo con diámetro de 51 mm (2") cuentan con acoplador de llenado, válvula de globo recta, un tramo de manguera de 2" de diámetro, punto de fractura, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de globo recta, una válvula de no retroceso, una válvula de actuación remota (neumática) y un indicador de flujo. Por su parte las tomas de vapor de 32 mm (1 ¼" de diámetro) constan de acoplador, una válvula de globo recta, una tramo de manguera de 1 ¼", una válvula de globo recta y una válvula de no retroceso.

g) Toma de carburación.

Se cuenta con una línea para carburación de vehículos propiedad de la empresa y es localizada por el lado Oeste de la zona de almacenamiento y para su mayor seguridad va dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento.

Esta operación se efectúa por medio de la bomba IV, para ello se cuenta con una tubería a la descarga de 76 mm (3") y a continuación reduce a 32 mm (1 ¼") de diámetro hasta la llegada del medidor y manteniendo el mismo diámetro a la salida del mismo, la línea de vapor es de 32 mm (1 ¼") de diámetro y reduce a 19 mm (¾") de diámetro.

Todas las tomas cuentan en sus bocas terminales con dos válvulas de globo recta, un tramo de manguera especial para GLP 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 cuenta además con una válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (½") de diámetro.

En las tomas de descarga de remolques-tanque que conducen gas-líquido se cuenta con un indicador de flujo tipo no retroceso y en la de gas-vapor con válvula de cierre de emergencia de control neumático y válvula de exceso de flujo de cierre automático.

En las tomas de carga de auto-tanques, se cuenta en la boca de gas-vapor con válvula del tipo no retroceso y en la boca de gas-líquido con válvula de cierre de emergencia de control neumático y una válvula de exceso de flujo de cierre automático.

h) Mangueras

Todas las mangueras usadas para conducir GLP son especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del GLP, están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 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, suministro y carburación, estando estas últimas protegidas contra daños mecánicos. Las mangueras cuando no están en servicio sus acopladores quedan protegidos con tapón.

i) 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 de GLP, los coples soldables que contienen a las abrazaderas cuentan con puntos de ruptura, realizados con un 20% del espesor de pared, están localizados en el niple que conecta en sus extremos codos, permaneciendo uno de ellos fijo y soldado al marco metálico de retención.

Se anexa Memoria Técnica y plano del Proyecto Mecánico. Ver sección de anexos.

I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio.

El sistema contra incendio está conformado por los siguientes elementos y que conforman la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **Compañía de gas de Morelos, S.A. de C.V.**:

a) Listas de componentes del sistema

1. Extintores manuales
2. Extintor de carretilla
3. Alarma
4. Accesorios de protección
5. Comunicaciones
6. Manejo de agua a presión
7. Entrenamiento de personal

b) Descripción de los componentes del sistema

o Extintores manuales

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalaron extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg. de capacidad cada uno, en los lugares siguientes, a una altura máxima de 1.50 m y mínima de 1.20 m medidas del piso a la parte del extintor.

No. De extintores	Área
2	Tablero eléctrico (bióxido de carbono)
3	Oficinas
6	Estacionamiento
1	Caseta de equipo contra incendio
3	Tomas de recepción
1	Tomas de suministro
1	Toma de carburación para auto-abasto
2	Zona de almacenamiento
4	Bombas
2	Compresores
1	Taller mecánico
1	Caseta de vigilancia
1	Sanitarios

o Extintor de carretilla

Se cuenta con cuatro extintores de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco. Dos localizados por el lado oeste de la zona de almacenamiento, y el otro en el lado este de la misma zona de almacenamiento. Y uno en el lindero este de la planta cerca de la entrada y salida.

- Accesorios de protección

A la entrada de la planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos matachispas, los cuales son adaptados a cada uno de los vehículos que tiene acceso a la misma, se cuenta además con dos traje de amianto para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio, se cuenta también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada esta solo en casos de emergencia.

- Alarmas

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

- Comunicaciones

Se cuenta con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifican los números a marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidad de emergencia del IMSS cercana, etc., contando un criterio preestablecido. Además a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se dan las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la planta hasta nuevo aviso.

- Manejo de agua a presión

Para el manejo a presión se cuenta con una cisterna compuesta por los siguientes elementos:

1. Cisterna de seguridad con capacidad de 117.8 m³, con medidas en planta de 7.6 m x 6.2 m y 2.50 metros de profundidad, este recinto subterráneo construido con concreto armado y cuenta con acceso de personas de 0.70x0.70 metros. Su llenado se hace a base de pipas.
2. El cuarto de equipo contra incendio está construido con dimensiones en planta de 3.2 m x 3.76 m y altura de 2.5 m, cuenta con un acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

Bomba con motor de combustión interna de 76 HP y un gasto de 3,500 LPM a 6 kg/cm².
Bomba con motor eléctrico de 75 HP y un gasto de 3,500 LPM a 6 kg/cm².

3. Red distribuidora con tubo galvanizado clase 11.2 kg/cm², accesorios y conexiones de fierro fundido clase 8.5 kg/cm². Esta tubería es subterránea y tiene una profundidad de 1.00 metro; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tuberías de 152 mm (6") de diámetro.

Esta cisterna alimenta a los siguientes componentes:

Cuatro hidrantes y el riego por aspersion de los tanques de Gas L.P.

Para el enfriamiento de los tanques, se cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro.

La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

4. Tubería y elementos de rociado para el tanque
Los tanques cuentan con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba de los tanques.

Estas tuberías son de 51 mm de diámetro. Los tubos se instalaron a lo largo del tanque, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 boquillas por tanque. Las boquillas de rociado son marca Spraying Systems tipo recto Modelo $\frac{3}{4}$ -HH-40 con un gasto de 61.32 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm².

○ Entrenamiento de personal:

Se imparten cursos de entrenamiento de personal, que abarcaron los siguientes temas:

1. Posibilidades y limitaciones del sistema.
2. Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
3. Uso de manuales.

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

- II. Mantenimiento general:
Puntos a revisar.
Acciones diversas y su periodicidad.
Mantenimiento preventivo a equipos y agua
Mantenimiento correctivo y agua.

○ Prohibiciones

Se prohíbe el uso en la planta de lo siguiente:

Fuego

Para el personal con acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego:

- Protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines, excepto los de aluminio.
- Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que puedan producir chispa.
- Toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas para atmósferas de gas inflamable.

c) Rótulos de prevención y pintura

PINTURA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

- Los tanques de almacenamiento están pintados de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que los contiene.
Se 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.

PINTURA EN TOPES, POSTES, PROTECCIONES Y TUBERÍAS:

- Los muretes de concreto que constituyen la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes de concreto existentes en el interior de la planta, están pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.
- Todas las tuberías están pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son:

De color blanco las conductoras de gas-líquido, blanco con bandas color verde las que retornen gas-líquido a los tanques de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, azul las que conducen aire o gas inerte y rojo las de agua del sistema contra incendio.

ROTULO	PICTOGRAMA	LUGAR
"ALARMA CONTRA INCENDIO"		Interruptores de alarma
"PROHIBIDO ESTACIONARSE"		Cuando aplique en puertas de acceso de vehiculos y salida de emergencia, por ambos lados y en la toma siamesa
"PROHIBIDO FUMAR"		Área de almacenamiento y trasiego
"HIDRANTES"		Junto al hidrante
"EXTINTOR"		Junto al extintor
"PELIGRO, GAS INFLAMABLE"		Área de almacenamiento, tomas de recepción y suministro. Si existe despachador, uno por cada uno
"SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS"		Área de almacenamiento y tomas de recepción
"SE PROHIBE ENCENDER FUEGO"		Área de almacenamiento, tomas de recepción y suministro
CODIGO DE COLORES DE LAS TUBERIAS	LETRERO	Zona de almacenamiento, entrada a la planta
"SALIDA DE EMERGENCIAS"		En su caso, en ambos lados de las puertas
"VELOCIDAD MAXIMA 10 KM/H"		Areas de circulación
"LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS"	LETRERO	Tomas de recepción y suministro
"MONITOR CONTRA INCENDIO"	LETRERO	Junto al monitor
"PROHIBIDO REALIZAR A VEHICULOS, EN ESTA ZONA"	LETRERO	Toma de suministro, recepción y zona de almacenamiento
"PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO"	LETRERO	De acuerdo al proyecto contra incendio
"VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA"	LETRERO	Junto a la válvula
"GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO"	LETRERO	Junto a gabinete
"BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR"	LETRERO	Junto a la válvula de paro de emergencia y botón de paro de motores

Se anexan Memoria Técnica Descriptiva y planos del Proyecto Contra Incendio a escala. Ver sección de anexos.

I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

La operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. es comparativamente simple, no se realizan o se involucran reacciones químicas, el proceso de la planta solo involucra el trasvase del gas licuado de petróleo (GLP) de un recipiente a otro, así como su almacenamiento temporal mediante los dos recipientes de almacenamiento con capacidad cada uno de 250,000 L agua al 100%, siendo la capacidad total de almacenamiento de la *instalación* – Planta de Distribución de Gas L.P. – 500,000 L agua al 100%.

El Gas L.P. es la única sustancia que se maneja dentro del proceso de producción, y en dicho proceso sólo se contempla la recepción, almacenamiento y trasiego a recipientes transportables y auto-tanques, aunque es importante considerar que existe un cambio de estado; de líquido a vapor, por diferencia de presión y variación en la temperatura, no se lleva a cabo ninguna otra operación que no sea el trasiego de GLP (transferencia de un recipiente a otro), por ello es que se dice que las operaciones de la *instalación* son relativamente simples.

Considerando que en la Planta de Distribución de Gas L.P. no se desarrollan procesos productivos – que involucren reacciones químico u otras operaciones unitarias – a fin de obtener un producto final a partir de ciertas materias primas, las líneas de producción que se involucran serán bajo los siguientes lineamientos:

- Recepción de Gas L.P.
- Almacenamiento de Gas L.P.
- Trasiego de Gas L.P.

El proceso para la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. se lleva a cabo de la siguiente forma:

A condiciones normales el Gas L.P. (GLP) se encuentra en estado gaseoso, por lo que para su manejo, almacenamiento y transporte este se licua y se maneja bajo presión (aproximadamente de 7.0 kg/cm²) para mantenerla en estado líquido a condiciones normales de temperatura.

La operación de la Planta de Distribución de GLP, es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química. El trasiego de dicho gas involucra únicamente la fase líquida y vapor, por variación de presión y temperatura en el proceso. El GLP sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a recipientes transportables y auto-tanques para el suministro a los usuarios.

Procedimientos de Descarga de Semirremolques:

- Al inicio de turno el personal de descarga revisará el espacio disponible del tanque de almacenamiento y lo registrará.
- Al llegar a la planta, el semirremolque se dirigirá a las tomas de recepción, donde será recibido por el personal operativo. El operador revisará el porcentaje del nivel a través del dispositivo instalado en el semirremolque para enterarse de la cantidad de gas l. p. contenido en este; también se cerciorará de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo.
- Indica al chofer del semirremolque donde deberá estacionarse y verificará 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.
- Acoplar la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y en color blanco.
- Posteriormente abrirá la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- Acoplará la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, abrirá la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- Abrirá las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente.
- En la línea del tanque hasta las tomas de recepción se abren las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- Accionará 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 apagará el motor del compresor.

- Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras así como del semirremolque y las retirará de la unidad.
- Se cerrará 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.
- Informará al chofer que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

Procedimiento de Llenado de Auto-tanque a través de Tomas 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.
- Colocará 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. Continúa verificando 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 dará aviso al chofer para que retire la unidad y la estacione en el lugar asignado a dicho auto-tanque.

Procedimiento de llenado de vehículos 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 Gas L.P. que en este caso provee el equipo con una válvula de vacío, la cual se abre en el momento que recibe la señal de vacío del mezclador, esto quiere decir que se utiliza la caída de presión relativamente constante para succionar el combustible 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 Gas L.P. al mismo, aunque el interruptor esté abierto.
- El convertidor vaporizador es una combinación de un regulador de dos etapas, recibe combustible líquido a la presión del 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 Gas L.P. se expande para convertirse en vapor causando congelación durante el proceso físico, para compensar esto y para ayudar en la vaporización, el agua del sistema de enfriamiento de la máquina se hace circular a través de un intercambiador de calor dentro del convertidor vaporizador.

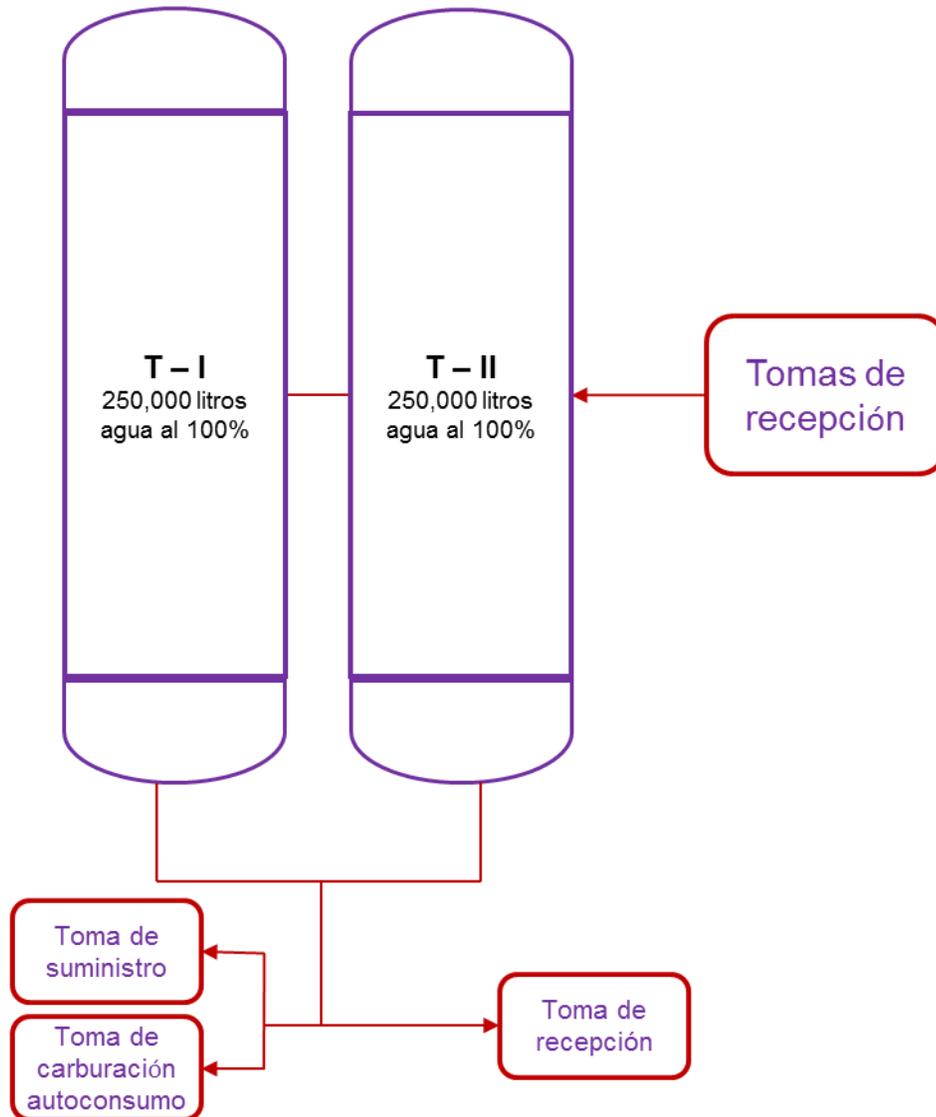
Los mezcladores están diseñados para operar de acuerdo a los requerimientos de combustible del motor independiente, sea motores de aspiración normal o con sistema de inyección electrónica, ya que las mezclas de carga ligera y carga total se controlan mediante el mezclador, ya que estos están provistos de dos ajustes de mezcla, para las condiciones de vacío y para carga total.

Existe también una variedad en computadoras y adaptadores para las diferentes marcas comerciales de vehículos automotores con sistema de inyección electrónica para proteger el buen funcionamiento del motor de su vehículo.

Nota:

La operación de la Planta de Distribución de Gas L. P., es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química.

Diagrama de Bloques
Planta de Distribución de Gas L.P.
“**COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**”
Yautepec, Morelos



Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.

Para **Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V.** no se contempla un proceso productivo o de transformación que incluya materias primas básicas a fin de obtener un producto o sub-producto, solamente se incluye el gas licuado de petróleo (GLP) – que por la cantidad o capacidad de almacenamiento en planta se considera como actividad altamente riesgosa, de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, esto al sobrepasar la cantidad de reporte establecida para el GLP: 50,000 kg, el cual es manipulado mediante el sistema de trasiego, por lo que las operaciones se limitan a realizar el trasvase del GLP.

Sustancia	Gas L.P.
Cantidad máxima de almacenamiento	500,000 litros de agua al 100%, distribuido en dos tanque de almacenamiento del tipo intemperie, cilíndricos horizontales, especiales para contener GLP con capacidad de 250,000 L agua al 100% cada uno.
Concentración	De acuerdo con PEMEX: <ul style="list-style-type: none"> • Propano: 60%, • Butano: 40%
Capacidad máxima de producción	No existe proceso de Producción, solo Almacenamiento temporal y posterior Distribución – venta al público mediante recipientes transportables y auto-tanques para suministro a tanques estacionarios –; la capacidad máxima es de 500,000 L de agua al 100%.
Tipo de almacenamiento	Almacenamiento temporal mediante dos tanques cilíndricos horizontales, del tipo intemperie, especiales para contener GLP, con capacidad de almacenamiento individual de 250,000 L agua al 100% cada uno.
Equipo de Seguridad	<p>Protección Respiratoria: En espacios confinados con presencia de gas, utilice aparatos auto contenidos para respiración (SCBA o AQUALUNG para 30 o 60 minutos o de escape para 10 o 15 minutos), en estos casos la atmósfera es inflamable o explosiva, requiriendo tomar precauciones adicionales.</p> <p>Ropa de Protección: Evite el contacto de la piel con el gas licuado debido a la posibilidad de quemaduras frías. El personal especializado que interviene en casos de emergencia, deberá utilizar chaquetones y equipo para el ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial, durante todo el tiempo de exposición a la emergencia.</p> <p>Protección de Ojos: Se recomienda utilizar lentes de seguridad reglamentarios y, encima de éstos, protectores faciales cuando se efectúen operaciones de llenado y manejo de gas licuado en cilindros y/o conexión y desconexión de mangueras de llenado.</p> <p>Otros Equipos de Protección: Se sugiere utilizar zapatos de seguridad con suela antiderrapante y casquillo de acero.</p>

I.2.1. Hojas de seguridad

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

Nombre de la empresa:		CÍA. DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.	
Fecha de Elaboración: 18 – 05 – 2018		Fecha de Revisión: 18 – 05 – 2018	
1.- Nombre del Fabricante o Importador:		2.- En caso de emergencia comunicarse a: SETIQ Teléfono: 01-800-00 21 400 Fax:	
3.- Domicilio Completo:			
Kilómetro 20+800 de la carretera Cuernavaca-Cuatla,	No. Ext. N/A	Colonia N/A	C.P. ND
Delegación/Municipio Yautepec de Zaragoza	Localidad o Población N/A	Entidad Federativa Morelos	
Sección II: Datos Generales de la Sustancia Química			
1.- Nombre Comercial Gas Licuado Comercial		2.- Nombre Químico Mezcla Propano – Butano	
3.- Peso Molecular 49.7 g/mol		4.- Familia Química Hidrocarburos del Petróleo	
5.- Sinónimos Gas LP, LPG, gas licuado de petróleo		6.- Otros Datos No es toxico pero si inflamable	
Sección III: Componentes Riesgoso			
1.- % y Nombre de los Componentes Propano - 60 Butano – 40	2.- No. CAS 68476-85-7	3.- No. de la ONU 1075	4.- Cancerígenos o Teratogénicos No se conocen
5.- Límite Máximo Permisible de Concentración Asfixiante simple	6.- IDLH/IPVS (ppm) 2100	7.- Grado de Riesgo De alto pero debido a su inflamabilidad y explosividad, no por sus efectos tóxicos.	
Sección IV: Propiedades Físicas			
1.- Temperatura de Fusión (°C): -167.9		2.- Temperatura de Ebullición (°C): -32.5	
3.- presión de Vapor (mmHg a 20 °C): 4500 a 21.1 °C		4.- Densidad Relativa: 0.540	
5.- Densidad Relativa de Vapor (Aire = 1.00 a C.N.): 2.01		6.- Solubilidad en Agua (g/100ml): Aproximadamente 0.0079% en peso (insignificante; menos del 0.1 %).	
7.- Reactividad en Agua: No es reactivo		8.- Estado Físico, Color y Olor: Líquido, Incoloro, Etil-mercaptano	
9.- Velocidad de Evaporación (Butil Acetato = 1): Inmediata		10.- Punto de Inflamación (°C): -98.0	
11.- Temperatura de Auto ignición (°C): 435.0		12.- Porciento de Volatilidad: Muy volátil	
13.- Límites de Inflamabilidad (%):			
Inferior: 1.8		Superior: 9.3	

Sección V: Riesgos de Fuego o Explosión					
1.- Medio de Extinción					
Niebla de Agua: X	Espuma:	Halón:	CO ₂ : X	PQS: X	Otros:
2.- Equipo Especial de Protección (General) para Combate de Incendio:					
Equipo para ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial.					
3.- Procedimiento Especial de Combate de Incendio:					
Evacúe al personal del área y ponga en acción el Plan de Emergencia. En caso de no tener un plan de emergencia a la mano, retírese de inmediato lo más posible del área contrario a la dirección del viento.					
Proceda a bloquear las válvulas que alimentan gas a la fuga y ejecute las instrucciones operacionales o desfuegos al quemador, mientras enfría con agua, tuberías y recipientes expuestos al calor (el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos, provoca presiones excesivas). No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo, lastimando al personal involucrado en las maniobras de ataque a la emergencia.					
4.- Condiciones que Conducen a un Peligro de Fuego y Explosión y Explosión NO Usuales:					
En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.					
5.- Productos de la Combustión:					
Los gases o humos, productos normales de la combustión son bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua. La combustión incompleta puede formar monóxido de carbono (gas tóxico), ya sea que provenga de un motor de combustión o por uso doméstico. También puede producir aldehídos (irritante de nariz y ojos) por la combustión incompleta.					
Sección VI: Datos de Reactividad					
1.- Sustancia			2.- Condiciones a Evitar		
Estable: X		Inestable	Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso, así como de oxidantes fuertes.		
3.- Incompatibilidad (Sustancias a Evitar):					
Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo. Sin embargo deben de evitar agentes oxidantes.					
4.- Descomposición de Componentes Peligrosos					
La combustión del GLP tiene las emisiones más bajas de gases de efecto invernadero en comparación con otros combustibles fósiles, debido a que tiene un ciclo de combustión total (parte de los productos de la combustión son: CO ₂ , H ₂ O y NO _x).					
5.- Polimerización Peligrosa:			6.- Condiciones a Evitar:		
Puede Ocurrir:		No Puede Ocurrir: X	El contacto con materiales incompatibles y/o temperaturas elevadas puede causar incendio o explosión.		

Sección VII: Riesgos para la Salud						
Vías de Entrada		Síntomas del Lesionado			Primeros Auxilios	
1.- Ingestión Accidental		En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase líquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento.			La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.	
2.- Contacto con los Ojos		La salpicadura de una fuga de gas licuado provocará congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.			La salpicadura de este líquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría; aplicar de inmediato y con precaución agua tibia. Busque atención médica inmediata.	
3.- Contacto con la Piel		El contacto con este líquido vaporizante provocará quemaduras frías.			Las salpicaduras de este líquido provocan quemaduras frías; deberá rociar o empapar el área afectada con agua tibia o corriente. No use agua caliente. Quítese la ropa y los zapatos impregnados. Solicite atención médica inmediata.	
4.- Absorción		No se valida absorción del GLP por vía cutánea				
5.- Inhalación		Debe advertirse que en altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia.			Si se detecta presencia de gas en la atmósfera, retire a la víctima lejos de la fuente de exposición, donde pueda respirar aire fresco. Si no puede ayudar o tiene miedo, aléjese de inmediato. Si la víctima no respira, inicie de inmediato la reanimación o respiración artificial (RCP = reanimación o respiración cardiopulmonar). Si presenta dificultad al respirar, personal calificado debe administrar oxígeno medicinal. Solicite atención médica inmediata.	
6.- Sustancia Química Considerada como Cancerígena (Según Normatividad de la STPS y SSA)						
STPS	SI	NO: X	SSA	SI	NO: X	Otros Especificar:

Sección VIII: Indicaciones en Caso de Fuga o Derrames

Se deberá evacuar el área inmediatamente y solicitar ayuda a la Central de Fugas de su localidad. Mientras tanto, bloquear las fuentes de fuga y eliminar las fuentes de ignición, así como disipar la nube de vapores con agua esparcida para enfriamiento o mejor aún, con vapor de agua; además solicite ayuda a la Central de Fugas de Gas de su localidad.

Sección IX: Equipo de Protección Personal

1.- Especificar Tipo:

Protección Respiratoria: En espacios confinados con presencia de gas, utilice aparatos auto contenidos para respiración (SCBA o AQUALUNG para 30 o 60 minutos o de escape para 10 o 15 minutos), en estos casos la atmósfera es inflamable o explosiva, requiriendo tomar precauciones adicionales.

Ropa de Protección: Evite el contacto de la piel con el gas licuado debido a la posibilidad de quemaduras frías. El personal especializado que interviene en casos de emergencia, deberá utilizar chaquetones y equipo para el ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial, durante todo el tiempo de exposición a la emergencia.

Protección de Ojos: Se recomienda utilizar lentes de seguridad reglamentarios y, encima de éstos, protectores faciales cuando se efectúen operaciones de llenado y manejo de gas licuado en cilindros y/o conexión y desconexión de mangueras de llenado.

Otros Equipos de Protección: Se sugiere utilizar zapatos de seguridad con suela anti derrapante y casquillo de acero.

2.- Ventilación

Utilícese preferentemente a la intemperie o en lugares con óptimas condiciones de ventilación, ya que en espacios confinados las fugas de LPG se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivos, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar. Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grado que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire=1).

Sección X: Información sobre Transportación (De Acuerdo con la Reglamentación de Transporte)

El transporte de Gas L.P. está regido por el “Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos” y por las siguientes normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes:

1. Registro y permiso vigente para transporte de materiales peligrosos.
2. El operador deberá contar con licencia vigente para conductores de materiales peligrosos.
3. La unidad deberá estar identificada de acuerdo con la **NOM-004-SCT-2004**.
4. Contar con información para emergencias durante la transportación de acuerdo a la **NOM-005-SCT/2008**.
5. Revisión diaria de la unidad de acuerdo con la **NOM-006-SCT2/2011**.
6. Revisión periódica de auto-tanque de acuerdo con la **NOM-007-SESH-2010**.
7. Revisión periódica de semirremolques de acuerdo con la **NOM-012-SCT-2-2014**.

Sección XI: Información Ecológica (De Acuerdo con las Reglamentaciones Ecológicas)

El efecto de una fuga de GLP es local e instantáneo sobre la formación de oxidantes fotoquímicos en la atmósfera. No contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono (40 CFR Parte 82). No está en la lista de contaminantes marinos DOT (49 CFR Parte 1710).

Sección XII: Precauciones Especiales

1.- De Manejo y Almacenamiento:

Almacene los recipientes en lugares autorizados, (**NOM-002-SESH-2009**, “Bodegas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción, operación y condiciones de seguridad), lejos de fuentes de ignición y de calor. Disponga precavidamente de lugares separados para almacenar diferentes gases comprimidos o inflamables, de acuerdo a las normas aplicables. Almacene invariablemente todos los cilindros de gas licuado, vacíos y llenos, en posición vertical, (con esto se asegura que la válvula de alivio de presión del recipiente, siempre esté en contacto con la fase vapor del LPG). No deje caer ni maltrate los cilindros. Cuando los cilindros se encuentren fuera de servicio, mantenga las válvulas cerradas, con tapones o capuchones de protección de acuerdo a las normas aplicables. Los cilindros vacíos conservan ciertos residuos, por lo que deben tratarse como si estuvieran llenos (NFPA-58, “Estándar para el Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados del Petróleo”).

2.- Otras:

Precauciones en el Manejo: Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire y se pueden concentrar en lugares bajos donde no existe una buena ventilación para disiparlos. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas. Asegúrese que la válvula del contenedor esté cerrada cuando se conecta o se desconecta un cilindro. Si nota alguna deficiencia o anomalía en la válvula de servicio, deseche ese cilindro y repórtelo de inmediato a su distribuidor de gas. Nunca inserte objetos dentro de la válvula de alivio de presión.

I.2.2. Almacenamiento

La planta cuenta con dos tanques de almacenamiento del tipo intemperie, cilíndrico horizontal, con capacidad de 250,000 L agua al 100%, cada uno y son especiales para contener Gas L. P, los cuales tienen las siguientes características:

ESPECIFICACIONES	TANQUE I	TANQUE II
Construido por:	TATSA	TATSA
Según Norma:	NOM-021/1-SCFI-1993	NOM-021/1-SCFI-1993
Capacidad en litros agua:	250,000	250,000
Año de fabricación	1997	1997
Diámetro exterior:	3,380 mm.	3,380 mm.
Longitud total :	29.90 m.	29.90 m.
Presión de trabajo :	14 kg/cm ²	14 kg/cm ²
Factor de seguridad	4	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas	Semiesféricas
Eficiencia:	100%	100%
Espesor lámina cabezas	9.52 mm	9.52 mm
Material lámina cabezas:	SA-612	SA-612
Espesor lámina cuerpo	16.58 mm	16.58 mm
Material lámina cuerpo:	SA-51,570	SA-51,570
Coples :	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²
No. de Serie:	TP-1139	TP-1138
Tara :	40,382 kg	40,382 kg

Asimismo, dichos recipiente de almacenamiento cuentan con los siguientes accesorios:

- Un medidor magnético para nivel del líquido marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro.
- Un termómetro marca Surex con graduación de -50 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Econo con graduación de 0 a 28 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165C de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas - líquido marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.
- Dos válvulas internas neumáticas (exceso de flujo) para gas - vapor marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 2,510.20 m³/h (88,700 ft³/h) LPM (122 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.

- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 945 LPM (250 GPM).
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 454 L.P.M. (120 G.P.M.) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas – vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- Tres válvulas de exceso de flujo para gas-líquido marca Rego modelo 3282C de 32 mm (1 ¼") de diámetro, con capacidad de 463 m³/h (16,300 ft³/h) cada una.
- Dos válvulas multiport bridadas de marca CMS modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A-3149-G de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min.
- Una conexión soldada a los tanques para cable a "tierra"
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de los tanques contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 m (3") de diámetro y de 2 m de altura.

EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

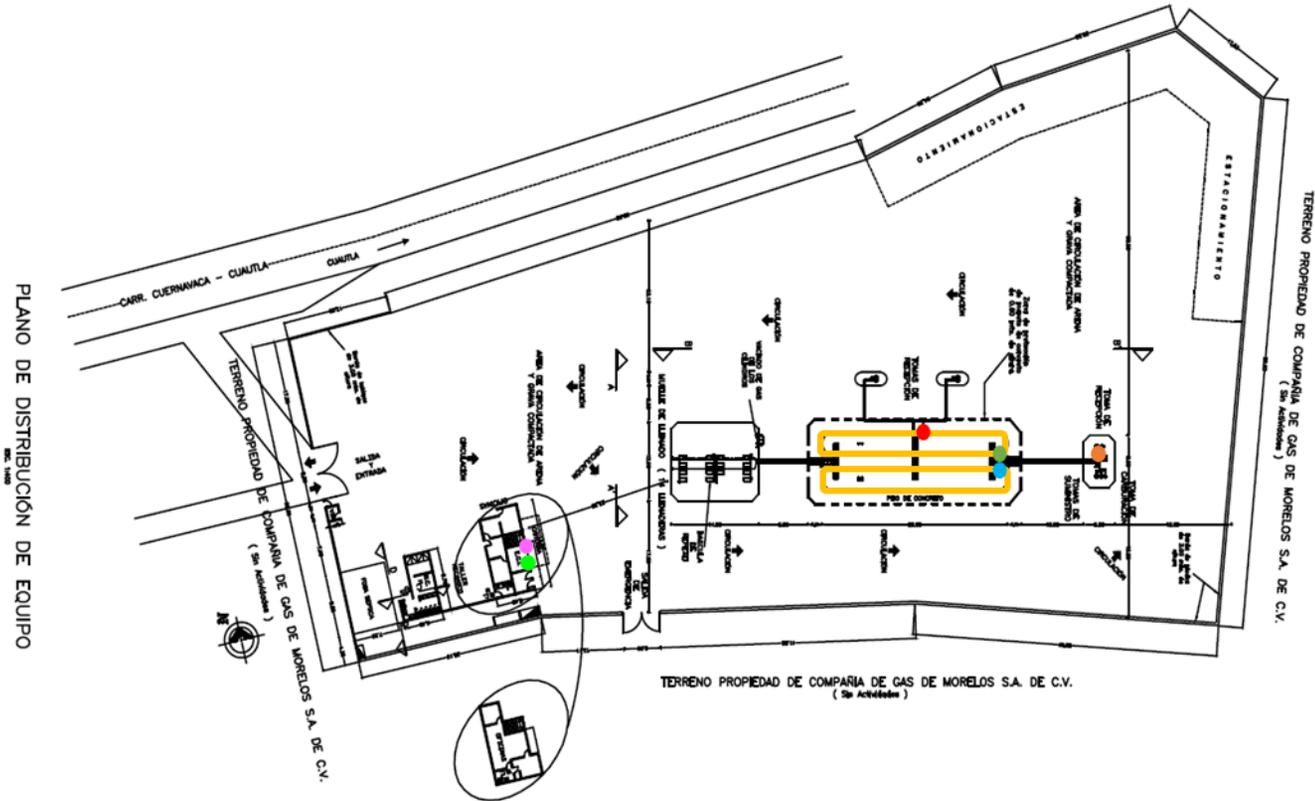
En la Planta de Distribución de Gas L.P. como parte del proceso operativo, se llevan a cabo operaciones de **trasiago**, por lo que para efectos de transferir el GLP se cuenta con los siguientes equipos de proceso y equipos de los servicios auxiliares:

CIA. de Gas de Morelos, S.A. de C.V.				
Equipo	Características	Dispositivos de seguridad	Tiempo estimado de uso	Localización
Bomba III y IV (Carga de autotanques y carburación)	Corken Modelo: 1022 Motor Eléctrico: 10 HP Capacidad nominal de 200 G.P.M. (757 l/min) R.P.M.: 640 Presión diferencial máxima de trabajo: 5 kg/cm ² Tubería de succión: 76 mm Tubería descarga: 76 mm	<p>La bomba se encuentra instalada con cople flexible en la línea de succión y cuenta con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guardas de protección, - Válvula de alivio interna. - Válvula automática de retorno en la tubería de descarga (By-pass) - La bomba se encuentra precedida de un filtro en la tubería de succión. - En el área de la bomba se cuenta con un extintor - Paro de emergencia. <p>El motor eléctrico acoplado a la bomba es el apropiado para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuenta con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra".</p>	<p>En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.</p>	<p>Este equipo se ubica en la zona de protección del área de almacenamiento temporal de GLP.</p>

Equipo	Características		Tiempo estimado de uso	Localización
Compresor I y II (Descarga de remolques-tanque)	Marca: Blackmer Modelo: LB-361 LB-601 Motor eléctrico: 15 H.P. 25 H.P. Capacidad nominal: 363 L.P.M. (168 G.P.M.) y 1,329 L.P.M. (351 G.P.M.) RPM: 695 790 Desplazamiento: 53 m ³ /hr 103.4 m ³ /hr Tubería de gas-liquido: 76 mm Tubería de gas-vapor: 51 mm	El compresor se encuentra instalado entre coples flexibles y cuentan con: <ul style="list-style-type: none"> - Guardas de protección. - Válvula de alivio de presión. - Tubería de desfogue, cuya descarga no se dirige a ningún elemento de la planta. - En el área se cuentan con un extintor - Paro de emergencia El motor eléctrico acoplado al compresor es el apropiado para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra".	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Este equipo se ubica en la zona de protección del área de almacenamiento temporal de GLP.

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE EQUIPOS

●	Compresor II
●	Compresor I
●	Bomba IV
●	Bomba III
●	Bomba SCI
●	Bomba de combustión interna
□	Tanque de almacenamiento



PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO

I.2.4. Pruebas de verificación.

La planta de distribución de GLP propiedad de **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.** ubicada en el km 20+800 de la carretera Cuernavaca-Cuautla, municipio de Yautepec, estado de Morelos cuenta con el Título de Permiso de Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución otorgado por la Comisión Reguladora de Energía con el No. **LP/14142/DIST/PLA/2016**.

El proyecto de la planta en el año 1997 contaba con una autorización para la instalación de una planta de almacenamiento y suministro de Gas L.P. bajo el No. **MOR-003-PLP** otorgado mediante el oficio DGTN-F-0 1223/97 emitido por la Dirección General de Gas el 11 de febrero de 1997. En el mencionado oficio se hace referencia que el proyecto de los planos y memorias cumplían con la NOM-EM-001-SCFI-1993 conforme a lo dictaminado por la unidad de verificación No. UVMG048DF-A Ing. Rubén Ruíz Ruíz.

Conforme a la NOM-EM-001-SCFI-1993 *Plantas de almacenamiento para gas L.P.- Diseño y construcción* en su punto 5.3.3.3.1.2.1 se hace referencia a la prueba de soldadura y la prueba de hermeticidad en tuberías.

Mediante el título de permiso No. **AD-MOR-006-C/99** con fecha del 3 de noviembre de 1999, la Secretaría de Energía otorga el canje de autorización a título de permiso de distribución mediante planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P.

Debido al cambio en la normatividad aplicable en materia de Gas L.P. para la planta de distribución, mediante el oficio DGTN-F-0478997 Dirección General de Gas L.P. señaló en el resuelve SEGUNDO que el promovente debía de realizar las modificaciones pertinentes para dar cumplimiento a la NOM-001-SEDG-1996, la cual en el punto 5.2.4.2. describe las pruebas e inspecciones en las soldaduras y en el 5.2.4.3. las pruebas de hermeticidad.

Actualmente la planta cuenta con el dictamen **No. PLA-09/17-0025** en cumplimiento a lo dispuesto en la **NOM-001-SESH-2014** *Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*, publicada en el **DOF**, el **22 de octubre de 2014**, la cual establece las especificaciones técnicas mínimas de seguridad que se deben de cumplir en territorio nacional para el diseño, construcción y operación de las plantas de distribución de GLP.

De acuerdo con la mencionada norma y conforme el dictamen de cumplimiento con la norma; la planta cumplió con lo establecido en el apartado 5 de la misma.

Conforme al numeral **4.2.2.2.1, Párrafo Tercero** de la **NOM-001-SESH-2014**, se cuenta con el dictamen siguiente de conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-013-SEDG-2002**, *Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P.*

- *Para los tanques de almacenamiento de capacidad 250,000 litros se tienen los dictámenes técnicos No. **ULT-01/16-0007** y No. **ULT-01/16-0008** expedidos el 11 de enero de 2016 por la **UVSELP-054-C. ING. MARCO ANTONIO ANAYA REYES.***

Esta evaluación es aplicable a los primeros 10 años contados a partir de la fecha de fabricación de los tanques, y posterior a éste de manera quinquenal.

De igual manera se especifica que en caso de que los **recipientes de almacenamiento** hayan sido expuestos a fuego, deberán de efectuarse y aprobarse las siguientes pruebas:

La evaluación y aprobación del radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada debe efectuarse en términos de la norma oficial mexicana referente a la valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener GLP, en uso.

Al término del presente Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo, en la Sección de Anexos se incluyen los dictámenes de conformidad con la NOM-001-SESH-2014 y NOM-013-SEDG-2002.

I.3.CONDICIONES DE OPERACIÓN

La planta de distribución de GLP propiedad **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.** y que se encuentra ubicada en el municipio de Yautepec, estado de Morelos, cuenta con un régimen de operación de tipo intermitente, el cual se lleva a cabo a condiciones de temperatura ambiente y a presión superior a la atmosférica.

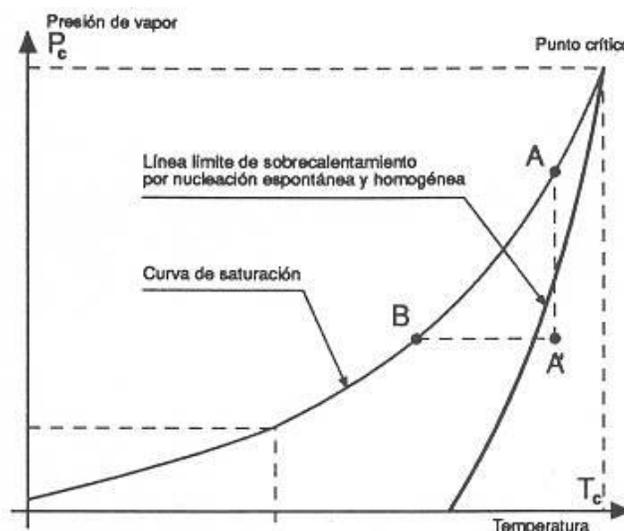
El gas L.P., sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento temporal y trasiego a auto-tanques, recipientes transportables y vehículos para carburación propiedad de la misma empresa. Por lo que las características **del régimen operativo de la instalación es semi-continuo.**

Las principales áreas donde se manejará dicho combustible son:

- 1.- Toma de recepción
- 2.- Área de almacenamiento.
- 3.- Toma de suministro de auto tanques.
- 4.- Toma de carburación de auto – abasto.

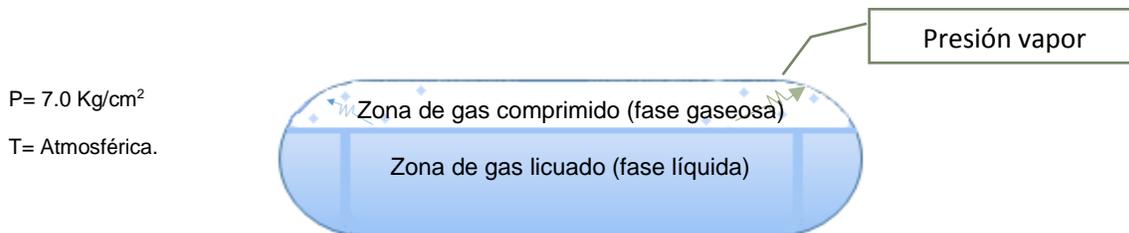
La sustancia almacenada será un **gas licuado a presión.**, el cual, en condiciones normales de presión y temperatura ($T=21^{\circ}\text{C}$; $P= 1 \text{ atm}$) sería un gas. Por lo tanto, para licuarlo **se somete, dentro del recipiente a una presión** muy superior a la ambiental (**7 kg/cm^2**)

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, 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.



A medida que aumenta la temperatura, de manera consecuyente, aumenta 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. La correspondiente presión crítica obtenida es la presión de vapor máxima que puede tener un líquido.

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



El GLP es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas (6–9 kg/cm²) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, pero cuando se libera a presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas.

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

Asimismo, las tuberías estarán diseñadas para soportar una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm², en tanto que la operación de trasiego se efectuará en un rango de 7 a 10 kg/cm².

