



ASEA

AGENCIA DE SEGURIDAD,
ENERGÍA Y AMBIENTE

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL MODALIDAD: ANÁLISIS DEL RIESGO

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

**PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE
PETRÓLEO DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA Y
SERVICIOS EN GAS L.P. SEGAS, S.A. DE C.V.**

Camino Viejo a Acopinalco KM 2+ 500,
Municipio Apan, Estado de Hidalgo, C.P.
43900, México.

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Modalidad: Análisis del Riesgo

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

En cumplimiento a las disposiciones de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, bajo sustento del artículo 3, fracción IX, 5 fracciones I y XVIII, 7 fracción I de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, 37, fracción V del Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, 1, 5, 30, 145, 146, 147, 147 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 5, 17 y 18 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, 414, 415 y 416 del Título Vigésimo Quinto, Delitos Contra el Ambiente y la Gestión Ambiental, Capítulo Primero de las actividades tecnológicas y peligrosas del Código Penal Federal.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo I.	Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto	.....	06
Capítulo II.	Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones	.....	65
Capítulo III.	Señalamiento de las medidas preventivas y de seguridad en materia ambiental	.....	98
Capítulo IV.	Resumen	.....	116
Capítulo V.	Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el estudio de riesgo ambiental	.....	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla ER 1 Criterio para las bases de diseño para el proyecto	10
Tabla ER 2 Ejemplo de grandes accidentes químicos, 1974 - 2006	52
Tabla ER 3 Antecedentes de accidentes e incidentes relacionados con el manejo de Gas L.P. a nivel nacional	53
Tabla ER 4 Frecuencia de una situación de riesgo o peligro (clave F)	55
Tabla ER 5 Nivel Crítico de una situación de riesgo o peligro (clave C)	55
Tabla ER 6 Priorización de una situación de riesgo o peligro (Clave R)	55
Tabla ER 7 Análisis HazOp para Tomas de Recepción y de almacenamiento	56
Tabla ER 8 Análisis HazOp para Área de almacenamiento de Gas L.P. (toma de suministro o llenado de autotankes)	57
Tabla ER 9 Análisis HazOp par carga, llenado y descarga de cilindros portátiles (muelle de llenado)	58
Tabla ER 10 Análisis HazOp para toma de carburación	59
Tabla ER 11 Resultados del análisis Hazop	60
Tabla ER 12 Matriz de evaluación	61
Tabla ER 13 Probables escenarios	62
Tabla ER 14 Datos generales para la simulación de los escenarios	64
Tabla ER 15 Descripción de escenario N.1	66
Tabla ER 16 Descripción de escenario N.2	69
Tabla ER 17 Descripción de escenario N.3	72
Tabla ER 18 Simulación de Escenario N.4	75
Tabla ER 19 Descripción de escenario N.5	78
Tabla ER 20 Descripción de escenario N.6	81
Tabla ER 21 Descripción de escenario N.7	84
Tabla ER 22 Descripción de escenario N.8	87
Tabla ER 23 Síntesis de resultado de simulaciones y su interacción	90
Tabla ER 24 Empresas dentro de la zona de riesgo, conforme la simulación BLEVE al 90% (721.46 m)	90
Tabla ER 25 Distancias Mínimas de llenadora de recipientes transportables a:	92
Tabla ER 26 Aproximación de daños considerando el Incidente de Sobrepresión (PSI)	95
Tabla ER 27 Extintores presentes en la Planta de Distribución de Gas L.P.	102
Tabla ER 28 Actividades preventivas y de mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P.	110
Tabla ER 29 Reparaciones más comunes a sistemas, equipos y otros instrumentos	112
Tabla ER 30 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad para Tanque de Almacenamiento	113
Tabla ER 31 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad para	113
Tabla ER 32 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad para	114
Tabla ER 33 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad para	114
Tabla ER 34 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad para	114
Tabla ER 35 Recomendaciones generales durante y posterior a una explosión	115
Tabla ER 36 Matriz de evaluación	118
Tabla ER 37 Síntesis de Modelación de Eventos identificados	119
Tabla ER 38 Resumen de Causas clasificadas por su naturaleza	119
Tabla ER 39 Sustancias involucradas	120
Tabla ER 40 Antecedentes de accidentes e incidentes relacionados con el manejo de Gas L..P. a nivel Local	120
Tabla ER 41 Identificación y jerarquización de riesgos ambientales	122
Tabla ER 42 Estimación de Consecuencias	122
Tabla ER 43 Criterios utilizados	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura ER 1 Microlocalización del proyecto (considerando las coordenadas señaladas y la superficie)	8
Figura ER 2 Indicador cualitativo de riesgo de sismo	9
Figura ER 3 Proyecto Civil diseñado para la Planta de Distribución de Gas L.P. en una superficie de 13,211.10 m ²	11
Figura ER 4 Proyecto Mecánico. Diseño para la Planta de Distribución de Gas L.P.	13
Figura ER 5 Proyecto Sistema contra Incendio. Señalización.	14
Figura ER 6 Descarga de Semirremolque (Área de Toma de Recepción)	15
Figura ER 7 Llenado de recipientes portátiles (Muelle de Llenado)	16
Figura ER 8 Suministro de gas a auto tanques (Toma de Suministro)	17
Figura ER 9 Datos técnicos de los tanques de almacenamiento de Gas L.P.	28
Figura ER 10 Diagrama general del proceso	38
Figura ER 11 Simulación de Escenario N.1	67
Figura ER 12 Simulación con vista satelital de Escenario N. 1	67
Figura ER 13 Resumen de simulación de Escenario N.1 (ALOHA)	68
Figura ER 14 Simulación de Escenario	69
Figura ER 15 Simulación con vista satelital de Escenario N. 2	70
Figura ER 16 Resumen de simulación de Escenario N.2 (ALOHA)	71
Figura ER 17 Simulación de Escenario N.3	72
Figura ER 18 Simulación con vista satelital de Escenario N. 3	73
Figura ER 19 Resumen de simulación de Escenario N.3 (ALOHA)	74
Figura ER 20 Simulación de Escenario N.4	75
Figura ER 21 Simulación con vista satelital de Escenario N. 4	76
Figura ER 22 Resumen de simulación de Escenario N.4 (ALOHA)	77
Figura ER 23 Simulación de Escenario N.5	78
Figura ER 24 Simulación con vista satelital de Escenario N. 5	79
Figura ER 25 Resumen de simulación de Escenario N.5 (ALOHA)	80
Figura ER 26 Simulación de Escenario N.6	81
Figura ER 27 Simulación con vista satelital de Escenario N. 6	82
Figura ER 28 Resumen de simulación de Escenario N.6 (ALOHA)	83
Figura ER 29 Simulación de Escenario N.7	84
Figura ER 30 Simulación con vista satelital de Escenario N. 7	85
Figura ER 31 Resumen de simulación de Escenario N.7 (ALOHA)	86
Figura ER 32 Simulación de Escenario N.8	87
Figura ER 33 Simulación con vista satelital de Escenario N. 8	88
Figura ER 34 Resumen de simulación de Escenario N.8 (ALOHA)	89
Figura ER 35 Interacción en caso de explosión de tanques de almacenamiento de Gas L.P.	96
Figura ER 36 Proyecto Sistema contra Incendio.	103
Figura ER 37 Distribución de fotografías tomadas en el predio a reacondicionarse	125