Zona	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	Temperatura de operación
Del tanque a la toma de recepción	7 - 10	21.0	Ambiente
Del tanque a la toma de suministro	7 - 10	21.0	Ambiente
Del tanque al múltiple de llenado	7 - 10	21.0	Ambiente
Del tanque a la toma de carburación	7-10	21.0	Ambiente

En cuanto a la temperatura de operación, el gas L.P., es almacenado a temperatura ambiente, por lo que tomando como base los datos presentados en el Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua en Normales climatológicas del municipio, la temperatura promedio anual máxima que se presenta es de 20.8 °C permitiendo con ello un manejo adecuado del combustible en este rango de temperatura.

Estado físico de la sustancia manejada en la planta.

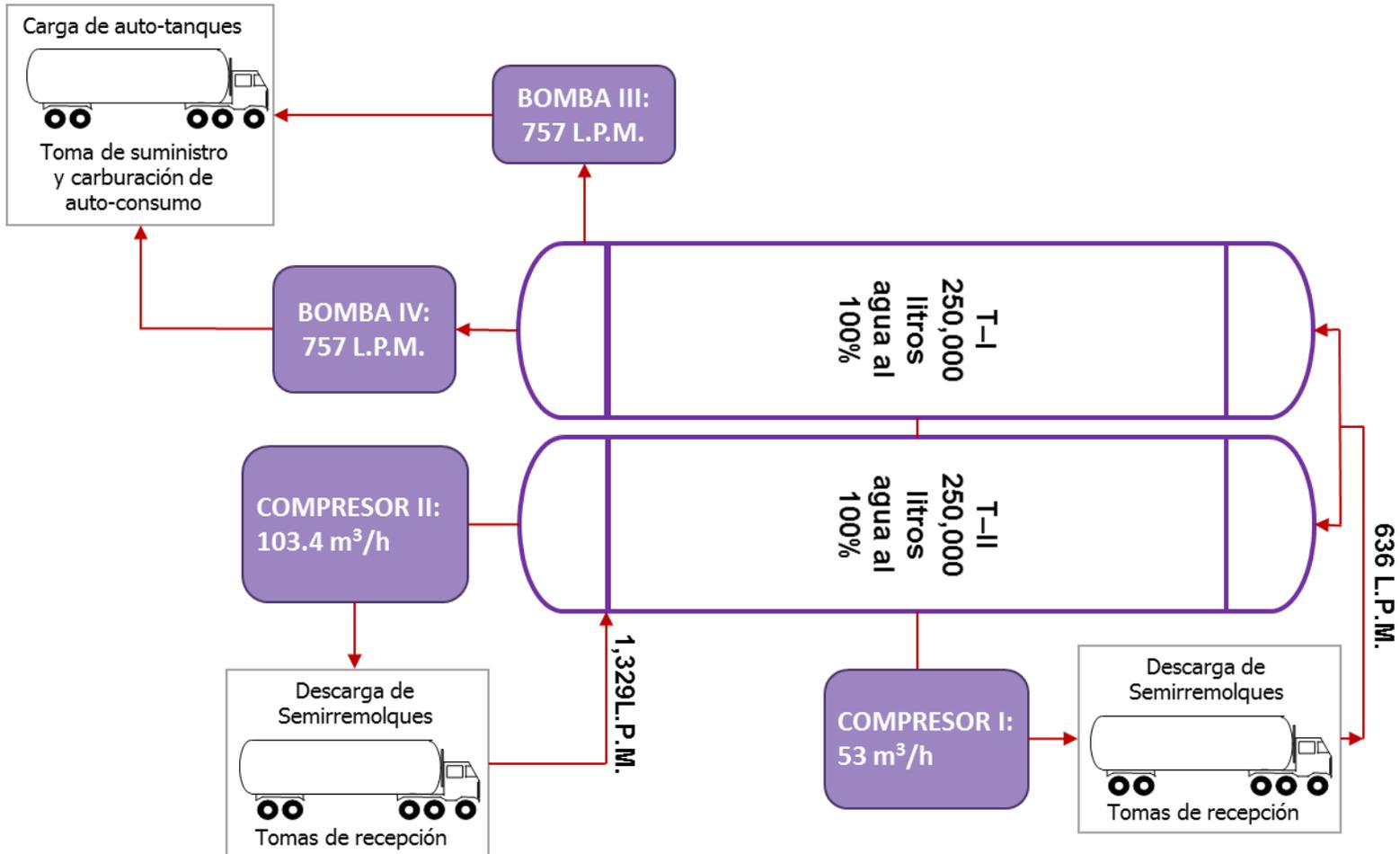
El trasiego de dicho gas involucra únicamente la fase líquida y vapor, por variación de presión y temperatura en el proceso.

En la planta se contará con tres líneas o corrientes:

1. La línea de llenado (el Gas L.P. viaja en estado líquido a través de esta tubería) que se identifica por estar pintada de color blanco.
2. Línea de retorno de vapores (el Gas L.P. se regresa en forma de vapor) y es identificada por el color amarillo.
3. La línea de retorno de líquido (el Gas L.P. 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.

A continuación se presenta el detalle de las líneas del proceso operativo de la instalación, siendo importante recalcar que en ésta, sólo se llevan a cabo operaciones de trasiego, por lo que no se realizan reacciones químicas u operaciones unitarias.

Planta de Distribución de Gas L.P.
COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.



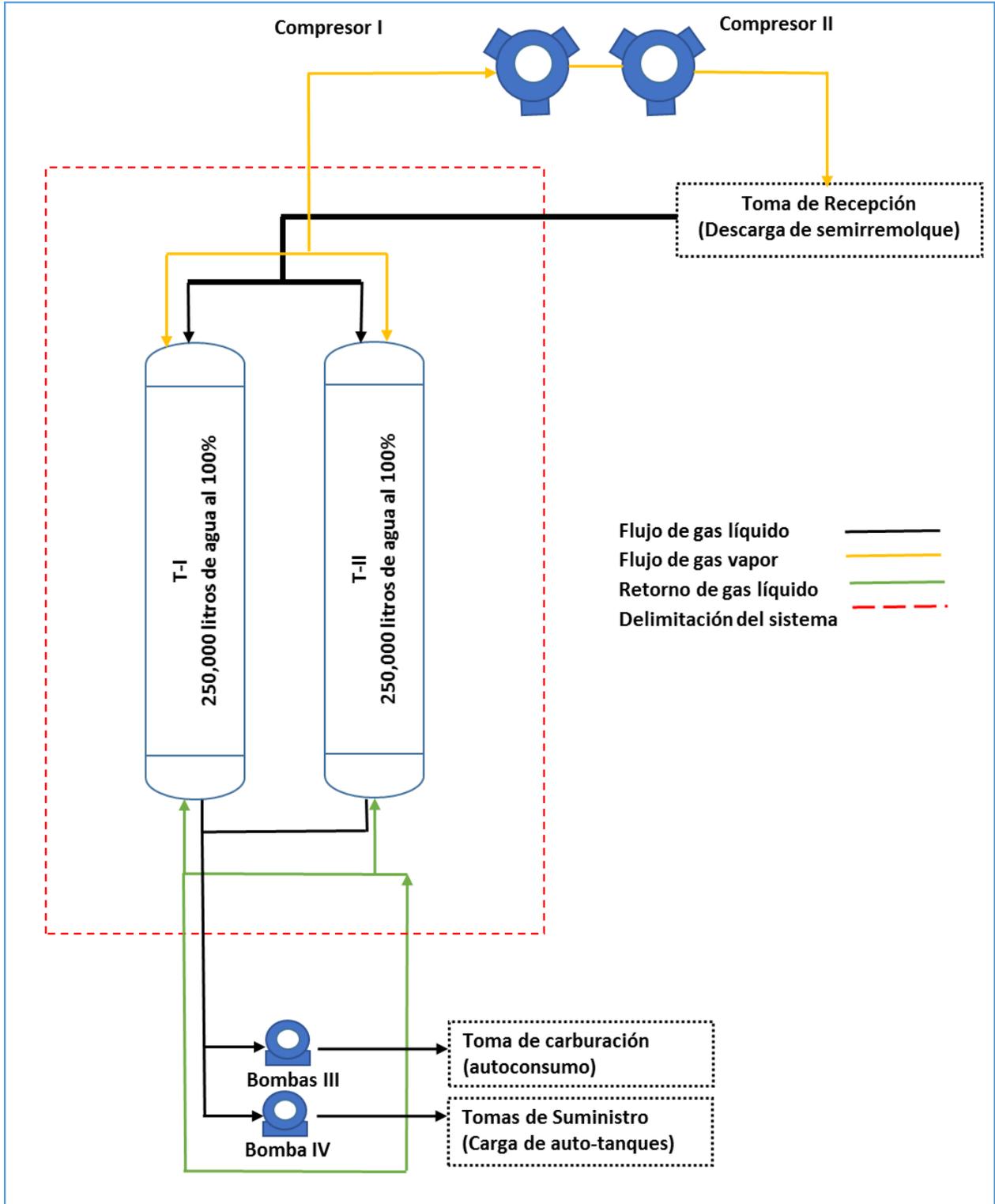
Balance de materia.

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.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.** y que se encuentra ubicada en el municipio de Yautepec, estado de Morelos, maneja un proceso operativo donde no se involucran reacciones químicas ni cambios en la composición del flujo de entrada respecto al flujo de salida, 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 (en peso de la mezcla) de gas propano y gas butano (según se valida en la hojas de datos de seguridad de PEMEX) y que dicha composición no se altera durante las operaciones de trasiego, además de que los flujos de entrada y de salida son constantes de acuerdo a la capacidad nominal de los compresores utilizados para la descarga de GLP, que se considera como la única entrada al sistema.

El sistema se definió desde las tomas de recepción pasando por las paredes de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP hasta las tomas de suministro, que son las corrientes de salida del GLP mediante las bombas 3 y 4; siendo las bombas de una capacidad nominal, que haría un flujo de salida constante, sin embargo este es intermitente pues no se maneje un régimen continuo, puesto que se limitan al trasiego del GLP en función de las necesidades de venta de la planta, esquemáticamente tendríamos:

Esquematzación de las entradas y salidas del tanque de almacenamiento de gas I.p.



Se incluye el Plano del Proyecto Mecánico con la nomenclatura y simbología correspondiente. Ver sección de anexos.

I.3.1. Especificación del cuarto de control

1) CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR ALIMENTADOR

Tomando en cuenta la demanda máxima en KVA, se alimenta de un transformador de capacidad inmediata superior a los 106.08 KVA obtenidos, el cual es de 122.5 KVA y contiene un interruptor termomagnético de 225 amps. a 220 volts y 3 fases.

- a) Alimentación contra incendio:
Dentro de la caseta o cuarto de equipo contra incendio se ubica el interruptor que alimenta al arrancador del motor de la bomba contra incendio de 76 H.P.
- b) Derivaciones hacia el motor:
Las derivaciones de alimentación hacia motores parten directamente desde el arrancador colocados en el tablero principal. Realizando su trayecto por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.
- c) Tipos de motores:
Todos los motores instalados en el área considerada como peligrosa, son a prueba de explosión.
- d) Control de motor:
Todos los motores instalados se controlan por estaciones de botones a prueba de explosión ubicadas según indica el plano. Los conductores de estas botoneras, son llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior y alumbrado de las tomas de recepción, suministro y carburación.

2) ÁREAS PELIGROSAS

De acuerdo con las disposiciones correspondientes se consideran áreas peligrosas a las superficies contenidas junto a los tanques de almacenamiento las zonas de trasiego de Gas L.P. hasta una distancia horizontal de 15.00 metros a partir de los mismos.

Por lo anterior, en estos espacios se usan solamente aparatos y cajas de conexiones a prueba de explosión, aislando estas últimas con los sellos correspondientes, de acuerdo con el artículo 501 la **NOM-001-SEDE-2012**.

Además cuando los arrancadores de los motores estén retirados y no a la vista, se colocan interruptores a prueba de explosión junto a los motores.

Todos los equipos eléctricos con apropiados para usarse en Clase I, grupo D, las instalaciones eléctricas cumplen con los artículos 500 y 501 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

3) **SISTEMA GENERAL DE CONEXIONES A TIERRA**

El sistema de tierras tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la Planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falta de aislamiento.

Además el sistema de tierras cumple con el propósito de disponer caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas. En el plano correspondiente se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de Copperweld.

I.3.2. Sistemas de aislamiento

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

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

Sistema general de conexión a “tierra”

El sistema de tierras tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la Planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falta de aislamiento.

Los equipos conectados a tierra mediante zapata mecánica atornillada al cuerpo del equipo son los siguientes:

- Recipientes de almacenamiento temporal.
- Bombas del sistema de trasiego (B-III y IV).
- Compresores del sistema de trasiego (C-I y II).
- Tuberías.
- Muelle de llenado.
- Estructuras metálicas.
- Básculas de llenado y báscula de repeso.
- Transformador eléctrico.
- Tablero eléctrico.

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

Además el sistema de tierras cumple con el propósito de disponer caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas. En el plano correspondiente se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de Copperweld.

Pintura como medio de protección contra la corrosión

El muelle de llenado de recipientes transportables, el cual se encuentra deshabilitado, se localiza por el lado Oeste de los tanques de almacenamiento, está construido en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada soportado por columnas de hierro estructural; su piso es de concreto reforzado con terminación perimetral frontal de ángulo de hierro y topes de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo.

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

Los tanques, escaleras y pasarelas metálicas cuentan con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

Además cuentan las tuberías con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

I.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

De acuerdo con la *United States Environmental Protection Agency* (USEPA), el riesgo puede considerarse – en términos generales – como la probabilidad de que ocurra algo, y derivado de la ocurrencia de ese algo, sus consecuencias se esperarían que fuesen negativas.

En el caso del medio ambiente, así como en lo que a salud refiere; el *riesgo* se identifica como la probabilidad de que un individuo o una población entera presenten cierta incidencia derivado de los efectos adversos – consecuencias negativas – por la exposición a un peligro (tal como señala la USEPA).

En el caso de la planta de distribución de GLP, el riesgo está en función de la sustancia química peligrosa (GLP) que en ésta se maneja así como de la cantidad de la misma (500,000 litros agua al 100% distribuidos en dos recipientes de 250,000 litros agua, ambos al 100%, equivalentes a 295,910 kg de GLP al considerar una densidad para este de 591.82kg/m^3 de acuerdo con lo señalado calculado por el software de simulación SCRI-Fuego para la temperatura media anual de Yautepec, Morelos (20.8°).

Tal como señala el **Centro Nacional para la Prevención de Desastres** (CENAPRED), las actividades industriales así como las comerciales y de servicios que involucran la producción, almacenamiento y transporte de sustancias y/o materiales peligrosos, comporta un riesgo potencial de que ocurra algún accidente, y en el caso de la Planta de Distribución de GLP, el riesgo está en función del *manejo* – transporte y almacenamiento, ya que dentro del proceso operativo de la instalación no se involucran reacciones químicas u operaciones unitarias – del GLP así como de la cantidad de éste.

Por lo que el riesgo de que ocurra algún accidente ya sea durante el transporte y/o almacenamiento del combustible tendría como consecuencia la liberación no controlada del mismo o la formación de un incendio y/o explosión cuyo dimensionamiento depende de las características de los equipos y de los procedimientos operativos y de seguridad que se lleven a cabo en la planta.

I.4.1. Antecedentes de accidentes e incidentes

Tal como señala el **CENAPRED**, a lo largo de la historia, los accidentes que han afectado el ambiente son numerosos y las causas de estos se asocian a errores humanos o fallas de los equipos y/o sistemas de manejo de las sustancias químicas peligrosas. Sin embargo, es conveniente hacer mención sobre la calidad de vida de las personas y cómo esta sufre mejoras debido a la incorporación de sustancias químicas en su vida.

El caso del GLP reviste especial interés, ya que si bien es cierto que éste por sus propiedades de inflamabilidad y explosividad, es considerado como una sustancia química peligrosa; no cesa la importancia de éste debido a su gran aceptación y consumo en los hogares mexicanos, y tal como menciona la **Secretaría de Energía** (SENER) el consumo de éste a nivel mundial fue de 280 millones de toneladas (mmt) en el 2013, mientras que a nivel nacional se registró un total de 283.9 miles de barriles diarios (mbd).

A pesar de la fuerte demanda del combustible, es conveniente hacer un paréntesis para mencionar aquellos accidentes que han involucrado el gas licuado de petróleo (GLP), con la finalidad de brindar una perspectiva no sólo del potencial que éste tiene para generar daños, sino de igual manera poner en evidencia que las buenas prácticas así como la rigurosa aplicación de medidas de seguridad encaminadas a la prevención de accidentes son efectivas para contrarrestar la probabilidad de ocurrencia de estos accidentes.

Sin duda alguna uno de los accidentes más trágicos en la historia mexicana es el ocurrido en la localidad de San Juan Ixhuatepec (ubicada en el municipio de Tlalnepantla de Baz, en el estado de México), conocida también como San Juanico.

El accidente ocurrido en las instalaciones de la Terminal de PEMEX en San Juan Ixhuatepec, el 19 de noviembre de 1984, creó una imagen negativa a las actividades de almacenamiento de gas en todo el país.

Este accidente fue en las instalaciones del cabezal de distribución de PEMEX y la causa del percance se consideró por la falta de mantenimiento del equipo de almacenaje y del sistema contra incendios, además de una supervisión más estricta, por personal altamente capacitado.

Este siniestro causó muchos daños tanto materiales como humanos. Por otra parte la gran mayoría de los accidentes ocurridos en plantas de gas, como el caso de cactus en julio de 1996, se ha provocado por el arranque de vehículos durante las operaciones de carga y descarga, generando la fuga de gas por ruptura de tuberías, mangueras y válvulas. Este tipo de siniestros rara vez ocasionan eventos catastróficos pues por lo regular son las fugas del Gas L.P. en ausencia de fuego, los eventos más comunes.

Otro accidente de graves consecuencias sucedió en junio de 1996 en Guadalajara, en donde se incendió y estalló un tanque estacionario que estaba siendo llenado en un hogar, causando 3 muertos y varios heridos de gravedad.

Otro antecedente que involucra el manejo de gas es el de la pipa que se incendió enfrente del café Tacuba en el centro histórico de la Ciudad de México ocurrido el 14 de abril de 1999, durante el cual sólo se suscitaron daños materiales. La causa fue la falta de mantenimiento y verificación de las válvulas de exceso de flujo y de relevo (válvula de seguridad).

En el mes de marzo del 2000 la empresa Regio Gas tuvo un accidente de fuga de Gas L.P. con fuego provocado por el arranque y descontrol del mismo dentro de sus instalaciones en la Delegación Azcapotzalco los daños son del tipo material sin muertes. La causa fue la falta de capacitación y de cumplimiento con las medidas de seguridad establecidas dentro de las instalaciones.

En el mes de julio de 2000 una pipa perteneciente a la empresa Gas Luxor, la cual transportaba 12,500 litros en las calles de Reforma e Insurgentes, sufrió un percance donde no se registraron heridos, sólo daños materiales. La razón para que sucediera el evento fue la imprudencia del conductor de la pipa, falta de capacitación y conciencia sobre el producto que se transportaba.

En el año 2013 en la gasera del grupo Tomza ubicada en Chachapa en el estado de Puebla, explotaron dos contenedores de 35,000 litros, así como recipientes transportables de 20 litros, la explosión causó la muerte de 5 personas y diversos lesionados además de daños estructurales en la planta y el cierre por dos horas de la autopista Puebla-Orizaba.

El siniestro más reciente ocurrió el 29 de enero de 2015 cuando una pipa perteneciente a la compañía Gas Express Nieto explotó cuando abastecía gas fuera del Hospital Materno Infantil ubicado en la delegación Cuajimalpa en el Distrito Federal, causando 3 muertos, 73 lesionados y numerosos daños de carácter material.

Como se puede observar, los accidentes en su mayoría suceden debido a errores humanos y a la falta de mantenimiento a los equipos.

Las fugas del gas L.P. pueden estar presentes en los elementos de servicio como son reguladores, bridas, válvulas y sellos o empaques, pero el mayor riesgo se presentará en el área de almacenamiento del gas.

Debido a que la densidad del gas L.P. es mayor que la del aire, se incrementa la posibilidad de la acumulación de una nube de vapor inflamable, la cual puede viajar y encenderse por calor, chispas o flamas y retroceder con flamas.

Sobre este hecho las plantas de almacenamiento no están exentas de riesgo, por lo cual es necesario una estructuración simultánea por parte de las autoridades que las regulen, los usuarios y de los dueños para evitar todo tipo de siniestros.

Los principales factores de riesgos consideran los siguientes aspectos:

- Omisión de procedimientos de inspección en el área de producción de los equipos e instrumentos de inspección y prueba calibrados.
- Ejercicio inadecuado o deficiente de los programas de inspección o prueba de los mencionados equipos e instrumentos de inspección, medición y pruebas calibrados, a utilizar durante la construcción o montaje.
- Deficiencias en las inspecciones y pruebas a realizar en las puestas en marcha u operación de las plantas, así como la continuidad y características de los programas de inspecciones y pruebas que requieren de verificación como medida preventiva.

Sin embargo, los accidentes han tenido como lado positivo que la Normatividad Mexicana se vaya adecuando, actualizando y modernizando, como sabemos existen Normas Oficiales Mexicanas específicas para las empresas que manejan GLP.

Finalmente, es de importancia tener en cuenta que el gas licuado de petróleo es intrínsecamente inflamable y peligroso, por ello es que debemos ser sumamente cuidadosos en mantener los niveles de seguridad más elevados en las plantas de distribución, en las estaciones de carburación y en la venta al público.

Por lo que podemos concluir que algunas de las acciones que pueden generar riesgo son:

- **El trasiego.**
- **Fallas de diseño y**
- **Errores humanos.**

I.4.2. Metodologías de identificación y jerarquización

El presente Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo se desarrolla para la Planta de Distribución de GLP ubicada en el kilómetro 20+800 de la carretera Cuernavaca-Cuautla, municipio de Yautepec, estado de Morelos y propiedad de **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**

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

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

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

3.- Evaluación de peligros. Con base en los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio de la *instalación*, así como a los procedimientos de las operaciones de trasiego que se llevan a cabo en la planta se llevará a cabo la evaluación de los peligros en cada una de las áreas operativas se utilizará el **Método What If...? (Método cualitativo)**, la evaluación de cada uno de los peligros identificados se realizará con base en la experiencia y en los antecedentes de riesgo en instalaciones similares.

4.- 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 en una matriz de riesgos donde se identificarán, por medio de la jerarquización, los posibles escenarios o incidentes en las áreas del proceso.

5.- 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**.

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

7.- 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.

8.- 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**.

9.- Determinación de las zonas de salvaguardas conforme a los resultados obtenidos en las simulaciones.

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 la instalación – Planta de Distribución de GLP – de acuerdo con las actividades que en ésta se llevan a cabo, así como los elementos que integran la misma. 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 no *identificación*, 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 la instalación objeto de 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 la *instalación*

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

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

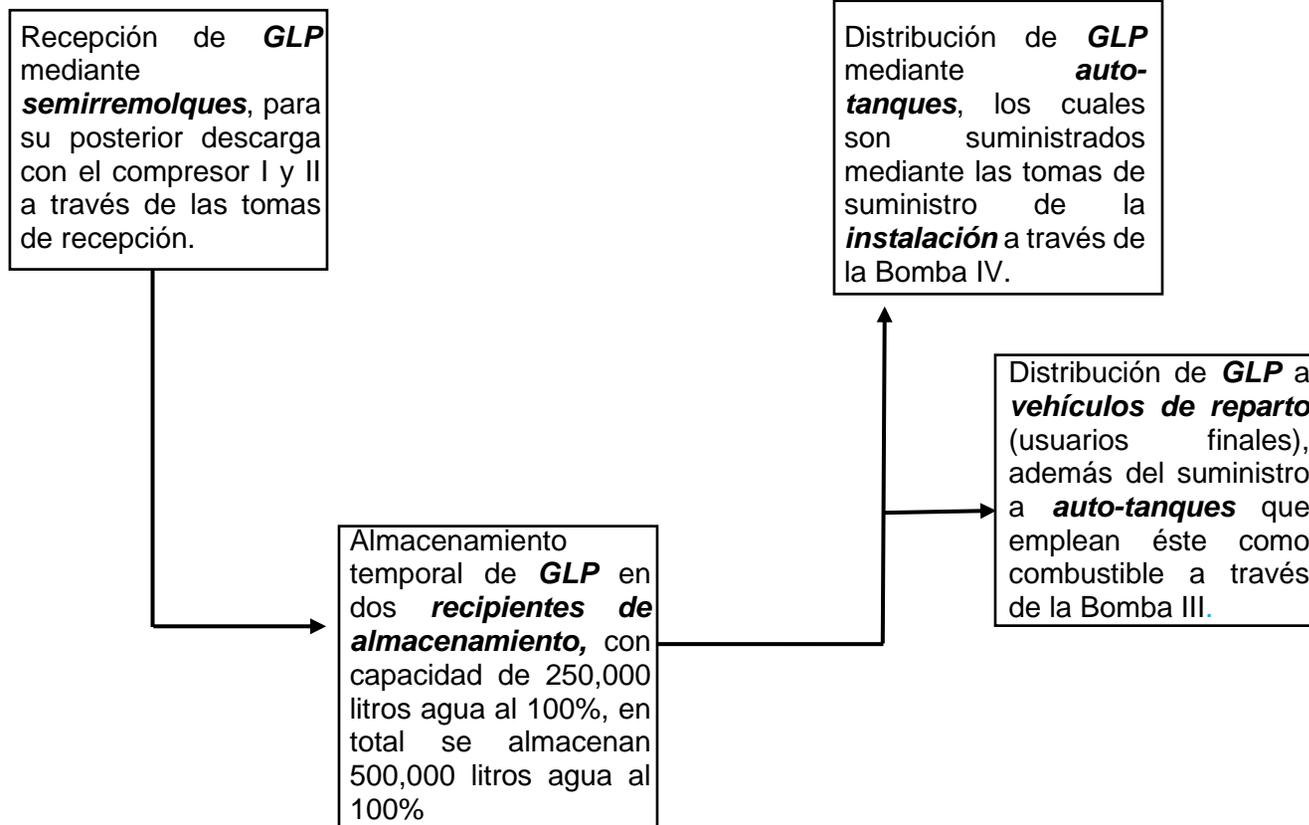
- Zona de almacenamiento: almacenamiento temporal mediante los dos recipientes de almacenamiento con capacidad cada uno de 250,000 L agua al 100%, siendo la capacidad total de almacenamiento de la *instalación* – Planta de Distribución de Gas L.P. – 500,000 L agua al 100%.
- Área de suministro: se dispone de dos bocas terminales para efectos de realizar el suministro de GLP a los auto-tanques, con la finalidad de distribuir éste al público. El GLP se suministra con el uso de una bomba que administra fase líquida directamente al auto tanque.

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 (eléctrica y 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 gas L.P.
- Cuarto eléctrico: se dispone de un área en la que se resguarda el tablero eléctrico de la planta que es el equipo de distribución de energía eléctrica a los equipos de proceso, auxiliar y anexos.
- Sistema neumático: conformado por un compresor de aire que se suministra para la apertura o cierre de las válvulas con actuadores, y además se cuenta con un generador de energía

De igual manera, se cuenta con espacios delimitados como estacionamientos, además de zonas de circulación en el interior de la instalación, así como oficinas administrativas, 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. propiedad de **COMPañÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**:



2. Identificación de factores de peligro y peligros potenciales

Factores de peligro

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

Las características propias de la instalación (diseño y construcción), así como por las operaciones que se desarrollan en ésta (Planta de Distribución de Gas L.P. – propiedad de **COMPañÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.** permite identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a las actividades.

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

a) Características físico – químicas del GLP

Propiedades químicas

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

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

<i>Límite Superior de Inflamabilidad o de Explosividad (LSE)</i>	9.3 %
<i>Límite Inferior de Inflamabilidad o de Explosividad (LIE)</i>	1.8 %

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



100 % Aire + 0 % GLP

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

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

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

Propiedades físicas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

b) Cantidad de GLP almacenada

Se ha definido que el GLP es la única sustancia empleada dentro del proceso operativo en la **Planta de Distribución de GLP**, la cual tiene almacenamiento temporal mediante dos recipientes de almacenamiento de 250,000 L agua al 100%, siendo la capacidad total de almacenamiento de la *instalación* – Planta de Distribución de Gas L.P. – 500,000 L agua al 100%.

Con el fin de cubrir la seguridad de la planta y llevar a cabo el desarrollo de buenas prácticas sólo se almacenará el GLP al 80% de su capacidad total de almacenamiento para cada uno de los recipientes de la planta; por lo que se considera un volumen máximo de llenado del 80% de la capacidad de cada tanque.

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.

c) Condiciones de operación

Las características del proceso que se desarrolla, son también un factor importante a considerar. Cuando en una instalación se llevan a cabo operaciones donde el control de las variables puede ser determinante para impedir o minimizar el peligro, es necesario considerar cuidadosamente cada una de 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:

Trayecto	Presión kg/cm ²		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	
De la toma de recepción al tanque de almacenamiento.	7-10	21	Ambiente
Del tanque a la toma de suministro y carburación de autoconsumo.	7-10	21	Ambiente
Del tanque al muelle de llenado.	7-10	21	Ambiente

Por lo anteriormente expuesto se puede observar que es una operación a temperatura normal, sin embargo la presión es mucho mayor a la 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.

d) 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 puede representar peligros por su mal funcionamiento o posible falla del mismo. Entre los equipos considerados riesgosos se encuentran:

- Tanques de almacenamiento (dos).
- Compresores (dos).
- Bombas (cuatro en total).

El sistema es representado por las líneas de distribución de GLP, el cual se compone de la tubería, la cual requiere ciertas condiciones para mantener su hermeticidad, y de los accesorios de seguridad instalados los cuales deben estar en buenas condiciones para evitar eventos que pudieran provocar sobrepresiones sobre los mismos.

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

encuentran en condiciones para seguir operando, se genere antes de que la avería se declare o genere mayor inconveniente.

e) 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. Estos dependerán de las características específicas de la instalación y en este caso, se establecerán mediante la información recopilada de la Memoria Técnica Descriptiva, así como los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio, además de las visitas e inspecciones de campo que haga la Unidad de Verificación en materia de GLP a la planta.

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 solo está en función de la capacidad de reacción de estos, sino de igual manera se condiciona por la capacitación que estos reciban a través del entrenamiento y/o los simulacros.

Identificación de peligros potenciales

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 la línea de descarga que va hacia los tanques de almacenamiento
- Por fuga y/o escape súbito de las línea de distribución del *sistema de trasiego*, ya sea por falta de mantenimiento o falla de o los equipos, accesorios, instrumentos o válvulas instaladas.
- Fuga en los aditamentos del tanque de almacenamiento (coples para la instalación de instrumentos de medición del nivel, por ejemplo).
- Fuga en la o las válvulas por mal funcionamiento o deterioro de estas
- Ruptura de la tubería del *sistema de trasiego* por colisión.

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

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

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

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

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

Incendio

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

Incendio tipo dardo de fuego

Este tipo de accidente, está relacionado tanto en las tuberías del sistema de trasiego como en los depósitos para el almacenamiento temporal de GLP (recipientes transportables y tanques de almacenamiento), en donde se genera la aparición de una pequeña fisura en las paredes, cuya consecuencia es la descarga del contenido formando un chorro a presión. Si la fuga entrase en contacto con una fuente de ignición, el resultado será la formación de un incendio en forma de *chorro*, o conocido también como dardo de fuego o *Jet Fire*. Los efectos más nocivos y esperados, serían los derivados por la radiación térmica en el entorno del dardo.

Bola de fuego

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

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

Llamarada o incendio de una nube inflamable

Proveniente de la presencia de un material inflamable en la atmósfera, se produce cuando dentro de los límites de inflamabilidad del material se encuentra un punto de ignición provocando el encendido (combustión) de dicho material. El incendio provocado tiene una duración muy corta. Se conoce que dentro de las distancias determinadas por los límites de inflamabilidad, supone un 100 % de letalidad debido al contacto directo con las llamas.

Al estar en función de las condiciones del entorno puede llegar a inflamarse en zonas donde se encuentren los valores de interés, de manera que la distancia desde el punto de escape hasta otro que llegue al 50% del LII será considerada como criterio para la máxima distancia de letalidad.

3. Evaluación de peligros por medio de métodos cualitativos *Metodología What If...?*

Introducción

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

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

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

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

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

Justificación de la metodología What If...?

Para la operación de la Planta de Distribución de GLP se 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 (como es el caso de la Planta de Distribución de GLP. propiedad de **COMPANÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**), así como a posibles modificaciones de ésta; de igual manera se verifica que de acuerdo con la información de la que se dispone, la aplicación de la técnica se ajusta totalmente a ésta.

Descripción del What If...?

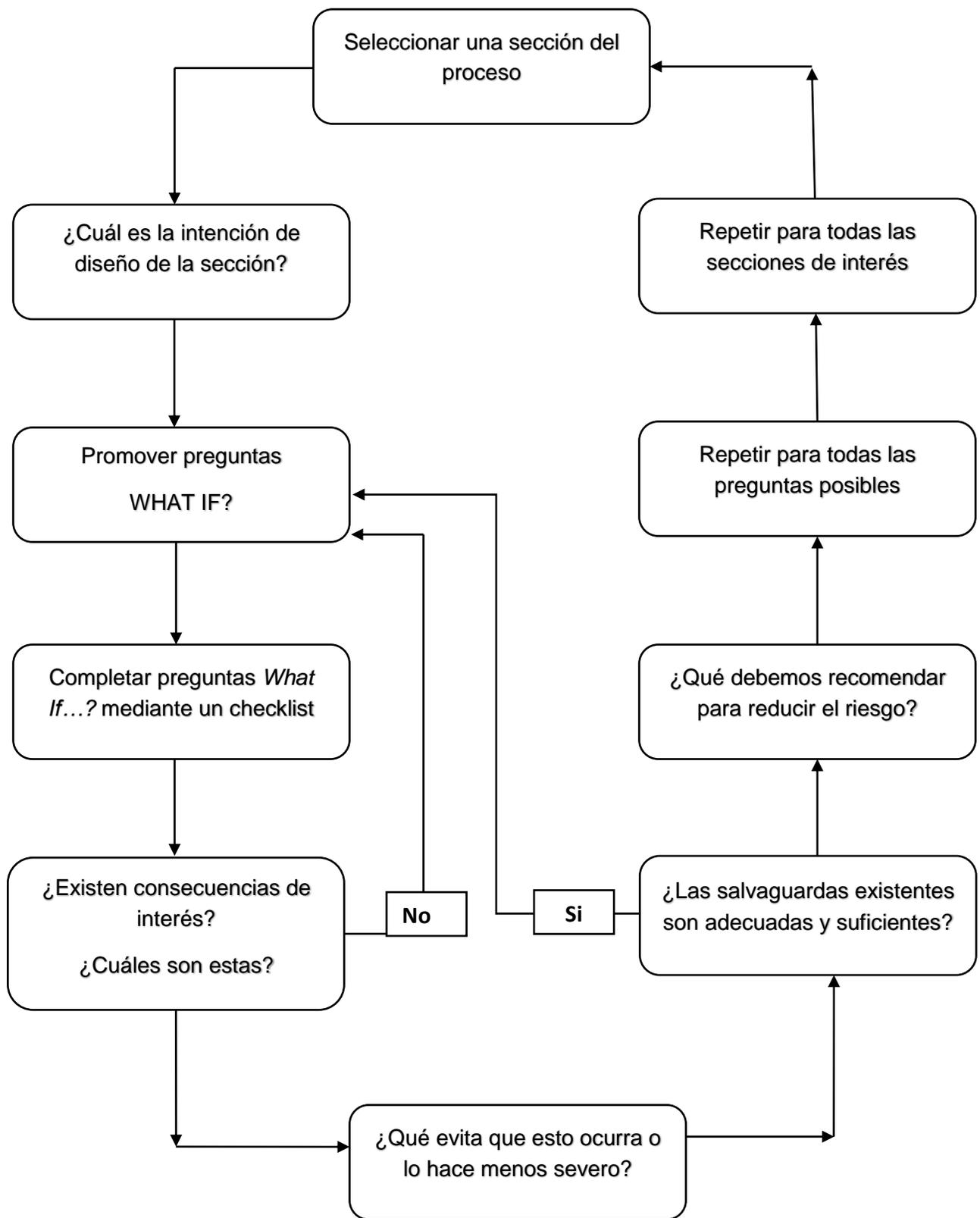
Como su nombre sugiere, el método consiste en cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades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

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

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

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

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



Fuente: IMP

Ámbito de aplicación

El presente método de evaluación mediante la técnica WHAT IF?, comenzó a utilizarse por grupos de revisión, que con base en su experiencia plantaban la pregunta ¿qué pasa sí...?, por lo que en cada etapa del proceso se determina el efecto de las fallas de los equipos o también por errores de operación.

El campo de aplicación es muy amplio, ya que en función del planteamiento de cada una de las interrogantes, las cuales pueden ser relativas a cualquier área de la *instalación* que se proponga investigar, se podrá verificar las posibles desviaciones en éstas, y en el caso de la Planta de Distribución de Gas L.P., se aplicará a cada una de las áreas operativas de la misma, siendo:

- Zona de almacenamiento de GLP – tanques de almacenamiento de 250,000 L agua al 100%, con una capacidad total de 500,000 litros agua al 100%.
- Tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo.
- Servicios auxiliares: Sistema contra incendio, eléctrico y de aire de instrumentos.

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

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

Fuente: IMP

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

Propósito del What If...?

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

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

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

Preguntas típicas

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

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

Fuente: IMP

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

Evento	Fallas principales
Fuga en tanque de almacenamiento.	Falla en las válvulas. Falla en las bombas. Falla en el compresor. Falla en los accesorios de la tubería. Sobrepresión en el tanque.
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)
Fugas durante la operación de suministro a equipos de combustión.	Falla en la línea. Falla en los reguladores de suministro de gas Errores de operación. Rotura de un elemento del sistema.

Clasificación y evaluación de peligros

Con el intenso estudio de cada faceta y escenarios derivados del método ¿Qué pasaría si?, las posibilidades de fugas del GLP, fueron identificadas y jerarquizadas para conocer las potenciales consecuencias de gravedad que se tendrían tanto al personal como a las instalaciones y el ambiente.

La forma de análisis de evaluación de peligros usada en este análisis de riesgos de seguridad de funcionamiento fue originada de la matriz de análisis de riesgos, la cual fue tomada del "Guidance for Preparation of a Risk Management and Prevention Program, California Office of Emergency and Response Commission of the State of California".

Esta matriz de análisis de riesgos consistió de probabilidad de fuga (A) y gravedad de consecuencias por causa de una fuga de sustancias químicas altamente peligrosas (B), Análisis del factor de fuga (A·B). Para varios niveles, probabilidad de fuga (A) y gravedad de consecuencias por causa de una fuga de sustancias químicas altamente peligrosas (B) son representadas por los valores siguientes:

Nivel	Probabilidad de una fuga (A)	Gravedad de las consecuencias (B)
Bajo	1	1
Mediano	2	3
Alto	4	5

I Criterio para Evaluar Valores

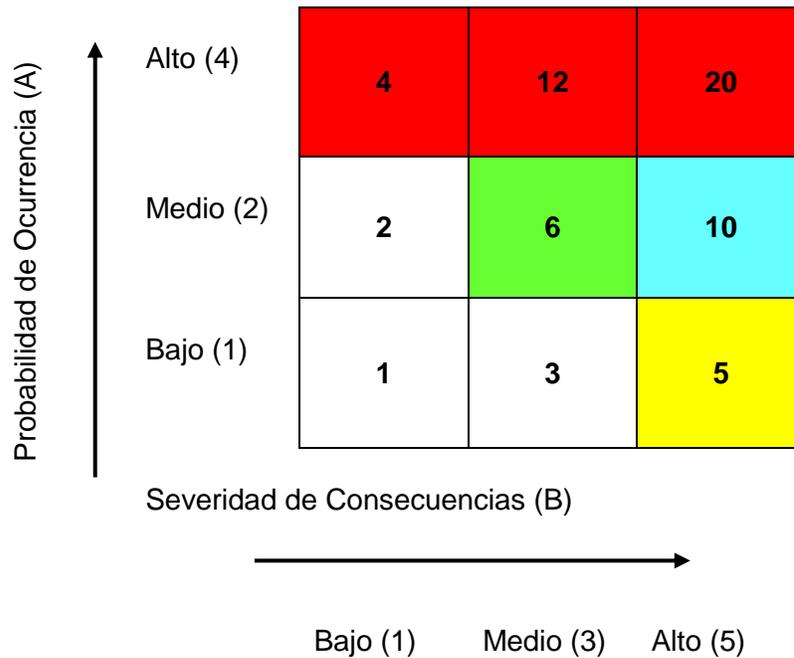
Probabilidad de una fuga (A)

Bajo	Cada 100 años, no esperado en esta planta, pero puede ocurrir.
Mediano	Cada 10 a 100 años, probablemente durante la vida de la planta.
Alto	Una vez cada 10 años.

Gravedad de consecuencias

Bajo	Resulta en problemas en operaciones o lesión singular, o daños a la propiedad menos de \$100,000 (dólares E.U.)
Mediano	Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre \$100,000 (dólares E.U.) y \$ 1,000,000 (dólares E.U.)
Alto	Resulta en muerte o daños a la propiedad, pérdidas de producción más de \$ 1, 000,000 (dólares E.U.)

Matriz de Resultados



Factores de Análisis de Riesgo (A*B) Traducidos en las siguientes acciones:

Factor Análisis de Riesgo

- >8 Identifica situaciones de mayor importancia
- 6 Identifica situaciones de considerable importancia
- 5 Puede requerirse planeación para eventos creíbles
- 4, 12 o 20 Situaciones consideradas con alta probabilidad de ocurrencia
 Requerirá análisis de consecuencias fuera de sitio sobre esos escenarios

A continuación se anexa la aplicación de la metodología.

ANÁLISIS DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS APLICACIÓN DEL MÉTODO WHAT IF...?

PARTICIPANTES	HORAS TRABAJANDO	FIRMA
I.Q. IRMA CORONA ARELLANO		
I.Q. ELIZABETH ELKE GALINDO MONTERROSAS		
I.Q. YAZMÍN TOXTLE SALAZAR	9 HORAS	
I.A. IVONNE PINTOR MONTALVO		
I.M. ISMAEL ESTEBAN ROMERO JIMÉNEZ		

OCTUBRE 2018

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
1	¿Qué pasa si por una mala conexión en la manguera, o bien, por no colocar las calzas a los semirremolques al momento de la descarga ocurriera el desprendimiento de la manguera que va de la válvula de descarga del semirremolque al acoplador de llenado para líquido de la toma de recepción?	<p>Liberación de material inflamable correspondiente al contenido en el tramo de manguera de gas líquido.</p> <p>La emisión instantánea de GLP se evaporará, formando una nube "puff" la cual en caso de encontrar una fuente de ignición podría generar una explosión de vapor no confinada.</p>	<p>Los semirremolques cuentan con válvulas de exceso de flujo que actuarán en caso de que el flujo derivado del desprendimiento de la manguera supere el flujo al cual la válvula se encuentra calibrada.</p> <p>En la línea de vapor se tiene: punto de ruptura, una válvula de exceso de flujo y una válvula de acción remota (neumática). La línea de líquido de 51 mm cuenta con un punto de ruptura, una válvula de globo recta y un indicador de flujo con función de no retroceso.</p> <p>Se cuenta con dos extintores tipo ABC de fosfato monoamónico por toma en el área de recepción.</p> <p>En el lindero norte de la planta, se cuenta con un hidrante que cubre al 100% las tomas de recepción, el cual opera con un gasto de 350 LPM.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	4	3	12	<p>El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.</p> <p>Colocar calzas de seguridad y conexión a tierra previamente a la descarga de los semirremolques.</p> <p>Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away).</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata</p> <p>Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de 6 meses contados a partir de la resolución de la MIA-ERA.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción									
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361									
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución	
2	¿Qué pasa si por omisión de los procedimientos de operación, el chofer de la unidad, no se percatara que se tiene una errónea conexión del acoplador ACME del semirremolque?	<p>Liberación de material inflamable.</p> <p>En caso de una falla mecánica en el acoplador para gas líquido ACME, ocurriría la liberación continua de gas lp en fase líquida, esto en caso de que el flujo a través del acoplador no sobrepase el flujo de calibración de la válvula de exceso de flujo o en caso de que el operador no pueda hacer el cierre mediante la válvula de globo angular.</p>	<p>Válvula de exceso de flujo y válvula de globo angular (operación manual) del semirremolque.</p> <p>La línea de líquido de 51 mm cuenta con un punto de ruptura, una válvula de globo recta y un indicador de flujo con función de no retroceso.</p> <p>Se cuenta con dos extintores tipo ABC de fosfato monoamónico por toma en el área de recepción.</p> <p>En el lindero norte de la planta, se cuenta con un hidrante que cubre al 100% las tomas de recepción, el cual opera con un gasto de 350 LPM.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	5	10	<p>Semirremolques deberán apegarse en todo momento a los procedimientos operativos establecidos.</p> <p>Supervisión por parte del personal de la planta al momento de realizar esta operación.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p> <p>Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away).</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de 6 meses contados a partir de la resolución de la MIA-ERA.</p>	

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
3	¿Qué pasa si la cantidad de GLP liberado por la válvula de seguridad no sea lo suficiente para reducir la sobrepresión en el semirremolque y el incendio no ha sido controlado?	<p>El recipiente del semirremolque continúa calentándose y se alcanza la temperatura límite de sobrecalentamiento, entonces se producirá la nucleación espontánea en toda la masa de líquido.</p> <p>La fase líquida comenzará a evaporarse aumentando la presión interna del recipiente y si aunado a esto las válvulas de seguridad fallaran se presentaría una BLEVE.</p>	<p>El semirremolque cuenta con dos válvulas de seguridad.</p> <p>Se cuenta con dos extintores tipo ABC de fosfato monoamónico por toma en el área de recepción.</p> <p>En el lindero norte de la planta, se cuenta con un hidrante que cubre al 100% las tomas de recepción, el cual opera con un gasto de 350 LPM.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	3	6	<p>Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie.</p> <p>Mantener vigente el dictamen de la NOM-007-SESH-2010. Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p> <p>La cisterna o tanque de almacenamiento de agua debe contener, cuando menos, el 70% de su capacidad.</p> <p>Disponer de al menos dos equipos de protección personal para combate de incendio en buenas condiciones.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
4	¿Qué pasa si durante la descarga el operador no abriera la válvula de cierre rápido (bola recta) de 2" que se encuentra en la línea de gas vapor?	Ligera sobrepresión en la línea debido a que el vapor tiene capacidad para comprimirse.	Paro de emergencia.	2	1	2	<p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
5	¿Qué pasa si durante la descarga el operador no abriera la válvula de cierre rápido (bola recta) de 2" que se encuentra en una de las líneas de gas líquido?	Golpe de ariete en la unión bridada de la válvula con posible formación de una fuga a través de éstas.	<p>Las líneas por donde fluye gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/2" de diámetro.</p> <p>Se cuenta con dos extintores tipo ABC de fosfato monoamónico por toma en el área de recepción.</p> <p>En el lindero norte de la planta, se cuenta con un hidrante que cubre al 100% las tomas de recepción, el cual opera con un gasto de 350 LPM.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
6	¿Qué pasa si existiera una transferencia lenta de gas vapor?	Retardo en el suministro de GLP al tanque de almacenamiento.	Ninguna.	2	1	2	<p>Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.</p> <p>Colocar letrero de procedimiento de operación de la válvula de cuatro vías del compresor.</p> <p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>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.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Por su parte la bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
7	¿Qué pasa si durante la operación se sobrepresionara la tubería de gas líquido?	<p>Presión alta en la línea podría provocar fuga de GLP en caso de que en algún elemento la hermeticidad no sea fiable.</p> <p>En caso de ocurrir una sobrepresión en un tramo de tubería en la cual se encuentre una válvula de relevo hidrostático, ésta se podría activar.</p> <p>En ambos casos, la liberación de GLP al ambiente ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>Las líneas por donde fluya gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/2" de diámetro.</p> <p>Se cuenta con dos extintores tipo ABC de fosfato monoamónico por toma en el área de recepción.</p> <p>En el lindero norte de la planta, se cuenta con un hidrante que cubre al 100% las tomas de recepción, el cual opera con un gasto de 350 LPM.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>El operador deberá apegarse en todo momento a los procedimientos operativos establecidos.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Por su parte la bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
8	¿Qué pasa si existiera gas en fase líquida atrapado en la tubería?	<p>Ante una sobrepresión superior a los 28.12 kg/cm² la válvula de relevo hidrostático se podría activar.</p> <p>Liberación instantánea de gas lp al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>Las líneas por donde fluya gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/2" de diámetro.</p> <p>Se cuenta con dos extintores tipo ABC de fosfato monoamónico por toma en el área de recepción.</p> <p>En el lindero norte de la planta, se cuenta con un hidrante que cubre al 100% las tomas de recepción, el cual opera con un gasto de 350 LPM.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>El operador deberá apegarse en todo momento a los procedimientos operativos establecidos.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Por su parte la bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
9	¿Qué pasa si por una omisión se encontrara cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento?	<p>Ante la acumulación de gas en fase líquida y ante la posibilidad de sobrepresión en la tubería si se llegara a exceder la presión de calibración (28.12 kg/cm²) la válvula de relevo hidrostático se podría activar.</p> <p>Liberación instantánea de gas lp al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>Las líneas por donde fluya gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático 1/2" de diámetro.</p> <p>Se cuenta con dos extintores tipo ABC de fosfato monoamónico por toma en el área de recepción.</p> <p>En el lindero norte de la planta, se cuenta con un hidrante que cubre al 100% las tomas de recepción, el cual opera con un gasto de 350 LPM.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p> <p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
10	¿Qué pasa si por la falta de supervisión durante la descarga al trasegar toda la fase líquida del semirremolque siguiera funcionando el compresor?	Se inyectaría vapor en la fase líquida del recipiente de almacenamiento favoreciendo la vaporización de éste dentro del recipiente.	Indicador visual de flujo (mirilla). Paro de emergencia.	2	1	2	<p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acción a realizarse de manera inmediata.</p> <p>En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción								
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
11	¿Qué pasaría si el operador no ejecutara correctamente la operación de la válvula de 4 vías y la colocara en posición para cargar (suministrar) líquido?	Sobrepresión en la línea de gas líquido en el tramo donde se encuentra el indicador visual de flujo de tipo mirilla.	Los compresores se encuentran en el área de recepción donde se encuentran dos extintores de 9 kg tipo ABC de fosfato monoamónico. Paro de emergencia. Indicador visual de flujo tipo mirilla de 51 mm en cada toma de recepción.	2	1	2	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez Acciones a realizarse de manera inmediata. En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque a los tanques de almacenamiento con la utilización de los compresores Blackmer LB-601 o LB-361								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
12	¿Qué pasa si el operador no ejecutara correctamente la operación de la válvula de 4 vías y la colocara en posición para recuperar vapores?	No se podría realizar la operación de descarga del semirremolque y se estaría inyectando vapor a la fase líquida del recipiente de almacenamiento temporal de GLP para la recuperación de vapores. Además que se favorecería la formación de vapor dentro del semirremolque.	En la línea de gas líquido una válvula de globo recta y un indicador de flujo con función de no retroceso. Paro de emergencia.	2	1	2	<p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Almacenamiento.								
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en uno de los recipientes cilíndrico horizontal de 250,000 litros de capacidad al 100 % agua.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
13	¿Qué pasa si por la falta de supervisión o por una mala operación en el manejo de las válvulas de la fase vapor se sobrellenara el tanque de almacenamiento?	<p>Sobrepresión en el tanque.</p> <p>Cuando se alcanza un nivel igual al 80% se activa la válvula de máximo llenado (venteo) la cual descargaría fase líquida a través de su vástago.</p> <p>En caso de un aumento en la temperatura ambiente existe peligro de sobrepresión debido a que sería imposible mantener la fase líquida.</p> <p>Ante la sobrepresión se activarían las válvulas de seguridad.</p> <p>La liberación continua de GLP al ambiente da lugar a la formación de una pluma que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse.</p>	<p>Los tanques cuentan con dos aditamentos múltiples marca CMS modelo 5850-A de 101 mm , con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A-3149-G, considerando solo el uso de tres de éstas válvulas se tendrá una capacidad de desfogue de 294 m³/min. Estas válvulas cuentan con punto de ruptura.</p> <p>Ambos tanques cuentan con un medidor magnético Marca Magnatel de 64mm para nivel de líquido, un manómetro marca Econo con intervalo mínimo de lectura 0 a 21 kg/cm² y un termómetro marca Surex de -50° C a 50° C.</p> <p>Dos válvulas de máximo llenado ubicadas al 86.25 y al 90 % de volumen.</p> <p>En la zona de almacenamiento se tienen 4 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con tres extintores de carretilla de 50 kg.</p> <p>Asimismo, se tiene instalado un hidrante en el lindero Norte de la planta, con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento.</p> <p>Además cada tanque cuenta con dos tubos paralelos al eje de los mismos, colocados arriba de los tanques del cual sale una serie de 44 aspersores que producirán la irrigación necesaria, distribuida en la parte superior de cada tanque teniendo un gasto de 61.32 LPM.</p>	2	1	2	<p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p> <p>La creación del sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos, es de acción inmediata.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Almacenamiento.								
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en uno de los recipientes cilíndrico horizontal de 250,000 litros de capacidad al 100 % agua.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
14	¿Qué pasa si existiera una sobrepresión en el tanque de almacenamiento y fallara el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad montadas en el aditamento múltiple?	<p>Sobrepresión en el tanque.</p> <p>Existe la posibilidad de que en el interior del recipiente se llegue a una presión superior a la de diseño lo cual podría provocar la falla mecánica del recipiente.</p> <p>En caso de falla mecánica, el GLP se liberaría en grandes cantidades lo cual provocaría expansión súbita de la fase líquida que se encontraba al interior y en caso de encontrar una fuente de ignición se podría producir una bola de fuego.</p>	<p>En la zona de almacenamiento se tienen 4 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con tres extintores de carretilla de 50 kg.</p> <p>Asimismo, se tiene instalado un hidrante en el lindero Norte de la planta, con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento.</p> <p>Además cada tanque cuenta con dos tubos paralelos al eje de los mismos, colocados arriba de los tanques del cual sale una serie de 44 aspersores que producirán la irrigación necesaria, distribuida en la parte superior de cada tanque teniendo un gasto de 61.32 LPM.</p>	1	5	5	<p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p> <p>La creación del sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos, es de acción inmediata.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Almacenamiento.								
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en uno de los recipientes cilíndrico horizontal de 250,000 litros de capacidad al 100 % agua.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
15	¿Qué pasa si derivado de una explosión, un fragmento de un equipo o recipiente golpea al tanque de almacenamiento?	<p>Liberación de material inflamable.</p> <p>A consecuencia de un golpe de un fragmento se perdería la integridad mecánica del recipiente dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de gas l.p. en estado líquido.</p> <p>El material liberado en caso de encontrar una fuente de ignición originaría la explosión BLEVE debido a la rápida expansión por la ebullición del líquido liberado.</p>	<p>El recipiente de gas l.p. instalado en la planta se encuentran situados de tal forma que su eje longitudinal no apunta, ni a otros depósitos, ni a zonas con riesgos de incidencia.</p> <p>De conformidad con la NOM-013-SE DG-2002 cada cinco años se realiza la medición ultrasónica de espesores a los recipientes tipo no portátil que contienen gas l.p.</p> <p>Asimismo, se tiene instalado un hidrante en el lindero Norte de la planta, con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento.</p> <p>Además cada tanque cuenta con dos tubos paralelos al eje de los mismos, colocados arriba de los tanques del cual sale una serie de 44 aspersores que producirán la irrigación necesaria, distribuida en la parte superior de cada tanque teniendo un gasto de 61.32 LPM.</p>	1	5	5	<p>Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta.</p> <p>Mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión)</p> <p>Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.</p> <p>Deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente cumplidos 5 años de conformidad con lo señalado en la NOM-013-SE DG-2002.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p> <p>La medición ultrasónica de espesores del recipiente deberá realizarse de acuerdo a lo indicado en la NOM-013-SE DG-2002.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Almacenamiento.								
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en uno de los recipientes cilíndrico horizontal de 250,000 litros de capacidad al 100 % agua.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
16	¿Qué pasa si existiera un incendio a los alrededores de la zona de almacenamiento?	<p>Sobrepresión en el tanque.</p> <p>Ante la sobrepresión, el gas se empezaría a desfogar a través de una de las válvulas de seguridad montada en el aditamento múltiple, en caso de que la presión al interior no se estabilice el mecanismo del aditamento múltiple activará el secuenciado de válvulas.</p> <p>La liberación continua de GLP al ambiente a través de la válvula de seguridad da lugar a la formación de una pluma que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse.</p>	<p>En la zona de almacenamiento se tienen 4 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con tres extintores de carretilla de 50 kg.</p> <p>Asimismo, se tiene instalado un hidrante en el lindero Norte de la planta, con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento.</p> <p>Además cada tanque cuenta con dos tubos paralelos al eje de los mismos, colocados arriba de los tanques del cual sale una serie de 44 aspersores que producirán la irrigación necesaria, distribuida en la parte superior de cada tanque teniendo un gasto de 61.32 LPM.</p>	2	3	6	<p>Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta.</p> <p>Mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión)</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal seleccionado para el combate contra incendio de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p> <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p> <p>La cisterna o tanque de almacenamiento de agua deberá contener cuando menos, el 70% de su capacidad.</p> <p>Disponer de al menos dos equipos de protección personal para combate de incendio en buenas condiciones.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acciones inmediatas.</p> <p>La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p> <p>La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
17	¿Qué pasa si el operador no verifica las condiciones físicas (volumen/presión/temperatura) en el interior del auto-tanque previo a realizar la carga de GLP?	<p>Sobrellenado del auto-tanque, generando una sobrepresión dentro del recipiente, lo que conllevaría al desfogue la válvula de seguridad.</p> <p>Una incorrecta nivelación de presiones causaría una sobrepresión en el auto-tanque y la apertura de la válvula de seguridad.</p> <p>Temperatura mayor incremento en la presión dentro del recipiente.</p> <p>Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>Los auto-tanques cuentan con indicador de nivel, manómetro y termómetro.</p> <p>El auto-tanque cuenta con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto.</p> <p>En cada línea de líquido se tiene una válvula de globo recta, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de exceso de flujo y una válvula de actuación remota (neumática).</p> <p>En el auto-tanque como la toma de suministro se cuenta con extintores manuales tipo ABC de fosfato monoamónico.</p> <p>Asimismo, se tiene instalado un hidrante en el lindero Norte de la planta, con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>Si cualquiera de estas variables se encuentra fuera de rango, el operador deberá suspender la operación. Asimismo se deberá llevar un control de estas mediciones, mediante el llenado de una "Hoja de Control"</p> <p>Mantener los originales del mantenimiento preventivo y correctivo del que sean objeto los auto-tanques, de acuerdo a su Programa de Mantenimiento establecido.</p> <p>Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.</p> <p>Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso y de llenado del recipiente no transportable del auto-tanque 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.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Operador del área.</p> <p>Ante un sobrellenado el operador deberá inmediatamente suspender el trasiego.</p> <p>Acción inmediata: Elaborar "Hojas de Control"</p> <p>La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.</p> <p>El registro del tiempo de vida útil deberá llevarse a cabo de inmediato.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
18	¿Qué pasa si durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el chofer no apagara el motor y no se bloquearan las llantas del vehículo e inesperadamente este se moviera?	<p>Se tendría el desprendimiento de manguera.</p> <p>Fractura del punto de fractura y válvula de globo recta de 2" de diámetro.</p> <p>Fuga de GLP.</p> <p>La emisión instantánea de GLP se evaporará, formando una nube "puff" la cual en caso de encontrar una fuente de ignición podría generar una explosión de vapor no confinada.</p>	<p>En cada línea de líquido se tiene una válvula de globo recta, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de exceso de flujo y una válvula de actuación remota (neumática).</p> <p>El auto-tanque cuenta con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto.</p> <p>El área de suministro cuenta con 4 extintores de 9 kg de tipo ABC.</p> <p>Asimismo, se tiene instalado un hidrante al Sur de la toma de suministro, cada uno con un gasto de 700 LPM, cubriendo el 100% del área.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	4	3	12	<p>El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apagar el motor. - Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada. - Colocar calzas a las ruedas del auto-tanque. <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p> <p>Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away).</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Operador de área.</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de 6 meses contados a partir de la resolución de la MIA-ERA.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
19	¿Qué pasa si la válvula de exceso de flujo no cierra oportunamente ante el súbito desprendimiento de la manguera de trasiego?	<p>Fuga de GLP</p> <p>Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>En cada línea de líquido se tiene una válvula de globo recta, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de exceso de flujo y una válvula de actuación remota (neumática).</p> <p>El auto-tanque cuenta con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto.</p> <p>El área de suministro cuenta con 2 extintores de 9 kg de tipo ABC.</p> <p>Asimismo, se tiene instalado un hidrante en el lindero Norte de la planta, con un gasto de 350 LPM. El sistema cubre el 100% de las áreas de almacenamiento.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apagar el motor. - Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada. - Colocar calzas a las ruedas del auto-tanque. <p>Mantener el área libre de materiales combustibles.</p> <p>Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso y de llenado del recipiente no transportable del auto-tanque 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.</p> <p>Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away).</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Operador de área.</p> <p>Acciones a realizarse de manera inmediata.</p> <p>Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de 6 meses contados a partir de la resolución de la MIA-ERA.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
20	¿Qué pasa si el operador no realiza la apertura de las válvulas de alimentación al auto-tanque o la válvula de paso de la toma de suministro y se encuentra en operación la bomba?	<p>Se tendría un incremento en la presión de GLP en las líneas de conducción y se abrirían las válvulas de relevo hidrostático.</p> <p>Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.</p>	<p>Válvula de retorno automático (By-pass).</p> <p>Indicador visual de flujo de tipo no retroceso.</p> <p>Se tiene instalado junto a cada una de las bombas Blackmer un extintor de PQS de 9 kg de capacidad.</p> <p>Paro de emergencia.</p>	2	1	2	<p>Incluir el mantenimiento al By-pass dentro del Programa de Mantenimiento Preventivo.</p> <p>Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.</p> <p>El personal que realice las operaciones de trasiego deberá confirmar la apertura de válvulas del sistema entre la toma de suministro y el auto-tanque que recibirá el gas licuado de petróleo.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Operador del área.</p> <p>Recomendaciones de acción inmediata.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
21	¿Qué pasa si existiera una restricción en la tubería de entrada a la bomba?	<p>Causaría vaporización del líquido y cavitación dentro de la misma.</p> <p>Ocurriría una caída de presión, la cual provocaría un mal funcionamiento en la bomba.</p>	<p>No se tienen restricciones en la tubería de entrada a la bomba.</p> <p>Se tiene un indicador de flujo de tipo no retroceso a la salida de la bomba.</p>	1	1	1	Verificar el diseño, operación e instalación de accesorios.	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Acción inmediata.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
22	¿Qué pasa si se instalarán los accesorios restrictivos o codos cerca de la apertura de entrada a la bomba?	Aumentaría la cavitación en la bomba. Se tendría una caída de presión. Podría ocurrir una turbulencia en el flujo.	Se tiene un indicador de flujo de tipo no retroceso a la salida de la bomba. No se tienen instalados accesorios restrictivos cerca de la apertura de entrada a la bomba.	1	1	1	Verificar el diseño, operación e instalación de accesorios.	Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez Acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
23	¿Qué pasa si se instala un reductor concéntrico en la entrada de la bomba?	<p>Aumentaría la cavitación.</p> <p>Existiría un mal funcionamiento de la bomba.</p> <p>Ocurriría una caída de presión.</p> <p>Existiría una acumulación de vapor que puede inferir en el funcionamiento de la misma.</p>	<p>No se tienen instalados accesorios reductivos cerca de la apertura de entrada a la bomba.</p> <p>Se tiene un indicador de flujo de tipo no retroceso a la salida de la bomba.</p>	1	1	1	<p>Verificar el diseño y la instalación de la bomba.</p> <p>Debe usarse siempre un reductor excéntrico, cuando se reduce el diámetro de la tubería a la entrada de la bomba, y cuando exista la posibilidad de que dentro de la misma haya gas o aire. El reductor debe instalarse con la parte recta hacia arriba.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Considerar la recomendación si fuera el caso.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
24	¿Qué pasa si en la instalación se inclina la tubería hacia arriba en dirección a la bomba?	Cavitación de la bomba. Existiría vaporización en la tubería de entrada a la bomba.	Se tiene un indicador de flujo de tipo no retroceso a la salida de la bomba.	1	1	1	Verificar el diseño y la instalación de la bomba. En la instalación se debe hacer un desnivel en la tubería de una o dos pulgadas, en diez pies de longitud entre la bomba y el tanque de almacenamiento, ya que permitirá que el gas fluya hacia el tanque y sea reemplazado por el líquido.	Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez Considerar la recomendación si fuera el caso.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
25	¿Qué pasa si existiera una gran cantidad de líquidos en largas tuberías (mayor de 15 m) a la entrada de la bomba?	Existiría un mal funcionamiento, esta cavitaria. Se tendría una vaporización continua por largo tiempo durante el cual la bomba está llena de vapor.	La tubería de entrada a la bomba es menor a 15 m. Se tiene un indicador de flujo de tipo no retroceso a la salida de la bomba. Paro de emergencia.	1	1	1	Verificar el diseño y la instalación del sistema de conducción.	Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez Considerar la recomendación si fuera el caso.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
26	¿Qué pasa si la bomba no girara?	<p>Posible vibración.</p> <p>Daños a la bomba por sobrecalentamiento del motor.</p> <p>Retardo en la operación.</p>	Ninguna.	1	1	1	<p>Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta.</p> <p>Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.								
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a tomas de suministro para auto-tanques por medio de la bomba Corken 1022								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
27	¿Qué pasa si existiera un calentamiento del motor o sobrecarga del interruptor?	Daños a la bomba por sobrecalentamiento del motor. Retardo en la operación.	Paro de emergencia.	1	1	1	Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta. Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.	Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Servicios auxiliares. Energía eléctrica. Operación: Mantener la operación óptima y continua de la planta..								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
28	¿Qué pasa si el suministro de electricidad de la red pública (CFE) falla debido a algún corte, irregularidad o descarga?	Ninguno. En caso de fallo de la red de energía eléctrica, la maquinaria quedaría fuera de operación. Retraso en las operaciones de trasiego.	Se tienen controles manuales para el cierre de líneas del sistema de trasiego y evitar fugas de GLP.	2	1	2	Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta. Contemplar la instalación de una planta de emergencia eléctrica.	Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez Recomendación de acción inmediata. La factibilidad de la planta generadora la determinará la unidad de verificación en la materia de instalaciones eléctricas.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Servicios auxiliares. Energía eléctrica. Operación: Mantener la operación óptima y continua de la planta..								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
29	¿Qué pasa si durante las operaciones en planta se suscitara una fuga de GLP. y que ésta se disperse rápidamente sin que se advierta de ésta y entrase en contacto con las cajas de registro del cableado del alumbrado?	En caso de que los registros no se encuentren adecuadamente ensamblados se tiene el peligro de una pequeña explosión debido a la latente fuente de ignición (chispas).	Se cuenta con instalaciones eléctricas a prueba de explosión (APDE), lo cual implica que los accesorios son capaces de soportar la explosión que pueda ocurrir en el interior sin que ésta afecte a otros equipos o accesorios. En la planta se cuenta con un extintor manual de 9 kg de capacidad de dióxido de carbono, el cual es adecuado para conatos de incendio en el cuarto de control eléctrico.	2	1	2	Revisión que los ensambles de las cajas de del registro de tubo conduit del cableado se encuentre perfectamente sellado. Realizar procedimientos de mantenimiento seguro a las instalaciones eléctricas conforme a lo establecido en la NOM-029-STPS-2011. Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de eventos que impliquen equipos eléctricos.	Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez Recomendaciones de acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Servicios auxiliares. Red contra incendio. Operación: Brindar protección en caso de incendio.									
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución	
30	¿Qué pasa si el suministro de electricidad de la red pública (CFE) falla en el momento en que el sistema contra incendio está operando?	Ninguno. En caso de fallo de la red de energía eléctrica, la bomba del motor eléctrico quedaría fuera de operación pero entraría en su relevo la bomba acoplada al motor de combustión.	En caso de falla de la bomba eléctrica o del suministro eléctrico, la planta cuenta con una bomba con motor de combustión interna.	2	1	2	<p>Asegurar que la bomba de motor de combustión interna cuenta con batería y suministro de combustible suficiente.</p> <p>Mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión)</p> <p>Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>Recomendaciones de acción inmediata.</p> <p>La factibilidad de la planta generadora la determinará la unidad de verificación en la materia de instalaciones eléctricas.</p>	

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Servicios auxiliares. Red contra incendio. Operación: Brindar protección en caso de incendio.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
31	¿Qué pasa si la red de agua a presión del sistema contra incendio falla?	No se podría atender una emergencia de fuga o incendio en planta, lo cual podría provocar que la situación se escale o se torne más insegura.	La planta de distribución cuenta con extintores manuales de 9 kg de polvo químico seco (fosfato monoamónico) en diversas partes de la planta y tres de carretilla de 50 kg ubicado en la zona de almacenamiento.	1	3	3	Contemplar la instalación de una bomba jockey con la finalidad de mantener la presión del sistema.	Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez La instalación de una bomba Jockey se estima un tiempo de 6 meses contados a partir de la resolución de la MIA-ERA.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

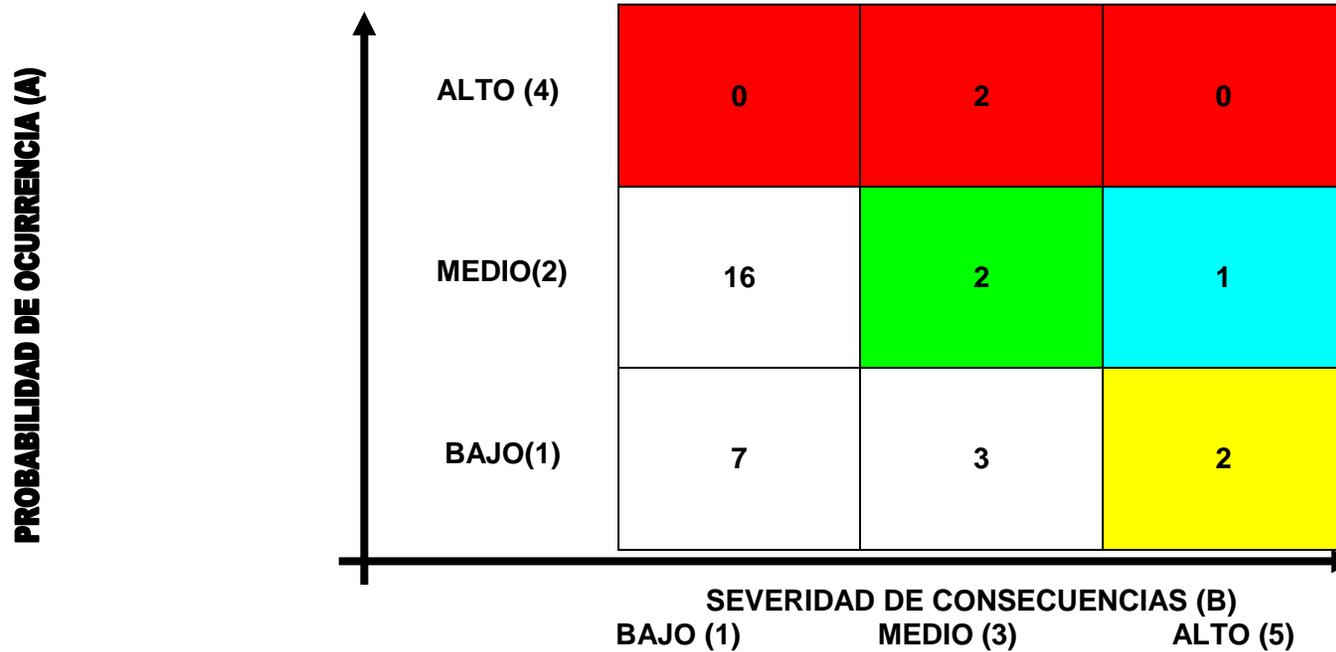
Área: Servicios auxiliares. Red contra incendio. Operación: Brindar protección en caso de incendio.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
32	¿Qué pasa si la red de agua a presión del sistema contra incendio fallara por falta de suministro en la cisterna?	No se podría atender una emergencia de fuga o incendio en planta, lo cual podría provocar que la situación se escale o se torne más insegura.	La planta de distribución cuenta con extintores manuales de 9 kg de polvo químico seco (fosfato monoamónico) en diversas partes de la planta y tres de carretilla de 50 kg ubicado en la zona de almacenamiento.	1	3	3	Mantener la capacidad de la cisterna a su nivel máximo.	Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez Recomendación de acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Área: Servicios auxiliares. Aire de instrumentos. Operación: Mantener la operación óptima y continua de la planta.								
No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
33	¿Qué pasaría si el sistema de aire de instrumentos fallara?	El diafragma que desplaza el obturador de alguna válvula, no funcionará, lo que ante una emergencia conllevaría a la fuga de GLP y a la formación de una nube de vapor inflamable y/o explosiva.	La planta en todo el sistema de trasiego de gas lp, tendrá instaladas válvulas de operación manual de tipo globo recta para una presión de hasta 28 kg/cm ² .	1	3	3	<p>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.</p> <p>Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.</p> <p>Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el sistema de aire, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta y que implique el paro de las operaciones de trasiego en caso de que dicho evento ocurra.</p>	<p>Jefe de operaciones: Amado Gerardo Riva Rodríguez</p> <p>La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.</p> <p>Además deberá elaborar un plan de atención a emergencias que considere los eventos emanados del presente estudio. Además de mantener en buen estado los letreros donde se indiquen los procedimientos de arranque y paro de los bombas del sistema contra incendio.</p>

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B

Interpretación de la Matriz de Resultados



Factores de Análisis de Riesgo (AXB) traducidos en las siguientes acciones:

- Factor Análisis de Riesgo
- >8  Identifica situaciones de mayor importancia.
 - 6  Identifica situaciones de considerable importancia.
 - 5  Puede requerirse planeación para eventos creíbles.
 - 4, 12 o 20  Situaciones consideradas con alta probabilidad de ocurrencia. Requerirá análisis de consecuencias fuera de sitio sobre esos escenarios002E

4. Determinación de los escenarios de riesgo.

Número de caso propuesto por la metodología WHAT IF	Número de escenario a evaluar	Factor Análisis de Riesgo (A X B)	Etapa de operación	Indicador	Probabilidad de ocurrencia (A)	Severidad de consecuencias (B)
1	1	12	Recepción de semirremolques	Situación de alta probabilidad de ocurrencia	Alta (Una vez cada 10 años.)	Media Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre 100,000 y 1,000,000 (dólares E.U.)
2	2	10	Recepción semirremolques	Situación de mayor importancia	Media (Cada 10 a 100 años, probablemente durante la vida de la planta)	Alta Resulta en muerte o daños a la propiedad, pérdidas de producción más de \$ 1,000,000 (dólares E.U.)
3	3	6	Recepción semirremolques	Situación de considerable importancia	Media (Cada 10 a 100 años, probablemente durante la vida de la planta)	Media Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre 100,000 y 1,000,000 (dólares E.U.)
18	4	12	Suministro a auto-tanques	Situación de alta probabilidad de ocurrencia	Alta (Una vez cada 10 años.)	Media Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre 100,000 y 1,000,000 (dólares E.U.)

Número de caso propuesto por la metodología WHAT IF	Número de escenario a evaluar	Factor Análisis de Riesgo (A X B)	Etapa de operación	Indicador	Probabilidad de ocurrencia (A)	Severidad de consecuencias (B)
14	5	5	Almacenamiento	Situación que requiere planeación para eventos creíbles	Baja (Cada 100 años, no esperado en esta planta, pero puede ocurrir.)	Alta Resulta en muerte o daños a la propiedad, pérdidas de producción más de \$ 1,000,000 (dólares E.U.)
15						
16	6	6	Almacenamiento	Situación de considerable importancia	Media (Cada 10 a 100 años, probablemente durante la vida de la planta)	Media Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre 100,000 y 1,000,000 (dólares E.U.)

5. Eventos que pudieran suscitarse en la Planta de Distribución de Gas L.P.

Evento 1

Área: Recepción.

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

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 a los semirremolques al momento de la descarga, lo que ocasionaría el movimiento del mismo, pudiéndose zafar la manguera.
- Arranque de la unidad (semirremolque), sin antes haber sido debidamente desconectada.

La masa fugada de GLP, corresponde al contenido de la manguera. La emisión instantánea de GLP se evaporará, formando una nube “puff” la cual en caso de encontrar una fuente de ignición podría generar una explosión de vapor no confinada.

Evento 2

Área: Recepción.

Si ocurriera una falla en la válvula de descarga del semirremolque se originaría una fuga continua de GLP, si esta fuga se incendiara sería difícil controlarla debido a la dirección de la llama. Esta llama estaría dirigida hacia el suelo, por lo que ésta se esparciría en forma radial, lo que impediría llegar hasta la válvula. El semirremolque se calentaría a causa de la acción del fuego. Como esta fuga se llevaría a cabo en la parte inferior del tanque, las llamas calentarían la parte del recipiente donde se encuentra la fase líquida de GLP.

Pero debido a que el punto de ebullición del GLP es menor que el punto de fusión del metal, el líquido absorberá la mayor parte del calor generado, mientras que la temperatura de la parte metálica aun que se eleva, se estabiliza dentro de límites seguros.

En tanto subirá la temperatura de la fase líquida hasta que comienza a evaporarse, esto aumentará la presión interna del recipiente. *Cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad.* La capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente es de 223.349 m³/min.

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 la posibilidad de que la nube de vapor evolucione aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga dando origen a una explosión con 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, esta ocurriría a la altura del origen de la emisión, dado que la nube de vapor formada se dispersará 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*”.

Evento 3

Área: Recepción.

Si el recipiente del semirremolque continúa calentándose y se alcanza la temperatura límite de sobrecalentamiento se producirá la nucleación espontánea en toda la masa de líquido. Cuando la válvula de seguridad no pueda aliviar la presión creciente, seguirá aumentando la presión hasta que sobrepase la resistencia del recipiente, entonces ésta fallará por la parte más débil y como resultado se producirá una BLEVE.

Se considera que al producirse la BLEVE se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en 80% de su capacidad aproximadamente (según el reglamento de distribución de Gas L. P.), esto es, contiene 38,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 47,500 litros –. Se toma en cuenta este porcentaje debido a que en el semirremolque se encuentra un espacio vacío que en este caso corresponde al volumen que ocupa el gas en fase vapor, el cual es de un 20% de la capacidad del tanque.

Evento 4

Área: Suministro.

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y por error se arrancara, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de globo recta (cierre rápido), provocando una fuga de GLP en fase líquida, equivalente al que se encuentra atrapado en la tubería, la cual tendrá un diámetro de 51 mm, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando **757 L/min**, a una presión de **5.0 kg/cm²**.

En el diseño de las plantas la conexión de las mangueras que van a los vehículos de suministro, están conectadas a un punto de fractura, y estos a su vez, a una válvula de globo, previendo la posibilidad de que se arrancara y el punto de fractura de la línea se rompiera (lo cual debe suceder en estos casos), se tendría una fuga que sería la capacidad nominal de la tubería, considerando además, medio minuto debido a que, cuando se opera el punto de fractura automáticamente se para el equipo, por lo que se considera este tiempo razonable para realizar la modelación.

Por las características del incidente, la masa fugada de GLP es emitida a la atmósfera mediante dos mecanismos: emisión de chorro horizontal y emisión instantánea.

La primera de ellas se refiere a la emisión de GLP en fase líquida producto del funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto y que trabaja a razón de 757 L/min. La segunda se refiere a la emisión por la liberación de GLP en fase líquida del contenido de la manguera y de la tubería a la descarga de la bomba cuando ésta entra en paro.

Se considera que por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

Evento 5

Área: 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 a los aditamentos múltiples marca CM.

Cada múltiple contiene 4 válvulas de relevo de presión (válvulas de seguridad), sin embargo, los cálculos de capacidad de desfogue se realizan tomando en cuenta sólo 3 válvulas dado que la cuarta 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, según 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 la posibilidad de que la nube de vapor evolucione aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga dando origen a una explosión con efectos mecánicos.

Si bien, la ignición retardada de la emisión continúa de gas l.p. a través de la válvula de seguridad provocaría una llamarada, esta ocurriría a la altura del origen de la emisión, dado que la nube de vapor formada se dispersará 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*”.

Evento 6 Área: Almacenamiento

a) (BLEVE del tanque de Almacenamiento)

Considerando el evento 3, en el que ocurre la BLEVE del semirremolque, suponiendo que durante este suceso, existe una explosión, y por lo tanto la fragmentación del semirremolque, cuyas partes salen expulsadas con gran fuerza, uno de estos fragmentos golpea uno de los tanques de almacenamiento, provocando el agujeramiento de éste, y consecuentemente, una fuga, misma que al entrar en contacto con el fuego desprendido del semirremolque, encenderá también, calentando el líquido contenido en dicho tanque de almacenamiento, lo que después de algunos minutos, provocará una BLEVE.

Es de mencionar con gran énfasis, que debido a que su principal objetivo es la venta de este combustible para los cálculos solicitados se considerará que su contenido está al 80%, ya que en el caso del evento catastrófico de la BLEVE es más probable que se presente un evento de esta índole cuando el tanque no está lleno. De la situación planteada se propondrá suponiendo que impacta uno de los recipientes de almacenamiento de **250,000 litros volumen agua al 100%, pero por seguridad** se considera que éste se encuentra al **80 %** de su capacidad al momento del accidente, esto es **200,000 litros**.

Se consideran los efectos producidos por la sobrepresión derivada de la BLEVE del tanque de almacenamiento, tomando en cuenta los niveles de 1 lb/plg² y 0.5 lb/plg².

b) (Radiación Térmica)

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.

En este caso se determina la distancia a la cual se tendrían niveles de radiación térmica de 5 kW/m² y 1.4 kW/m² que producen las afectaciones indicadas en la tabla de tolerancias presentada.

6. Identificación del evento máximo probable y catastrófico utilizando la metodología ÁRBOL DE FALLAS.

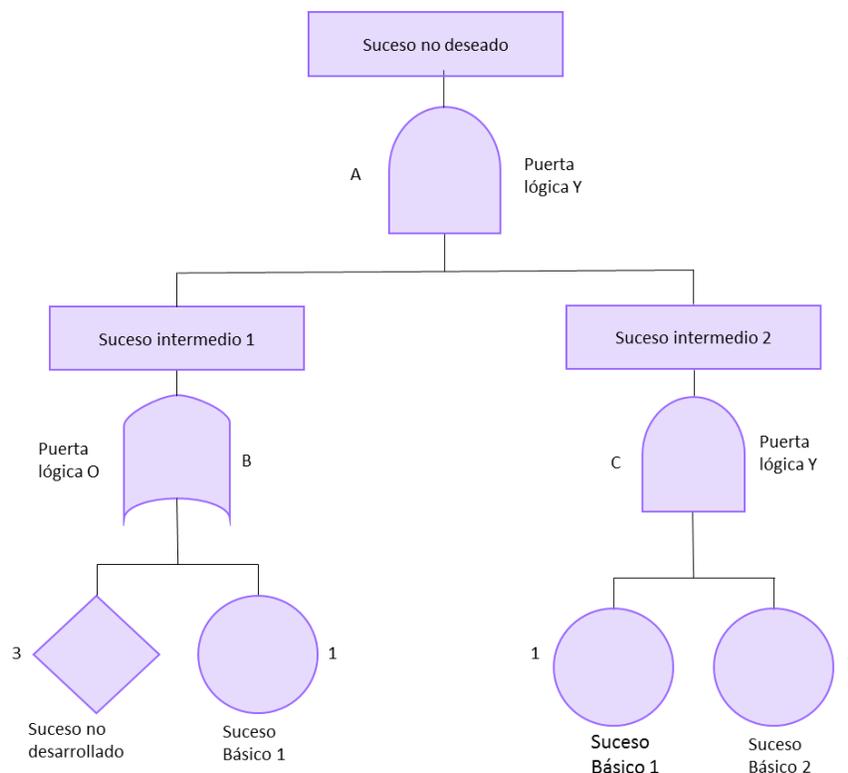
ÁRBOL DE FALLAS. (FTA. *Fault Tree Analysis*)

El análisis detallado de frecuencias tiene como objetivo la estimación de la probabilidad o la frecuencia de las situaciones (consecuencias) no deseadas identificadas durante la evaluación cualitativa de riesgos.

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

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

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



Representación del 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 sub eventos que sucedan, ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra. Un símbolo para una compuerta “Y” es usado para indicar que 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 óvalo 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

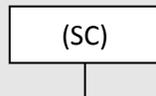
Se emplean símbolos lógicos para expresar relaciones e interacciones. A continuación se definen las más usuales:

Relación causa – efecto: líneas _____

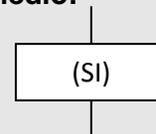
Sucesos:

- 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.

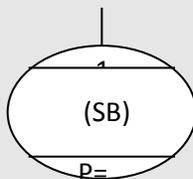
Suceso capital:



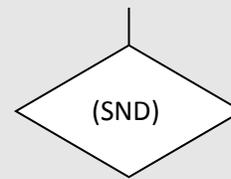
Suceso intermedio:



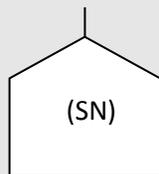
Suceso básico iniciador o causal:



Suceso no desarrollado:



Suceso normal o externo:

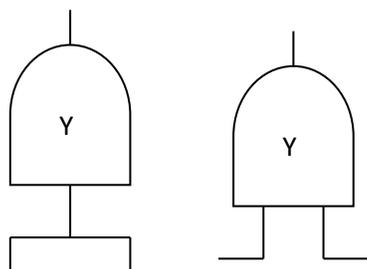


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

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.

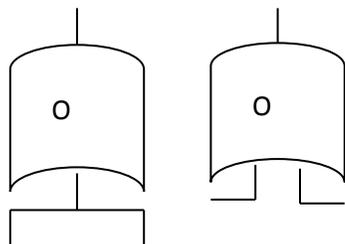


PUERTAS “Y”

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 la memoria técnica descriptiva de la planta de distribución de Gas L.P. y los planos de la ingeniería de detalle, se identificaron las siguientes áreas de riesgo:

- Toma de recepción de GLP.
- Almacenamiento de GLP.
- Toma de suministro de GLP.

El muelle de llenado es un área que se encuentra fuera de operación.