CAPÍTULO I.

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V., ubicado en Camino Viejo a Acopinalco Km. 2+500, Municipio de Apan, Estado de Hidalgo, México.

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

I.1. BASES DE DISEÑO

El proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”**, atendiendo a lo dispuesto en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SIAN) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se encuentra clasificado en el Sector 23 Construcción, Subsector 237 Construcción de obras de ingeniería civil, Rama 2371 Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones, Subrama 23712 Construcción de obras para petróleo y Gas, Clase 237121 Construcción de sistemas de distribución de petróleo y Gas, actividad construcción de Plantas de distribución y almacenamiento de Gas; en términos constructivos, corresponde a una obra en expansión, sobre una superficie de 4,334.85 m², ubicada dentro de un predio general de 10,001.00 m², el cual posee un uso de suelo agrícola, localizado en la Camino Viejo a Acopinalco Km. 2+500, Municipio de Apan, Estado de Hidalgo, corresponde al establecimiento de un sistema fijo y permanente, para almacenar y trasegar Gas L.P., con un diseño acorde a lo referido a la **NOM-001-SESH-2014 - Planta de Distribución de Gas LP- Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación**, así como a las normas técnicas complementarias, que mediante instalaciones apropiadas reciba el combustible, haga el llenado de recipientes transportables, auto tanques, semirremolques y recipientes montados permanentemente en vehículos que lo emplean para su propulsión, sin venta directa al público, mediante la instalación de dos tanques de almacenamiento horizontal con capacidad de 125,000 y 62,000 litros, operado al 90% de su capacidad, con el objetivo de satisfacer la demanda actual de combustible (Gas L.P.) al Municipio de Apan, Edo.de Hidalgo particularmente a esta zona con alto desarrollo industrial. Ver figura ER01.

La definición para la instalación del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”**, están definidos de manera primordial por las disposiciones señaladas en la **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación**, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 2014, promovida por la Secretaría de Energía, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 26 y 33, fracciones XII, XXII y XXXI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 2, fracción IV, 4, fracción XXVIII y 5, párrafo segundo de la Ley de Hidrocarburos; 38 fracciones II, IV, V y IX, 40, fracciones III y XIII, 41, 43, 47, fracción IV, 51 y 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 34 y 80 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2, fracción XXVII, 50, 54, 55, 56, 67 y 87 del Reglamento de Gas Licuado de Petróleo; y 2, apartado B, fracción III, 6, fracción XVII, y 8, fracción XV, del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, mediante la cual se definen las especificaciones técnicas mínimas de seguridad que se deben cumplir en el territorio nacional para el diseño, construcción y operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V., en la cual la temperatura mínima de operación no es inferior a 258.15 K (-15 °C), así como el procedimiento para la evaluación de la conformidad con esta Norma Oficial Mexicana.