De manera general se puede definir que los “*eventos tope*” para la operación de la Planta de Almacenamiento para Distribución de gas L.P. son:

1. Fuga y explosión en el área de recepción de Gas L.P.
2. Fuga y explosión en el área de suministro de Gas L.P.
3. Explosión en el área de almacenamiento de Gas L.P. (tanque de 250 m³)

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

Probabilidad 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.

NOTA₂: Esta metodología se realiza para hacer conciencia de que la probabilidad de ocurrencia es muy baja, casi improbable de que suceda, sin embargo, es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación. Las medidas de seguridad se enlistan en los apartados VI.5.1 del presente estudio.

Se anexa a continuación su aplicación.

Con base en la **identificación y evaluación** de los posibles riesgos (latentes y/o potenciales) en la *instalación* propiedad de **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.** a través del “método generalizado” del tipo semi – cuantitativo *What If...?* y de su posterior **jerarquización** con el **Árbol de Fallas** se obtienen los eventos máximos identificados:

No.	Evento	Probabilidad de ocurrencia
1	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de recepción de GLP (toma de recepción: descarga de semirremolques).	4.44×10^{-5} (No se ha presentado en 10 años)
2	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de recepción de GLP (válvula de seguridad del semirremolque) se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire).	2.0×10^{-10} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
3	Explosión tipo BLEVE del semirremolque (explosión mecánica del recipiente tipo no transportable) para el transporte de GLP .	1.66×10^{-16} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
4	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de suministro (toma de suministro) de GLP.	5.66×10^{-5} (No se ha presentado en 10 años)
5	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de almacenamiento de GLP (válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento) se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire).	2.0×10^{-10} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
6	Explosión tipo BLEVE de un recipiente de almacenamiento de la instalación , cuya capacidad es de 250,000 litros al 100%.	41.15×10^{-27} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)

NOTA: La **probabilidad de ocurrencia** de los eventos **3 y 6** se consideró como **Muy Improbable (No se ve posibilidad que ocurra el riesgo)**, ya que el orden de magnitud rebasa los valores establecidos en la tabla de “**Probabilidades de Fallo**”.

Eventos máximos probables:

De acuerdo a las **probabilidades de ocurrencia** que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que cuenta la planta de distribución de gas l.p. es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo.

Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan **mayor probabilidad de ocurrencia (respecto a los demás)**, como son los eventos **1 y 4**. Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Evento catastrófico:

Si bien, la probabilidad el evento **3** es prácticamente improbable, este es considerado como el **evento iniciador** que desencadena el evento **6** (BLEVE del tanque), el cual es considerado el evento catastrófico por ser éste el evento que tiene en consideración la capacidad máxima de almacenamiento. El evento es muy sobrestimado, ya que tiene una probabilidad muy baja, sin embargo, es posible su ocurrencia. Además es importante mencionar que en caso de llevarse a cabo el evento **3** ocurriría el evento **2** y en caso de llevarse a cabo el evento **6** se llevara a cabo el evento **5**.

Es importante mencionar que las instalaciones de la planta de gas contarán 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.

7. Descripción de los modelos de evaluación de consecuencias.

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



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

Se tienen diferentes modelos de fuego:

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

Las explosiones de gas son caracterizadas por rápida combustión, en la cual el 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 A, 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.

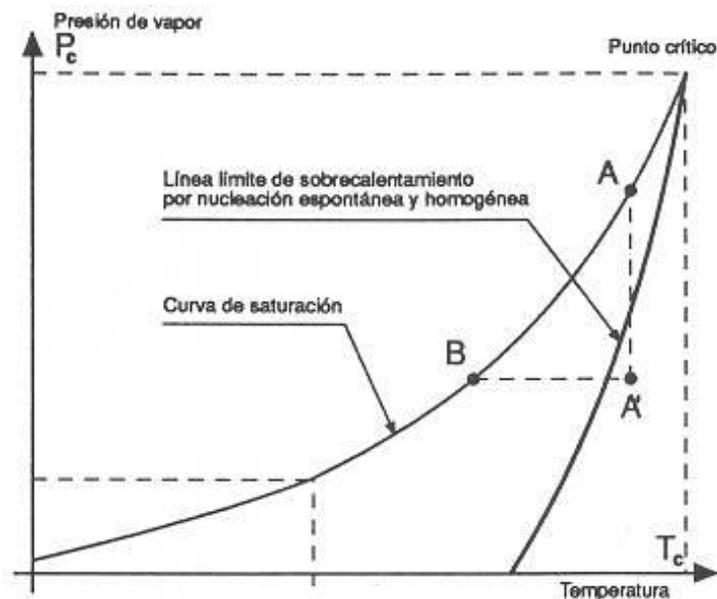


Fig. A: Curva de saturación P-T

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 A 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 a la ambiente, nos limitaremos en este último apartado a los tres tipos de consecuencias que suceden en el caso particular del almacenamiento del Gas L.P.:

- Radiación térmica.
- Sobrepresiones por la onda expansiva.
- Proyección de fragmentos metálicos.

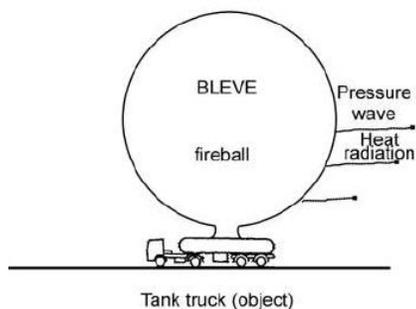
Para la cuantificación de estos tres tipos de consecuencias se han desarrollado diferentes modelos empíricos de análisis que han recogido las experiencias de accidentes sucedidos.

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)

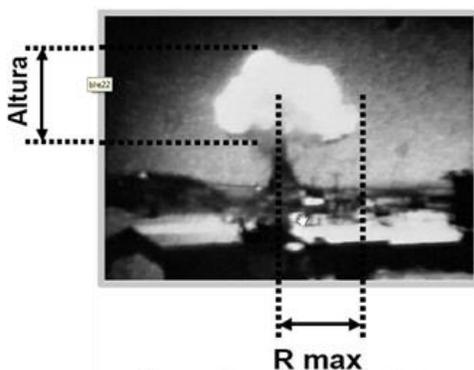
La bola de fuego es el resultado de una liberación instantánea de un gas licuado inflamable con ignición rápida en un área abierta, tiene una forma cercana a una esfera de vapor. La concentración de combustible en su interior se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad, y la combustión 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.



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



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 $10 kW/m^2$ 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.

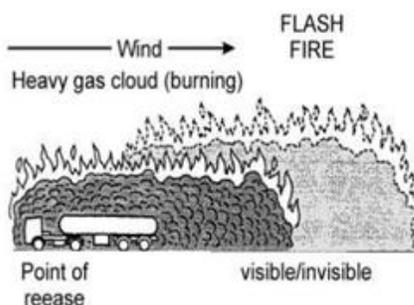
LÍMITES DE INTENSIDAD POR RADIACIÓN TÉRMICA (BANCO MUNDIAL 1988)		
INTENSIDAD (kW/m^2)	EFFECTOS SOBRE MATERIALES	EFFECTOS SOBRE HUMANOS
37.5	Daño a equipo de proceso.	100% de letalidad en 1 minuto. 1% de letalidad en 10 segundos.
25	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con exposición prolongada.	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 al entorno de la instalación, de acuerdo a la guía del ERA se deberá considerar para daños por Inflamabilidad (radiación Térmica): Zona de Alto Riesgo $5 kW/m^2$ y para la Zona de Amortiguamiento: $1.4 kW/m^2$.

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 “flash fire” es la combustión no explosiva de una nube de gas inflamable, que tuvo lugar debido a la fuga de un gas o por la evaporación de un líquido inflamable formando una nube inflamable que encuentra una fuente de ignición. Suele estar asociada a la dispersión de vapores a ras de suelo. Cuando estos encuentran un punto de ignición, el frente de la llama generado se propaga hasta el punto de emisión, barriendo y quemando toda la zona ocupada por los vapores en condiciones de inflamabilidad.



La ignición da lugar a un fuego que consume de forma rápida la materia inflamable de la nube.

Los efectos de este tipo de incendio son:

1. Quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas.
2. Emisión de gases de combustión.
3. Poca intensidad térmica en el exterior de su entorno.

Si bien los efectos de éste tipo de incendio son la radiación térmica y el contacto directo de la flama, la literatura disponible proporciona poca información respecto a éstos efectos debido a que el fenómeno de **la llamarada tiene una duración corta, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube. No obstante, se conoce que **las personas que permanezcan dentro del área de flama tendrán heridas fatales**.

Sin embargo, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que se forme una nube de vapor inflamable de tamaño considerable; el crecimiento y evolución de la nube aumenta la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, **una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión)**.

En el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión y **se estima mediante el modelo de dispersión SLAB (SCRI FUEGO)**.

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%**, fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea. **En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos**.

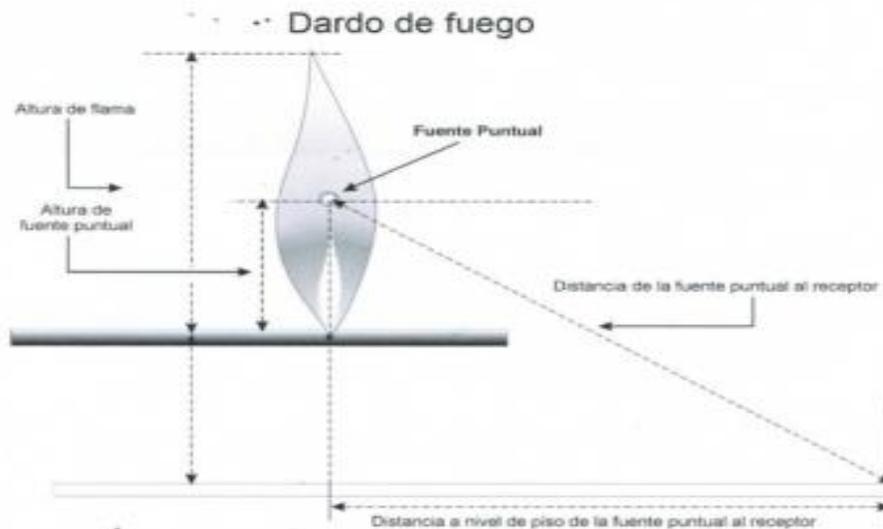
DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Los dardos de fuego resultan generalmente de la combustión de un material que está siendo emitido de una unidad de proceso presurizada. La preocupación principal, como en el caso de los fuegos en derrames son los efectos de la radiación local.

Los tanques de almacenamiento, transportes o tuberías que contienen gases bajo presión o sustancias normalmente gaseosas que se han comprimido al punto de transformarse en líquido, debido a la presión a la que la sustancia corre si alguna tubería sufriera alguna fractura, la sustancia escaparía a una alta velocidad.

La descarga o ventilación del gas a través del agujero forma un chorro de gas que es liberado a la atmósfera y se va mezclando con el aire. Si el gas es inflamable y se encuentra una fuente de ignición, puede formarse una flama de chorro de longitud considerable (pudiendo ser de cientos de metros de largo) a partir de un reducido agujero en la tubería.

El peligro de este comportamiento consiste en el riesgo de que la radiación térmica, del dardo impacte contra el exterior de un tanque cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o auto-reactivo, gas l.p. en caso de las plantas de distribución de gas l.p. 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 continua se desembocará en un desgarre violento o explosión en un evento conocido como BLEVE, descrito previamente.



MODELOS DE DISPERSIÓN.

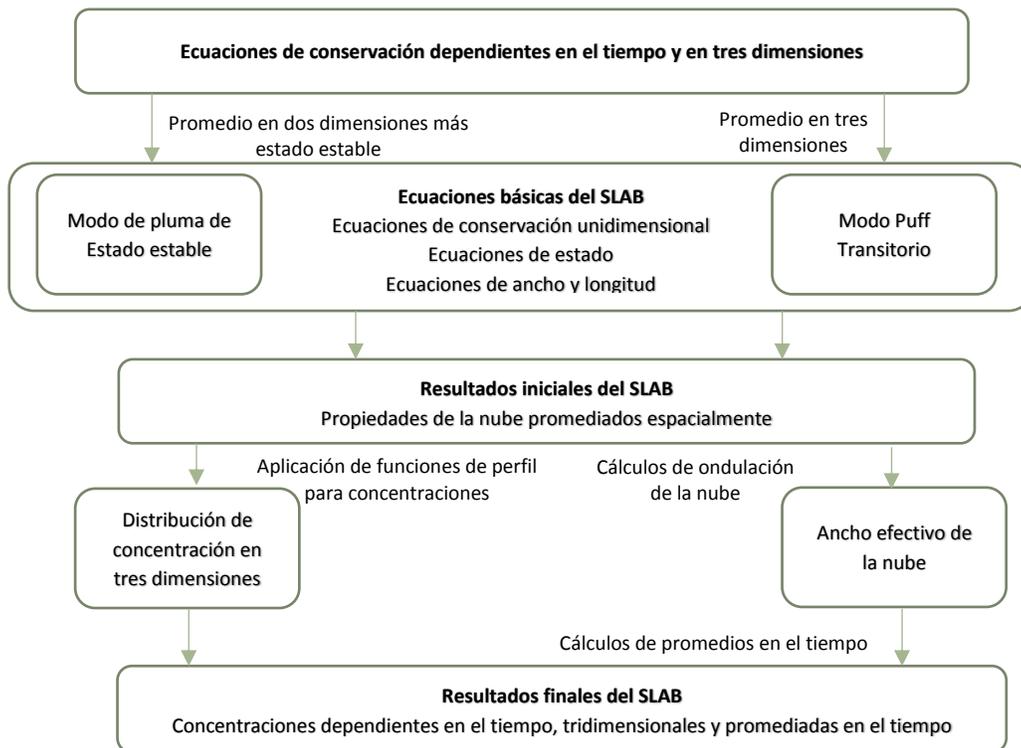
Los modelos de dispersión describen el transporte de los materiales en el aire y proporcionan una estimación del área afectada y las concentraciones de interés a ciertas distancias donde puedan existir conjunto de personas y que se pueda provocar un daño a las mismas.

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.

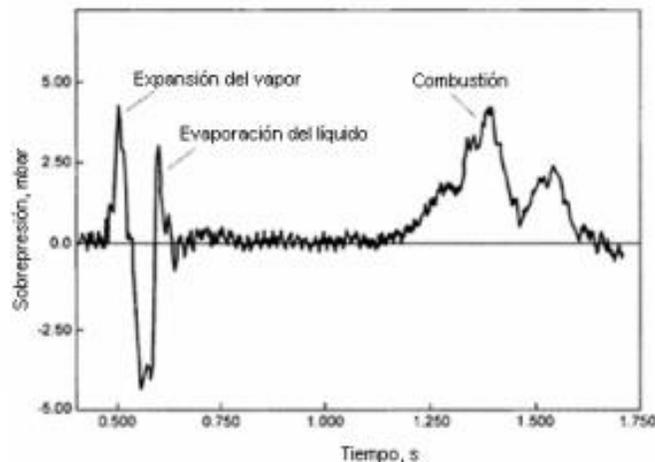


ONDA DE SOBREPRESIÓN.

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.



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 límites de inflamabilidad de la sustancia de que se trate), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión. Normalmente son deflagraciones 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.

EFFECTOS DE UNA EXPLOSIÓN A DIFERENTES SOBREPRESIONES.

Sobrepresión (psi)	Efectos
0.02	Sonido molesto (137 dB) si es de baja frecuencia (10 a 15 Hz)
0.03	Fractura de vidrios previamente bajo esfuerzo.
0.04	Ruido fuerte y fractura de vidrio.
0.1	Fractura de ventanas y pequeños vidrios bajo esfuerzo.
0.15	Presión típica de fractura de vidrios.
0.3	Distancia segura (probabilidad de 0.95 de no recibir daño grave) Daño de techos de tejas. Límite de alcance de proyectiles producto de la explosión. Torre de enfriamiento: falla de las mamparas.
0.4	Daño estructural menor y limitado.
0.15 – 1.0	Ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas. Daño a los marcos de las ventanas.
0.7	Daño menor a la estructura de casas.
1.0	Destrucción parcial de casas, quedan inhabitables.
1 – 2	Asbesto corrugado completamente estrellado, paneles de aluminio o acero. .corrugado deformados. Paneles de madera elevados.
1.3	Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados.
2	Colapso parcial de paredes y techos de las casas. Calentador: fracturas de ladrillos. Reactor químico: rotura de ventanas y medidores. Filtros: falla de paredes de concreto.
2 – 3	Fractura de paredes de ladrillo.
2.3	Daño estructural serio.
2.5	Destrucción del 50% de paredes de ladrillo.
3	Pocos daños en maquinaria pesada en edificios industriales. Tanque de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (50% llenado.)
3 – 4	Demolición de edificios de estructura de acero.
4	Ruptura de tanques de almacenamiento de combustible.
5	Reactor químico: partes internas dañadas. Postes de madera segados. Ligero daño en maquinaria industrial pesada. Calentador: unidad destruida. Regenerador: marcos colapsados.
5 – 7	Ventilador: carcasa y cajas dañadas.
6	Destrucción casi completa de casa Cubículo de instrumentos: unidad destruida Recipiente horizontal a presión: marcos deformados, el equipo se mueve y las tuberías se rompen
6.5	Regulador de gas: el equipo se mueve y la tubería se rompe Tanques de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (90% llenado)
7	Columna de extracción: el equipo se mueve y la tubería se rompe Volcamiento de vagones de tren cargados.

7.5	Reactor catalítico: partes internas dañadas. Columna fraccionadora: unidad destruida Regenerador: unidad destruida Transformador eléctrico: líneas de fuerza dañadas
7 – 8	Turbina de vapor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
8	Cambiador de calor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
9	Paredes de ladrillo completamente destruidas Tanque de almacenamiento (esférico): el equipo se mueve y la tubería se rompe Destrucción total de vagones de ferrocarril cargados Reactor químico: unidad destruida
9.5	Motor eléctrico: líneas de fuerza dañadas
10	Recipiente horizontal a presión: unidad destruida Cambiador de calor: unidad destruida Filtro: la unidad se mueve de sus cimientos Destrucción total de edificios Daños severo a maquinaria pesada Cuarto de control (techo de concreto): unidad destruida Transformador eléctrico: unidad destruida
12	Ventilador: unidad destruida. Regulador de gas: controles dañados, carcaza y caja dañadas Columna de extracción: la unidad se mueve de sus cimientos Filtro: unidad destruida Reactor catalítico: unidad destruida Columna de extracción: unidad destruida
14	Turbina de vapor: controles dañados Recipiente vertical a presión: el equipo se mueve y la tubería se rompe Bomba: líneas de fuerza dañadas
16	Turbina de vapor: tubería rota Tanque de almacenamiento (esféricos): falla de abrazaderas y soportes
20	Recipiente vertical a presión: unidad destruida
>20	Tanque de almacenamiento (esférico): unidad destruida Bomba: unidad se mueve de sus cimientos
300	Tanque de almacenamiento (techo flotante): colapso del techo Motor eléctrico: la unidad se mueve de sus cimientos Turbina de vapor: la unidad se mueve de sus cimientos Límite del cráter

8. Análisis (evaluación de consecuencias).

La simulación que se llevará a cabo para cada uno de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación* – Planta de Distribución de Gas L.P. – como parte del **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** será por medio del simulador **SCRI – Fuego**.

SCRI – Fuego

Éste es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en la instalación se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los posibles escenarios así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

El sistema contiene una base de datos con más de 1000 productos y más de 7000 sinónimos de productos en inglés y español, con cálculos de propiedades que dependen de la temperatura. El *software* calcula propiedades de mezclas con la metodología de *Guidance on the Application of Refined Dispersion Models to Hazardous/Toxic Air Pollutant Releases EPA-454/R-93-002*.

En el uso del programa de simulación SCRI – Fuego, se logrará determinar los radios de afectación de los eventos máximos probables de riesgo, previamente propuestos conforme a la metodología para el análisis de **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo**.

El desarrollo de la modelación y simulación de cada uno de los eventos que considerados en el presente estudio se presentan en el Capítulo II de la presente guía.

9. Zonas de Salvaguardas

El presente **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** es elaborado para Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **SONIGAS PUEBLA, S.A. de C.V.**, en éste se incluye la modelación de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación*, asimismo se valida que para el establecimiento de las zonas de salvaguardas se emplean los siguientes criterios:

Inflamabilidad

Es la medida de la facilidad que presenta un gas líquido o incluso un sólido, en este caso el GLP (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

Explosividad

Esta es la capacidad de las sustancias químicas para provocar una liberación instantánea de presión, gas y calor, provocado por el choque repentino, presión o alta temperatura.

En este aspecto se considera como parámetros de explosividad (sobrepresión):

- 1.0 lb/plg² – Zona de Alto Riesgo
- 0.5 lb/plg² – Zona de Amortiguamiento

Capítulo II

Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones.



Km. 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuautla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Como parte de la evaluación de Riesgo Ambiental, y con base en los eventos de mayor probabilidad de ocurrencia, se determinan los radios potenciales de afectación en caso de que se llegasen a presentar estos, y para su delimitación se aplicó modelos matemáticos así como el uso del simulador **SCRI – Fuego** para validar cada uno de estos.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, deberá utilizar los criterios que se indican a continuación:

	Alto Riesgo (daños a equipos)	Alto Riesgo (daños a equipos)	Alto Riesgo (daños a equipos)
Toxicidad (Concentración)	-	IDLH (ppm)	TLV (8h, TWA) o TLV (15 min, STEL) ppm
Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/plg ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/plg ² (0.035 kg/cm ²)

- NOTAS:**
- 1) En modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
 - 2) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

A continuación se presenta el desarrollo del cálculo de los eventos más probables y el de mayor daño crítico.

Consideración para los cálculos.

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.

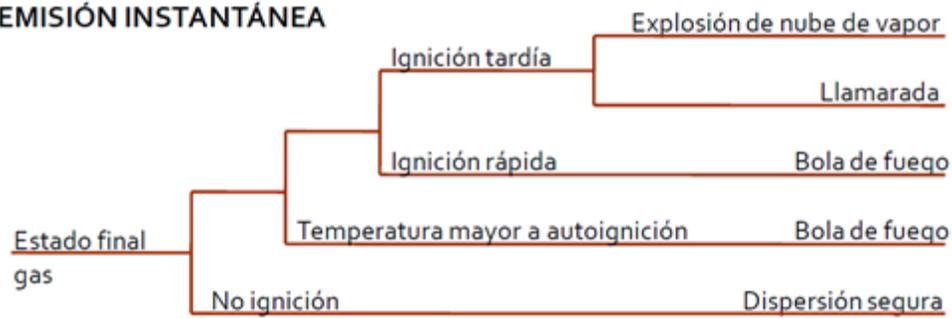
Es conveniente mencionar que existe una gran diferencia en el comportamiento de la concentración de un gas con respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un tanque de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo tanque.

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

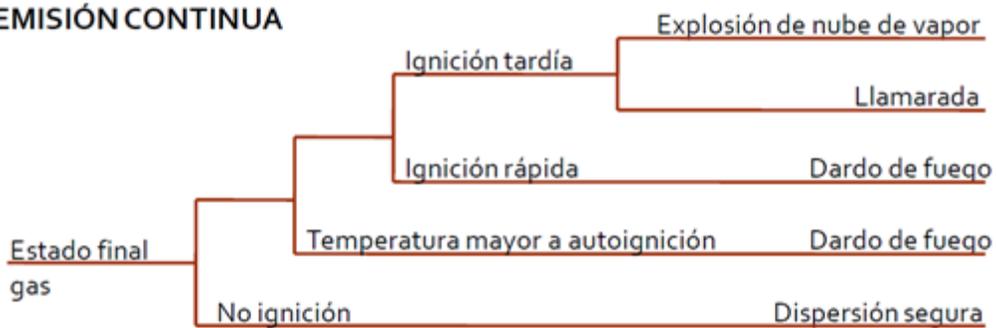
1. Dispersión de chorro turbulento, a partir de una fuga de gas a presión.
2. Dispersión de nube neutra, para gases sometidos únicamente a las turbulencias atmosféricas.

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



EMISIÓN CONTINUA



Por otra parte, 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 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 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).

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que cuenta la planta de distribución de gas l. p. es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia (**eventos 1 y 4**) con respecto a los eventos demás (**eventos 2 y 5**), pero en caso de presentarse, los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Si bien, la probabilidad del **evento 3** es prácticamente improbable, este es considerado como el **evento iniciador** que desencadena el **evento 6**, que es el evento considerado como catastrófico (el de menor probabilidad, pero de mayor daño), por lo que para efectos de cálculos del presente estudio, únicamente se consideran dichos eventos, además, esto con el fin de poder determinar la máxima zona de afectación, para así tomar las medidas necesarias de prevención.

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.

VER EL DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS A CONTINUACIÓN.

PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad	Justificación de Valores
Temperatura media promedio.	T	20.8	°C	Condiciones climatológicas del municipio de Yautepec de Zaragoza
Velocidad del viento.	u	2	m/s	
Humedad relativa del sitio.	H _w	66	%	
Presión atmosférica.	P _A	0.875	bar	Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA. Estación Meteorológica Cuernavaca 17-004, ubicada en las coordenadas geográficas 18°56'50" Latitud Norte y 99°13'38" Longitud Oeste y a una altura de 1,653 msnm.
Presión de vapor del Gas L.P. a T _{amb} .	P	491527.112	Pa	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, Digital, 2017). Constantes de <i>Antoine</i> para el Gas L.P. A = 3.930032 B = 856.7074 $\log_{10} P^{sat} = a - \frac{b}{T+c-273.15}$ C = 243.7396 Valores obtenidos de "The properties of gases and liquids" Fifth edition. Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, John P. O'Connell.
Factor de explosión.	E	0.10	adimensional	El factor de explosividad determina la fracción del calor de combustión que sirve para producir las ondas de sobrepresión E= 0.10 cuando el escenario se considera DMC (daño máximo catastrófico)
Calor de combustión de TNT.	HC _{TNT}	4680	kJ/kg	Energía generada expresada en peso de TNT, que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube (Ton TNT)
Capacidad promedio del semirremolque.	V _r	47,500	L (litros)	Datos obtenidos del fabricante.
Presión de diseño del semirremolque.	P _{ds}	17.58	kg/cm ²	
Presión de diseño del tanque de almacenamiento.	P _{dt}	17.6	kg/cm ²	

Las propiedades del gas l.p. (mezcla Propano (60%) / Butano (40%)) son calculadas por concentración molar a una temperatura de referencia de 20.8 °C:

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)	49.71	44.10	58.12
Punto de ebullición (°K)	247.73	231.11	272.65
Temperatura crítica (°K)	391.95	369.83	425.12
Presión crítica (Pa)	4.067 E+06	4.248 E+06	3.796 E+06
Volumen crítico (m ³ /kmol)	0.22	0.20	0.26
Capacidad calorífica del gas a presión constante y temperatura de interés (J/kg.°K)	1678.19	1666.04	1692.02
Calor de vaporización del líquido a temperatura de ebullición (J/kg)	406524.42	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m ³)	591.82	582.51	602.41
Capacidad calorífica del líquido a temperatura de ebullición (J/kg. °K)	2271.06	2252.25	2292.47
Constante de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	1872.46	-1
Constante de presión de saturación SPC (SLAB)	--	-25.16	0
Relación de calores específicos (gamma)	1.11	1.13	1.09
Concentración estequiometría (%)	9.50	4.0	3.10
Calor de combustión (kJ/kg)	46045.82	46333.0	45719.0
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

ESCENARIO 1
TOMA DE RECEPCIÓN
(DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA)

FUGA Y EXPLOSIÓN DE GAS L.P. DE UNA NUBE NO CONFINADA, A CAUSA DEL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DURANTE LA DESCARGA DE GAS L.P. DEL SEMIRREMOLQUE A LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA TOMA DE RECEPCIÓN.

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO 2.0					
Instalación:		Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V.					
I. Datos del escenario.							
Clave		Nombre				Peor Caso	
Evento 1		Evento 1				Caso más probable	
Elaboró:		Descripción: Fuga de gas l.p. por desprendimiento de la manguera del semirremolque en la toma de recepción mientras se descarga el gas lp por medio del compresor marca Blackmer. a) Emisión de una llamarada (Flashfire). b) Explosión de una nube de vapor (NVNC).				Fecha: 08/2018	
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).					
II. Sustancias involucradas.							
Nombre de la sustancia: Gas l.p.		Composición:		% molar	X	% másico	% volumétrico
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad	IDLH	TLV (8 h, TWA)	TLV (15min, STEL)
Propano		60	NP	-104 °C	2100 ppm	1000 ppm	2000 ppm
Butano		40	NP	-60.15 °C	19000 ppm	800 ppm	1000 ppm
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación							
Presión:	7 kg/cm ²	Temperatura:	20.8 °C	Estado:	Líquido abajo de su p.e.	Líquido arriba de su p.e.	
Fase del material liberado:		Vapor	líquido	vapor y líquido	X		
Contenedor:	Cilindro	Esfera		Tipo de fuga:	Falla catastrófica	Válvula de alivio	
Tubería		Otro: manguera	X	Orificio en cuerpo o tubería		Cizalla de tubería, otro	
Alto del recipiente:	1.2 m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:		0.051 m	Largo de la tubería gas-líquido:		0 m
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto	X Otra Explique
Área del orificio:	2 plg	Coef. De pérdida del orificio:		0.6	Elevación del punto de liberación:	m	Altura hidráulica m
Dirección de la fuga:	Vertical	Horizontal	X	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada	grados
Tiempo estimado de liberación:		segundos		Masa estimada de liberación:		9.06 kg	
Densidad (liq):		591.82 kg/m ³		Longitud de la manguera:		7 m	
				Longitud de la tubería:		0.5 m	
Diámetro de la manguera (liq):				0.051 m			
% Energía a utilizar:				10			

IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.							
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)		1.5 F		1.5 A-B		Otro 2-A	
Temperatura atmosférica		20.8 °C					
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)		---					
Humedad atmosférica		66 %					
Presión atmosférica		656.304 mm Hg					
Tipo de suelo (rugosidad empleada)							
Direcciones dominantes de viento		SO					
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural: X	Urbana:	Industria:	Marítima:	Otra: explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)							
Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3			
VI. Estados finales para análisis							
Dardo, antorcha o jet de fuego	X	Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X
BLEVE/bola de fuego		Nube tóxica					
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:							

Cálculo de la masa fugada:

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

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051\text{m})^2}{4} = 0.0020428 \text{ m}^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{\text{Liq-tubería}} = LA$$

$$v_{\text{Liq-tubería}} = LA = (0.5 \text{ m})(0.0020428 \text{ m}^2) = 0.0142997 \text{ m}^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

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

$$v_{\text{Liq-manguera}} = LA = (7.00 \text{ m})(0.0020428 \text{ m}^2) = 0.0010214 \text{ m}^3$$

Suma de los volúmenes

$$V_T = V_{\text{liq-manguera}} + V_{\text{liq-tubería}}$$

$$V_T = 0.0142997 \text{ m}^3 + 0.0010214 \text{ m}^3$$

$$V_T = 0.0153212 \text{ m}^3$$

Masa de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 \text{ kg}}{\text{m}^3} \right| 0.0153212 \text{ m}^3 = 9.0673658 \text{ kg}$$

Se supone que el escape accidental de **9.0673658 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.L.I y L.S.I) a 1.5 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.

VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)										
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión			
Zona de seguridad			Otro	Zona de seguridad		Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		
IDLH	TLV _{15min}	TLV _{8h}	kW/m ²			psi				
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5 – 37.5	5.0	1.4	10	3.0	1.0	0.5	
m			m			m				
			Jet fire							
			Early pool fire			Early explosion	8.04	16.40	37.44	63.64
			Late pool fire			Late Ignition				
			Flash fire	X						
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		Desde 0.01 m hasta 4.23 m Y de exclusión: 3.75 m Dist máx: 4.30 m	LFL (m)	Desde 0.01 m hasta 2.26 m Y de exclusión: 2.87 m Dist máx: 3.08 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 4.30 m y fatalidades en un radio de 3.08 m en dirección perpendicular a la dirección del viento, a una altura supuesta de 1.5 m

ESCENARIO 2

TOMA DE RECEPCIÓN
 (DESFOGUE VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL SEMIRREMOLQUE)

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO 2.0					
Instalación: Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V.							
I. Datos del escenario.							
Clave		Nombre				Peor Caso	
Evento 2		Evento 2				Caso más probable	
Elaboró:		Descripción: Fuga a través de la válvula de seguridad del semirremolque debido a la sobrepresión generada dentro del semirremolque ocasionada por el incendio que se pudiera ocasionar debido al desprendimiento de la manguera. a) Explosión de una nube de vapor (NVNC). b) Dardo de fuego (jetfire).				Fecha: 08/2018	
Elaboró:		Ivonne Pintor					
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).					
II. Sustancias involucradas.							
Nombre de la sustancia: Gas l.p.		Composición:		% molar		% másico	
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad	
Propano		60		NP		-104 °C	
Butano		40		NP		-60.15 °C	
						IDLH	
						TLV (8 h, TWA)	
						TLV (15min, STEL)	
						2100 ppm	
						19000 ppm	
						1000 ppm	
						800 ppm	
						2000 ppm	
						1000 ppm	
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación							
Presión:		7 kg/cm ²		Temperatura:		20.8 °C	
Estado:		Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e.		X	
Fase del material liberado:		Vapor		líquido		vapor y líquido	
Contenedor:		Cilindro		Esfera		X	
Tipo de fuga:		Falla catastrófica		Válvula de alivio		X	
Tubería		Otro: semirremolque		X		Orificio en cuerpo o tubería	
Cizalla de tubería, otro							
Alto del recipiente:		1.2 m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería:		2.26 m	
Largo del recipiente:		12.79 m					
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	
						Tierra húmeda:	
						Concreto:	
						X	
						Otra:	
						Explique	
Área del orificio:		2 plg		Coef. De pérdida del orificio:		0.6	
Elevación del punto de liberación:		m		Altura hidráulica		m	
Dirección de la fuga:		Vertical		Horizontal		Hacia abajo	
						Golpea contra	
						Inclinada	
						grados	
Tiempo estimado de liberación:		1 min.		Masa estimada de liberación:		448.93 kg	
				Tasa estimada de liberación:		7.48 kg/s	
Densidad (liq):		591.82 kg/m ³		Longitud de la manguera:		7 m	
Diámetro de la manguera (liq):		0.051 m		Capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente:		223.3491 m ³ /min	
% Energía a utilizar:		10		Densidad (vap):		2.01 kg/m ³	

IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.							
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)		1.5 F		1.5 A-B		Otro 2-A	
Temperatura atmosférica		20.8 °C					
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)		---					
Humedad atmosférica		66 %					
Presión atmosférica		656.304 mm Hg					
Tipo de suelo (rugosidad empleada)							
Direcciones dominantes de viento		SO					
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural:		X		Urbana:	
						Industrial:	
						Marítima:	
						Otra: explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)							
Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3			
VI. Estados finales para análisis							
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego		Incendio de nube	
Explosión de nube		X					
BLEVE/bola de fuego				Nube tóxica			
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:							

Masa que forma una NVNC

$$= \text{capacidad de descarga de la válvula de seguridad} * \text{densidad } g_{p_{vap}} \\ * \text{tiempo de desfogue}$$

$$\text{Masa para formar una NVNC} = 223.3491 \frac{m^3}{min} * 2.01 \frac{kg}{m^3} * 1 min$$

$$\text{Masa para formar una NVNC} = 448.9317 kg$$

*Tasa de emisión = capacidad de descarga de la válvula de seguridad * densidad_{vap}*

$$\text{Tasa de emisión} = 223.3491 \frac{m^3}{min} * 2.01 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Tasa de emisión} = 448.9317 \frac{kg}{min} * \frac{1min}{60s}$$

$$\text{Tasa de emisión} = 7.48 kg/s$$

VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)

Radios por toxicidad		Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión						
Zona de seguridad		Clase de evento	Otro		Zona de seguridad		Clase de evento	Otro		Zona de seguridad		
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)		Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
IDLH	TLV _{15min}		TLV _{8h}	37.5	12.5	5.0		1.4	10	3	1.0	0.5
xxx ppm		xxx ppm		xxx ppm		m		m		m		
			Jet fire	13.26	22.61	35.15	64.71	Early explosion	29.52	60.24	137.51	233.75
			Early pool fire					Late Ignition				
			Late pool fire									
			Flash fire									
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:						½ LFL (m)		LFL (m)				

ESCENARIO 3

TOMA DE RECEPCIÓN

(BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE, DEBIDO A UNA FALLA EN LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE, LO QUE PROVOCARÍA UNA FUGA CONTINUA DE GAS L. P.)

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO 2.0					
Instalación: Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V.							
I. Datos del escenario.							
Clave		Nombre				Peor Caso	X
Evento 3		Evento 3				Caso más probable	
Elaboró:	Ivonne Pintor	Descripción: BLEVE del semirremolque en la toma de recepción debido a la falla de la válvula de seguridad del semirremolque. a) Sobrepresión que vence la capacidad del tanque y hace que este explote (TNT). b) Bola de fuego debido a que el gas lp dentro del semirremolque se incendia (Fireball).				Fecha:	08/2018
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).						
II. Sustancias involucradas.							
Nombre de la sustancia: Gas l.p.		Composición:	% molar	X	% másico	% volumétrico	
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad	IDLH	TLV (8 h, TWA)	TLV (15min, STEL)
Propano		60	NP	-104 °C	2100 ppm	1000 ppm	2000 ppm
Butano		40	NP	-60.15 °C	19000 ppm	800 ppm	1000 ppm
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación							
Presión:	7 kg/cm ²	Temperatura:	20.8 °C	Estado:	Líquido abajo de su p.e.	Líquido arriba de su p.e.	X
Fase del material liberado:	Vapor	líquido	vapor y líquido	X			
Contenedor:	Cilindro	Esfera	Tipo de fuga:	Falla catastrófica	X	Válvula de alivio	
Tubería	Otro: semirremolque	X	Orificio en cuerpo o tubería		Cizalla de tubería, otro		
Alto del recipiente:	m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:	2.26 m	Largo del recipiente:	12.79 m		
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:	Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto:	X	Otra
Área del orificio:	2 plg	Coef. De pérdida del orificio:	0.6	Elevación del punto de liberación:	m	Altura hidráulica	m
Dirección de la fuga:	Vertical	Horizontal	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada	grados	
Tiempo estimado de liberación:	instantánea	Masa TNT estimada de liberación:	109.11 kg	Masa estimada de liberación:	22,489.16 kg		
Densidad (liq):	591.82 kg/m ³	Longitud de la manguera:	7 m	Capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente:	223.3491 m ³ /min		
Diámetro de la manguera (liq):	0.051 m	Densidad (vap):	2.01 kg/m ³				
% Energía a utilizar:	10						
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.							
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)	1.5 F	1.5 A-B	Otro 2-A				
Temperatura atmosférica	20.8 °C						
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)	---						
Humedad atmosférica	66 %						
Presión atmosférica	656.304 mm Hg						
Tipo de suelo (rugosidad empleada)							
Direcciones dominantes de viento	SO						
Tipo de área en que se encuentra la instalación	Rural: X	Urbana:	Industrial:	Marítima:	Otra:	explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)							
Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3					
VI. Estados finales para análisis							
Dardo, antorcha o jet de fuego		Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X
BLEVE/bola de fuego	X	Nube tóxica					
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:							

*Masa del volumen en operación = Capacidad del tanque al 80% * densidad $g_{p_{liq}}$*

$$Masa\ del\ volumen\ en\ operación = 47,500\ litros * 0.8 * 1 \frac{m^3}{1000\ litros} * \frac{591.82kg}{m^3}$$

$$Masa\ del\ volumen\ en\ operación = 22,489.16\ kg$$

VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)												
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión					
Zona de seguridad			Clase de evento	Otro		Zona de seguridad		Clase de evento	Otro		Zona de seguridad	
Alto Riesgo	Amortiguamiento			Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Alto Riesgo		Amortiguamiento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento
	IDLH	TLV _{15min}										
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		kW/m ²					psi			
m			37.5	12.5	5.0	1.4	m					
			Jet fire					Early explosion	18.52	37.8	86.28	146.67
			Fireball	141.42	288.04	467.09	876.09	Late Ignition				
			Late pool fire									
			Flash fire									
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:						½ LFL (m)		LFL (m)				
Máximo 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						12.7 s						

ESCENARIO 4 TOMA DE SUMINISTRO (RUPTURA DE LA MANGUERA Y FRACTURA DE LA VÁLVULA DE GLOBO)

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO 2.0					
Instalación:		Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V.					
I. Datos del escenario.							
Clave		Nombre				Peor Caso	
Evento 4		Evento 4				Caso más probable	
Elaboró:		Ivonne Pintor				Fecha: 08/2018	
		Descripción: Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y por error se arrancara, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de globo recta (cierres rápido), provocando una fuga de GLP en fase líquida, equivalente al que se encuentra atrapado en la tubería. a) Emisión en forma de chorro horizontal (Flashfire) b) Emisión instantánea (Flashfire) c) Dardo de fuego (jetfire) d) Explosión de una nube de vapor (NVNC)					
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).					
II. Sustancias involucradas.							
Nombre de la sustancia: Gas l.p.		Composición:		% molar		X	% másico
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad	IDLH	TLV (8 h, TWA)	TLV (15min, STEL)
Propano		60	NP	-104 °C	2100 ppm	1000 ppm	2000 ppm
Butano		40	NP	-60.15 °C	19000 ppm	800 ppm	1000 ppm
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación							
Presión:		7 kg/cm ²	Temperatura:		20.8 °C		Estado:
Fase del material liberado:		Vapor	líquido	Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e.	X
Contenedor:		Cilindro	Esfera	Tipo de fuga:		Falla catastrófica	Válvula de alivio
Tubería		X	Otro:	Orificio en cuerpo o tubería		Cizalla de tubería, otro	X
Alto del recipiente:		0.8 m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:		0.051 m	Largo de la tubería (liq):	1 m
					0.076 m		11.2 m
Área del dique:		m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto: X
							Otra
Área del orificio:		2 plg	Coef. De pérdida del orificio:		0.6	Elevación del punto de liberación:	Altura hidráulica
						m	m
Dirección de la fuga:		Vertical	Horizontal	X	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada
							grados
Tiempo estimado de liberación: 30		segundos		Masa estimada de liberación:		224 kg	
						39.74 kg	
						263.74 kg	
						0.02 kg/s	
Densidad (liq):		591.82 kg/m ³		Longitud de la manguera:		7 m	
Diámetro de la manguera (liq):		0.051 m		Capacidad de la bomba:		0.757 m ³ /min	
% Energía a utilizar:		10		Densidad (vap):		2.01 kg/m ³	

IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.							
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)		1.5 F		1.5 A-B		Otro 2-A	
Temperatura atmosférica		20.8 °C					
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)		---					
Humedad atmosférica		66 %					
Presión atmosférica		656.304 mm Hg					
Tipo de suelo (rugosidad empleada)							
Direcciones dominantes de viento		SO					
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural: X	Urbana:	Industrial:	Marítima:	Otra:	explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)							
Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3			
VI. Estados finales para análisis							
Dardo, antorcha o jet de fuego		X	Charco de fuego			Incendio de nube	Explosión de nube
BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica				X
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:							

Calculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera y de la tubería de 51 mm de \varnothing : $(\pi d^2/4) m^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051 m)^2}{4} = 0.00204282 m^2$$

Área transversal del tramo de la tubería de 76 mm de \varnothing : $(\pi d^2/4) m^2$

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.076 m)^2}{4} = 0.00453646 m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

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

$$v_{Liq-manguera} = LA = (7.0 m)(0.00204282 m^2) = 0.014299744 m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería 51 mm} = LA = (1 m)(0.00204282 m^2) = 0.002042821 m^3$$

$$v_{Liq-tubería 76 mm} = LA = (11.2 m)(0.00453646 m^2) = 0.05080835 m^3$$

Volumen total en la tubería: $0.05285117 m^3$

Volumen total de la manguera + tubería

$$0.014299744 m^3 + 0.05285117 m^3 = 0.067150915 m^3$$

Peso de este volumen:

$$\left| \frac{591.82 kg}{m^3} \right| 0.067150915 m^3 = 39.74125431 kg$$

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

$$(\rho_{Liq})(V)(t) = masa Gas L.P. fugada bomba$$

$$Capacidad de la bomba = 757 L/min = 0.757 m^3/min$$

$$\left(591.82 \frac{kg}{m^3} \right) (0.757 m^3/min)(0.5 min) = 224.00387 kg$$

Masa total liberada:

$$masa Gas L.P. fugada bomba + masa Gas L.P.$$

$$masa_{total-liberada} = 263.7451243 kg$$

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.5 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 puede considerar que la fuga se lleva a cabo en dos etapas, la primera tiene lugar por la continuidad en el funcionamiento de la bomba, es decir, la emisión en esta etapa se considera como la característica de un chorro horizontal. La segunda por la liberación a la atmósfera de GLP en fase líquida el cual se evapora súbitamente formando una nube del tipo puff, es decir, una emisión instantánea.

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de 757 L.P.M. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I a los 17.36 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 25.40 m provocando graves daños a equipos en dirección perpendicular a la dirección del viento.

VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)

Radios por toxicidad		Radios por radiación térmica			Radios por sobrepresión						
Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad		Clase de evento	Otro	Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		
IDLH	TLV _{15min}	TLV _{8h}	kW/m ²			psi					
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	12.5	5.0	1.4	10	3.0	1.0	0.5		
m		m			m						
			Jet fire	1.06	1.91	3.72	Early explosion	24.72	50.45	115.77	195.77
			Early pool fire				Late Ignition				
			Late pool fire								
			Flash fire	X							
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)		Desde 1.52 m hasta 25.40 m Y de exclusión: 9.50 m Dist máx: 25.40 m	LFL (m)	Desde 1.71 m hasta 17.38 m Y de exclusión: 6.48 m Dist máx: 17.38 m			
				½ LFL (m)		Desde 0.00 m hasta 8.37 m Y de exclusión: 7.29 m Dist máx: 8.40 m	LFL (m)	Desde 0.01 m hasta 4.74 m Y de exclusión: 5.76 m Dist máx: 6.23 m			

ESCENARIO 5 ZONA DE ALMACENAMIENTO

(DESFOGUE VÁLVULA DE SEGURIDAD DE UNO DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO CON CAPACIDAD DE **250,000 L** VOLUMEN AGUA, POR SEGURIDAD ESTOS SE ENCUENTRAN AL 80% DE SU CAPACIDAD)

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO 2.0					
Instalación:		Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V.					
I. Datos del escenario.							
Clave		Nombre				Peor Caso	
Evento 5		Evento 5				Caso más probable	
Elaboró:		Descripción: Debido a un incendio cerca del área de almacenamiento, el gas lp empieza a subir su temperatura y consecuentemente su presión se provoca el desfogue de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento. a) Explosión de una nube de vapor (NVNC). b) Dardo de fuego (jetfire).				Fecha: 10/08/2018	
Ivonne Pintor							
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).					
II. Sustancias involucradas.							
Nombre de la sustancia: Gas I.p.		Composición:		% molar		% másico	
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad	
Propano		60		NP		-104 °C	
Butano		40		NP		-60.15 °C	
						IDLH	
						TLV (8 h, TWA)	
						TLV (15min, STEL)	
						2100 ppm	
						19000 ppm	
						1000 ppm	
						800 ppm	
						2000 ppm	
						1000 ppm	
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación							
Presión:		7 kg/cm ²		Temperatura:		20.8 °C	
Estado:		Líquido abajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e.		X	
Fase del material liberado:		Vapor		líquido		vapor y líquido	
						X	
Contenedor:		Cilindro		Esfera		Tipo de fuga:	
						Falla catastrófica	
						X	
Tubería		Otro: tanque de almacenamiento		X		Orificio en cuerpo o tubería	
						Válvula de alivio	
						Cizalla de tubería, otro	
Alto del recipiente:		5.38 m		Diámetro o ancho del recipiente/tubería:		3.3 m	
Largo del recipiente:						29.84 m	
Área del dique:		m ²		Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:		Tierra seca:	
						Tierra húmeda:	
						Concreto:	
						X	
						Otra	
						Explique	
Área del orificio:		2 plg		Coef. De pérdida del orificio:		0.6	
						Elevación del punto de liberación:	
						m	
Dirección de la fuga:		Vertical		Horizontal		Hacia abajo	
						Golpea contra	
						Inclinada	
						grados	
Tiempo estimado de liberación:		1 min		Masa estimada de liberación:		520.94 kg	
				Tasa estimada de liberación:		9.84 kg/s	
Densidad (liq):		591.82 kg/m ³		Longitud de la manguera:		7 m	
Diámetro de la manguera (liq):		0.051 m		Capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente:		294 m ³ /min	
% Energía a utilizar:		10		Densidad (vap):		2.01 kg/m ³	
IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.							
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)		1.5 F		1.5 A-B		Otro 2-A	
Temperatura atmosférica		20.8 °C					
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)		---					
Humedad atmosférica		66 %					
Presión atmosférica		656.304 mm Hg					
Tipo de suelo (rugosidad empleada)							
Direcciones dominantes de viento		SO					
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Rural: X		Urbana:		Industrial:	
						Marítima:	
						Otra: explique	
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)							
Sitio 1		Sitio 2		Sitio 3			
VI. Estados finales para análisis							
Dardo, antorcha o jet de fuego		X		Charco de fuego		Incendio de nube	
						Explosión de nube	
						X	
BLEVE/bola de fuego				Nube tóxica			
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:							

Masa que forma una NVNC

$$= \text{capacidad de descarga de la válvula de seguridad} * \text{densidad } g_{p_{vap}} * \text{tiempo de desfogue}$$

$$\text{Masa para formar una NVNC} = 294 \frac{m^3}{min} * 2.01 \frac{kg}{m^3} * 1 min$$

$$\text{Masa para formar una NVNC} = 590.94 kg$$

*Tasa de emisión = capacidad de descarga de la válvula de seguridad * densidad_{vap}*

$$\text{Tasa de emisión} = 294 \frac{m^3}{min} * 2.01 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Tasa de emisión} = 590.94 \frac{kg}{min} * \frac{1min}{60s}$$

$$\text{Tasa de emisión} = 9.84 kg/s$$

VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)												
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión					
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro		Zona de seguridad			
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento		
IDLH	TLV _{15min}	TLV _{8h}		kW/m ²				psi				
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm		37.5	12.5	5.0		1.4	10	3	1.0	0.5
m				m				m				
			Jet fire	14.34	25.34	39.80	73.66	Early explosion	32.35	66.02	150.71	256.18
			Early pool fire					Late Ignition				
			Late pool fire									
			Flash fire									
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:						½ LFL (m)		LFL (m)				

ESCENARIO 6 ZONA DE ALMACENAMIENTO

(BLEVE DE UNO DE LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP CON CAPACIDAD DE **250,000 L** VOLUMEN AGUA, POR SEGURIDAD ESTOS SE ENCUENTRAN AL 80% DE SU CAPACIDAD)

EXPLOSIÓN POR LA EXPANSIÓN DEL VAPOR CONTENIDO EN EL RECIPIENTE EN EL MOMENTO EN QUE LA PRESIÓN SUPERA LA RESISTENCIA DEL RECIPIENTE, Y ÉSTE SE ROMPE. (EXPLOSIÓN DE UN GAS CONFINADO)

Nombre del simulador utilizado:		SCRI FUEGO 2.0					
Instalación:		Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V.					
I. Datos del escenario.							
Clave	Nombre					Peor Caso	X
Evento 6 a	Evento 6					Caso más probable	
Elaboró:	Ivonne Pintor	Descripción: Debido a la BLEVE del semirremolque y uno de los fragmentos impacte el tanque de almacenamiento provocando una fuga misma que al entrar en contacto con el fuego del semirremolque, se encenderá, calentando el gas l.p. provocando una BLEVE del tanque de almacenamiento. a) Sobrepresión que vence la capacidad del tanque y hace que este explote (TNT). b) Bola de fuego debido a que el gas lp dentro del tanque de almacenamiento se incendia (Fireball).				Fecha:	10/08/2018
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (Instalaciones, población y medio ambiente).						
II. Sustancias involucradas.							
Nombre de la sustancia: Gas l.p.		Composición:		% molar	X	% másico	% volumétrico
Componente		%	Toxicidad	Inflamabilidad	IDLH	TLV (8 h, TWA)	TLV (15min, STEL)
Propano		60	NP	-104 °C	2100 ppm	1000 ppm	2000 ppm
Butano		40	NP	-60.15 °C	19000 ppm	800 ppm	1000 ppm
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación							
Presión:	7 kg/cm ²	Temperatura:	20.8 °C	Estado:	Líquido abajo de su p.e.	Líquido arriba de su p.e.	X
Fase del material liberado:	Vapor	líquido	vapor y líquido		X		
Contenedor:	Cilindro	Esfera	Tipo de fuga:	Falla catastrófica	X	Válvula de alivio	
Tubería	Otro: tanque de almacenamiento	X	Orificio en cuerpo o tubería			Cizalla de tubería, otro	
Alto del recipiente:	3.5 m	Diámetro o ancho del recipiente/tubería:	3.378 m	Largo del recipiente:	29.84 m		
Área del dique:	m ²	Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente:	Tierra seca:	Tierra húmeda:	Concreto:	X	Otra Explique
Área del orificio:	2 plg	Coef. De pérdida del orificio:	0.6	Elevación del punto de liberación:	m	Altura hidráulica	m
Dirección de la fuga:	Vertical	Horizontal	Hacia abajo	Golpea contra	Inclinada	grados	
Tiempo estimado de liberación:	instantánea		Masa TNT estimada de liberación:	194.45 kg			
			Masa estimada de liberación:	118,364 kg			
Densidad (liq):	591.82 kg/m ³		Longitud de la manguera:	7 m			
Diámetro de la manguera (liq):	0.051 m		Capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente:	294 m ³ /min			
% Energía a utilizar:	10		Densidad (vap):	2.01 kg/m ³			

IV. Condiciones atmosféricas y del entorno.												
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)			1.5 F		1.5 A-B		Otro 2-A					
Temperatura atmosférica			20.8 °C									
Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica)			---									
Humedad atmosférica			66 %									
Presión atmosférica			656.304 mm Hg									
Tipo de suelo (rugosidad empleada)												
Direcciones dominantes de viento			SO									
Tipo de área en que se encuentra la instalación			Rural:	X	Urbana:		Industrial:		Marítima:		Otra:	explique
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)												
Sitio 1			Sitio 2			Sitio 3						
VI. Estados finales para análisis												
Dardo, antorcha o jet de fuego			Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube		X			
BLEVE/bola de fuego			Nube tóxica									
VII. Memoria de cálculo y suposiciones:												

*Masa del volumen en operación = Capacidad del tanque al 80% * densidad $g_{p_{liq}}$*

$$Masa\ del\ volumen\ en\ operación = 250,000\ litros * 0.8 * 1 \frac{m^3}{1000\ litros} * \frac{591.82kg}{m^3}$$

$$Masa\ del\ volumen\ en\ operación = 118,364\ kg$$

VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)											
Radios por toxicidad			Radios por radiación térmica				Radios por sobrepresión				
Zona de seguridad			Otro		Zona de seguridad		Otro		Zona de seguridad		
Alto Riesgo	Amortiguamiento		Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	Clase de evento	Alto Riesgo (daño a equipos)	Alto Riesgo	Amortiguamiento	
	IDLH	TLV _{15min}									TLV _{8h}
xxx ppm	xxx ppm	xxx ppm	37.5	12.5	5.0	1.4	10	3	1.0	0.5	
m			m		m		m		m		
			Jet fire				Early explosion	22.46	45.83	104.61	177.82
			Fireball	236.07	487.26	729.19	1,487.48				
			Late pool fire								
			Flash fire								
Alcance por inflamabilidad de la mezcla o compuesto:				½ LFL (m)				LFL (m)			
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				12.7 s							

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).

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS Para la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de

“COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. DE C.V.” Planta Yautepec

DAÑOS OCASIONADOS POR LA EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA DE GLP (ONDAS DE SOBREPRESIÓN)

- I. Explosión de una nube no confinada por la masa de GLP emitida a la atmósfera durante las operaciones de trasiego.

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
1	Recepción.	7.86 m	16.03 m	36.60 m	62.21 m
4	Suministro.	24.72 m	50.45 m	115.17 m	195.77 m

- II. Explosión de una nube no confinada formada por la masa de GLP emitida a la atmósfera originada por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente (Semirremolque y tanque de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
2	Recepción.(semirremolque)	29.52 m	60.24 m	137.51 m	233.75 m
5	Almacenamiento.	32.35 m	66.02 m	150.71 m	256.18 m

Nota: La capacidad de desfogue de cada válvula de seguridad del tanque de almacenamiento es de 294 m³/min.

DAÑOS OCASIONADOS POR UN DARDO DE FUEGO

- I. Resultados relacionados con los daños causados por la radiación térmica producida por un dardo de fuego (Jet Fire).

EVENTO	ÁREA	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.(semirremolque)	13.26 m	22.61 m	35.15 m	64.71 m
4	Suministro.	0	1.06 m	1.91 m	3.72 m
5	Almacenamiento.	14.34 m	25.34 m	39.80 m	73.66 m

DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DE UN RECIPIENTE

- I. Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en un recipiente (semirremolque y tanque de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
3	Recepción (semirremolque)	18.52 m	37.8 m	86.28 m	146.67 m
6	Almacenamiento.	22.46 m	45.83 m	104.61 m	177.82 m

- II. Daños causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
3	Recepción.(semirremolque)	141.42 m	288.04 m	467.09 m	876.09 m
6	Almacenamiento.	236.07 m	487.26 m	792.19 m	1487.48 m

- III. Características de la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	EVENTO 3 RECEPCIÓN (SEMIRREMOLQUE)	EVENTO 6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP
Diámetro [$D_{max} = 5.8M^{1/3}$]	163.71 m	284.77 m
Altura [$H = 0.75D_{max}$]	122.79 m	213.58 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	18.2 s

DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO DE UN NUBE DE VAPOR (LLAMARADA O FLASH FIRE)

I. Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	ÁREA	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	Distancia X=	Desde 0.1 hasta 2.18 m	Distancia X=	Desde 0.01 hasta 4.09 m
		Y de exclusión=	2.77 m	Y de exclusión=	3.62 m
		Dist. Máx=	2.98 m	Dist. Máx=	4.16 m
4	Suministro (emisión chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.71 hasta 17.38 m	Distancia X=	Desde 1.52 hasta 25.40 m
		Y de exclusión=	6.48 m	Y de exclusión=	9.50 m
		Dist. Máx=	17.38 m	Dist. Máx=	25.40 m
	Suministro (emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 4.74 m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 8.37 m
		Y de exclusión=	5.76 m	Y de exclusión=	7.29 m
		Dist. Máx=	6.23 m	Dist. Máx=	8.40 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.

Cabe subrayar que la definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación se sustenta en los criterios establecidos por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, los cuales se indican en los puntos VI.3 y VI.4 de la presente guía. Asimismo, es importante señalar el daño probable o esperado a estos niveles definidos, es decir:

	Alto Riesgo (daños a equipos)	Alto Riesgo (daños a equipos)	Alto Riesgo (daños a equipos)
Toxicidad (Concentración)	-	IDLH (ppm)	TLV _(8h, TWA) o TLV _(15 min, STEL) ppm
Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/plg ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/plg ² (0.035 kg/cm ²)

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 al entorno de la instalación se sustenta en los criterios que se indican a continuación:

	Alto Riesgo (daños a equipos)	Alto Riesgo (daños a equipos)	Alto Riesgo (daños a equipos)
Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Rango de 12.5 kW/m ² a 37.5 kW/m ²	5 kW/m ²	1.4 kW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/plg ² (0.070 kg/cm ²)	0.5 lb/plg ² (0.035 kg/cm ²)

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 cualquiera de los dos tanques de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros**, que por seguridad nunca se encuentran 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 6 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.

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 **máximos probables 1 y 4** 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 **3** que es el iniciador que desencadena el evento **6**.

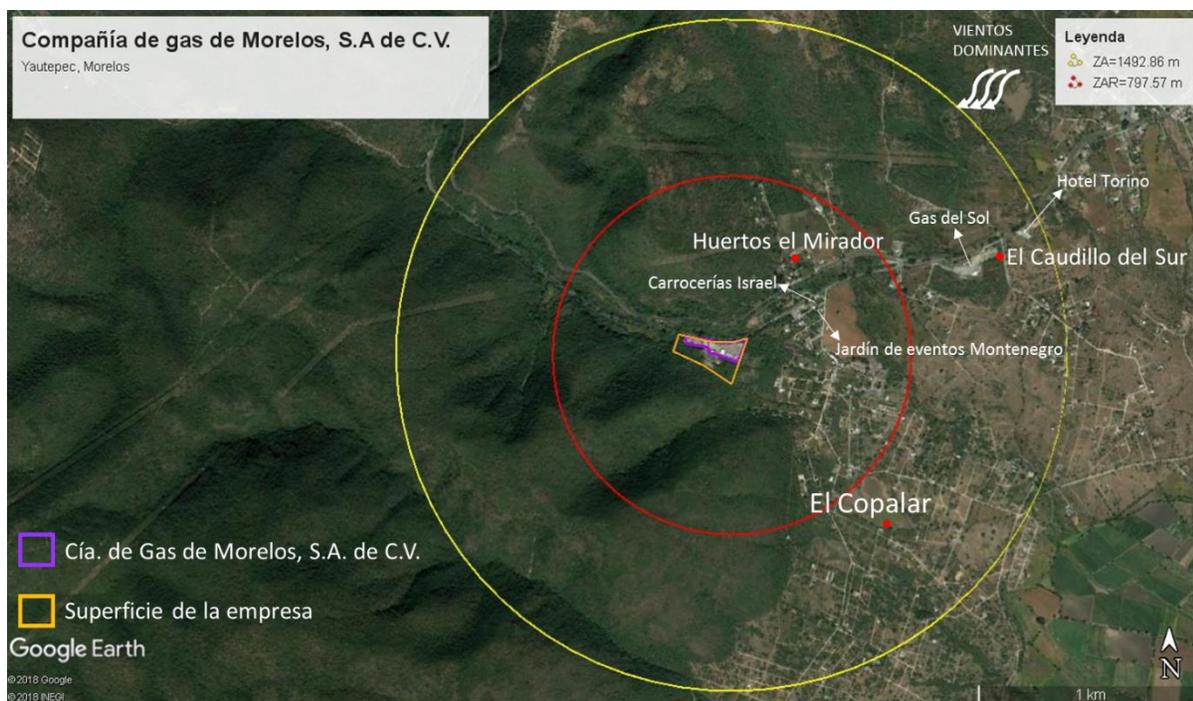
Se anexa a continuación la representación de los radios de afectación de cada uno de los eventos evaluados.

PUNTOS DE INTERÉS INMERSOS DENTRO DE LAS ZONAS DE ALTO RIESGO Y AMORTIGUAMIENTO

(Componentes ambientales, áreas naturales protegidas, asentamientos humanos, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, entre otros).

Con base en el análisis de consecuencias de los eventos máximos probable y catastrófico se determinaron las zonas totales de alto riesgo y amortiguamiento, las cuales están definidas por el evento máximo catastrófico (de menor probabilidad, pero de mayor daño), el cual corresponde a la BLEVE de un recipiente de almacenamiento. Considerando que en planta actualmente se opera con dos tanques con capacidad de 250,000 litros, cada uno, es la BLEVE de ambos tanques (Efecto dominó) lo que define las zonas totales de alto riesgo y amortiguamiento, las cuales equivalen a 797.57 y 1,492.86 metros, respectivamente. Dichas distancias corresponden a 5.0 y 1.4 kW/ m², respectivamente, considerando la combustión del contenido total de los tanques al 80%.

Asimismo, en la MIA se ha definido el Sistema Ambiental considerando el radio del área de amortiguamiento por radiación térmica de 1.4 kW/m², correspondiente a **1,492.86 metros**. Por lo que para señalar los puntos de interés inmersos se hará referencia al **Sistema Ambiental**



En este sentido, se tiene que los puntos de interés inmersos dentro de estas zonas son los siguientes:

- **ACTIVIDADES ECONÓMICAS.**

Del total de la población se observa que en el municipio de interés se observa únicamente el 42% de la población se encuentra económicamente activa representando una problemática social.

Indicadores económicos	LOCALIDADES			
	Municipio de Yautepec	El Copalar	Huertos el Mirador	Caudillo del Sur
Población económicamente activa (PEA)	41096	58	28	226
Población económicamente inactiva	32895	55	10	217
Población ocupada	39092	54	28	214
Población desocupada	2004	4	0	12

Fuente: INEGI. Principales resultados por localidad, ITER. Morelos, 2010.

ASENTAMIENTOS HUMANOS.

El sistema ambiental se ubica en el municipio de Yautepec, perteneciente al Morelos, con una población total de 97,827 habitantes de los cuales 47,581 son hombres, mientras que el 50,246 corresponden a la población femenina, siendo la población de un rango de relación hombre-mujer del 94.70% principalmente mujeres (INEGI, 2010).

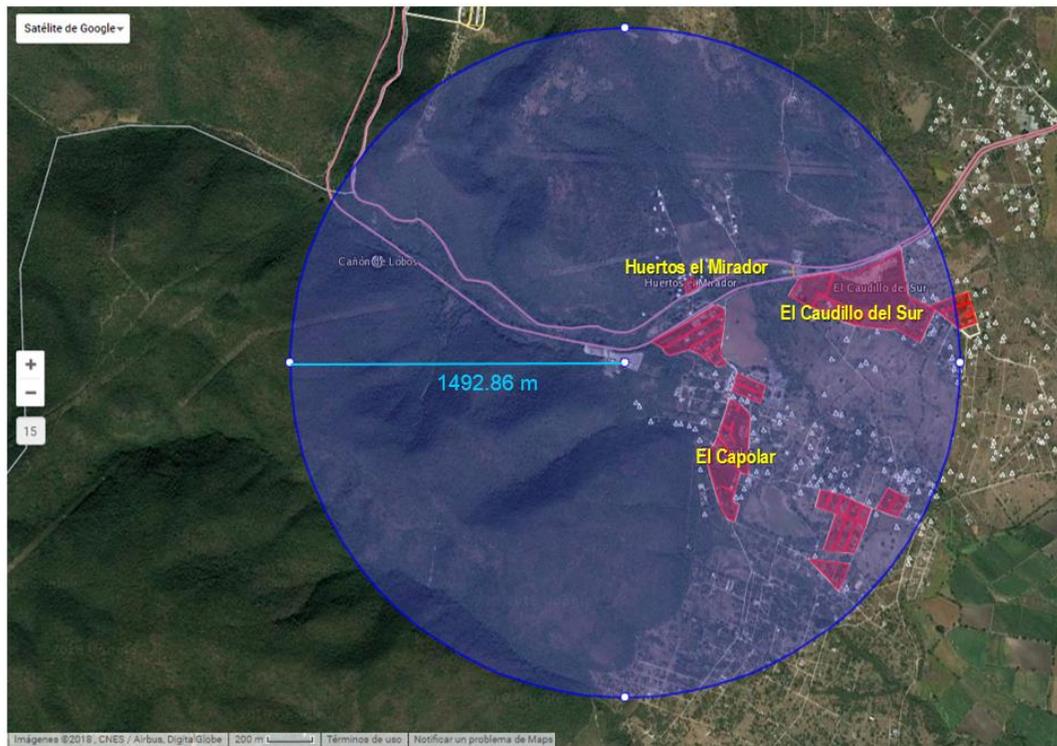
A partir de la delimitación del Sistema Ambiental se estableció que dentro del área de Influencia se ubican las localidades de El Copalar, Huertos el Mirador y Caudillo del Sur, respectivamente, la población de estas localidades son los más susceptible a los efectos benéficos y/o adversos por el establecimiento de la empresa.

Entidad 17: Morelos

Municipio 029: Yautepec

No.	Localidad	Coordenada longitud	Coordenada latitud	Altitud	Pob. Total	Pob. masculina	Pob. femenina
0086	El Copalar	0990623	185111	1182	162	77	85
0127	Huertos el Mirador	0990634	185128	1236	51	25	26
0068	Caudillo del Sur	0990536	185148	1220	631	311	320

Fuente: INEGI. Principales resultados por localidad, ITER. Morelos, 2010.



- Áreas Naturales Protegidas

Las instalaciones de la planta de distribución de gas I.p., colindan con el Área Natural Protegida Reserva Estatal Sierra Monte Negro que presenta una superficie de 7 mil 724.85 hectáreas, es uno de los últimos relictos mejor conservados de Selva Baja Caducifolia en el Estado de Morelos. Funge como corredor biológico entre las Áreas Naturales Protegidas más importante de carácter federal; en la parte norte con el Área de Protección de Flora y Fauna silvestre Corredor Biológico Chichinautzin y Parque Nacional El Tepozteco; en el Sur con la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla.

Está situada principalmente sobre la formación montañosa Cretácica Calcárea y plegada con dirección norte-sur y con un intervalo de altitudinal que va desde los 1,000 hasta los 1,775 m.s.n.m en la parte más alta.

Debido a su belleza escénica y los servicios ambientales que proporciona, su adecuada protección es crucial para el buen desarrollo actual y futuro de la porción central del Estado y para contribuir a conservar los recursos naturales de la Cuenca del Rio Balsas.

En el Área coexisten especies que se encuentran con alguna categoría de protección por la Leyes mexicanas, de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, como es el caso de la Iguana Negra o Garrobo (*Ctenosaura pectinata*).

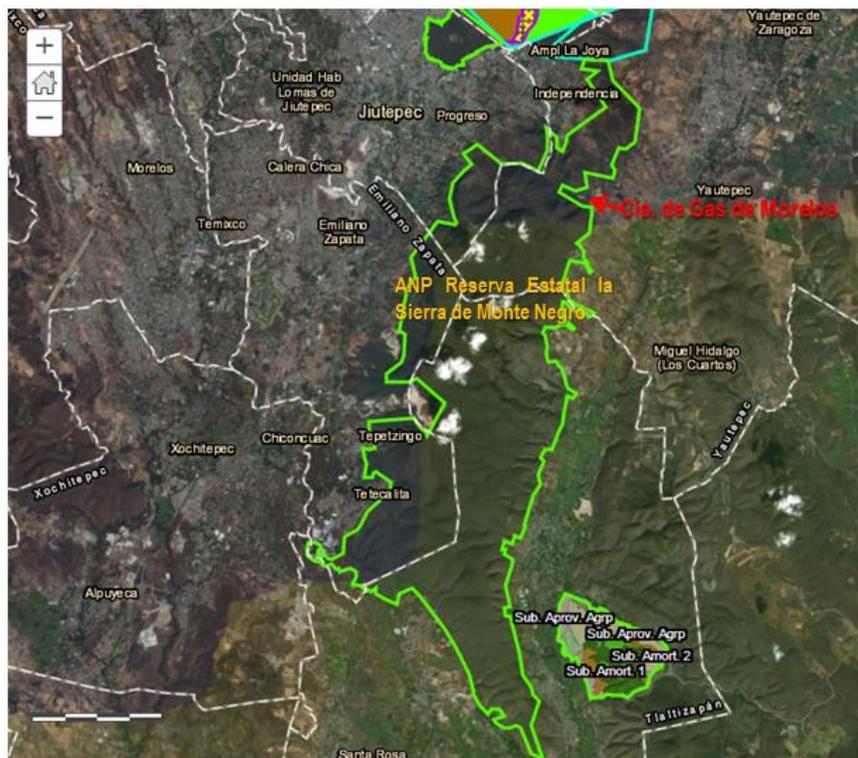


Figura I.3 ANP en las cercanías de Cía. De Gas de Morelos



Figura I.4 ANP en las cercanías de Cía. De Gas de Morelos

Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA)

En el municipio de Yautepec, se encuentran las siguientes AICA: Sierra de Huautla, Sur del Valle de México, Cañón de Lobos, y Volcanes Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Identificando que el área de estudio se ubica a 1000 metros de distancia del AICA Cañón de Lobos. La operación de la planta de almacenamiento de gas l.p. no interfiere con los procesos del AICA. La principal amenaza del AICA es la expansión del área urbana, no obstante la actividad altamente riesgosa de la planta de distribución de gas l.p., representa por sí misma una barrera para el crecimiento urbano, por lo que no contribuye con esta amenaza.

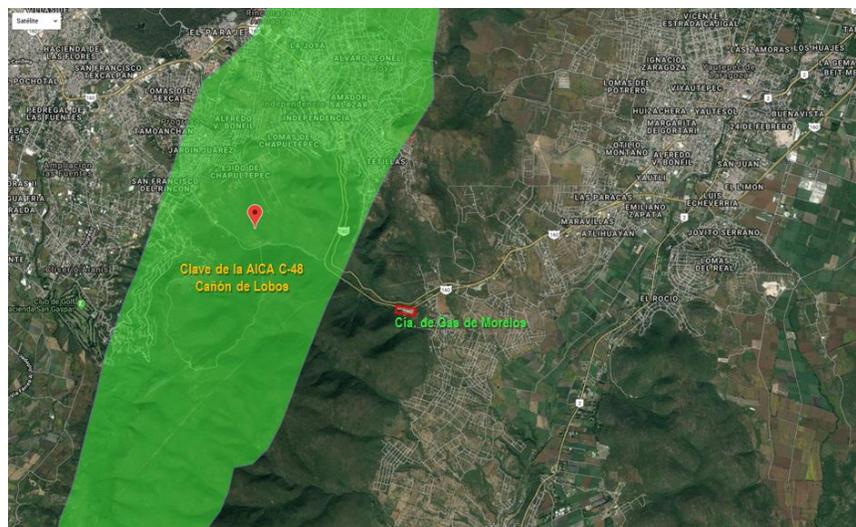


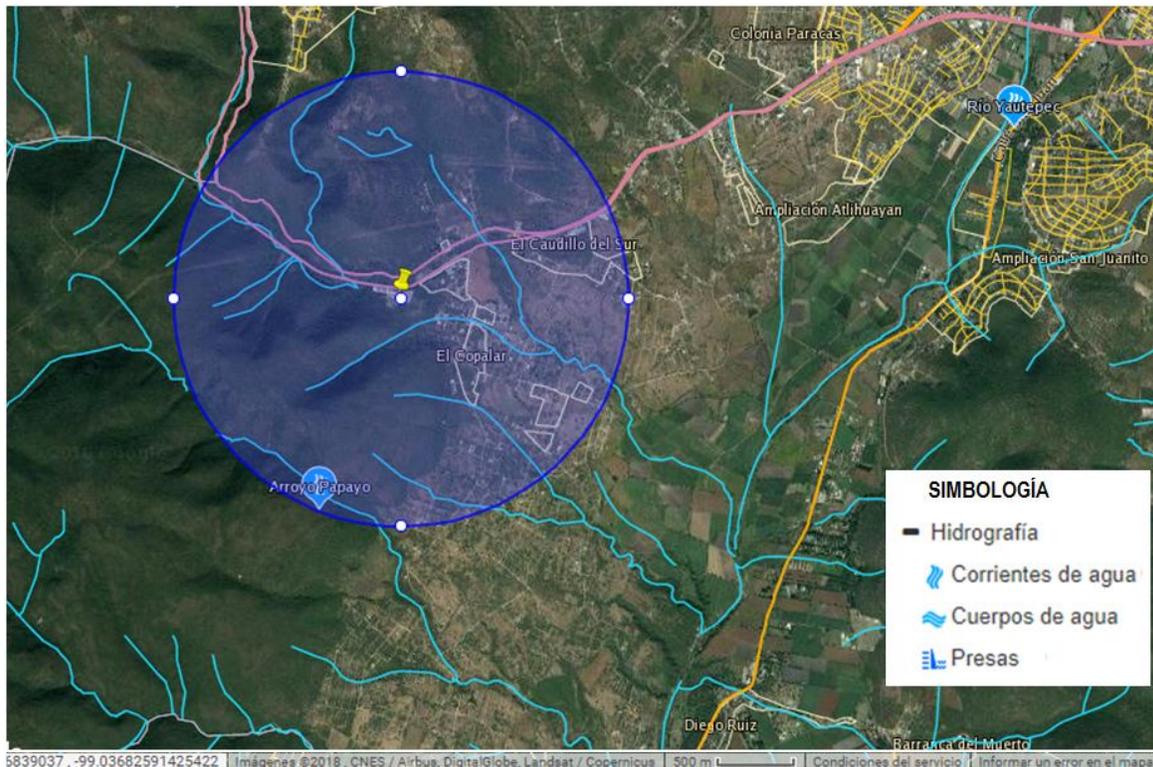
Figura I.5 ANP en las cercanías de Cía. De Gas de Morelos

Fuente: avesmx. CONABIO

- CUERPOS DE AGUA.

El Estado de Morelos se localiza en la Región Hidrológica Balsas (número 18 administrativamente). Dentro del municipio se tiene una red hidrológica variada, con un 80% de escurrimientos intermitentes, los cuales cobran gran interés en la temporada de lluvias dado que los suelos de la región son altamente permeables, pues facilitan la filtración de agua, generando una cuenca exorreica, particularmente, porque los ríos tienen una salida natural al sur hacia el estado de Guerrero.

El municipio cuenta principalmente con el río Yautepec, que nace en los manantiales de Oaxtepec.



- FLORA.

La vegetación en la zona se divide en dos grupos: el primero se ubica al norte compuesto por bosque de coníferas y encinos; el otro grupo se ubica al centro-sur, es una gran extensión del bosque tropical caducifolio (Atlas de Riesgos Naturales de Yautepec, 2011). También se cuenta con selva baja caducifolia, este tipo de bosque presenta comunidades densas cuya altura oscila entre los 5 y 12 metros, donde los elementos arbóreos pierden sus hojas casi por completo durante el período de sequía, comprendido entre diciembre y junio, y por lo general, florecen a fines de la época de estiaje o bien a principios de la temporada de lluvias. En cuanto a la estructura de esta asociación vegetal, en Yautepec se presentan dos estratos arbóreos, con vegetación secundaria arbórea y vegetación secundaria arbustiva.

Para conocer las características florísticas del sitio de estudio se llevó a cabo una caracterización del sitio, mediante la recopilación de datos bibliográficos, los cuales fueron corroborados a través de una visita al predio de la empresa y sus colindancias, constatando que las condiciones actuales del predio presenta las siguientes características:

- El terreno de la empresa la vegetación presente hace referencia a las áreas verdes de la empresa, donde se observaron las siguientes especies:

REGISTRO DE FLORA OBSERVADA.

Tabla II.1 Flora en el Sistema Ambiental

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Hydrophyllaveae	<i>Wigandia urens</i>	Ortiga de tierra caliente	No presente
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	No presente
Mimosaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	No presente
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i>	Boj	No presente
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel de la India	No presente
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spp.</i>	Bugambilia	No presente
Arecaceae	<i>Dypsis lutescens</i>	Palma Areca	No presente
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Agave vivipara	No presente
Mimosaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	No presente
Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Agucastle	No presente
Rutaceae	<i>Citrus x limon</i>	Limonero	No presente

De la flora encontrada dentro del sistema ambiental no se registró ninguna bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Especies vegetales fuera de la Planta, en la periferia.



- **FAUNA.**

OBSERVACIONES DE AVES REGISTRADAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

Tabla II.2 Fauna en el Sistema Ambiental

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Categoría de amenazada
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	No presente
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Gorrión mexicano	No presente

En el área del proyecto se identificó a la iguana ***Ctenosaura pectinata*** indicada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** con categoría de amenazada, por lo que no se descarta que dada la importancia biológica de la zona, puedan hallarse otras especies con alguna otra categoría de riesgo; por lo que será de vital importancia sensibilizar al personal acerca de la prioridad de la conservación en el área de influencia, toda vez que es responsabilidad inmediata de todos los involucrados en la empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. DE C.V., la protección del ambiente y de los servicios ambientales presentes.

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO.

EFFECTO DOMINÓ.

El efecto dominó se puede definir como *"un conjunto correlativo de sucesos en los que las consecuencias de un accidente previo se ven incrementadas por éstos, tanto espacial como temporalmente, generando un accidente grave"*.

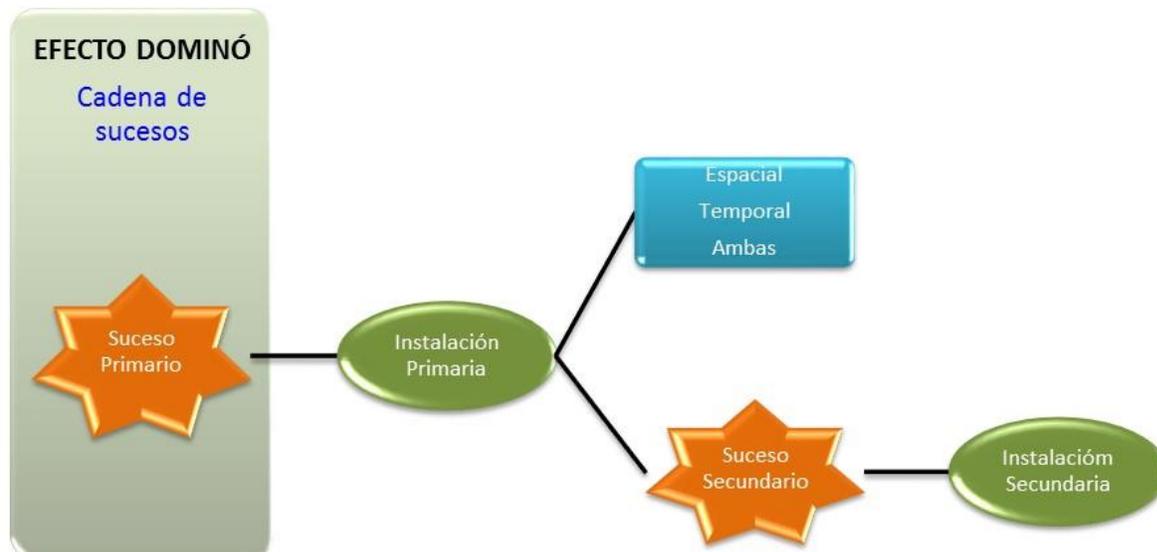
La definición que se presenta en el Real Decreto 1254/99, es la siguiente:

"La concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, explosión, estallido en los mismos, que a su vez provoquen 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



Los eventos que se consideran tienen potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones es la BLEVE de un recipiente presurizado (semirremolque y tanques de almacenamiento temporal de Gas L.P.), una vez que en caso de que alguno de estos eventos ocurra se considera que, debido a la cercanía de los otros recipientes, se generaría un efecto dominó lo cual implica las explosiones del tipo BLEVE de los tanques de almacenamiento de Gas L.P. restantes.

Como se ha mencionado en la propuesta de los eventos a evaluar en el presente estudio, la BLEVE de uno de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP es resultado de la interacción de la BLEVE de un semirremolque con dicho tanque. A su vez, siguiendo el mismo supuesto, se considera la BLEVE de los recipientes restantes con los que cuenta la empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.

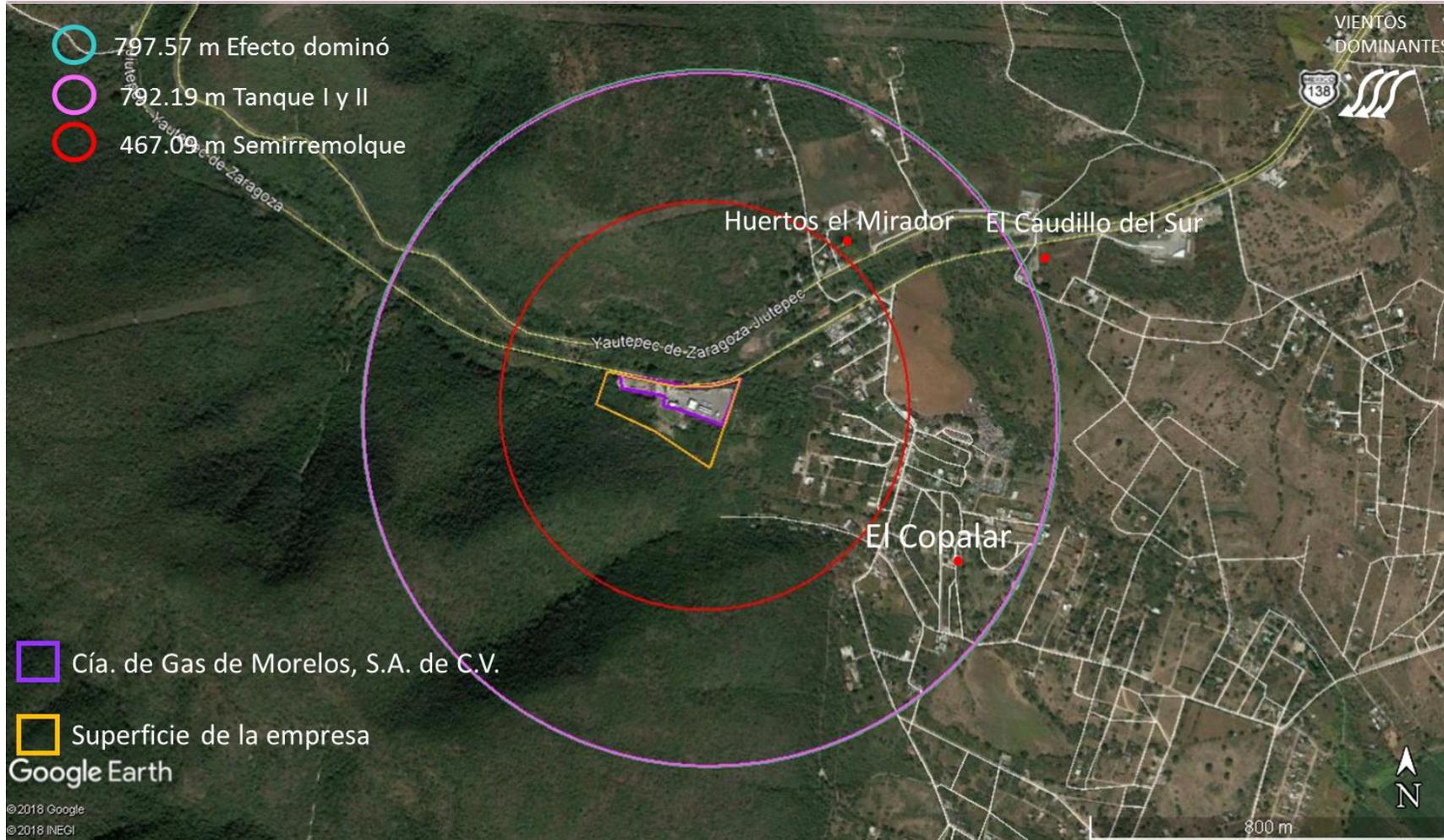
Se conoce que entre los efectos de una explosión tipo BLEVE están las ondas de sobrepresión, la radiación térmica y los proyectiles provenientes de la fragmentación del recipiente. Dichos efectos de daño directo son causas de propagación favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias que pueden aparecer de manera serial o paralela, teniendo como consecuencia algún daño en una unidad de proceso o recipiente de alguna sustancia química peligrosa.