Asimismo, como indica esta norma, el proyecto se define por los criterios indicados en el punto 4.3, en el cual se indican las especificaciones particulares para las plantas de distribución que reciban Gas L.P., por línea de recepción.

Figura ER 1 Microlocalización del proyecto (considerando las coordenadas señaladas y la superficie)



Aunado a lo anterior, en cuanto a las características de diseño e ingeniería, esta disposición, se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y Norma Mexicana, 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.
- NOM-006-SESH-2010. Talleres de equipos de carburación de Gas L.P.- Diseño, construcción, operación y condiciones de seguridad, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de noviembre de 2010.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

De igual forma, participa activamente en el Eje VI.4. México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en los objetivos 4.4, 4.6, 4.7 al ser un punto local para la distribución y comercialización de suministros de energía, mediante la venta de Gas L.P., con lo que satisficiera la demanda local, además de contribuir con el robustecimiento de la infraestructura para la distribución y comercialización de este hidrocarburo, bajo un esquema de óptimas condiciones de seguridad, calidad y precio, además de impulsar la competencia y eficiencia de los mercados para la comercialización de Gas L.P, en el entorno, participando así en la eliminación de prácticas monopólicas y la concentración que no permite una sana competencia para la distribución y comercialización de gas en una zona con alto desarrollo económico.

La zona donde se desarrollará el proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”**, en términos estadísticos en los últimos 10 años no ha sido sujeto a corrimientos de tierra, derrumbamientos o hundimientos, erosión, riesgos radiológicos, huracanes; En lo correspondiente a los procesos de inversión térmica, según datos obtenidos del Sistema de Calidad del Aire, la estación de monitoreo más cercana es la estación Tulancingo con clave (TLN), ubicada en el Municipio de Tulancingo, Estado de Hidalgo, siendo la más cercana al área del proyecto, en la zona específica del proyecto y elemento activo de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), Red Manual de Monitoreo Atmosférico (REDMA), Red de Meteorología y Radiación Solar (REDMET), Red de Depósito Atmosférico (REDDA).

será reacondicionada, por lo que la obra civil es específica y orientada al reacondicionamiento y maniobras puntuales; asimismo, la ausencia de torres de alta tensión, gasoductos o alguna zona vulnerable o sujeta a protección, hace que las condiciones del predio sean idóneas para la instalación de la planta de distribución de Gas L.P, con lo cual se ofertará un servicio indispensable para el desarrollo económico e industrial de la zona.

Es importante señalar que el establecimiento del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”** se efectúa de manera segura y competitiva, estando en un sitio estratégico que permita contar con instalaciones que agilicen el proceso de distribución, sin comprometer asentamientos humanos en caso de una contingencia, en primera instancia por su localización en un área alejada de centros de concurrencia masiva, además de diseñar los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio teniendo como premisa el minimizar los impactos, mediante la incorporación de controles técnicos e ingenieriles que involucran tanto aditamentos como medidas de seguridad. Asimismo, el crecimiento poblacional y la competitividad demandan de una infraestructura que ofrezca un servicio de calidad que involucre su seguridad y compromiso hacia el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad civil.

En virtud de lo anterior, los criterios para la selección del sitio y que son base del diseño del proyecto se definen en la tabla siguiente:

Tabla ER 1 Criterio para las bases de diseño para el proyecto

Criterio	¿Cumple?		
	Si	No	Observaciones
<i>Ubicación estratégica para mayor distribución y mayor cobertura para la oferta de servicios de suministro de energéticos.</i>	X		El proyecto se localiza en el Camino Viejo a Acopinalco, Municipio de Apan, Estado de Hidalgo. Esta es una ubicación estratégica ya que agrega un valor económico y de trabajo al Municipio de Apan, además de que al encontrarse en la entrada del Municipio lejos de los asentamientos humanos que existen en este y los riesgos de afectación a población son muy pocos.
<i>Uso de suelo agrícola TA y TAP compatible con las actividades económicas propuesta en el proyecto.</i>	X		El proyecto se localiza en un uso de suelo TA y TAP (Agrícola de temporal anual y agrícola de temporal anual permanente), conforme los instrumentos de ordenamiento local. Consultar capítulo III de la MIA.
<i>Revalorización de espacios industriales con infraestructura existente</i>	X		El predio donde se localizará el proyecto, es un lote agrícola y está equipado con la infraestructura adecuada para el buen funcionamiento de la Planta de Distribución de Gas, el cual a través de contrato se adquirió el uso legal del mismo; se requiere reacondicionamiento del área a través del proyecto civil, mecánico, eléctrico y contra incendio diseñado.
<i>Vía de acceso con tránsito fluido</i>	X		El proyecto por la zona en la que se ubica es de uso agrícola es de fácil acceso a través de la Av. Juárez Pte. y Camino Viejo a Acopinalco Km 2+500, es una vía de acceso con flujo medio de carros por lo que no hay mayor problema al acceso de las instalaciones de la misma.
<i>Ausencia de zonas habitacionales, espacios públicos, líneas de alta tensión o ductos bajo tierra.</i>	X		La zona donde se localizará el proyecto está desprovista de espacios habitacionales.
<i>Ausencia de áreas naturales protegidas o espacios naturales vulnerables.</i>	X		La zona del proyecto no se encuentra en algún ANP.
<i>Disponibilidad de dotación de servicios públicos</i>	X		Por la naturaleza del desarrollo económico del entorno, el predio donde se localizará la planta de distribución de Gas L.P. se encuentra dotada de servicios. No es necesario la introducción de nuevos servicios.
<i>Zona con bajo riesgos naturales.</i>	X		Si bien la zona se localiza en un área sísmica, según datos históricos, ésta es de baja sismicidad y no se ha registrado ningún sismo propiamente en el predio; así mismo, los impactos de sismos suscitados en el entorno, no han afectado a nivel estructural el desarrollo de la zona del predio. En el

		proyecto civil se analizaron las cargas sísmicas inercial y de interacción a fin de diseñar los soportes y estructuras para protección de los tanques de almacenamiento y reducir al mínimo los riesgos de siniestro.
<i>Diseño de proyecto civil, mecánico, eléctrico y contra incendio regulado por normatividad específica.</i>	X	La totalidad del proyecto se encuentra regulado por la NOM-001-SESH-2014, Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, además de los lineamientos de ordenamiento territorial y demás disposiciones que garanticen su correcta instalación, con las medidas de seguridad requeridas para su operación y subsecuente mantenimiento.

Por lo anterior, la ubicación del proyecto es netamente estratégica, fortalece el desarrollo económico local y coadyuva con la promoción de fuentes de trabajo para la mano de obra local, además de que la ingeniería de diseño cumple con las especificaciones dictadas por la Secretaría de Energía (SENER). El diseño y distribución de áreas del proyecto es el siguiente:

Figura ER 3 Proyecto Civil diseñado para la planta de distribución de Gas L.P. en una superficie total de 10,001 m²



La planta de diseño a detalle puede ser consultada en el Plano 1 correspondiente al proyecto civil desarrollado para el proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”**

I.1.1 Proyecto civil

Expresado en el Plano de referencia número 1 A1. Plano Proyecto Civil, adjunto al presente documento. El proyecto civil fue desarrollado en fecha noviembre de 2018, considerando la normatividad aplicable al proyecto, siendo ésta:

- a) Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014. Planta de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.
- b) Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto (D.O.F. 26 de noviembre de 1987).
- c) Reglamento de las construcciones de concreto reforzado, ACI-318-89-R92 y comentarios ACI-318R-89 del American Concrete Institute;
- d) Reglamento de construcciones para LA CDMX (D.O.F. 2 de agosto de 1993 y su reforma del día 4 de junio de 1997).

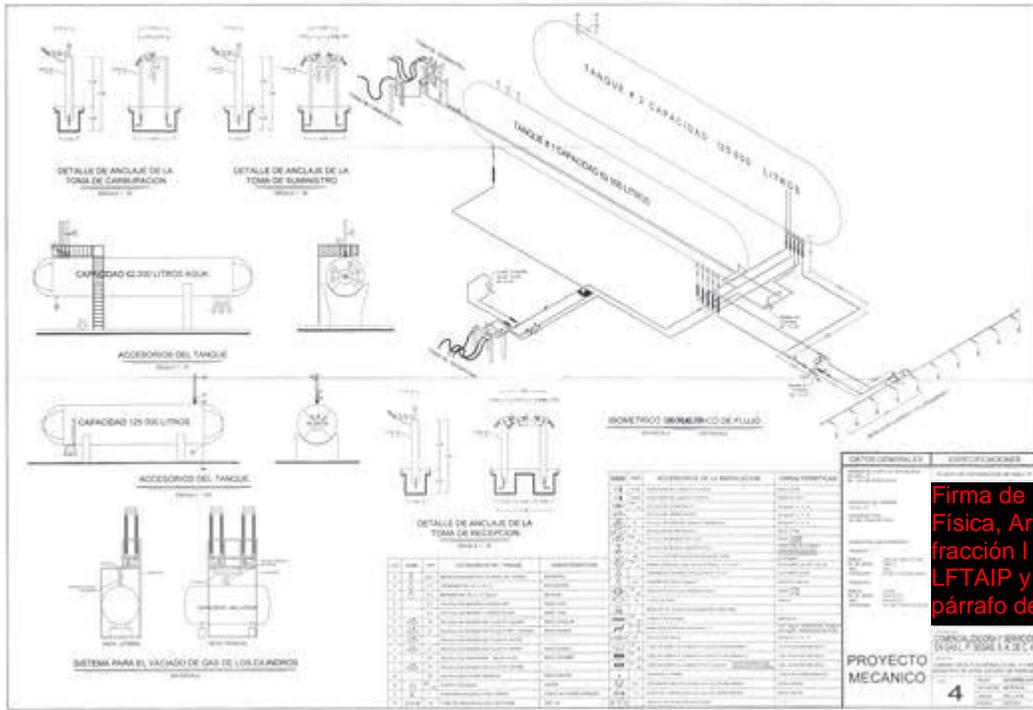
El proyecto civil detalla los requisitos del predio, las colindancias, actividades en las colindancias, morfología del terreno, distancias mínimas de las tangentes del recipiente de almacenamiento, urbanización, edificaciones, bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento, escaleras y pasarelas, nivelado en su domo y puntos máximos de llenado, protección contra impacto vehicular, pintura en topes y protecciones, trincheras para tuberías, muelle de llenado de recipientes transportables, área de carga y descarga de recipientes transportables, zona de revisión de recipientes transportables, zona de almacenamiento de recipientes rechazados, zona de venta, estacionamiento, talleres, torres de descarga, zona de almacenamiento, distancia mínimas entre elementos y el proceso de análisis y diseño estructural; en este último, se realizó un análisis geométrico básico y generalizable con la intención de determinar las dimensiones que deberán regir el diseño de los soportes, asimismo, el análisis sísmico, considera la interacción líquido – estructura mediante el análisis de las alturas convectivas e impulsivas provocadas por la solicitación, convirtiendo dicho resultado en una pestaña adicional en el murete, para evitar el giro; así mismo, la altura equivalente que refleja el efecto sísmico fue analizado para determinar la ampliación por esfuerzos de segundo orden. También considera las correcciones requeridas por la asimetría provocada por desplomes y que en el momento de ocurrir la fluencia genera sobre cargas adicionales; considera adicionalmente la sobrecarga horizontal que genera el gradiente de temperatura ambiental, de la misma manera, se toma en consideración el sobre esfuerzo que provoca la inclinación de los tanques debió al asentamiento de la estructura como consecuencia del comportamiento del suelo. La profundidad mínima de desplante, se considera, de tal forma que se equilibren los esfuerzos de extracción con los estáticos de los rellenos; el diseño del murete se analizó mediante la teoría de interacción acero-concreto, localizando la profundidad del eje neutro que equilibra las solicitaciones a la estructura.

La memoria técnico-descriptiva del Proyecto Civil, se puede consultar en la sección de Anexos del presente documento.

I.1.2. Proyecto mecánico

Expresado en el Plano de referencia A4. Plano proyecto mecánico, adjunto al presente documento. El proyecto mecánico, desarrollado en fecha noviembre de 2018, considera y detalla las especificaciones del proyecto mecánico, requeridos en el punto 4.2.2. de la NOM-001-SESH-2014, identifica que los accesorios y equipos sean resistente a la acción del Gas L.P. y sean adecuados para las condiciones de presión y temperaturas requeridos; asimismo, analiza y detalla que los recipientes de almacenamiento, las tuberías y conexiones, el equipo usado para el trasiego del Gas L.P., y todas las estructuras metálicas, deben protegerse contra la corrosión del medio ambiente donde se encuentren, mediante un recubrimiento anticorrosivo continuo colocado sobre un primario adecuado y compatible que garantice su firme y permanente adhesión, complementando con protección catódica en aquellos casos en que así se indica en la presente Norma Oficial Mexicana; Identifica que las salidas de líquido del recipiente de almacenamiento, los dispositivos de seguridad y medición, con indicación local o remota con que debe contar los mismos, que permitan conocer que la fase líquida del Gas L.P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible, indiquen el nivel de la fase líquida del Gas L.P. contenido, la presión interior en la zona de vapor del recipiente de almacenamiento y la temperatura de la fase líquida en la zona de líquido del recipiente de almacenamiento; asimismo, detalla la pintura y letreros del recipiente de almacenamiento, la evaluación (inspección) del recipiente de almacenamiento, las características de las bombas y compresores, el tipo de medidor a emplear, detalla el sistema de tuberías y conexiones, las pruebas e inspección de soldaduras en tuberías, su código de color, tipo de soldadura, pruebas de hermeticidad, accesorios a emplear (indicadores de flujo, válvulas, conectores, manómetros), describe el muelle de llenado, el sistema de vaciado de Gas L.P., las tomas de recepción, suministro y carburación para autoconsumo, el área de colocación de sello de garantía y propiamente el diseño mecánico de la Planta de Distribución.