Es importante señalar que como posibles vectores de escalación de eventos se consideran la sobrepresión y la proyección de fragmentos, debido a la corta duración de la bola de fuego lo que limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones. Cabe mencionar que a algunos autores consideran que entre un 30 y 50 % de los accidentes que involucran un evento dominó provienen de los efectos de onda de sobrepresión.

Se considera que las ondas de sobrepresión se mueven radialmente desde el punto de la explosión. La interacción de dichas onda con otros elementos (equipos de proceso y/o recipientes) depende del diseño del equipo (resistencia). Cabe destacar que al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia**, por lo que el impacto que una persona puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como pérdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

Por lo que en este apartado se presenta un análisis y evaluación de las posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo definidas por los efectos de la BLEVE.

Radiación térmica con valor de 5 kW/m² emitida por la BLEVE del semirremolque, la BLEVE de los tanques de almacenamiento y el efecto dominó



Sobrepresión con valor de 1.0 psi generada durante la BLEVE del semirremolque y la BLEVE de los tanques de almacenamiento.

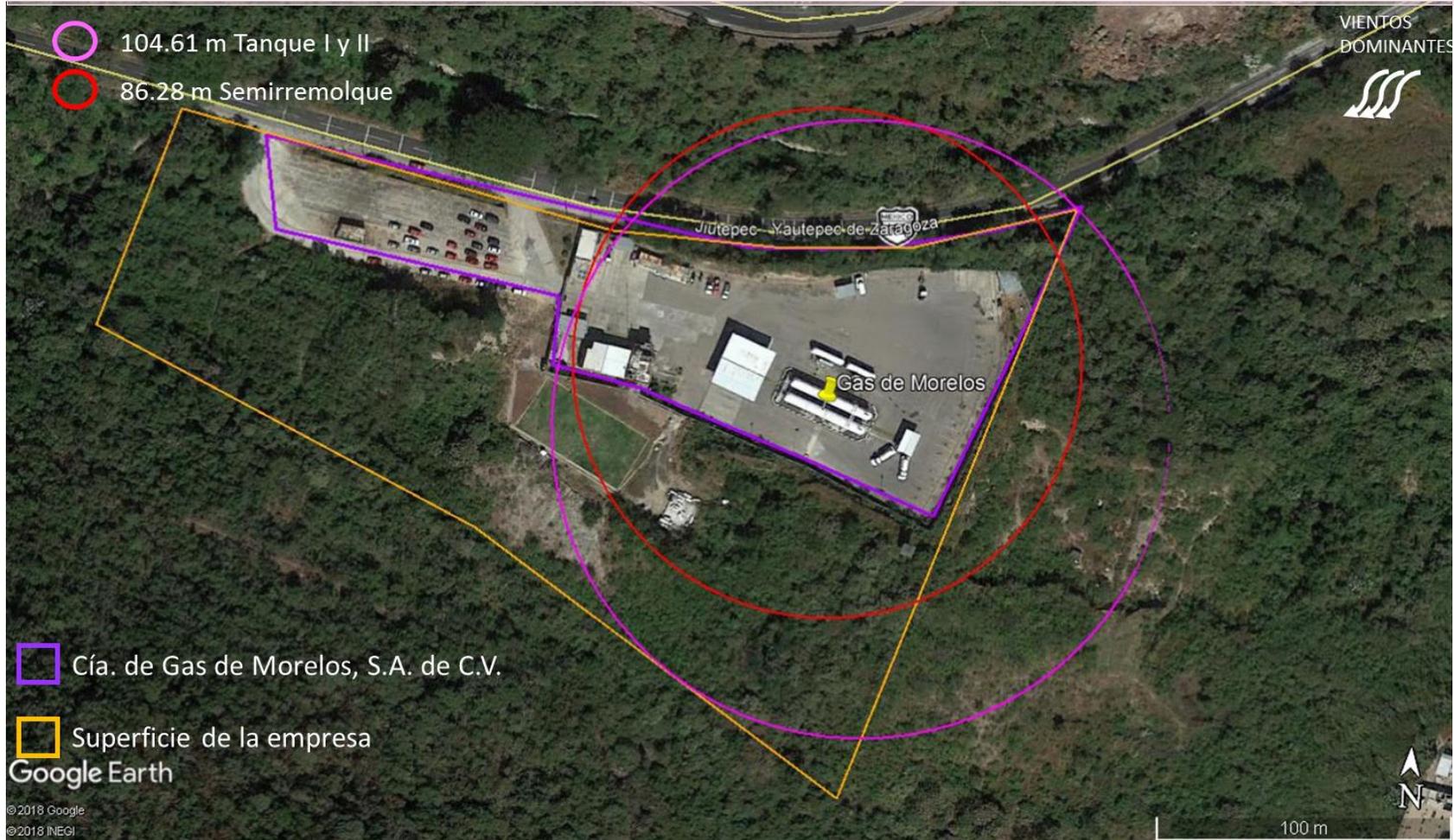


Tabla 2.1 Instalaciones y/o equipos localizados dentro de la zona de alto riesgo.

Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la zona de alto riesgo por radiación térmica					
Evento	Escenario Primario	Vector de Escalación	Radio de la zona de Alto Riesgo	Instalaciones y/o equipos ubicados dentro de la ZAR	Distancia aproximada del origen del evento al punto de interés. (m)
3	BLEVE	Radiación	467 m	Carrocerías Israel	316 m
				Jardín de eventos Montenegro	323 m
		Sobrepresión	86 m	Carretera Cuernavaca - Cautla	45 m
6	BLEVE	Radiación	467 m	Carrocerías Israel	316 m
				Jardín de eventos Montenegro	323 m
		Sobrepresión	104 m	Carretera Cuernavaca - Cautla	45 m
Efecto dominó	BLEVE	Radiación	797 m	Carrocerías Israel	316 m
				Jardín de eventos Montenegro	323 m
		Sobrepresión	104 m	Carretera Cuernavaca - Cautla	45 m

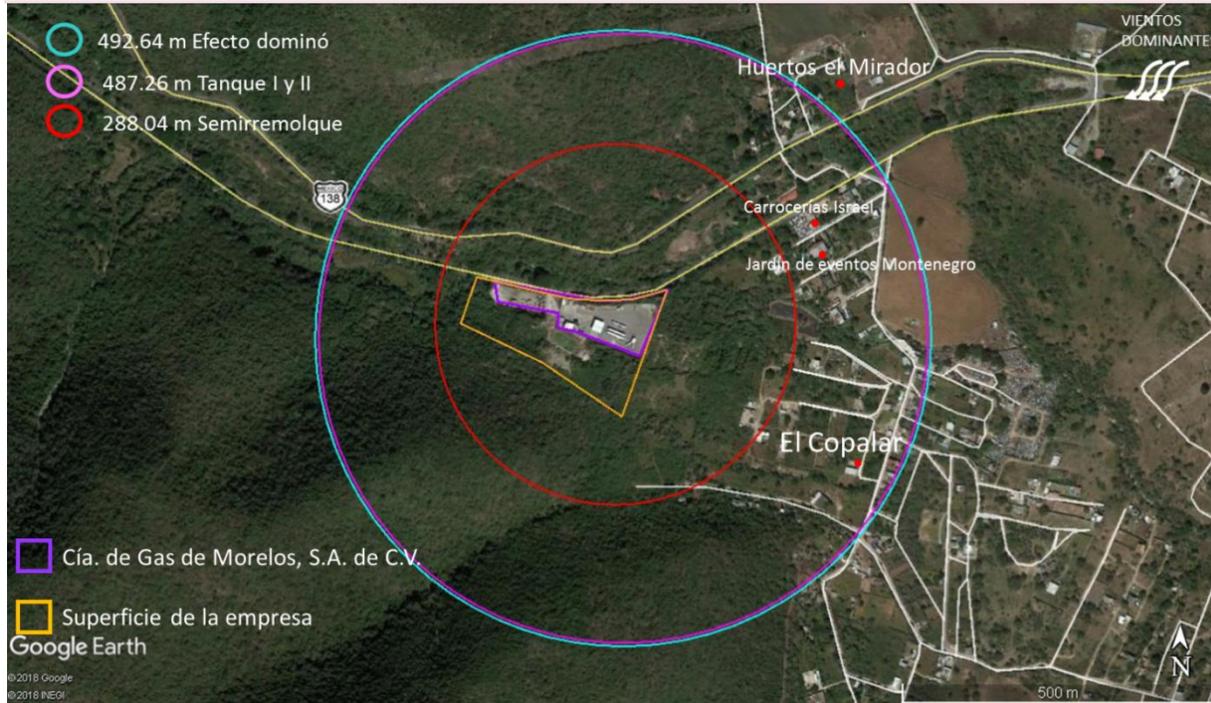
Como se puede observar, la radiación térmica emitida por la BLEVE de los tanques de almacenamiento producida por el efecto dominó es la que posee mayores alcances. Sin embargo, es de suma importancia resaltar que el *nivel de daño estará en función del flujo térmico recibido, el tiempo de exposición y la distancia a la que se encuentre el elemento de interés.*

De acuerdo a Robertson, R.B.; (1976). "Spacing in Chemical Plant Design Against Loss by Fire". *I. Chem. E. Symposium Series, 47, Accidental release, assessment containment and control, 157*; pueden producirse **incendios secundarios en edificaciones** cuando éstas se hallen sometidas a **flujos de radiación superiores a 12.5 kW/m²** y cuando la radiación sea **superior a 37.5 kW/m²** se pueden provocar **daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables.**

El valor límite para edificaciones es inferior al de plantas de proceso debido a la generación de mayor emisión de vapores inflamables en los elementos estructurales de madera, papel, plásticos, recubrimientos, etc. El segundo límite se fundamenta en estudios sobre distribución de tanques de almacenamiento de productos inflamables, donde se establece que, por razones de seguridad **ante el incendio de un tanque, cualquier otro contiguo no debe recibir una radiación superior al valor indicado.** El citado autor establece un límite de **tiempo** en torno a **20 minutos para que se produzca la ignición del elemento vulnerable.**

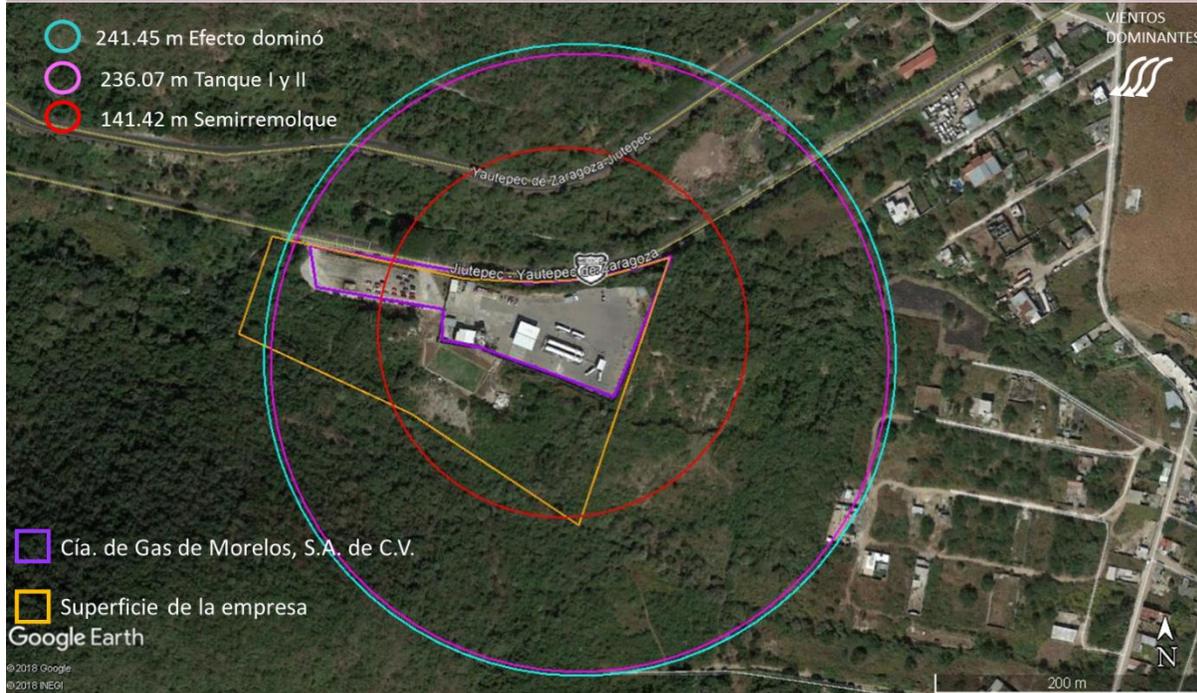
En este sentido se tiene que en caso de una eventualidad relacionada con el fenómeno de la BLEVE del semirremolque, de un tanque de almacenamiento de 250,000 litros y el efecto dominó de los dos tanques de almacenamiento con una capacidad de 250,000 litros cada uno, **se esperarían incendios secundarios** en un radio de **288.04, 487.26 y 492.64 metros**, respectivamente. En donde se ubican “Carrocerías Israel” y jardín de eventos Montenegro.

Radiación térmica con valor de 12.5 kW/m² emitida por la BLEVE del semirremolque y la BLEVE de los tanques de almacenamiento.



En tanto que el nivel de radiación equivalente a 37.5 kW/m^2 , radiación a la cual se puede provocar falla mecánica de tanques de almacenamiento de productos inflamables, sin embargo a la distancia donde se alcanza dicho grado de radiación no se encuentra ninguna instalación que implique un riesgo adicional al ya inherente por la operación de la planta

Radiación térmica con valor de 37.5 kW/m^2 emitida por la BLEVE del semirremolque y la BLEVE de los tanques de almacenamiento.



Además para que **se produzca la ignición** del elemento vulnerable este deberá recibir dicha radiación por un tiempo mínimo de 20 minutos, situación poco probable, una vez que esto supone que ante el desarrollo de un incendio secundario en estas instalaciones ninguna medida mitigante funcione. Asimismo, la corta duración de la bola de fuego, limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones; no eximiendo de esta forma que dicha radiación afecte a las personas o genere incendios secundarios.

Por tanto queda claro que el tiempo de exposición a la radiación incidente es un factor determinante para que se pueda desarrollar un efecto dominó, por lo que la actuación inmediata de los equipos y dispositivos de seguridad con que cuenta cada una de estas instalaciones reducirá la posibilidad de que esto suceda.

A continuación se analizará el vector de escalación por sobrepresión de ambas BLEVE.

Se considera que las ondas de sobrepresión se mueven radialmente desde el punto de la explosión. La interacción de dichas ondas con otros elementos (equipos de proceso y/o recipientes) depende del diseño del equipo (resistencia).

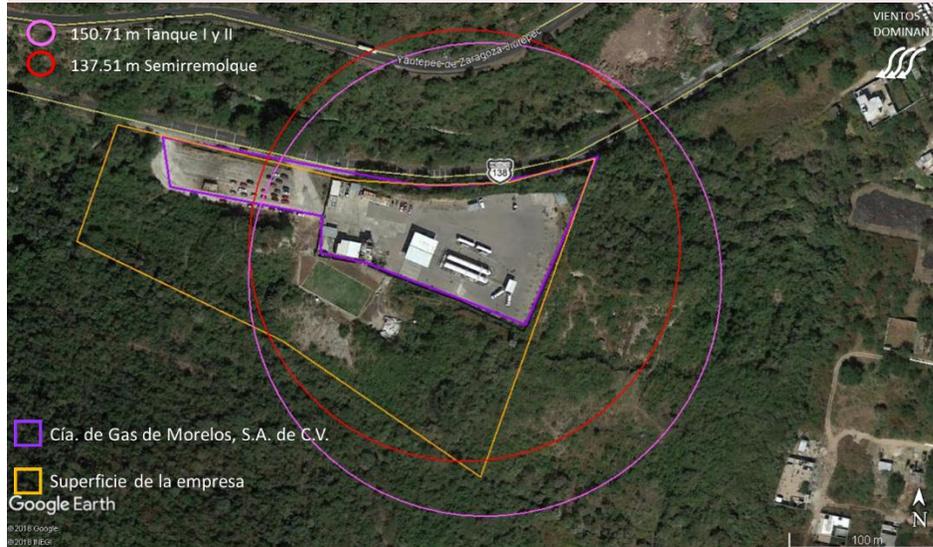
Cabe destacar que al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia**, por lo que el impacto que una persona puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren.

Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como pérdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

A continuación se describen los radios de afectación arrojados por el Modelo de Sobrepresión provocado por nubes explosivas del software SCRI – Fuego 2.0. La **Zona de Alto Riesgo** determinada por la **onda de sobrepresión** causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en los **recipientes de GLP (semirremolque y tanques de almacenamiento)** y por la explosión de la NVNC de masa emitida por el desfogue de la válvula de seguridad de dichos recipientes se tiene el siguiente análisis:

1.0 psi	NVNC (desfogue válvula seguridad)	Sobrepresión por BLEVE de tanque de almacenamiento
Semirremolque	137.51 m	86.28 m
T-I y II	150.7.1 m	104.61 m

Sobrepresión con valor de 1.0 psi generada por la explosión de una NVNC provocada por el desfogue de la válvula de seguridad del semirremolque y de los tanques de almacenamiento y la sobrepresión ejercida por el tanque.

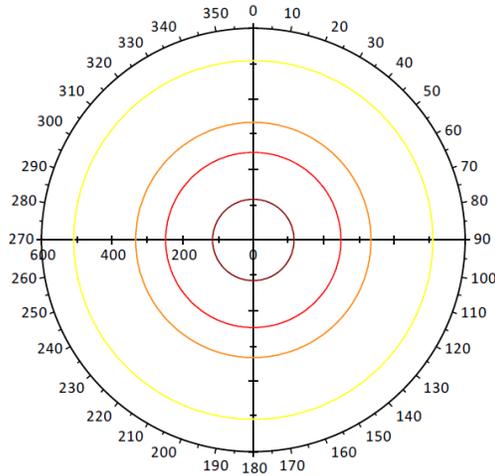


Dentro de estos radios no se encuentra ubicado ningún tipo de instalación con la que pudiera presentar una interacción de riesgo, una vez que en su mayoría se tienen terrenos con vegetación natural y las propias instalaciones de planta. Sin embargo, cualquier tipo de interacción de los eventos BLEVE con las instalaciones de la planta queda englobada en los radios totales de afectación determinados por la BLEVE del tanque de mayor capacidad.

Por otra parte, es importante describir los efectos causados por la radiación térmica hacia las personas que pudieran estar en dichos lugares.

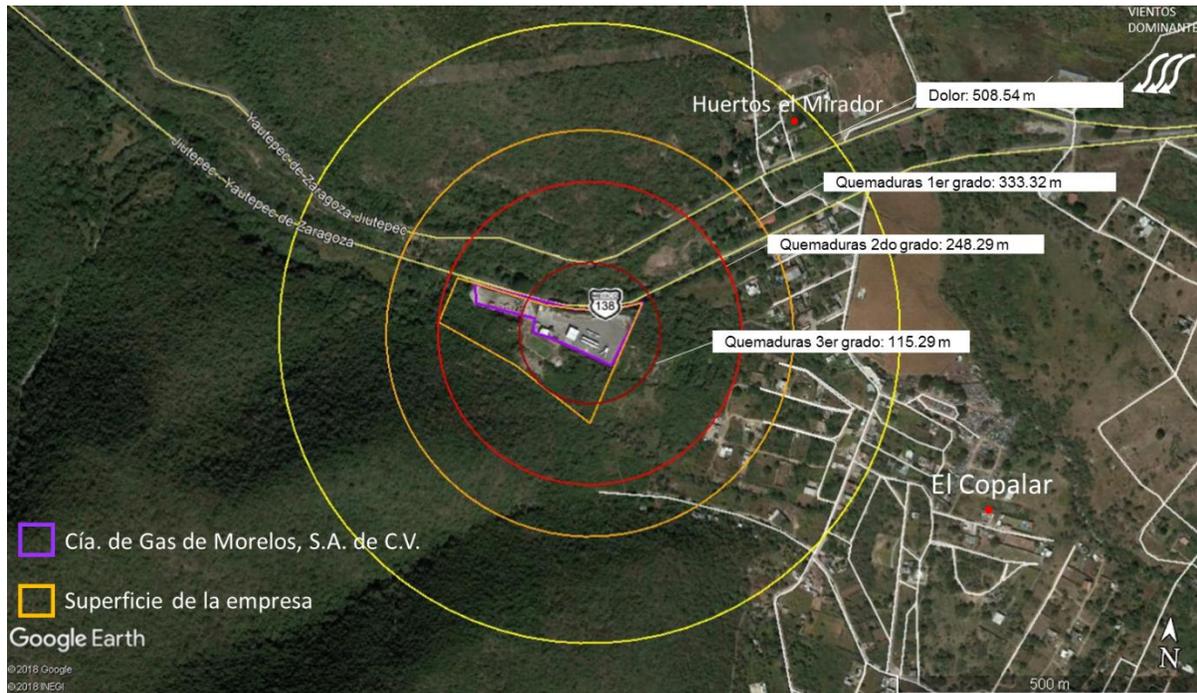
Conforme a lo reportado en la **Tabla 2.1**, dentro de la zona de alto riesgo por radiación térmica se encuentran ubicados diferentes establecimientos en dirección Sur, Suroeste y Este. Por lo tanto. De acuerdo al Simulador SCRI-FUEGO se obtienen los siguientes diagramas:

Daños ocasionados por la radiación emitida por la bola de fuego generada por la BLEVE de un semirremolque de 47,500 litros al 100% agua.

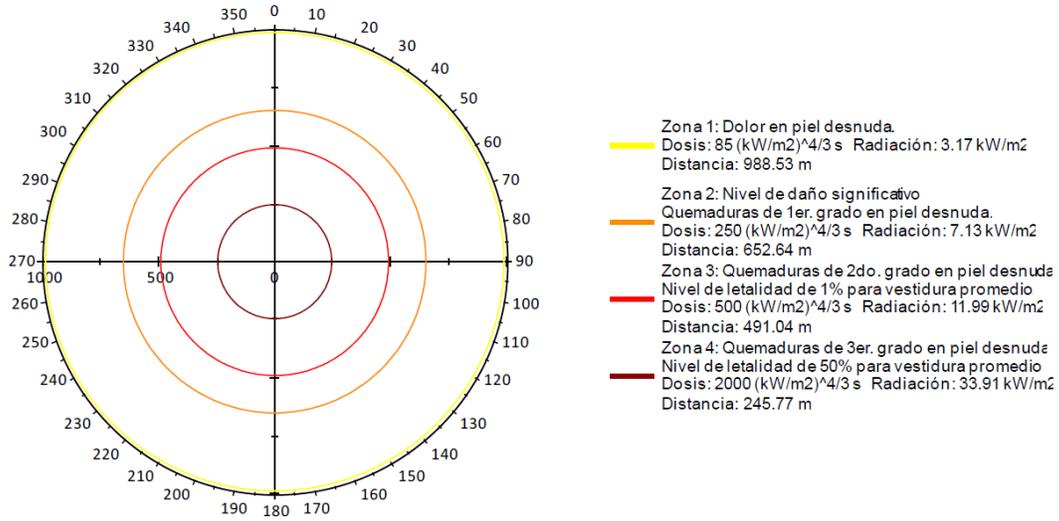


- Zona 1: Dolor en piel desnuda.
Dosis: $85 (kW/m^2)^{4/3} s$ Radiación: $4.16 kW/m^2$
Distancia: 508.54 m
- Zona 2: Nivel de daño significativo
Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda.
Dosis: $250 (kW/m^2)^{4/3} s$ Radiación: $9.34 kW/m^2$
Distancia: 333.32 m
- Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda
Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio
Dosis: $500 (kW/m^2)^{4/3} s$ Radiación: $15.72 kW/m^2$
Distancia: 248.29 m
- Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda
Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio
Dosis: $2000 (kW/m^2)^{4/3} s$ Radiación: $44.45 kW/m^2$
Distancia: 115.29 m

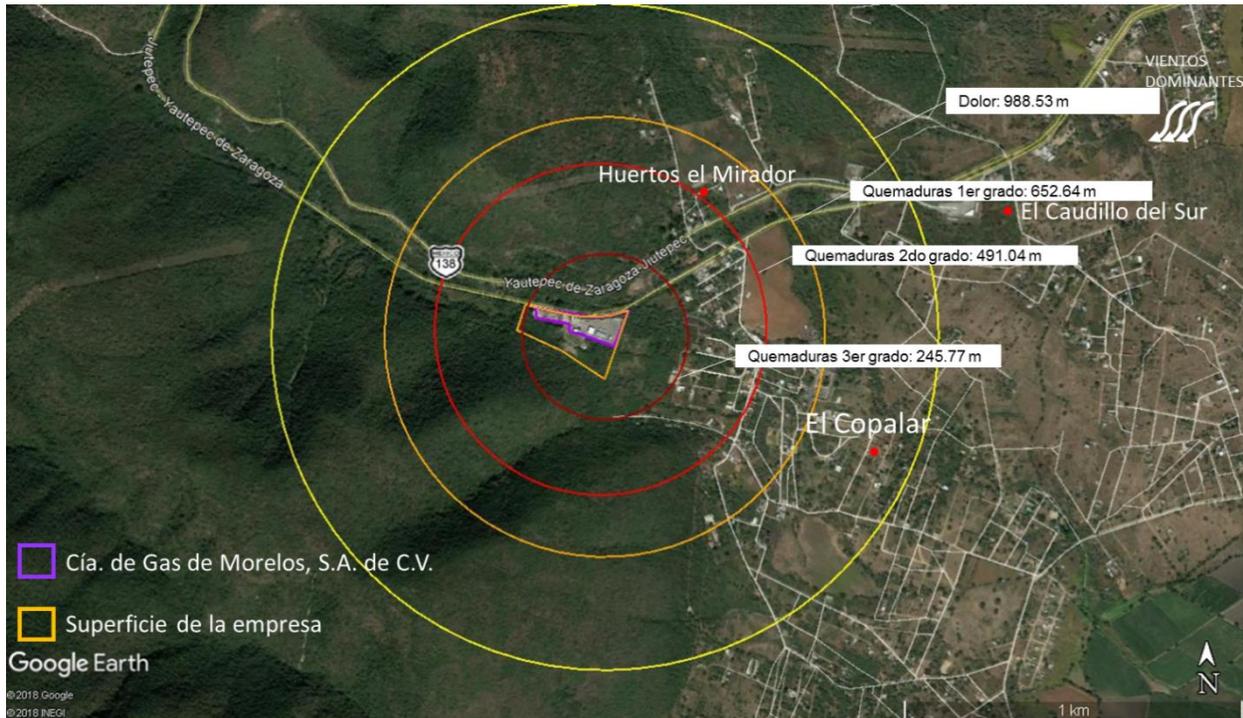
Radios de afectación por radiación térmica de la BLEVE de un semirremolque de 47,500 litros de agua al 100%



Daños ocasionados por la radiación emitida por la bola de fuego generada por la BLEVE de un semirremolque de 250,000 litros al 100% agua.



Radios de afectación por radiación térmica de la BLEVE del tanque de almacenamiento de 250,000 litros de agua al 100% agua.



Es de suma importancia resaltar que en caso de ocurrencia de la BLEVE de uno de los tanques de almacenamiento (250,000 litros cada uno), el daño más crítico y representativo por radiación térmica sobre las personas se tendría en la zona 4, en donde se encuentran las propias instalaciones de la planta. En esta zona se tendría un nivel de letalidad del 50 % y las personas que se encuentren expuestas sufrirían quemaduras de 3er grado. Por su parte en la zona 3, las personas que se encuentren en la población del Copalar sufrirían quemaduras de segundo grado. En la Zona 2 los habitantes de los huertos el Mirador y del Copalar sufrirían quemaduras de primer grado. Mientras que la gente localizada en la parte más alejada del Copalar llegaría a sentir dolor por un breve lapso de tiempo. La Carretera Cuernavaca – Cuautla atraviesa las 4 zonas de Oeste a Este.

Cabe recordar que para que se lleve a cabo una BLEVE deben darse ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno, tales como:

- a) Tiene que tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
- b) Que se produzca una **súbita baja de presión** en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

A) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

Con base en los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

De acuerdo a lo anterior expuesto, los recipiente instalados contemplan Dos válvulas multiport bridadas de marca CMS modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A-3149-G de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min. Las válvulas cuentan con punto de ruptura.

B) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. **Por este motivo los tanques de almacenamiento están dotados de los adecuados sistemas de regulación y control del nivel de llenado (medidor rotatorio de nivel, medidor magnético de nivel, válvulas de exceso de flujo, etc.)**

Ambos recipientes tendrán las siguientes características:

- Un medidor magnético para nivel del líquido marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro.
- Un termómetro marca Surex con graduación de -50 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Econo con graduación de 0 a 28 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165C de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.
- Una válvula interna neumática (exceso de flujo) para gas - líquido marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.
- Una válvula interna neumática (exceso de flujo) para gas - vapor marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 2,510.20 m³/h (88,700 ft³/h) LPM (122 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 945 LPM (250 GPM).
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 454 L.P.M. (120 G.P.M.) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas – vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-líquido marca Rego modelo 3282C de 32 mm (1 ¼") de diámetro, con capacidad de 463 m³/h (16,300 ft³/h) cada una.
- Dos aditamentos múltiples bridados de marca CMS modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A-3149-G de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min.
- Una conexión soldada a los tanques para cable a "tierra"

- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de los tanques contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 m (3") de diámetro y de 2 m de altura.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios.

A continuación se indican las medidas básicas:

Sistemas de aspersión.

Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

El agua contra incendios rociará todo el depósito pero en especial su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas.

Tal rociado de agua forma parte de la instalación fija de agua contra incendios. La tubería está instalada simétricamente por arriba de cada tanque y son de 51 mm de diámetro.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 boquillas por tanque. Las boquillas de rociado son marca Spraying Systems tipo recto Modelo $\frac{3}{4}$ -HH-40 con un gasto de 61.32 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm².

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002 se realiza** la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

En el caso de los recipientes de almacenamiento, se cuenta con Dictamen técnico No. ULT-01/16-0007 y No. ULT-01/16-0008 para T-I y T-II, respectivamente con fecha 11 de enero de 2016.

[Ver documentos en la sección de anexos.](#)

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.

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

La Planta de distribución se encuentra ubicada sobre km 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuautla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos, El predio donde se desarrollan las actividades de la planta de distribución de glp cuenta con una superficie de 10,117.97 m².

La instalación del presente proyecto busca ser compatible con las políticas establecidas en el **Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos**, con la finalidad de dar cumplimiento y contribuir al mejoramiento sustentable del sitio del proyecto. Particularmente el sitio donde se ubica la planta, se le asignó una política mixta de aprovechamiento-restauración se ubica en la UGA 189, perteneciente al grupo Aprovechamiento-Restauración, con clave 512. Este grupo está dirigido al aprovechamiento y restauración en agricultura con selva baja caducifolia, que tiene como lineamiento recuperar las funciones ecológicas de la selva baja caducifolia y mitigar gradualmente los efectos adversos de las actividades agrícolas.

En relación al requerimiento que exige la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la planta cumple en su totalidad con este numeral.

En este sentido, se determina que las actividades de la instalación son compatibles con los lineamientos señalados en las líneas anteriores, además, de considerar que las actividades del proyecto no contemplan procesos de transformación de materiales o reacciones químicas, además de tener contempladas medidas de prevención y mitigación para los posibles eventos indeseados que pudieran presentarse.

Por lo que se concluye que si bien en el radio de la zona de alto riesgo definida por el evento catastrófico se ubican instalaciones de tipo comercial y de servicios, estas no representan una posible interacción de riesgo, no obstante, existe la posibilidad de que la BLEVE de uno de los tanques instalados en la planta desencadene un efecto domino con el otro recipiente.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

TOMA DE RECEPCIÓN						
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación		Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable**	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
1	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada, a causa del desprendimiento de la manguera en la toma de recepción durante la descarga de gas l.p.	ZR: 1.0 psi 36.59 m	ZA: 0.5 psi 62.20 m	Componente ambiental afectado: Atmósfera. Suelo. Flora: Ver Tabla II.1 Fauna: Ver Tabla II.2 (No reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) Zonas vulnerables: Infraestructura de la planta. • Carretera Cuernavaca - Cuautla Asentamientos humanos: Ninguno.	Afectación relevante hasta 62.20 m. Infraestructura de la planta. Carretera Cuernavaca - Cuautla	Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable. Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Emisión instantánea de corta duración formando una nube inflamable que al encontrar una fuente de ignición origina una ignición retardada que provocará una llamarada o flashfire	Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) desde los 0.01 a los 2.18 m. en dirección del viento (eje X) y 2.77 m en dirección perpendicular (eje Y). El 0.5 L.I.I. se alcanza desde los 0.01 a los 4.09 m en dirección del viento (eje X) y 3.62 m en dirección perpendicular (eje Y).				

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños en la infraestructura de la planta y a la modificación de estructura de suelo, donde la vegetación presente en esta área corresponde a vegetación secundaria y pastizales.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Reconstrucción de infraestructura.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

- 1. Dispositivos y accesorios de seguridad.** Las líneas de gas líquido cuentan con una válvula de relevo hidrostático, una válvula manual de globo, una válvula de exceso de flujo, una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, en el punto de unión se tiene instalado un indicador de flujo tipo mirilla con función de no retroceso. La línea de gas vapor cuenta con una válvula manual de globo recta, una válvula de exceso de flujo y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático.
- 2. Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentra estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentra conectado al sistema de trasiego de gas l.p., se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras.
- 3. Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad.
- 4. Procedimientos por escrito.** En el área de recepción se tienen letreros que contienen procedimientos de operación por escrito, estos están colocados en un lugar visible.
- 5. Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que son contemplados dentro la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.
- 6. Mantenimiento.** La planta cuenta con un programa calendarizado de Mantenimiento preventivo a Equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanques de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS

- 1. Sistema de seguridad por medio de extintores.** Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tiene instalado 3 extintores de polvo químico seco en las tomas de recepción.
- 2. Agua a presión.** Cobertura de esta área por el chorro de agua de los hidrantes.
- 3. Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- 4. Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero)
- 5. Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- 6. Paros de Emergencia.**

TOMA DE RECEPCIÓN /SEMIRREMOLQUE						
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación		Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
2	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada, a causa del desfogue de la válvula de seguridad del semirremolque	ZR: 1.0 psi Nube de vapor no confinada: 137.51 m Jet-fire 5 kW/m ² 35.15 m	ZA: 0.5 psi Nube de vapor no confinada 233.75 m Jet-fire 1.4 kW/m ² 64.71 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Ver Tabla II.1 Fauna: Ver Tabla II.2 (No reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) Zonas Vulnerables: • Carretera Cuernavaca - Cuautla	Carretera Cuernavaca – Cuautla a 45 m de la toma de recepción.	Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Ondas de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños en la infraestructura de la planta y de las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo.

Los posibles daños causados por la radiación del dardo de fuego quedarían confinados dentro de la planta y mínima afectación a la vegetación en los alrededores de la misma.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original.
- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora, por indemnización por daños a terceros.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

- Diseño y fabricación.** Los semirremolques que entran a la planta se encuentran bajo NOM-007-SESH-2010 y código ASME.
- Revisiones de seguridad.** Los semirremolques son sometidos a un examen radiográfico al 100%, para detectar algún posible defecto en las soldaduras. Asimismo, pasan una prueba hidrostática o inspección por líquidos penetrantes, o ultrasonido para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material base.
- Válvulas y accesorios de control y seguridad.** Con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes que pudieran ocasionarse por el manejo y trasvase de gas l.p. el semirremolque cuenta con: válvula de seguridad resorte interno de 3" de diámetro, válvula de cierre rápido, válvula de máximo llenado, chicote toma de fuerza, chicote acelerador, entre otros.
- Revisión y mantenimiento previo.** Diariamente se revisa que no haya fugas en la salida de gas, observando tuberías, válvulas y accesorios de control y seguridad.
- Equipo obligatorio.**
 - Seis metros de cable flexible No. 6 con pinzas de bronce para 50 amps, con el fin de conectarse a tierra.
 - Conexión metálica y conductora entre tractor y recipiente.
 - Cadena bota-chispas o tira de hule con alambre de cobre.
- Procedimientos.** Los operadores deberán seguir los procedimientos de descarga, revisando el porcentaje en el rotogage para enterarse de la cantidad de gas l. p. contenido en el semirremolque, así como también se cerciorará de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo, es decir si los tanques de almacenamiento tienen mayor presión que la unidad de descarga, se abrirán las válvulas de cierre en la línea de vapor y se pondrá a funcionar el compresor hasta que las presiones se igualen para después poder abrir las válvulas en la línea de líquido, esto a fin de evitar un sobrellenado en la unidad por descargar.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS

- Sistema de seguridad por medio de extintores.** Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tiene instalado tres extintores de polvo químico seco del tipo manual, de 9 kg. en el área de recepción. Asimismo, dentro del equipo obligatorio para el semirremolque este lleva un extintor de polvo químico seco de 9 Kg.
- Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
- Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal de la brigada contra incendio cuenta con dos equipos completos de protección personal.
- Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- Paros de Emergencia.**

TOMA DE RECEPCIÓN /SEMIRREMOLQUE						
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación		Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
3	BLEVE del semirremolque, debido a una falla en la válvula de descarga, lo que provocaría una fuga continua de gas l. p., si esta fuga se incendiara sería difícil controlarla debido a la dirección de la llama. Esta llama estaría dirigida hacia el suelo, por lo que ésta se esparciría en forma radial, lo que impediría llegar hasta la válvula.	ZR: 1.0 psi Sobrepresión del tanque: 86.28 m ZR: 5.0 kW/m ² 467.09 m	ZA: 0.5 psi Sobrepresión del tanque: 146.67 m ZA: 1.4 kW/m ² 876.09 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Ver Tabla II.1 Fauna: Ver Tabla II.2 (No reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) Zonas Vulnerables: • Carrocerías Israel • Jardín de eventos Montenegro • Carretera Cuernavaca - Cautla Asentamientos humanos: Huertos el Mirador y EL Copalar.	Carrocerías Israel a 324 m al este de la toma de recepción Jardín de eventos Montenegro a 311 m al este de la toma de recepción Carretera Cuernavaca – Cautla a 45 metros de la toma de recepción	Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera.

Onda de sobrepresión, proyección de fragmentos y ruido a causa de la explosión, asimismo, modificación de estructura de suelo, en el que actualmente se tiene la presencia de cubata, tepehuaje, copal, cuajilote, copal, Brasil, cazahuate, uña de gato y ceiba.

Afectación a la fauna que habita en la zona, ver Tabla II.2

Obstrucción de la carretera Cuernavaca - Cuautla

Daños a la infraestructura total de la planta causados por los efectos de la onda expansiva y radiación térmica.

De acuerdo la referencia bibliográfica del simulador SCRI – Fuego 2.0 en un rango de 0.5 a 1.0 psi se espera que haya ventanas despedazadas y algo de daño en los marcos de las mismas

En cuanto a afectaciones por radiación térmica se tendría lo siguiente:

En caso de suceder la BLEVE del semirremolque, la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 12.70 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas, teniéndose lo siguiente:

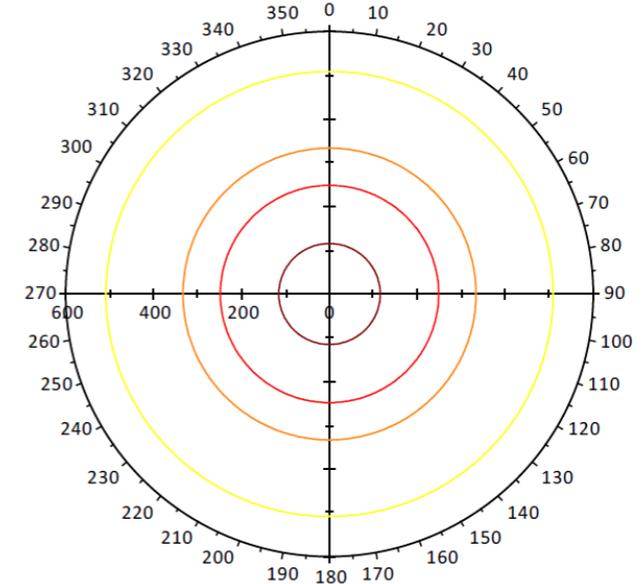
Zona 1: Huertos el Mirador, El Copalar y la carretera Cuernavaca – Cuautla.

Zona 2: El Copalar y la carretera Cuernavaca – Cuautla.

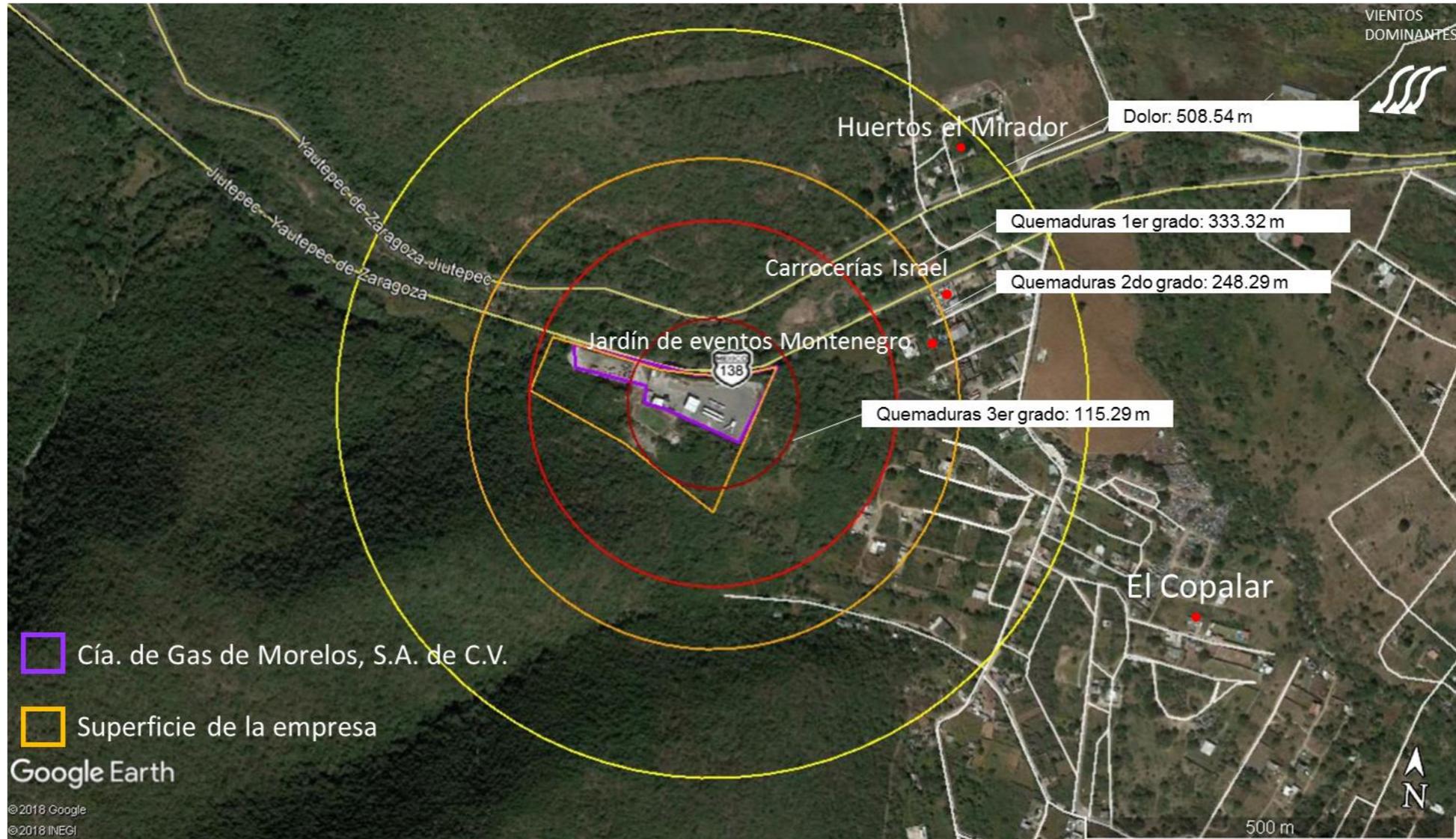
Zona 3: carretera Cuernavaca – Cuautla.

Zona 4: Instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. y carretera Cuernavaca – Cuautla.

- █ **Zona 1: Dolor en piel desnuda.**
Dosis: $85 \text{ (kW/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s}$ Radiación: 4.16 kW/m^2
Distancia: 508.54 m
- █ **Zona 2: Nivel de daño significativo**
Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda
Dosis: $250 \text{ (kW/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s}$ Radiación: 9.34 kW/m^2
Distancia: 333.32 m
- █ **Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda**
Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio
Dosis: $500 \text{ (kW/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s}$ Radiación: 15.72 kW/m^2
Distancia: 248.29 m
- █ **Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda**
Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio
Dosis: $2000 \text{ (kW/m}^2\text{)}^{4/3} \text{ s}$ Radiación: 44.45 kW/m^2
Distancia: 115.29 m



Masa de la nube 22489.16 kg Diámetro de Bola de Fuego: 163.71 m Tiempo de duración de Bola de Fuego: 12.70



MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original
- Programas de vigilancia ambiental dentro de las instalaciones que garanticen operaciones seguras de trabajo.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

1. **Dispositivos y accesorios de seguridad.** Las líneas de gas líquido cuentan con una válvula de relevo hidrostático, una válvula manual de globo, una válvula de exceso de flujo, una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático, en el punto de unión se tiene instalado un indicador de flujo tipo mirilla con función de no retroceso. La línea de gas vapor cuenta con una válvula manual de globo recta, una válvula de exceso de flujo y una válvula de cierre de emergencia de control remoto con actuador neumático.
2. **Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentra estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentra conectado al sistema de trasiego de gas l.p., se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras.
3. **Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad.
4. **Procedimientos por escrito.** En el área de recepción se tienen letreros que contienen procedimientos de operación por escrito, estos están colocados en un lugar visible.
5. **Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que son contemplados dentro la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.
6. **Mantenimiento.** La planta cuenta con un programa calendarizado de Mantenimiento preventivo a Equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanques de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS

1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tendrán instalados tres extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad en el área de suministro y 1 junto a cada bomba.
2. **Agua a presión.** Cobertura de esta área por el chorro de agua de los hidrantes.
3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
4. **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal de la brigada contra incendio cuenta con dos equipos completos de protección persona (equipo de bombero).
5. **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
6. **Paros de Emergencia.**

TOMA DE SUMINISTRO						
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación		Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
4	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada debido a la ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de globo recta, lo anterior por un error que al estar cargando el autotanque este arrancara. Se provocaría que se escape solamente el gas que queda atrapado en la tubería, la cual tiene 2 metros de longitud con un diámetro de 51mm. y 3 metros de longitud con un diámetro de 76 mm. así como la cantidad que se escapa cuando la bomba sigue funcionando durante el medio minuto.	ZR: 1.0 psi 115.17 m ZR: 5.0 kW/m ² 1.91 m	ZA: 0.5 psi 195.77 m ZA: 1.4 kW/m ² 3.72 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Ver Tabla II.1 Fauna: Ver Tabla II.2 (No reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010)	Carretera Cuernavaca – Cuautla a 73 metros de la toma de recepción de la toma de suministro.	Ondas de sobrepresión y radiación térmica. (Efecto radial)
	Emisión de chorro horizontal debido a que la bomba sigue funcionando, esto forma una nube inflamable que al encontrar una fuente de ignición origina una ignición retardada que provocará una llamarada o flash fire	Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) desde los 1.71 hasta los 17.38 m en dirección del viento (eje X) y 6.48 m en dirección perpendicular (eje Y). El 0.5 L.I.I. se alcanza desde los 1.52 a los 25.40 m y 9.50 m en dirección perpendicular (eje Y).		Zonas Vulnerables: Infraestructura de la planta • Carretera Cuernavaca - Cuautla		
	Emisión instantánea debido al desprendimiento de la manguera y ocurre la liberación a la atmósfera de GLP en fase líquida el cual se evapora súbitamente formando una nube del tipo puff.	Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) a los 4.74 m. en dirección del viento (eje X) y 5.76 m en dirección perpendicular (eje Y). El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 8.37 m y 7.29 m en dirección perpendicular (eje Y).				

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe: : cubata, tepehuaje, copal, cuajilote, copal, Brasil, cacahuete, uña de gato y ceiba. De acuerdo la referencia bibliográfica del simulador SCRI – Fuego 2.0 en un rango de 0.5 a 1.0 psi se espera que haya ventanas despedazadas y algo de daño en los marcos de las mismas. En cuanto a daños por radiación térmica ocasionados por el dardo de fuego, estos quedarían confinados dentro de las instalaciones de la planta, ya que se tendría que a una distancia de 1.91 m se alcanzaría un nivel de radiación de 5.0 kW/m² donde probablemente se tengan quemaduras de segundo grado y dolor después de una exposición de 20 segundos, en tanto que a 3.72 m se alcanza 1.4 kW/m² en donde no se presentarían molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original
- Restablecimiento del relieve a su estado original.
- Programas de vigilancia ambiental dentro de las instalaciones que garanticen operaciones seguras de trabajo.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO

- 1. Dispositivos y accesorios de seguridad.** La toma de gas líquido cuenta con una válvula de globo recta, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de cierre manual (globo recta), válvula de exceso de flujo, válvula de relevo hidrostático y una válvula de actuación remota neumática. La toma de gas vapor cuenta con una válvula de cierre manual (globo recta) y una válvula automática de no retroceso.
- 2. Letrero indicativo de carga en tomas de suministro.** Cuando un auto tanque se encuentra estacionado en posición de carga en las tomas de suministro, y se encuentra conectado al sistema de trasiego de gas l.p., se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que al ser observado por el conductor del auto-tanque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras.
- 3. Calzas de seguridad.** En el suministro de gas l.p. al auto-tanque se frenan o bloquean las ruedas del vehículo, cuando la unidad este realizando el transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad.
- 4. Procedimientos por escrito.** En el área de suministro se tienen letreros que contienen procedimientos de operación, estos están colocados en un lugar visible.
- 5. Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se tienen previstos dentro la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.
- 6. Mantenimiento.** La planta cuenta con un Programa de Mantenimiento, que incluye un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general.

MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS

- 1. Sistema de seguridad por medio de extintores.** Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados cuatro extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad en el área de suministro y un extintor de carretilla de 50 kg. de PQS.
- 2. Agua a presión.** Cobertura de esta área por el chorro de agua de los hidrantes.
- 3. Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado.
- 4. Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero).
- 5. Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
- 6. Paros de Emergencia.**

ÁREA DE ALMACENAMIENTO TANQUES DE 250,000 LITROS						
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación		Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
5 T-I y T-II	Explosión detonante no confinada por la masa que se emite por el desfogue de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento. Capacidad de desfogue: 294 m ³ /min	ZR: 1.0 psig 150.71 m Jetfire ZR: 5 kW/m ² 39.80 m	ZA: 0.5 psig 256.18 m Jetfire ZA: 1.4 kw/m ² 73.66 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Ver Tabla II.1 Fauna: Ver Tabla II.2 (No reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010) Zonas Vulnerables: • Carretera Cuernavaca - Cuautla	Carretera Cuernavaca – Cuautla a 62 m del tanque de almacenamiento	Radiación térmica y sobrepresión

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe: cubata, tepehuaje, copal, cuajilote, copal, Brasil, cazahuate, uña de gato y ceiba. En cuanto a daños por radiación térmica ocasionados por el dardo de fuego estos quedarían confinados dentro de las instalaciones de la planta, ya que se tendría que es a una distancia de 39.80 m se alcanzaría un nivel de radiación de 5.0 kW/m² donde probablemente se tengan quemaduras de segundo grado y dolor después de una exposición de 20 segundos, en tanto que a 73.66 m se alcanza 1.4 kW/m² en donde no se presentarían molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel. Asimismo, a estos niveles de radiación no se registran daños sobre materiales.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original.
- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora, por indemnización por daños a terceros.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA <u>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO</u>	MEDIDAS PARA REDUCIR LA <u>RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS</u>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño y fabricación. Los semirremolques que entran a la planta se encuentran bajo NOM-009-SESH-2011 y código ASME sección VIII. 2. Revisiones de seguridad. Los semirremolques son sometidos a un examen radiográfico al 100%, para detectar algún posible defecto en las soldaduras. Asimismo, pasan una prueba hidrostática o inspección por líquidos penetrantes, o ultrasonido para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material base. 3. Válvulas y accesorios de control y seguridad. Con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes que pudieran ocasionarse por el manejo y trasvase de gas l.p. el semirremolque cuenta con: válvula de seguridad resorte interno de 3" de diámetro, válvula de cierre rápido, válvula de máximo llenado, chicote toma de fuerza, chicote acelerador, entre otros. 4. Revisión y mantenimiento previo. Diariamente se revisa que no haya fugas en la salida de gas, observando tuberías, válvulas y accesorios de control y seguridad. 5. Equipo obligatorio. <ul style="list-style-type: none"> • Matachispas en los escapes. • Seis metros de cable flexible No. 6 con pinzas de bronce para 50 amps, con el fin de conectarse a tierra. • Conexión metálica y conductora entre tractor y recipiente. • Cadena bota-chispas o tira de hule con alambre de cobre. 6. Procedimientos. Los operadores deberán seguir los procedimientos de descarga, revisando el porcentaje en el rotogage para enterarse de la cantidad de gas l. p. contenido en el semirremolque, así como también se cerciorará de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo, es decir si los tanques de almacenamiento tienen mayor presión que la unidad de descarga, se abrirán las válvulas de cierre en la línea de vapor y se pondrá a funcionar el compresor hasta que las presiones se igualen para después poder abrir las válvulas en la línea de líquido, esto a fin de evitar un sobrellenado en la unidad por descargar. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de seguridad por medio de extintores. Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados cuatro extintores de polvo químico seco del tipo manual, de 9 kg.y dos más de carretilla con una capacidad de 50 kg cada uno en la toma de recepción. Asimismo, dentro del equipo obligatorio para el semirremolque este lleva un extintor de polvo químico seco de 9 kg. 2. Respuestas de control. Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado. 3. Equipo de protección personal. Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero) 4. Operaciones de emergencia. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 5. Paros de Emergencia.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO TANQUES DE 250,000 LITROS						
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación		Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
6 T-I y T-II	Explosión por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente, y éste se rompe. (Explosión de un gas confinado).	ZR: 1.0 psig 104.61 m	ZA: 0.5 psig 177.82 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Ver Tabla II.1 Fauna: Ver Tabla II.2 (No reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010)	Carrocerías Israel a 316 m al este del tanque de almacenamiento Jardín de eventos Montenegro a 323 m al este del tanque de almacenamiento	Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Radiación térmica incidente provocada por la BLEVE del tanque de almacenamiento considerando la combustión del contenido total del tanque al 80 % de su capacidad.	ZR: 5.0 kW/m ² : 792.19 m	ZA: 1.4 kW/m ² : 1,487.48 m	Zonas Vulnerables: <ul style="list-style-type: none"> • Carrocerías Israel • Jardín de eventos Montenegro • Planta de gas "Gas del Sol" • Hotel Torino • Carretera Cuernavaca - Cuautla Asentamientos humanos: Huertos el Mirador y EL Copalar.	Planta de gas "Gas del Sol" a 937 m al este de del tanque de almacenamiento Hotel Torino a 1391 m al este de del tanque de almacenamiento Carretera Cuernavaca – Cuautla a 62 m al norte de del tanque de almacenamiento	

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera.

Onda de sobrepresión, proyección de fragmentos y ruido a causa de la explosión, asimismo, modificación de estructura de suelo, cubata, tepehuaje, copal, cuajilote, copal, Brasil, cacahuate, uña de gato y ceiba.

Afectación a la fauna que habita en la zona. Ver Tabla II.2

Obstrucción de la carretera Cuernavaca – Cuautla.

Daños a la infraestructura total de la planta causados por los efectos de la onda expansiva y radiación térmica.

De acuerdo la referencia bibliográfica del simulador SCRI – Fuego 2.0 en un rango de 0.5 a 1.0 psi se espera que haya ventanas despedazadas y algo de daño en los marcos de las mismas.

La ondas de sobrepresión equivalente a 0.5 psi provocadas tanto por la explosión de una NVNC derivada del desfogue de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento como por la explosión del recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia de este

En cuanto a afectaciones por radiación térmica se tendría lo siguiente:

En caso de suceder la BLEVE de cualquiera de los tanques de 250 m³, la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 18.22 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas, teniéndose lo siguiente:

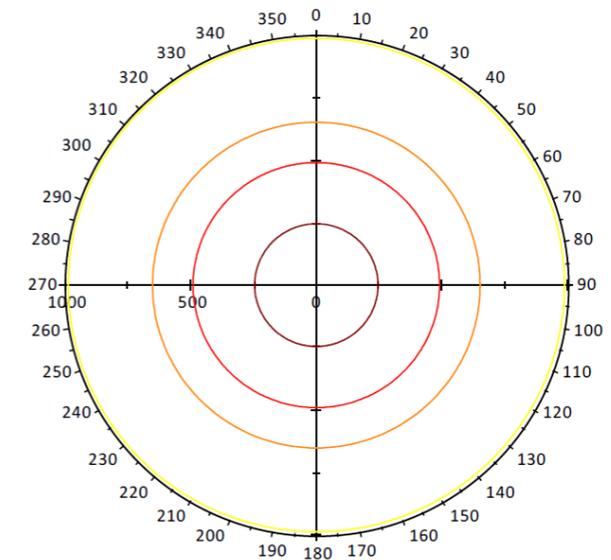
Zona 1: El Copalar y la Carretera Cuernavaca – Cuautla.

Zona 2: Huertos el Mirador, el Copalar y la Carretera Cuernavaca – Cuautla.

Zona 3: El Copalar y la Carretera Cuernavaca – Cuautla.

Zona 4: Instalaciones de la planta de distribución de gas l.p., nave industrial I y la Carretera Cuernavaca – Cuautla.

- Zona 1: Dolor en piel desnuda.**
Dosis: $85 \text{ (kW/m}^2)^{4/3} \text{ s}$ Radiación: 3.17 kW/m^2
Distancia: 988.53 m
- Zona 2: Nivel de daño significativo**
Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda.
Dosis: $250 \text{ (kW/m}^2)^{4/3} \text{ s}$ Radiación: 7.13 kW/m^2
Distancia: 652.64 m
- Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda**
Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio.
Dosis: $500 \text{ (kW/m}^2)^{4/3} \text{ s}$ Radiación: 11.99 kW/m^2
Distancia: 491.04 m
- Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda**
Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio.
Dosis: $2000 \text{ (kW/m}^2)^{4/3} \text{ s}$ Radiación: 33.91 kW/m^2
Distancia: 245.77 m



Masa de la nube 118364.00 kg Diámetro de Bola de Fuego: 284.77 m Tiempo de duración de Bola de Fuego: 18.22

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora, por indemnización por daños a terceros.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
<p>1. Limitación de presión excesiva. Dos válvulas multiport bridadas de marca CMS modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A-3149-G de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m3/min.</p> <p>. Estos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.</p> <p>2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado. Cada tanque cuenta con un medidor magnético para nivel del líquido marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro y dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165 de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.</p> <p>3. Aislamiento térmico de recipientes. Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se podrá limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Tal es el caso de la aplicación a los tanques de almacenamiento de la pintura retardadora de fuego, la cual proporciona protección a las superficie durante un incendio creando una superficie de baja inflamabilidad, se auto extingue cuando la fuente de fuego es removida.</p> <p>4. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos. Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. Dado lo anterior, "COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V." cuenta con dos tanques de almacenamiento de gas l.p. diseñados bajo NOM-012/2-SEDG-2004, actualmente se cuenta con los dictámenes en conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, por lo que cumple con las especificaciones necesarias para operar.</p> <p>5. Programas de mantenimiento preventivo. La planta cuenta con un Programa de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas del tanque y sus accesorios. Además de que cada 5 años los tanques son sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando.</p>	<p>1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersión. Los tanques cuentan con dos tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente y en el mismo plano por arriba del recipiente, que se derivan de una tubería central transversal de 51 mm de diámetro. El rociado del tanque consta de 44 boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, en la parte superior de cada uno de los tanques. Las boquillas de rociado son de la Marca Spraying System tipo recto Modelo ¾ -HH-40 con un gasto de 61.32 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm².</p> <p>2. Extintor de carretilla. En la zona de almacenamiento se cuenta con 3 extintores de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco clase ABC. Además también se contará con 4 extintores manuales de polvo químico seco clase ABC con capacidad de 9 kg.</p> <p>3. Hidrantes. Se tienen 4 hidrantes con manguera de 2" de diámetro, con una longitud de 30.00 m y un gasto de 350 LPM, los cuales en caso de incidente cubrirán perfectamente la zona de riesgo.</p> <p>4. Sistema de alarma. Sistema de alarma sonora, de confirmación.</p> <p>5. Comunicación. Se cuenta con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los cuerpos de emergencia más cercanos a la instalación. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la planta hasta nuevo aviso.</p> <p>6. Respuestas de control.- Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). El personal está capacitado y organizado en brigadas contra incendio, primeros auxilios, laboratorio del fuego, uso y manejo de extintores e hidrantes, Además recibirá capacitación 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-2000.</p> <p>7. Plan de Atención a Contingencias. Dentro de la planta de almacenamiento de gas l.p. se integrarán cuerpos de personal para atacar las contingencias que se presenten:</p> <ul style="list-style-type: none"> Desalojo del personal. Operación de válvulas. Operación de apoyo con extintores. Dar la señal de alarma Desconexión de la energía eléctrica Dar aviso a las autoridades Ataque a las zonas de fuego Conducir los vehículos a zonas fuera de peligro.

Capítulo III

Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas en materia ambiental



Km. 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuautla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

1. Inspección y supervisión por parte del personal de la planta durante las operaciones de trasiego, con la finalidad de verificar que los operadores de las unidades (auto-tanques y semirremolques) acaten los procedimientos operativos establecidos.
2. El operador de la unidad (auto-tanques y semirremolques) antes de llevar a cabo la operación de trasiego de GLP en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos, deberá:
 - Verificar las condiciones físicas de la unidad (volumen/presión/temperatura).
 - Apagar el motor.
 - Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada.
 - Colocar calzas a las ruedas del vehículo.
3. Deberá llevar un control de la medición de las variables (volumen/presión/temperatura) en el recipiente del vehículo, mediante el llenado de una "Hoja de Control".
4. Mantener vigente el Dictamen de conformidad con la **NOM-007-SESH-2010, Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P. – Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento.**
5. Colocar en las mangueras de la toma de recepción y las tomas de suministro, separadores mecánicos (válvula "pull-away"), lo que permitirá asegurar el cierre automático de fuga de GLP., en caso de ruptura de manguera, ocasionado por arranque inesperado del vehículo.
6. Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.
7. Colocar letrero de procedimiento de operación de la válvula de cuatro vías del compresor.
8. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.
9. Elaborar e implementar un Programa Calendarizado de Limpieza e Inspección de todas las áreas que integran la instalación, haciendo énfasis especial a las zonas clasificadas como peligrosas o de mayor riesgo, que son aquellas en donde se llevan a cabo operaciones de transferencia de GLP, como lo son:
 - Muelle de llenado de recipientes transportables.
 - Toma de recepción de semirremolques.
 - Toma de suministro a auto-tanques.

A fin de evitar la acumulación de basura y mantener el área libre de materiales combustibles.

10. Llevar un registro del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso, a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor a once años a partir de su fecha de fabricación o a diez años a partir de su fecha de instalación.
11. Mantener los originales del Programa Anual de Mantenimiento (año en curso) de los sistemas de trasiego, sistema contra incendio y eléctrico e instalaciones en general. Este deberá estar firmado por el responsable de la instalación.
12. Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la Unidad de Verificación en materia de GLP. Y firmada cada 8 días naturales por el responsable general y de mantenimiento de la planta.
13. Mantener evidencia de los trabajos de mantenimiento realizado.
14. Revisión del diseño y operación de la *instalación*. Es conveniente considerar inspecciones y/o revisiones con el fin de verificar que las condiciones actuales de la Planta de Distribución son las óptimas o si es necesario hacer ajustes en el diseño u operación de la misma.
15. Mantener los originales del Programa Anual de Capacitación (año en curso) y de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego de GLP, con una fecha de emisión máxima de dos años anteriores, contados a partir de la fecha en que se realiza la evaluación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*, tal como se valida en el numeral **5.1.2** inciso *j*) de la citada Norma.
16. Es de vital importancia incluir en el Programa de Anual Simulacros los escenarios identificados del presente estudio. Es importante mencionar que en este caso, para el desarrollo de los Simulacros se deberá de tener en consideración el **Capítulo 10. Simulacros de emergencias de incendio**, de la Norma Oficial Mexicana **NOM-002-STPS-2010**, *Condiciones de seguridad-Prevención y contra incendios en los centros de trabajo*.
17. Deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente No.1 y No.2 cada cinco años de conformidad con lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002.
18. Se deberá verificar los valores de la conductividad de las tierras físicas, de acuerdo a lo establecido en el numeral **5.3, 5.4 y 5.6** del **Capítulo 5. Obligaciones del patrón**, de la Norma Oficial Mexicana **NOM-022-STPS-2015. Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad**. Dicha revisión se ha de efectuar de manera anual al menos o cuando en el inmueble se realicen modificaciones que afecten las condiciones de operación de la Red de Puesta a Tierra.
19. Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.

20. Realizar procedimientos de mantenimiento seguro a las instalaciones eléctricas conforme a lo establecido en la **NOM-029-STPS-2011**. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad.
21. Elaborar e implementar un Programa anual de revisión mensual de los extintores y vigilar que estos cumplan con las condiciones establecidas en el numeral **7.2** incisos **a) al m)**, de acuerdo con el **Capítulo 7. Condiciones de prevención y protección contra incendios** de la Norma Oficial Mexicana **NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad-Prevención y contra incendios en los centros de trabajo**, el cual asegure la ubicación de dichos elementos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014, Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones de seguras en su operación**, tal como señala la tabla contenida en el numeral **4.2.4.3.1.2** y **4.2.4.3.2.1**.
22. Asegurarse que la bomba de motor de combustión interna cuenta con batería y suministro de combustible suficiente.
23. Gestionar con la UV de Gas l.p. y con la UV de instalaciones Eléctricas la factibilidad de la instalación de una planta de emergencia eléctrica y poder prevenir la falta o falla en la energía eléctrica.
24. Contemplar la instalación de una bomba jockey con la finalidad de mantener la presión del sistema.
25. Deberá mantener una presión mínima de 7 kg/cm² en toda la red hidráulica. Esta condición deberá conservarse cuando el sistema esté funcionando, es decir, cuando estén abiertas un determinado número de mangueras o rociadores, según las especificaciones del fabricante o instalador. Asimismo, deberá mantener la capacidad de la cisterna a su nivel máximo.
26. Mantener vigente su seguro de riesgo ambiental de conformidad con lo señalado en el **Artículo 147 BIS** de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**.
27. Implementar un sistema de control de cambios con el objetivo mantener evidencia del ciclo de vida de un cambio e identificar en caso de un evento de riesgo el origen del mismo. Por lo tanto se recomienda la actualización de los planos y memorias conforme a la estructura real de la planta.

III.1.1 Sistemas de seguridad.

A continuación se describirá cada uno de los elementos que existen físicamente considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Cuenta además con los siguientes accesorios (de acuerdo a la visita de campo):

- Un medidor magnético para nivel del líquido marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro.
- Un termómetro marca Surex con graduación de -50 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Econo con graduación de 0 a 28 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165C de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.
- Una válvula interna neumática (exceso de flujo) para gas - líquido marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.
- Una válvula interna neumática (exceso de flujo) para gas - vapor marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 2,510.20 m³/h (88,700 ft³/h) LPM (122 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 945 LPM (250 GPM).
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 454 L.P.M. (120 G.P.M.) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas – vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-líquido marca Rego modelo 3282C de 32 mm (1 ¼") de diámetro, con capacidad de 463 m³/h (16,300 ft³/h) cada una.
- Dos aditamentos múltiples bridados de marca CMS modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A-3149-G de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min.
- Una conexión soldada a los tanques para cable a "tierra"
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de los tanques contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 m (3") de diámetro y de 2 m de altura.

Asimismo, se cuenta con elementos para poder controlar las operaciones de trasiego de GLP, tales como:

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 permanecerán “cerradas” o “abiertas”, según el sentido de flujo que se requiera.

○ Controles automáticos.

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 51 mm (2”) de diámetro, para retorno de gas - líquido excedente a los tanques de almacenamiento; este control consiste de una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y está calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² (71 lb/in²).

○ Controles de medición.

En la carburación se encuentra instalado un medidor volumétrico de gas l.p. para el control interno en el llenado de tanques montados en vehículos propiedad de la empresa, el cual tiene las características siguientes:

Marca	Shclumberger (Neptune)
Tipo:	4D
Diámetro de entrada y salida:	38 mm.
Capacidad:	227 LPM (60 GPM) máx 45 LPM (12 GPM) mín
Presión de trabajo:	24.6 kg/cm ²
Registro modelo:	843
Capacidad de totalizador:	99,999,999 lts
Capacidad del regitro-impresor:	99,999.9 lts

En cuanto a la atención de eventos extraordinarios se cuenta con un sistema contra incendio, el cual está conformado por:

○ Extintores manuales

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalaron extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg. de capacidad cada uno, en los lugares siguientes, a una altura máxima de 1.50 m y mínima de 1.20 m medidas del piso a la parte del extintor.

No. De extintores	Área
2	Tablero eléctrico (bióxido de carbono)
3	Oficinas
6	Estacionamiento
1	Caseta de equipo contra incendio
3	Tomas de recepción
1	Tomas de suministro
1	Toma de carburación para auto-abasto
2	Zona de almacenamiento
4	Bombas
2	Compresores
1	Taller mecánico
1	Caseta de vigilancia
1	Sanitarios

○ Extintor de carretilla

Se cuenta con cuatro extintores de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco. Dos localizados por el lado oeste de la zona de almacenamiento, y el otro en el lado este de la misma zona de almacenamiento. Y uno en el lindero este de la planta cerca de la entrada y salida.

○ Accesorios de protección

A la entrada de la planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos matachispas, los cuales son adaptados a cada uno de los vehículos que tiene acceso a la misma, se cuenta además con dos traje de amianto para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio, se cuenta también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada esta solo en casos de emergencia.

○ Alarmas

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

a) Manejo de agua a presión

Para el manejo a presión se cuenta con una cisterna compuesta por los siguientes elementos:

1. Cisterna de seguridad con capacidad de 117.8 m³, con medidas en planta de 7.6 m x 6.2 m y 2.50 metros de profundidad, este recinto subterráneo esconstruido con concreto armado y cuenta con acceso de personas de 0.70x0.70 metros. Su llenado se hace a base de pipas.
2. El cuarto de equipo contra incendio está construido con dimensiones en planta de 3.2 m x 3.76 m y altura de 2.5 m, cuenta con un acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

Bomba con motor de combustión interna de 76 HP y un gasto de 3,500 LPM a 6 kg/cm².
Bomba con motor eléctrico de 75 HP y un gasto de 3,500 LPM a 6 kg/cm².

3. Red distribuidora con tubo galvanizado clase 11.2 kg/cm², accesorios y conexiones de fierro fundido clase 8.5 kg/cm². Esta tubería es subterránea y tiene una profundidad de 1.00 metro; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tuberías de 152 mm (6") de diámetro.

Esta cisterna alimenta a los siguientes componentes:

Cuatro hidrantes y el riego por aspersión de los tanques de Gas L.P.

Para el enfriamiento de los tanques, se cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro.

La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

4. Tubería y elementos de rociado para el tanque
Los tanques cuentan con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba de los tanques.

Estas tuberías son de 51 mm de diámetro. Los tubos se instalaron a lo largo del tanque, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 boquillas por tanque. Las boquillas de rociado son marca Spraying Systems tipo recto Modelo ¾ -HH-40 con un gasto de 61.32 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm².

La localización del equipo y dispositivos antes mencionados se pueden consultar a detalle en el plano del Proyecto Sistema Contra Incendio y Plano Mecánico.

III.1.2 Medidas preventivas.

Como ya se ha mencionado anteriormente la operación de la planta de distribución de GLP es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química. El GLP sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a auto-tanques y recipientes transportables para el suministro a los usuarios.

Acorde a lo anterior se enlistan a continuación las medidas preventivas que se aplican durante la operación normal de la planta. Dichas medidas tendrán como objetivo evitar el deterioro del medio ambiente.

MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

- *CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.*

Debido a que la operación de la planta, no requiere el uso de agua para el proceso principal, siendo este la recepción y transvase de GLP, el agua se utiliza dentro de la planta sólo para los servicios sanitarios y para el abasto del sistema contra incendio, por consiguiente el único tipo de descarga de aguas será de tipo sanitario, la cuales son conducidas a la fosa séptica. Esta fosa séptica recibe un mantenimiento periódico para prevenir contaminación e infiltración al subsuelo.

- *MEJORA DEL CONTROL DE EMISIONES.*

Durante la operación normal de la planta, no se tienen fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tienen pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras del área de recepción, suministro y toma de autoabasto de carburación. Estas emisiones furtivas son mínimas, ya que se cuentan con sistemas de seguridad (válvulas de corte) altamente eficientes, y además, al encontrarse en área abierta existe suficiente ventilación asegurando que la dispersión sea inmediata, por lo que esto no tiene un impacto ambiental significativo ni constituye un riesgo para el ambiente, las instalaciones o la salud de la población.

- *GESTIÓN DE RESIDUOS.*

Residuos Sólidos Urbanos: Los residuos sólidos urbanos son recolectados en diversos tambos contenedores con una capacidad de 200 L, los cuales son instalados estratégicamente para llevar un eficiente control de la generación de estos residuos. Los contenedores se encuentran rotulados con letreros y colores distintivos que indican el tipo de residuo contenido en cada uno de ellos (orgánicos e inorgánicos). Asimismo, la empresa cuenta con un área designada para su almacenamiento temporal, hasta su disposición final en el tiradero del municipio. Otros residuos como PET, Plásticos, cartón entre otros, estos son compilados hasta su disposición con empresas encargadas de reciclaje.

Residuos de Manejo Especial: Los recipientes transportables, como los estacionarios que se encuentran deteriorados y fuera de operación, se manejan por separado, de acuerdo a las dimensiones y características que cada uno, evitando de esta forma la mezcla entre uno y otro, éstos se van acomodando mediante estibas, lo que permite tener una mejor manipulación de los mismos. Los residuos de manejo especial reportados por el promovente son: recipientes transportables rechazados y válvulas en desuso y vencidas, los cuales son entregados de forma semestral.

Residuos Peligrosos: Los residuos peligrosos generados provienen del taller mecánico y del área de pintura de los recipientes. Estos son acopiados temporalmente en el almacén temporal de residuos peligrosos. La empresa se ha registrado como microgenerador de este tipo de residuos.

El manejo y disposición de los residuos generados en la planta de distribución de GLP, se registran en algunas áreas específicas, donde la empresa deberá realizar las siguientes acciones, cabe destacar que algunas ya son desarrolladas mientras que otras se deben implementar:

Acciones para el manejo de los residuos generados por la empresa.		
ACCIÓN	REALIZADA	A IMPLEMENTAR
a. Disponer sus residuos en sitios autorizados por la autoridad municipal.	X	
b. Minimizar la generación de residuos que no puedan prevenirse.	X	
c. Instalar embalajes para la disposición temporal de residuos con rótulos: "Residuos peligrosos" y "Residuos No Peligrosos", para el correcto manejo de los mismos dentro de las instalaciones.	X	
d. Contar con una bitácora sobre los residuos generados.		Sólo se realiza en Residuos peligrosos
e. Prevenir su generación.	X	
f. Reciclar el mayor número de residuos o elementos generados por la empresa, con la finalidad de disminuir en lo posible la demanda de los recursos.		X
g. Dar mantenimiento periódico a los contenedores de residuos, con el fin de evitar derrames o salidas no controladas.	X	
h. Mantener con cubierta los contenedores de basura		X

□ *REDUCCIÓN DEL RIESGO DE VERTIDOS ACCIDENTALES*

Aunque la materia prima para la operación de una planta de distribución de gas GLP es el gas licuado de petróleo, se maneja combustible para el funcionamiento de la bomba con motor de combustión interna que forma parte del equipo contra incendio, dicho combustible es almacenado en un recipiente que cuenta con un dique de contención que evitará que en caso que se presente un derrame de combustible, éste se filtre y cause afectaciones al suelo y subsuelo.

MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

De acuerdo al análisis y evaluación de riesgo realizado anteriormente se determinó que el evento máximo catastrófico, el cual determina las zonas totales de afectación, involucra la explosión **BLEVE** de cualquiera de los dos tanques de almacenamiento, la cual genera daños por sobrepresión y radiación térmica.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

A) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

Con base en los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

De acuerdo a lo anterior expuesto, los aditamentos multiport de los tanques de almacenamiento cuentan con las siguientes características:

- Dos válvulas multiport bridadas de marca CMS modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A-3149-G de 64 mm (2 1/2") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min.

B) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. **Por este motivo los tanques de almacenamiento están dotados de los adecuados sistemas de regulación y control del nivel de llenado (medidor rotatorio de nivel, medidor magnético de nivel, válvulas de exceso de flujo, etc.).**

Cuenta además con los siguientes accesorios (de acuerdo a la visita de campo):

- Un medidor magnético para nivel del líquido marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro.
- Un termómetro marca Surex con graduación de -50 a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Econo con graduación de 0 a 28 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165C de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.
- Una válvula interna neumática (exceso de flujo) para gas - líquido marca Rego modelo A3213A300 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 1,136 LPM (300 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.
- Una válvula interna neumática (exceso de flujo) para gas - vapor marca Rego modelo A3212A250 de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 2,510.20 m³/h (88,700 ft³/h) LPM (122 GPM) cada una con actuador neumático Marca Rego Modelo A3213PA.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 945 LPM (250 GPM).
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 454 L.P.M. (120 G.P.M.) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas – vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 927 m³/h (32,700 ft³/hr) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-líquido marca Rego modelo 3282C de 32 mm (1 ¼") de diámetro, con capacidad de 463 m³/h (16,300 ft³/h) cada una.
- Dos aditamentos múltiples bridados de marca CMS modelo 5850-A de 101 mm (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A-3149-G de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min.
- Una conexión soldada a los tanques para cable a "tierra"

- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de los tanques contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 m (3") de diámetro y de 2 m de altura.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios.

A continuación se indican las medidas básicas:

Sistemas de aspersión.

Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

El agua contra incendios rociará todo el depósito pero en especial su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas. Tal rociado de agua forma parte de la instalación fija de agua contra incendios. Su aplicación es mediante tubería instalada simétricamente por arriba de cada tanque con un diámetro de 51 mm.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 44 boquillas por tanque. Las boquillas de rociado son marca Spraying Systems tipo recto Modelo $\frac{3}{4}$ -HH-40 con un gasto de 61.32 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm².

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002 “Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso.”** se cuenta con el Dictamen técnico No. ULT-01/16-0007 y No. ULT-01/16-0008 para T-I y T-II, respectivamente con fecha 11 de enero de 2016.

Es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies del recipiente ya que una perforación del mismo 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 **“COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.”** contempla la **INDEMNIZACIÓN por los daños y perjuicios ocasionados mediante** su seguro de responsabilidad civil, el cual cubrirá daños a terceros que pudieran derivarse de la prestación de sus servicios.

Es importante mencionar que la empresa buscará fortalecer las medidas de mitigación con capacitación del personal que formará parte de los planes de emergencia, desarrollando programas de capacitación en el manejo de gas l. p., así como de estar en constante contacto con las autoridades correspondientes, logrando de esta manera reducir la probabilidad de que se presente alguna contingencia en la planta de distribución de GLP.

Capítulo IV

Resumen



Km. 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuautla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

La planta de distribución de GLP perteneciente a **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.** está ubicada en el km 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuautla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos.

La planta inició operaciones en el año 1997 conforme a lo señalado en el oficio DGTN-F-04789/97 emitido por la Dirección General de Gas L.P., inició operaciones con una capacidad de 500,000 litros al 100 % agua, distribuidos en dos recipientes de 250,000 litros al 100 % cada uno, cantidad equivalente a 295,910 kg.

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, la cantidad de reporte para el Gas L.P. es a partir de 50,000 kg. Por consiguiente, la cantidad almacenada en la planta propiedad de Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V. excede la cantidad de reporte.

En apego a los artículos 28,30 y 35 fracción II de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en 1997 Gas Zapata, S.A. de C.V. obtuvo su autorización en materia de Impacto Ambiental por parte del Instituto Nacional de Ecología Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental con número de oficio **D.O.O. DGOEIA.-01377** que conforme lo indica el término SEGUNDO dicha autorización tendría una vigencia de 5 años, por lo cual actualmente se encuentra fenecida.

Teniendo como antecedente que para las instalaciones de la empresa se ingresó la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad General y el Análisis de Riesgo ante el Instituto Nacional de Ecología Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental el día 07 de abril de 1997, la cual fue procedente. Esta fue ingresada bajo el nombre de Gas de Zapata, S.A. de C.V. El 22 de noviembre de 2005 la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas emitió un resolutive para el Programa de Prevención de Accidentes a favor de **Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V.**

Con la finalidad de seguir dando cumplimiento a las estipulaciones ambientales, **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS S.A. de C.V.** realizó el presente ERA como parte de su política de seguridad y regularización para obtener la autorización en materia de Impacto Ambiental 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.

La operación de la planta de distribución de GLP se ubica dentro del sector hidrocarburos, tal como señala la **Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos**, que de acuerdo con el **Título Primero: Disposiciones Generales, Capítulo Único, Naturaleza y Objeto**; conforme a su Artículo 3º, fracción XI, inciso d: Se entiende por sector hidrocarburos o Sector las actividades de transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo, como lo será en el caso del *proyecto* que se promueve.

A través del presente ERA, se han 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 la *instalación*, el cual es temporal, puesto que la actividad principal de la empresa es la comercialización del GLP; pero en el caso de los recipientes de almacenamiento un riesgo es el efecto que tendría el fuego sobre éstos, 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 de ebullición) del mismo.

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 de GLP. (recepción y suministro), en donde se presentan escapes accidentales de determinada masa de GLP. emitidas a la atmósfera (**emisión instantánea de corta duración y/o emisión de chorro horizontal**) 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). Los radios de afectación resultantes de las ondas de sobrepresión causadas por la explosión de NVNC de los eventos 1 y 4, no rebasan los 250 metros, en donde se tienen terrenos sin actividades.

Además de la emisión de chorro horizontal, se prevé que debido a la continuidad en el funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto cuando se está suministrando GLP a auto tanques y ante una ignición en el punto de fuga se daría origen a la formación de un dardo de fuego (jet fire), el cual emite radiación térmica de forma radial con una duración equivalente a la obturación de la fuga. Sin embargo, es importante mencionar que en este caso, mientras la dispersión e incendio de la nube inflamable (flash fire) quedan inmersos dentro del predio, el radio de afectación por la radiación térmica generada durante el dardo de fuego (jet fire) así como las ondas de sobrepresión por explosión de una nube de vapor no confinada, si sobresalen de los límites del predio.

Del análisis se presentan otros eventos donde no se involucran propiamente las operaciones de trasiego de GLP, estos eventos se presentan en recipientes de almacenamiento y transporte de GLP (tanque de almacenamiento y semirremolque, respectivamente) del análisis se presentan las posibles consecuencias que se derivan del desfogue de una de las válvulas de seguridad de dichos recipientes, éstas son las ondas de sobrepresión en caso de una ignición retardada y la radiación térmica en caso de formación de un dardo de fuego por la ignición inmediata de la fuga.

En caso de ocurrir la explosión de una nube de vapor no confinada por el desfogue de una de las válvulas de desfogue ya sea, el tanque de almacenamiento o del semirremolque, las ondas de sobrepresión afectarían a los terrenos sin actividades circundantes.

Se conoce que entre los efectos de una explosión de tipo BLEVE están las ondas de sobrepresión, la radiación térmica y los proyectiles provenientes de la fragmentación del recipiente. Dichos efectos de daño directo son causas de propagación favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias o efecto dominó, que pueden aparecer de manera serial o paralela, teniendo como consecuencia algún daño en una unidad de proceso o recipiente de alguna sustancia química peligrosa.

De acuerdo a lo anterior, los eventos que se consideran que tienen potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones son la BLEVE de un semirremolque y la BLEVE del recipiente de almacenamiento temporal de Gas L.P. de mayor capacidad, en caso de que alguno de estos eventos ocurra se considera que debido a la cercanía de los otros recipientes, se generaría un efecto dominó lo cual implica las explosiones del tipo BLEVE de los tanques de almacenamiento de Gas L.P. restantes.

Los radios totales de afectación correspondientes a la radiación térmica producida por la bola de fuego de la BLEVE del tanque de almacenamiento son los siguientes:

- Radio de la zona total de alto riesgo 5 kW/m^2 : 797.57 m.
- Radio de la zona total de amortiguamiento 1.4 kW/m^2 : 1,492.86 m.

Dentro del sistema ambiental se encuentran algunos establecimientos económicos, como carrocías Israel y jardín de eventos Montenegro. En caso de la ocurrencia de la BLEVE de uno de los tanques de almacenamiento, las personas que se encuentren en los establecimientos circundantes sufrirían las consecuencias como se expone a continuación:

Quemaduras de primer grado: Personas que se encuentren en el jardín de vénetos Montenegro, en la comunidad del Huerto el Mirador y parte de la comunidad del Copalar.

Quemaduras de segundo grado: Personas que se encuentren en la población perteneciente al Copalar.

Quemaduras de tercer grado: Personas que se encuentren en la planta de distribución propiedad de Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V. y en la carretera Cuernavaca – Cautla.

Es importante señalar que como vectores de escalación de eventos se consideran la sobrepresión y la proyección de fragmentos, debido a la corta duración de la bola de fuego lo cual limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones. Sin embargo, para el presente análisis sólo se considerará la escalación debido a la onda de sobrepresión de la BLEVE de un semirremolque y de los tanques de almacenamiento; ya que a algunos autores consideran que entre un 30 y 50 % de los accidentes que involucran un evento dominó provienen de los efectos de onda de sobrepresión.

Las ondas de sobrepresión se mueven radialmente desde el punto de la explosión. La interacción de dichas onda con otros elementos (equipos de proceso y/o recipientes) depende del diseño del equipo (resistencia). Cabe destacar que al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia**, por lo que el impacto que un equipo o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

En cuanto a los efectos por sobrepresión derivados de la onda de sobrepresión generada por la explosión de la nube de vapor no confinada del desfogue de la válvula de seguridad de un tanque de 250,000 litros, generaría daño sólo en los terrenos circundantes que son ocupados para la agricultura de temporal.