Figura ER 4 Proyecto Mecánico diseñado para la Planta de Distribución de Gas L.P. en una superficie de 10,001 m²



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

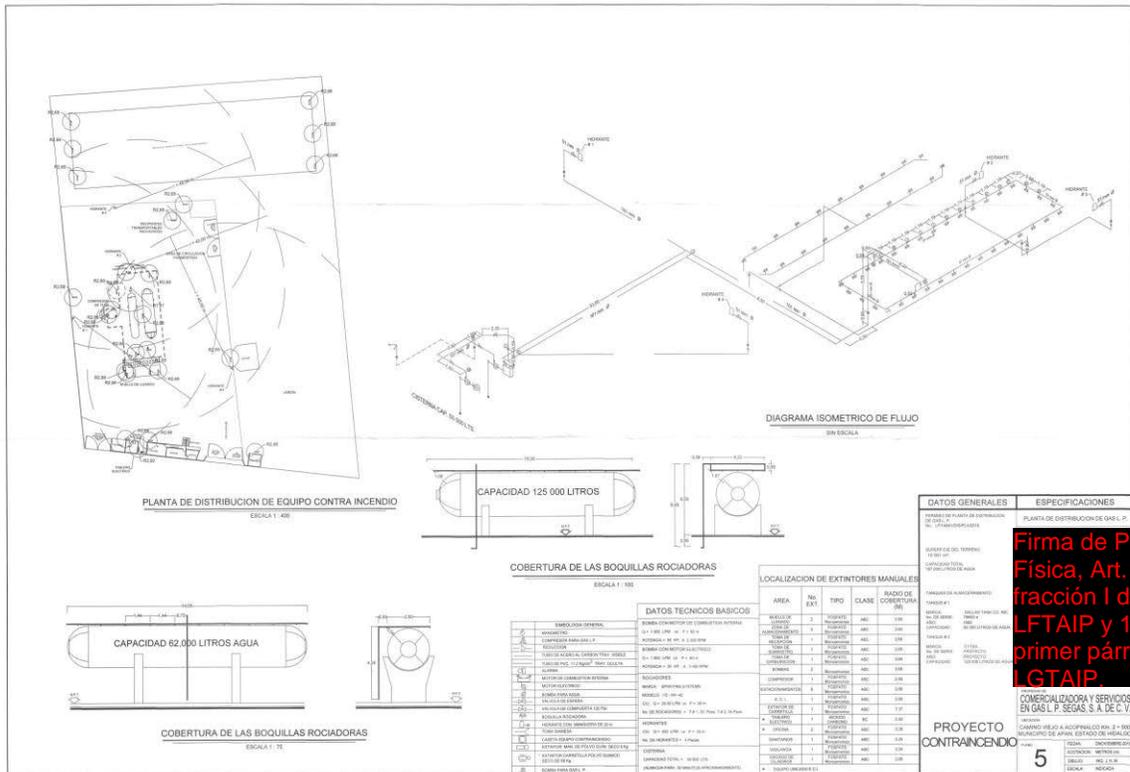
Los resultados de la memoria técnica descriptiva, del Proyecto Mecánico, se detallan en la sección de Anexos del presente documento.

I.1.3. Proyecto sistema contra incendios

Expresado en el Plano de referencia A6. Plano Proyecto Contra Incendios, adjunto al presente documento. El proyecto contra incendios, fue desarrollado en fecha Noviembre de 2018, considera las necesidades de la Planta de Distribución, así como la definición de los extintores portátiles y de carretilla, el sistema de enfriamiento por aspersion sobre los recipientes de almacenamiento, sistemas de hidrantes para cubrir al 100% las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de vehículos propiedad de la empresa; así mismo detalla el cálculo hidráulico del sistema de agua contra incendio, la potencia de la bomba para el suministro del flujo total de agua al sistema de aspersion e hidrantes, así como las bombas para el servicio contra incendio y la definición del sistema de enfriamiento por aspersion e hidrantes, además del sistema de protección por medio de extintores y su colocación.

Los resultados y la memoria técnico descriptiva del Proyecto Contra Incendio, se detallan en la sección de Anexos del presente documento.

Figura ER 5 Proyecto Sistema contra incendio diseñado para la Planta de Distribución de Gas L.P. en una superficie de 10,001 m²



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

1.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

Se define en términos generales a todas las maniobras previas y posteriores que permitirán un adecuado inicio de las operaciones del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”**, en términos generales las acciones que se llevarán a cabo son:

- Abastecimiento y recepción de combustible (Gas L.P).** Esta zona estará ubicada al costado sur a una distancia de 6.14 metros de los tanques de almacenamiento más cercanos; el proceso se iniciará cuando el personal de descarga revise la disponibilidad de espacio en los tanques de almacenamiento, el operador del auto tanque a su vez revisará y entregará a solicitud del descargador, el documento emitido por PEMEX que ampara la carga; se revisará el volumen y porcentaje contenido y se verificará la presión para posteriormente indicarle al operador donde estacionarse. Durante el abasto de los tanques de 62,000 y 125,000 litros, la unidad deberá estar totalmente detenida, con motor apagado y el freno colocado, se tomarán las lecturas del porcentaje del contenido y la presión del auto tanque. Se colocarán las cuñas metálicas en por lo menos dos de las llantas para asegurar la inmovilidad del vehículo y se colocará el cable de aterrizaje estático con pinzas de caimán. Realizado lo anterior, se aplicará la manguera del líquido con la tubería de mayor diámetro; cada válvula de globo será purgada en donde se conecte la manguera del líquido, para lo cual se usará la válvula de la manguera del transporte. Una vez llenos a no más del 90% de la capacidad de los tanques de almacenamiento, se procederá a apagar la bomba y cerrar las válvulas, se retirará la manguera, cuñas metálicas y pinzas de aterrizaje, para finalmente indicar al conductor que puede retirarse.
- Recepción de camiones repartidores y auto tanques.** Es importante señalar que los tanques cilíndricos serán transportados (vacíos y llenos) por los camiones repartidores; así como por auto tanques repartidores que realizarán el reparto y distribución de Gas L.P. a los tanques estacionarios. Esta actividad se inicia en la caseta de vigilancia, donde se verificará que los camiones y auto tanques repartidores cuenten con mata-chispas instaladas. El operador del vehículo se estacionará en el andén de llenado, apagará el motor, radio, luces y otros accesorios eléctricos.
- Llenado de auto-tanques de reparto.** El auto tanque a carburar se estacionará en la zona de Gas L.P., apagará su motor y todos los sistemas que ocupen energía eléctrica; el despachador colocará cuñas y tierra estática, acoplará

la manguera de llenado y dotará de Gas L.P. a la unidad sólo al 90%; al final de la operación retirará la manguera, cuñas y cables de aterrizaje para que el auto tanque abandone la planta. Durante esta operación es importante mencionar que se realiza de manera automática controlando la presión del Gas L.P., al mismo tiempo que se está surtiendo el combustible se acciona el sistema de seguridad.

Debido a que esta es una Planta de Distribución de Gas L.P. y solo se manejará la comercialización del combustible, no existe ninguna reacción dentro de la operación del proceso; así mismo, no existen materias primas por lo que solamente se manejará Gas L.P., en dos tanques de almacenamiento de 62,000 y 125,000 L; Es importante mencionar que, por la naturaleza de la operación de almacenamiento y despacho de Gas, este no sufre cambio o procesamiento alguno, y, por lo tanto, no existen subproductos.

- d) *Equipos Principales, Auxiliares y Accesorios.* Los equipos principales (Tanques de almacenamiento), auxiliares (bombas y compresor) y los accesorios (válvulas, mangueras y tuberías), con sus respectivas características y especificaciones técnicas, empleados en la operación de la planta de comercialización de Gas L.P., se describen en los puntos anteriores. Asimismo, se estima que los equipos con el adecuado mantenimiento tendrán una vida útil de por lo menos 50 años. Con respecto al tanque de almacenamiento se espera que cada 5 años como mínimo se le practique una prueba de ultrasonido para comprobar el espesor de los tanques, como se indica en la norma oficial referida en los puntos anteriores.

El diseño general de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, está sujeto a la normatividad previamente señalada. La descripción de las bombas, compresores, instrumentación, controles, ejecución y bases de diseño, son los descritos en la etapa de construcción en los proyectos antes citados; cabe señalar que los diseños de los sistemas eléctricos así como los criterios de diseño, además de estar orientados a dar cumplimiento a las disposiciones normativas, tienen por objetivo el mantener un alto grado de seguridad y garantizar una vida útil de los equipos, además de la operación conforme ley y salvaguardando la integridad de la planta de distribución, los operadores y usuarios de la misma.

Atendiendo las actividades operativas generales para esta etapa y que se dan inicio con el arranque de la operación del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V..”**, las secuencias operativas son las abajo descritas:

Figura ER 6 Descarga de Semirremolque (Área de Toma de Recepción)