Asimismo, es importante 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 esta; por ello la necesidad de realizar su evaluación.

Cabe destacar que la ubicación de la planta no se contrapone a los usos de suelo permitidos por los programas reguladores de Uso de Suelo y actividades productivas, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Morelos se tiene una política de aprovechamiento, misma que permite el cambio de aptitud natural del suelo, por lo que el uso para planta de distribución de gas l.p., es compatible.

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

En cuanto a las características ambientales del lugar, la planta de distribución de gas l.p., se localiza sobre uso de suelo de *Agricultura de Temporal*, en el interior de ésta se encuentra con terminación en asfalto y cemento, encontrándose algunas de las siguientes especies vegetales:

El terreno de la empresa la vegetación presente hace referencia a las áreas verdes de la empresa, donde se observaron las siguientes especies:

Flora en el Sistema Ambiental

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Hydrophyllaveae	<i>Wigandia urens</i>	Ortiga de tierra caliente	No presente
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	No presente
Mimosaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	No presente
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i>	Boj	No presente
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel de la India	No presente
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spp.</i>	Bugambilia	No presente
Arecaceae	<i>Dyopsis lutescens</i>	Palma Areca	No presente
Agavaceae	<i>Agave angustifolia</i>	Agave vivipara	No presente
Mimosaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	No presente
Mimosaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Agucastle	No presente
Rutaceae	<i>Citrus x limon</i>	Limonero	No presente

De la flora encontrada dentro del sistema ambiental no se registró ninguna bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna en el Sistema Ambiental

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana negra	Categoría de amenazada
<u>Hirundinidae</u>	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	No presente
<u>Fringillidae</u>	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Gorrión mexicano	No presente

En el área del proyecto se identificó a la iguana ***Ctenosaura pectinata*** indicada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** con categoría de amenazada, por lo que no se descarta que dada la importancia biológica de la zona, puedan hallarse otras especies con alguna otra categoría de riesgo; por lo que será de vital importancia sensibilizar al personal acerca de la prioridad de la conservación en el área de influencia, toda vez que es responsabilidad inmediata de todos los involucrados en la empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. DE C.V., la protección del ambiente y de los servicios ambientales presentes.

Resulta entonces importante la prevención como medida de seguridad, ya sea para eliminar o minimizar el riesgo latente, así como poder responder con rapidez en el momento oportuno con las acciones pertinentes al evento presentado. Ya que el riesgo latente del GLP es inherente a la característica de inflamabilidad de éste, y no precisamente por su toxicidad, así también el riesgo de la sustancia está en función de la cantidad que se maneje en la planta; aunque no son los únicos factores 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 en 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 **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**, en materia de prevención de riesgos su prioridad será precisamente la seguridad e higiene en cada una de las áreas de la planta, tanto operativa como administrativa, ya que resulta medular mantener y elevar los niveles de seguridad al máximo.

Por esta razón, como mínimo, deberá apegarse en todo momento a los lineamientos de la **NOM-001-SESH-2014** o la que la sustituya **y apegarse a las recomendaciones particulares expuestas en el presente estudio.**

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.

La planta de distribución de gas l.p. propiedad de “**COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.**”, se encuentra ubicada en km 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuautla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos, en un predio de una superficie de 10,117.97 m².

La planta de distribución previo a su inicio de operaciones contaba con la autorización No. **MOR-003-PLP** otorgada por la Dirección General de Gas el 11 de febrero de 1997 a la empresa Gas Zapata, S.A. de C.V. mediante el oficio DGTN-F0 123/97. En el mencionado oficio se hace referencia que el proyecto cumplía con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana **NOM-EM-001-SCFI-1993** Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción, mediante el dictamen otorgado por la UVMG048DF-A Ing. Rubén Ruíz Ruíz.

Como consecuencia de los lineamientos establecidos por el Reglamento del Gas Licuado del Petróleo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de junio de 1999, la Secretaría de Energía realizó el canje de autorización a Título de Permiso de Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución con No. **AD-MOR-006-C/99**, otorgado el 3 de noviembre de 1999 a Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V. debido a que previamente se había tramitado la transmisión de la autorización de Gas Zapata, S.A. de C.V. a Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V. la cual se acentó mediante el oficio DGTN 04792/97 emitido por la Dirección General de Gas L.P. el 11 de diciembre de 1997.

En esa misma fecha quedó acentado el inicio de operaciones de la planta mediante el oficio DGTN-F-04789/97 emitido por la Dirección General de Gas L.P. donde se hace referencia que la planta cumplía con la normatividad aplicable en la materia de acuerdo con el dictamen emitido por la unidad de verificación Ing. Óscar Hernández Acevedo No. UVMG663JA-A. En ese mismo oficio en el término SEGUNDO se precisa que las instalaciones deberán realizar las modificaciones pertinentes para que éstas se cumplan con la NOM-001-SEDG-1996.

Previo al inicio de operaciones se obtuvo su autorización en materia de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgo por parte del Instituto Nacional de Ecología Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental con número de oficio **D.O.O. DGOEIA-01377** con fecha de 7 de abril de 1997. Sin embargo en el término SEGUNDO de la autorización se delimita a una vigencia por 5 años, por lo que actualmente se encuentra fenecida.

Además de adquirir la suficiencia técnica del Programa para la Prevención de Accidentes con No. de oficio **DGGIMAR.710/006828** emitido por la Subsecretaría de gestión para la Protección Ambiental dirección general de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas el 22 de noviembre del 2005.

Derivado de lo mencionado anteriormente, se elabora el presente estudio y con fundamento en lo establecido en los *artículos 5 fracción XVIII y artículo 7 fracción I de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, en términos del artículo 28 fracción II y 30 por incluir actividades altamente riesgosas de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; además del artículo 5 inciso D) fracción IV de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.*

Si bien, el diseño y la construcción de la planta inicialmente fueron realizados bajo los lineamientos establecidos en la **NOM-EM-001-SCFI-1993**, actualmente la planta se ha ajustado a los lineamientos establecidos en la **NOM-001-SESH-2014**, *Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación*, la cual canceló y sustituyó a la NOM-001-SEDG-1996. Se cuenta con Dictamen Técnico **PLA-09/17-0025** de fecha 5 de septiembre de 2017, que avala que las instalaciones de planta cumplen con los requerimientos señalados por la normatividad vigente.

La operación de la planta de distribución de GLP, es relativamente simple, ya que en ella no se lleva a cabo ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, aunque sí 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 trasiego a recipientes transportables, pipas para el suministro a los usuarios y carburación de auto-abasto.

Para dicha actividad cuenta con las siguientes áreas donde se maneja dicho combustible:

1. Recepción de semirremolques.
2. Área de almacenamiento temporal.
3. Suministro de auto – tanques y de auto-abasto.

La única sustancia que se maneja es el Gas L.P. conformado éste por una mezcla en donde el componente mayoritario es el propano (60% propano – 40% butano). La capacidad de almacenamiento se encuentra distribuida en dos tanques de almacenamiento del tipo intemperie-cilíndrico horizontal, especiales para contener Gas L.P. con capacidad de 250,000 L al 100 % agua cada uno, equivalente a **295,910 kilogramos**.

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 **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, 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 de la operación de la planta, se consideraron aspectos tales como:

- ☞ Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones o procesos similares.

- ☞ Características fisicoquímicas del material almacenado
- ☞ Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- ☞ Memoria técnica descriptiva de la planta de distribución de Gas L.P. y los planos de la ingeniería de detalle.

Por otra parte, y para la selección de los escenarios de riesgo, se consideraron, además de los aspectos citados anteriormente, los siguientes Elementos de Accidentes de Proceso:

- ☞ Procedimientos operativos.
- ☞ Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión).
- ☞ Desviaciones de Proceso (presión, temperatura).
- ☞ Fallas diversas (tuberías, tanques, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares).
- ☞ Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente).
- ☞ Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento).
- ☞ Eventos Externos (sabotaje).
- ☞ Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos).
- ☞ Factores de Reducción del Riesgo (sistema contra-incendio, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de Paro de Emergencia, capacitación de personal).

Con todos estos elementos, y con apoyo de las jerarquización correspondiente a través del Método semicuantitativo (Qué pasa sí...? Matricial) y su posterior estimación de frecuencia de falla a través de un Análisis de Árbol de Fallas se definen los eventos que pudieran presentarse durante la operación de la Planta de Distribución de gas L.P. los cuales son:

- Fuga, dispersión, incendio y explosión en el área de recepción de Gas L.P.
- Fuga, dispersión, incendio y explosión en el área de suministro de Gas L.P.
- BLEVE en el área de tanque de almacenamiento de Gas L.P.

De acuerdo con los resultados del ERA, 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 de GLP (recepción y suministro).

Asimismo la *BLEVE* se determinó como el evento catastrófico de mayor dimensión o alcance pero prácticamente improbable y a su vez como aquel que tiene potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones (efecto dominó). Por seguridad los tanques de almacenamiento se encuentran al 80% de su capacidad total.

En este caso se establece que la BLEVE de cualquiera de los recipientes de 250,000 litros es la que posee mayores alcances, una vez que esta involucra la liberación masiva del recipiente de mayor capacidad de gas l.p. Cabe señalar que en la propuesta de los eventos a evaluar en el presente estudio, la BLEVE de este recipiente es el resultado de la escalación de la BLEVE de un semirremolque con dicho tanque. Y siguiendo con este supuesto se considera la BLEVE de los otros dos recipientes con capacidad de 110,000 litros.

Por lo tanto, para determinar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento se consideraron los radios obtenidos a través de la evaluación de los eventos propuestos, principalmente tomando en cuenta el Efecto Dominó, el cual se refiere a la BLEVE de los dos tanques de almacenamiento, con capacidad de 250,000 litros de agua al 100% cada uno, estos radios fueron valorados a través del Simulador **SCRI – Fuego**, considerando los parámetros establecidos en la presente guía del ERA.

Por lo tanto se ha incluido los efectos por sobrepresión (explosividad) y radiación térmica (inflamabilidad), siendo dichos resultados los siguientes:

Daños por inflamabilidad:

Radio de la zona de alto riesgo (5.0 kW/m ²): 797.57 m	Radiación térmica producida
Radio de la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m ²): 1,492.86 m	por la bola de fuego

Dentro de la zona de alto riesgo no se ubican áreas, equipos o instalaciones externas con las que pudiera presentarse una posible interacción de riesgo.

Cabe mencionar que dentro del radio de alto riesgo por inflamabilidad quedan inmerso Huertos el Mirador, carrocías Israel, Jardín de eventos Montenegro y El Copalar. De acuerdo a los datos de dosis térmica del simulador Scri-Fuego 2.0, las personas que se encuentren en los establecimientos circundantes sufrirían otro tipo de consecuencias como se expone a continuación:

Quemaduras de primer grado: Personas que se encuentren en el jardín de vénetos Montenegro, en la comunidad del Huerto el Mirador y parte de la comunidad del Copalar.

Quemaduras de segundo grado: Personas que se encuentren en la población perteneciente al Copalar.

Quemaduras de tercer grado: Personas que se encuentren en la planta de distribución propiedad de Compañía de Gas de Morelos, S.A. de C.V. y en la carretera Cuernavaca – Cuautla.

En cuanto a las ondas de sobrepresión se tiene una distancia máxima de afectación menor a una distancia de 104 m con una sobrepresión de 1.0 psi a esta sobrepresión se esperan daños menores estructurales, no obstante a esa distancia sólo se encuentran terrenos con vegetación natural.

Es importante resaltar que la onda de sobrepresión y la radiación decae rápidamente con respecto a la distancia, por lo que el impacto que una persona puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren.

Por lo que es de vital importancia que el depósito que contiene gas licuado a presión debe ser sometido a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior, también, las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, 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. Por lo que los recipientes deben situarse de tal forma que su eje longitudinal no apunte, ni a otros depósitos, ni a zonas con riesgos de incidencia.

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. propiedad de **COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, 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.

Capítulo V

Identificación de los instrumentos metodológicos
y elementos técnicos que sustentan la
información señalada en el estudio de riesgo
ambiental



Km. 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuautla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

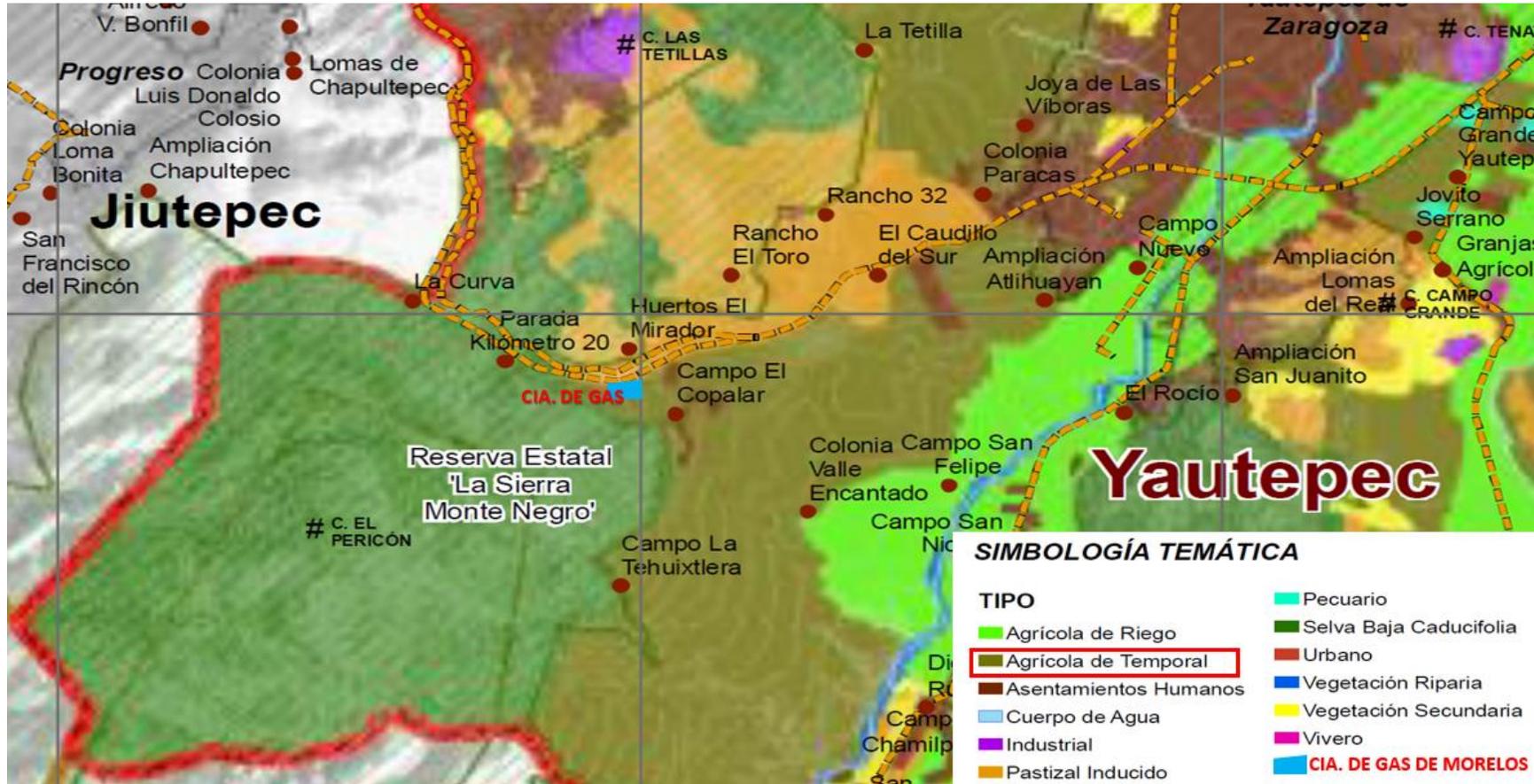
V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

V.1.1 Planos de localización

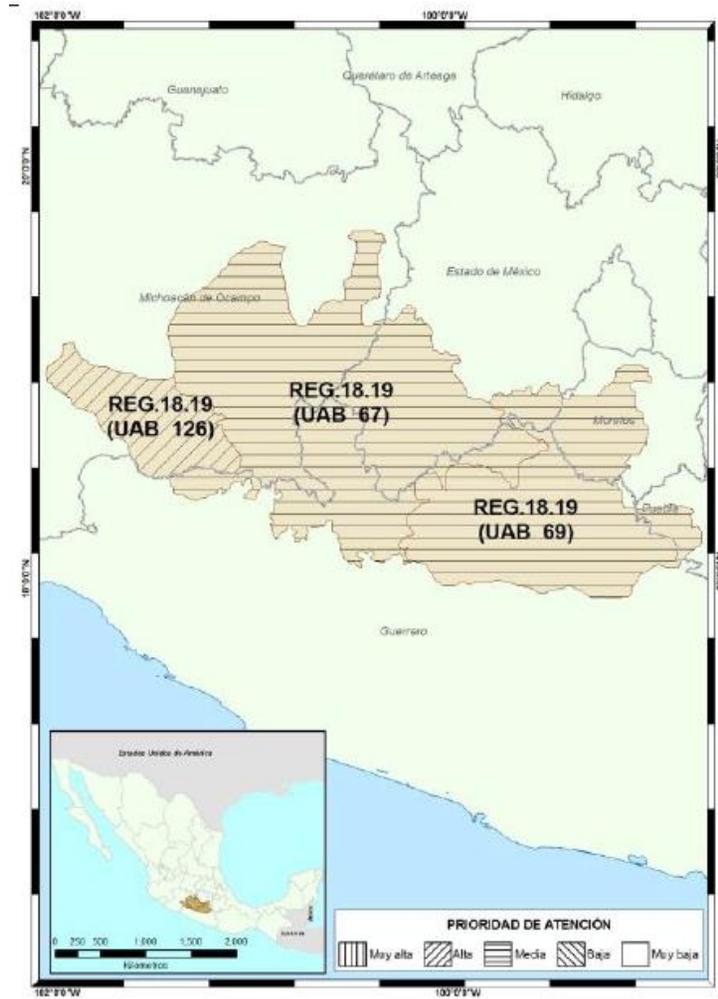
DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO



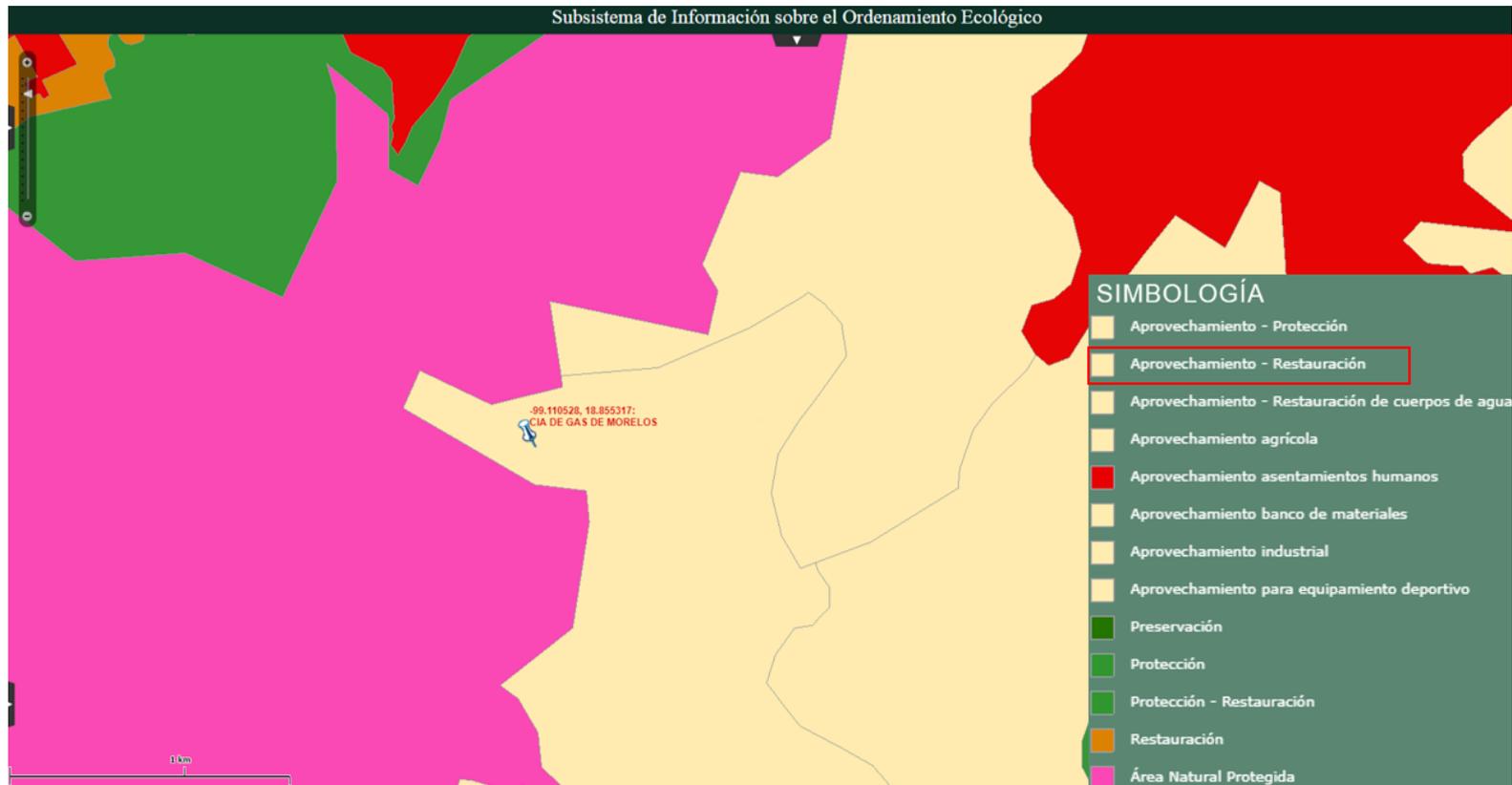
USO DE SUELO



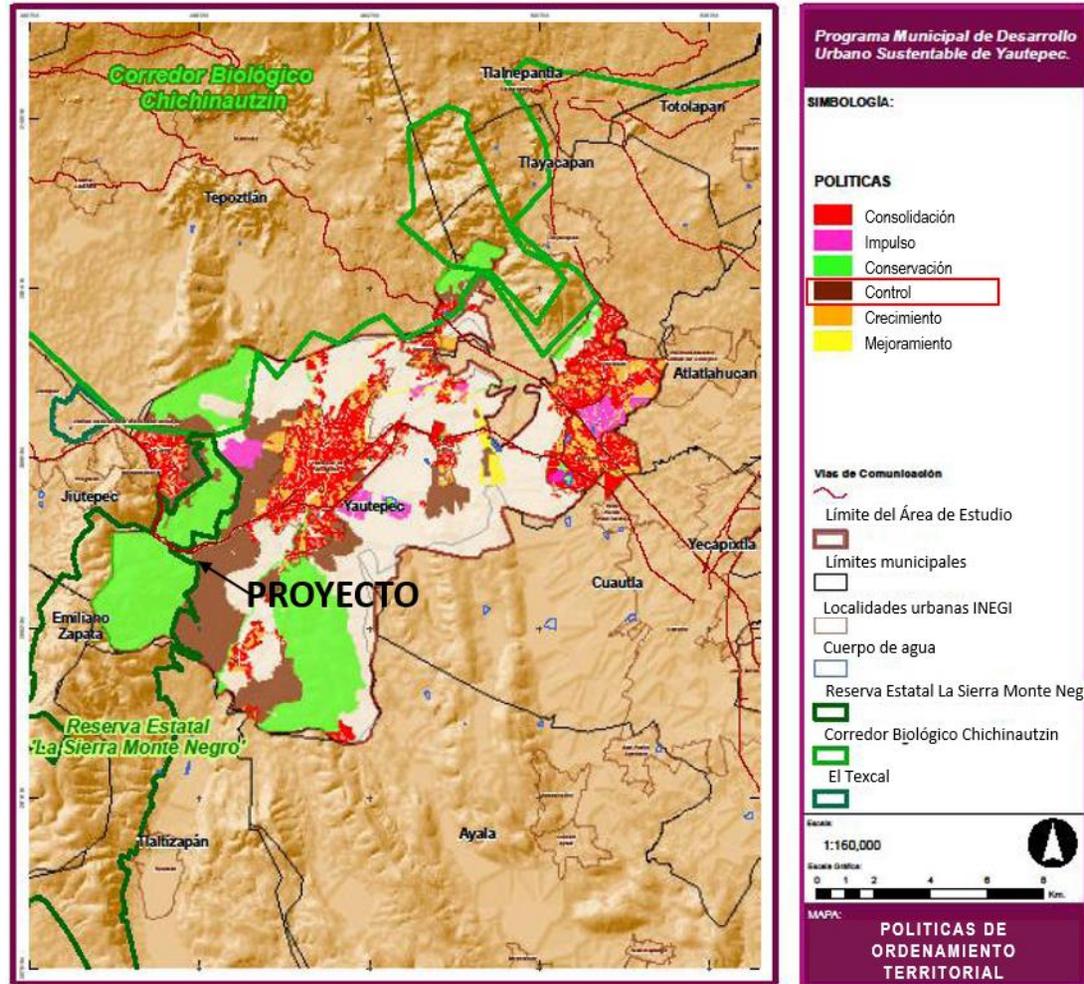
UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO DE ACUERDO AL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL



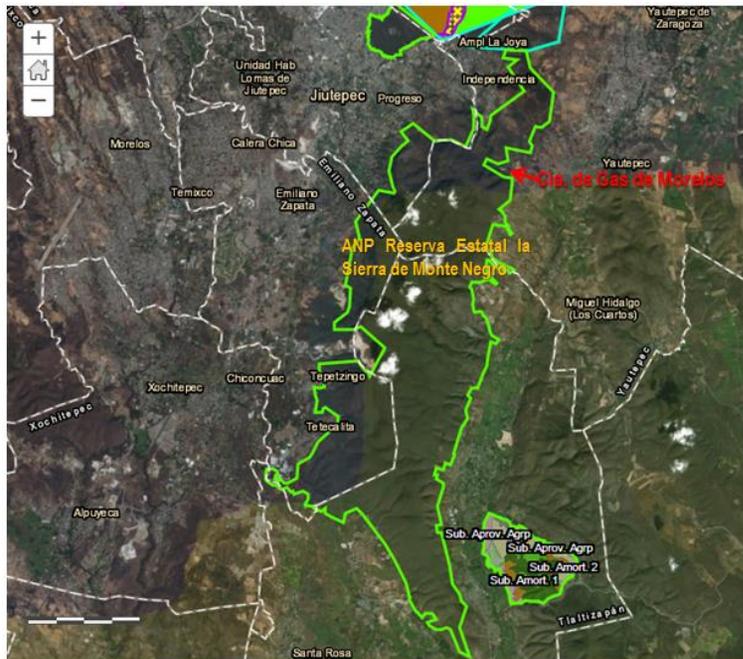
UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO DE ACUERDO AL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE MORELOS. (POETT)



PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DE YAUTEPEC

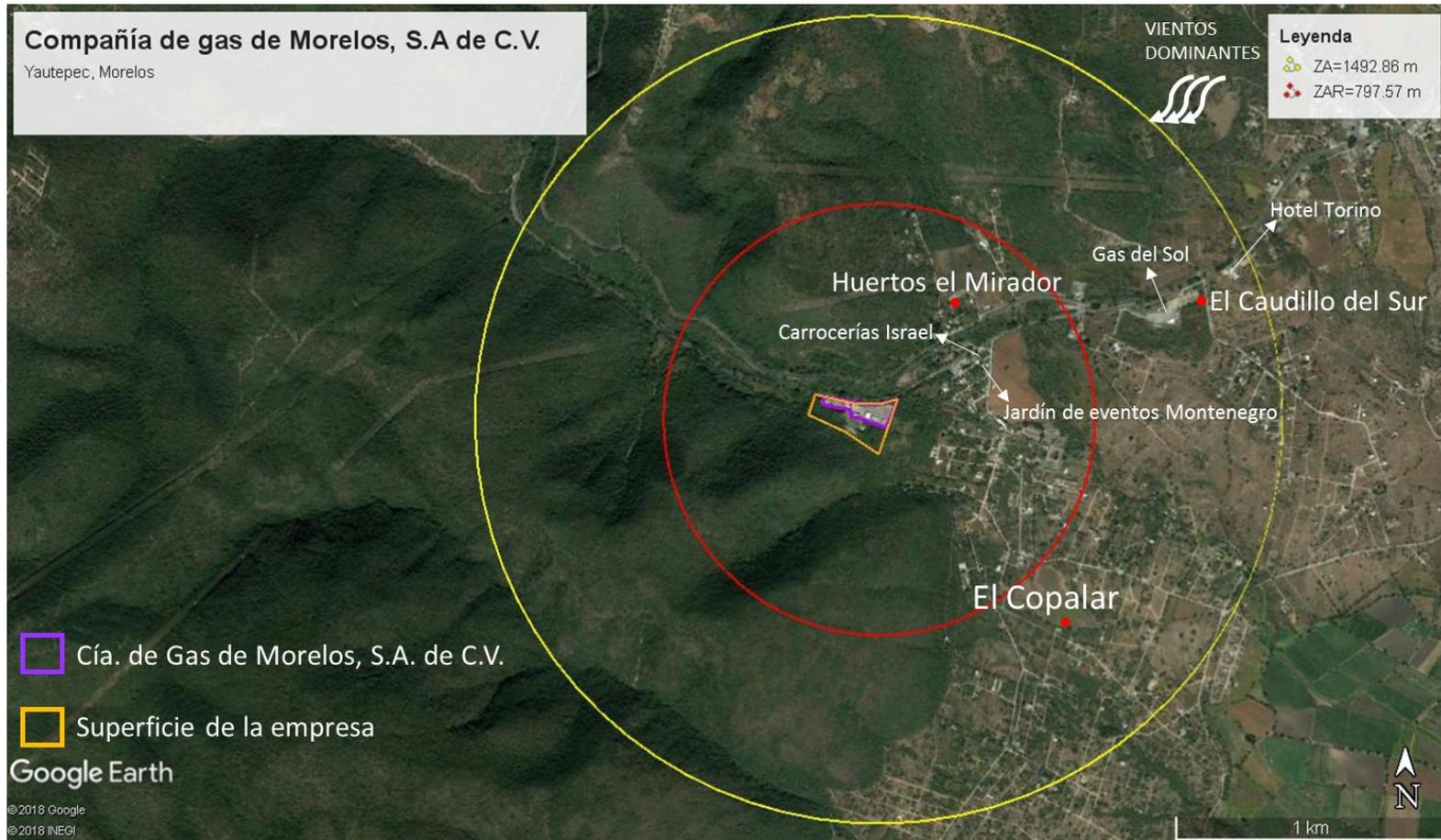


UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREA NATURALES PROTEGIDAS DECRETADAS DEL ESTADO DE MORELOS

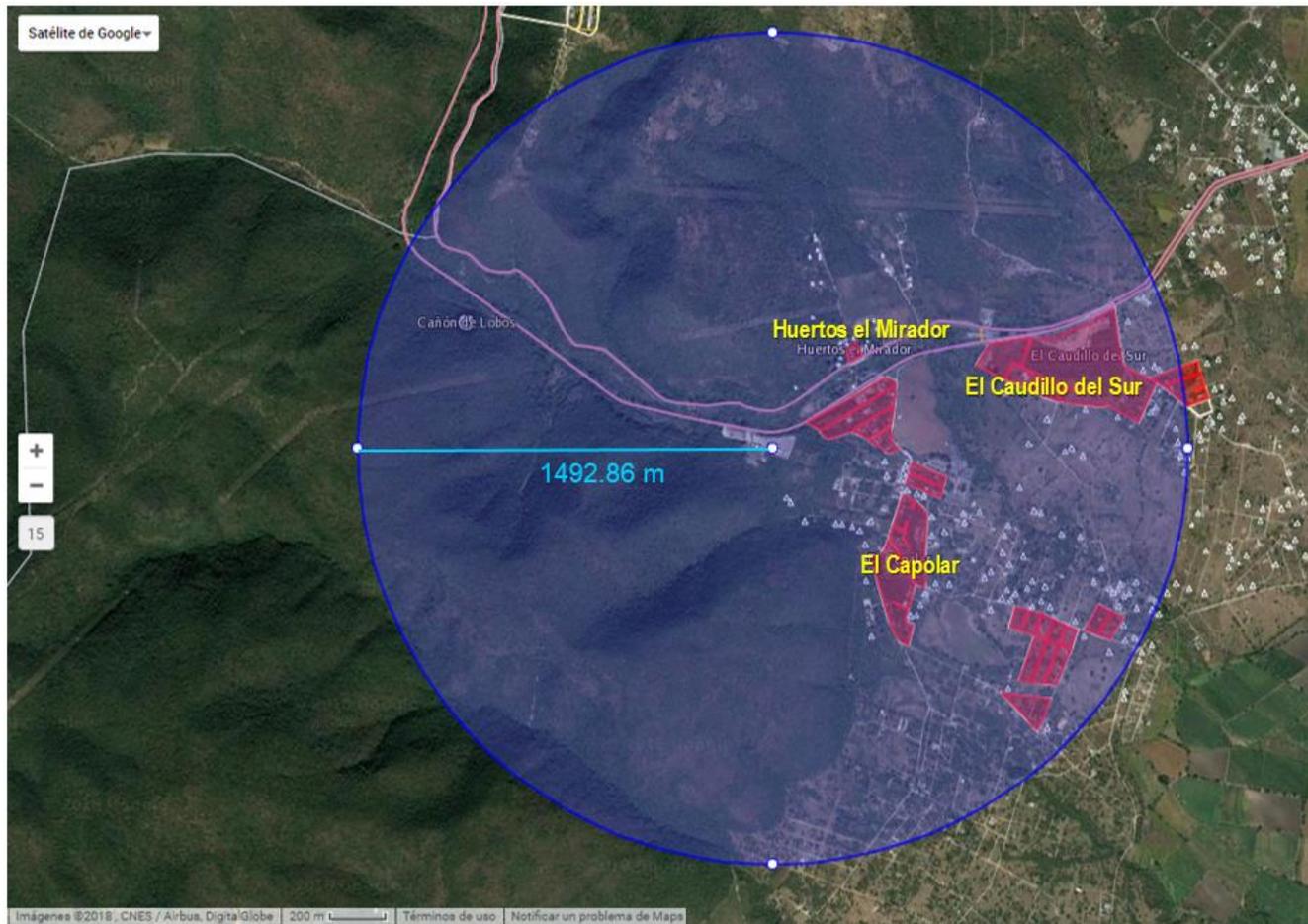


0.2km
DigitalGlobe, GeoEye, CNES/Airbus DS | Esri, HERE, Garmin, IPC

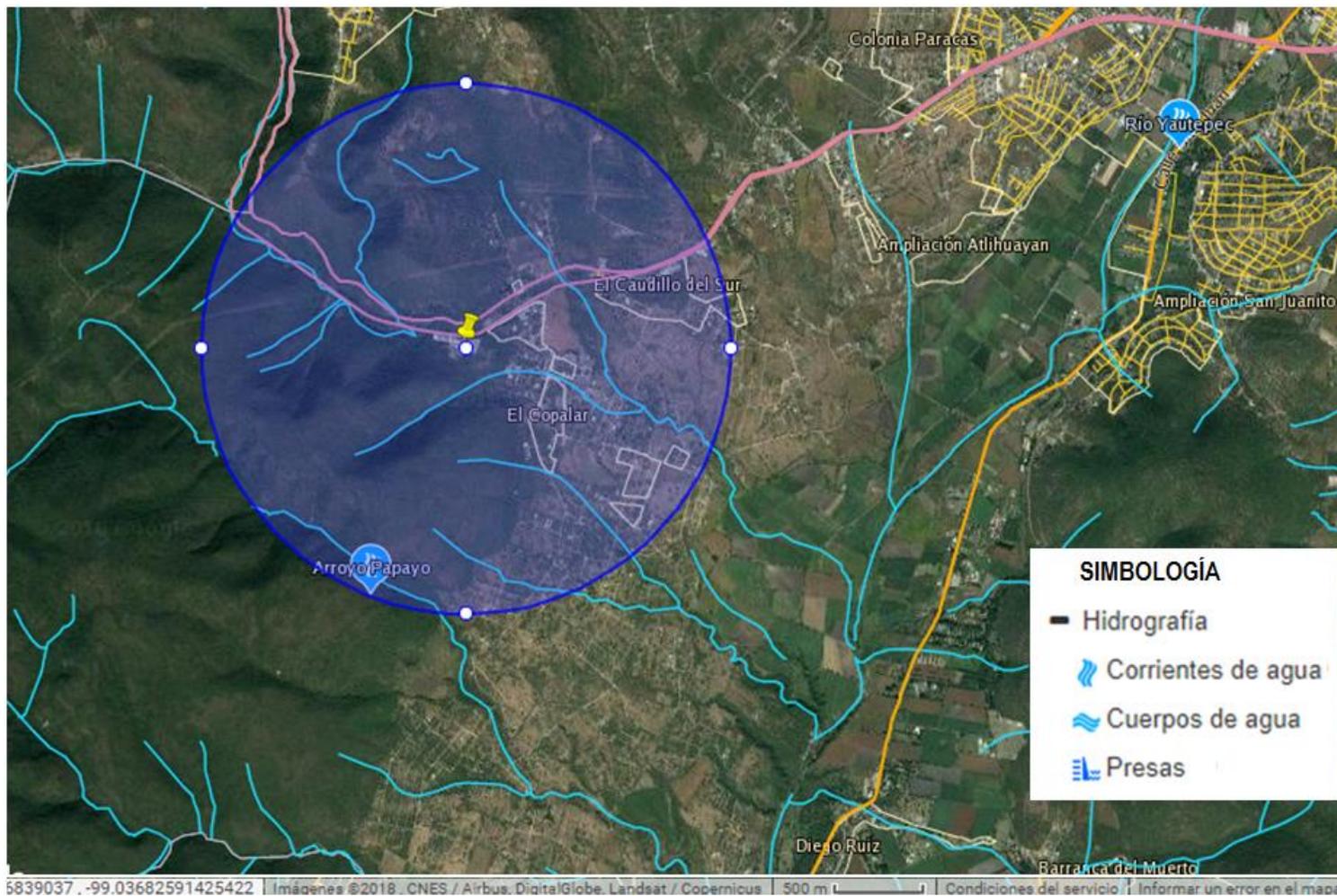
DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL



UBICACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL.



RECURSOS HIDROLÓGICOS DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL



V.1.2 Fotografías

El PROYECTO se localiza sobre Km. 20+800 Carretera Cuernavaca-Cuatla, Municipio de Yautepec, estado de Morelos



ÁREAS OPERATIVAS DE LA PLANTA

ZONA DE ALMACENAMIENTO



La capacidad de almacenamiento de la planta de distribución de Gas L.P., es 500,000 litros distribuidos en dos tanques de almacenamiento de 250,000 litros al 100% agua.

TOMA DE RECEPCIÓN



Las tomas de **recepción** están localizadas por el lado Oriente de la zona de almacenamiento. Cuenta con tres tomas de recepción.

TOMA DE SUMINISTRO



Las tomas de **suministro** están localizadas por el lado Sur de la zona de almacenamiento. Aquí también se localiza la toma de carburación.

ALMACÉN DE RESIDUOS







Cuarto de bombas



V.2 OTROS ANEXOS

ASPECTOS LEGALES DE LA EMPRESA “COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.”:

- Registro Federal del Contribuyente de COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V.
- Acta constitutiva de la empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. de C.V., Escritura 25,674, Volumen número 414.
- Poder Legal a favor del C.P. Román Arturo Cornejo Contreras, Tomo CVI Centésimo sexto, número 11,901 Once mil novecientos uno, Notaría Pública N°64, León Guanajuato, México.
- Licencia de uso de suelo emitido por la Dirección General de Administración Urbana de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, No. SSDUV/035/97 del 19 de marzo de 1997, donde se aprueba la instalación de una planta de almacenamiento y distribución de gas l.p.
- Declaración para el pago del impuesto sobre adquisición de inmuebles, donde los datos del adquirente corresponden a CÍA. DE GAS DE MORELOS, S.A. DE C.V. y en datos del anterior propietario, pertenecen a Cía. “Gas Zapata”. Emitido por la Secretaría de Programación y Finanzas del Gobierno del Estado de Morelos.
- Identificación oficial del Representante Legal. C.P. Roman Arturo Cornejo Contreras.

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.:

- Autorización de impacto ambiental emitida por la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT de fecha de 7 de abril de 1997, en su momento la empresa respondía a la razón social “Gas Zapata, S.A. de C.V.”
- Oficio No. DGGIMAR.710/006828, emitido por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas del 22 de noviembre de 2005, en el que se resuelve la suficiencia técnica del Programa para la Prevención de Accidentes, a favor de la empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. DE C.V.
- Título de permiso de distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. emitido por Secretaría de Energía, con No. AD-MOR-006-C/99, otorgado a la empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. DE C.V., con fecha de 3 de noviembre de 1999.
- Carátula del título de Permiso otorgado a COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. DE C.V. NUM. LP/14142/DIST/PLA/2016.
- Inicio de operaciones de la planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P. bajo la razón social de la empresa COMPAÑÍA DE GAS DE MORELOS, S.A. DE C.V., con número de oficio DGTN-F-04789/97 con fecha de 11 de diciembre de 1997 emitido por la Secretaría de Energía.
- Registro de transmisión de la autorización de almacenamiento y suministro de gas l.p. No. MOR-003-PLP. Con fecha de 11 de diciembre de 1997 y número de folio DGTN-F04792/97. Emitido por la Secretaría de Energía.
- Otorgamiento de la autorización No. MOR-003-PLP para la instalación de una planta de almacenamiento y suministro de gas l.p. a 11 de febrero de 1997 con número de oficio DGTN-F-01223/97 emitido por la Secretaría de Energía.
- Póliza de seguro vigente con No. 01-76-07000006-0000-04 que ampara las actividades de la empresa
- Reporte Técnico Tipo E con fecha de 10 de marzo de 2017. Emitido por la UVSELP 054-C Ing. Marco Antonio Anaya Reyes.

DICTÁMENES TÉCNICOS Y DE CONFORMIDAD DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.:

- Dictamen Técnico No. PLA-09/17-0025 en conformidad con la NOM-001-SESH-2014 “Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación”,

emitida por la UVSELP 054-C Ing. Marco Antonio Anaya Reyes, en Materia de Gas L.P., con fecha de 05 de septiembre de 2017.

- Dictamen técnico No. 2015/0028 en conformidad a la NOM-001-SEDE-2012, emitida por la UVSEIE-053-A, Ing. José Antonio López Aguayo, con fecha de 24 de septiembre de 2015.
- Dictamen técnico del tanque 1, N° ULT-01/16/0007 de la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método pulso eco (recipientes no portátiles para contener gas L.P. en uso), emitido por el Ing. Marco Antonio Anaya Reyes con Número de registro UVSELP054-C, con fecha de 11 de enero de 2016.
- Dictamen técnico del tanque 2, N° ULT-01/16/0008 de la evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método pulso eco (recipientes no portátiles para contener gas L.P. en uso), emitido por el Ing. Marco Antonio Anaya Reyes con Número de registro UVSELP054-C, con fecha de 11 de enero de 2016.

MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA de los proyectos: Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio. Firmados por Ing. Marco Antonio Anaya Reyes. Unidad de Verificación en materia de GLP. Registro UVSELP 054-C. Fechados en Agosto del 2002.

PLANOS Plano civil, mecánico, eléctrico y Sistema Contra Incendios, de acuerdo a la NOM-001-SESH-2014.