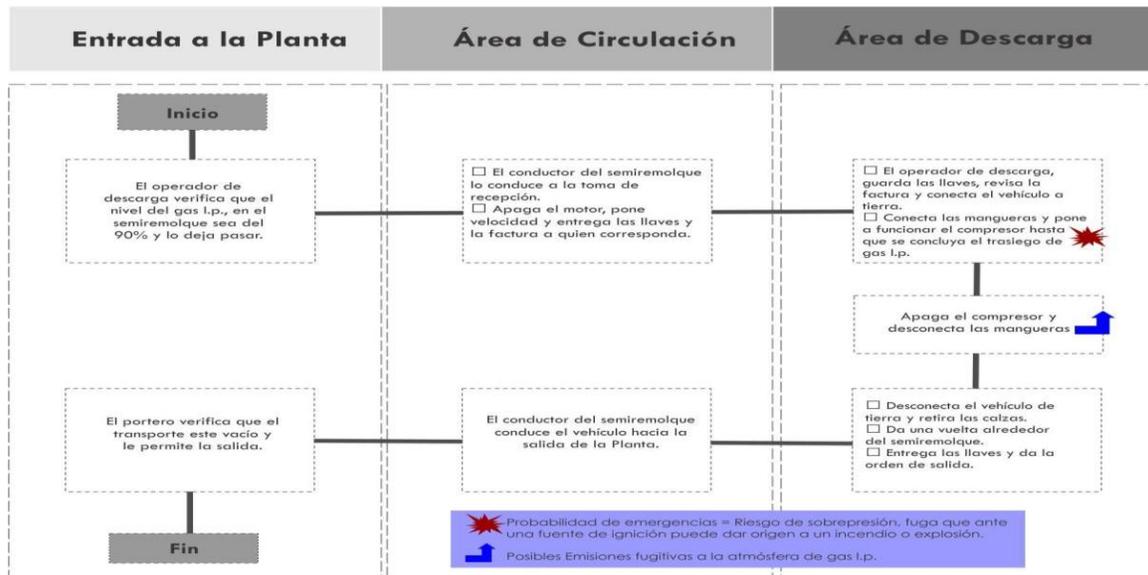


Figura ER 7 Llenado de recipientes portátiles (Muelle de Llenado)

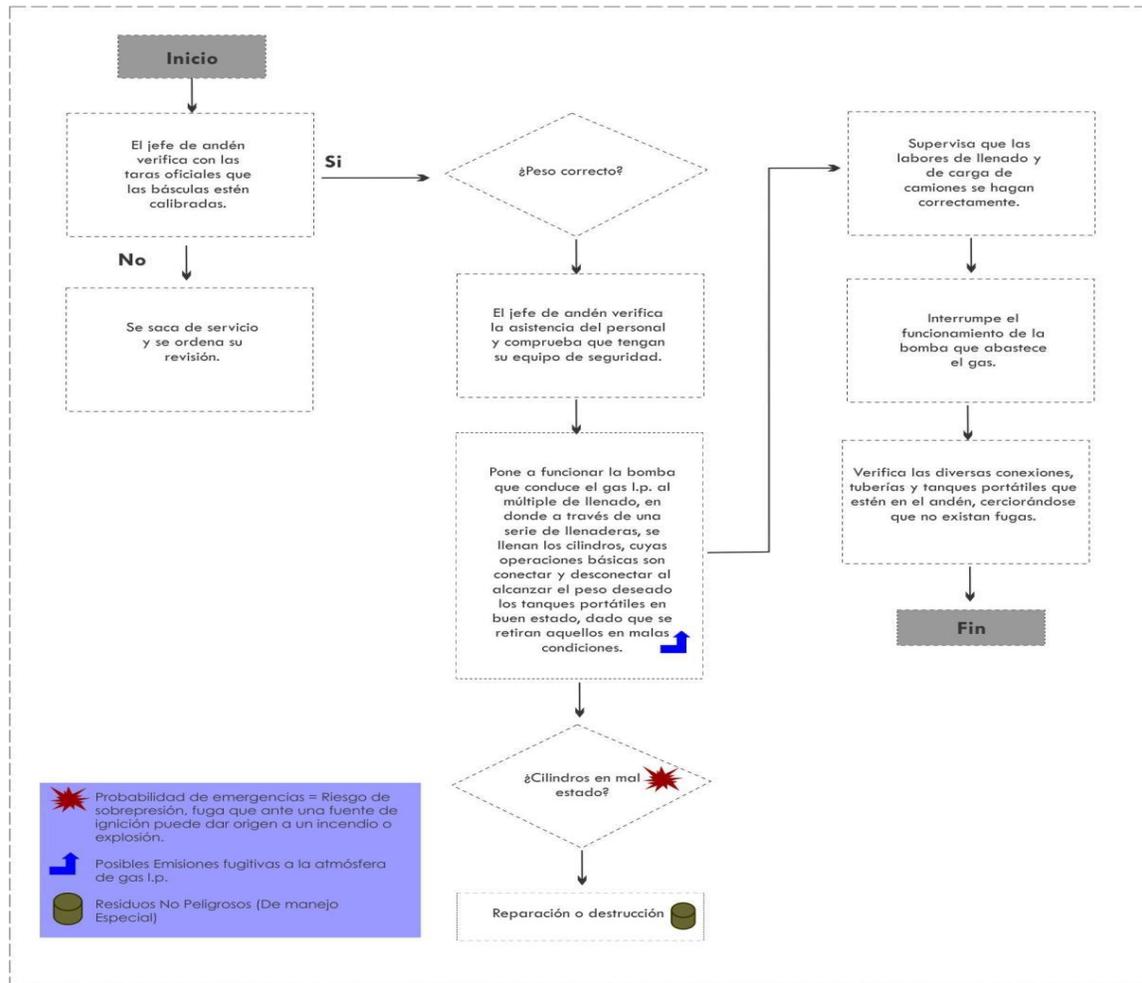
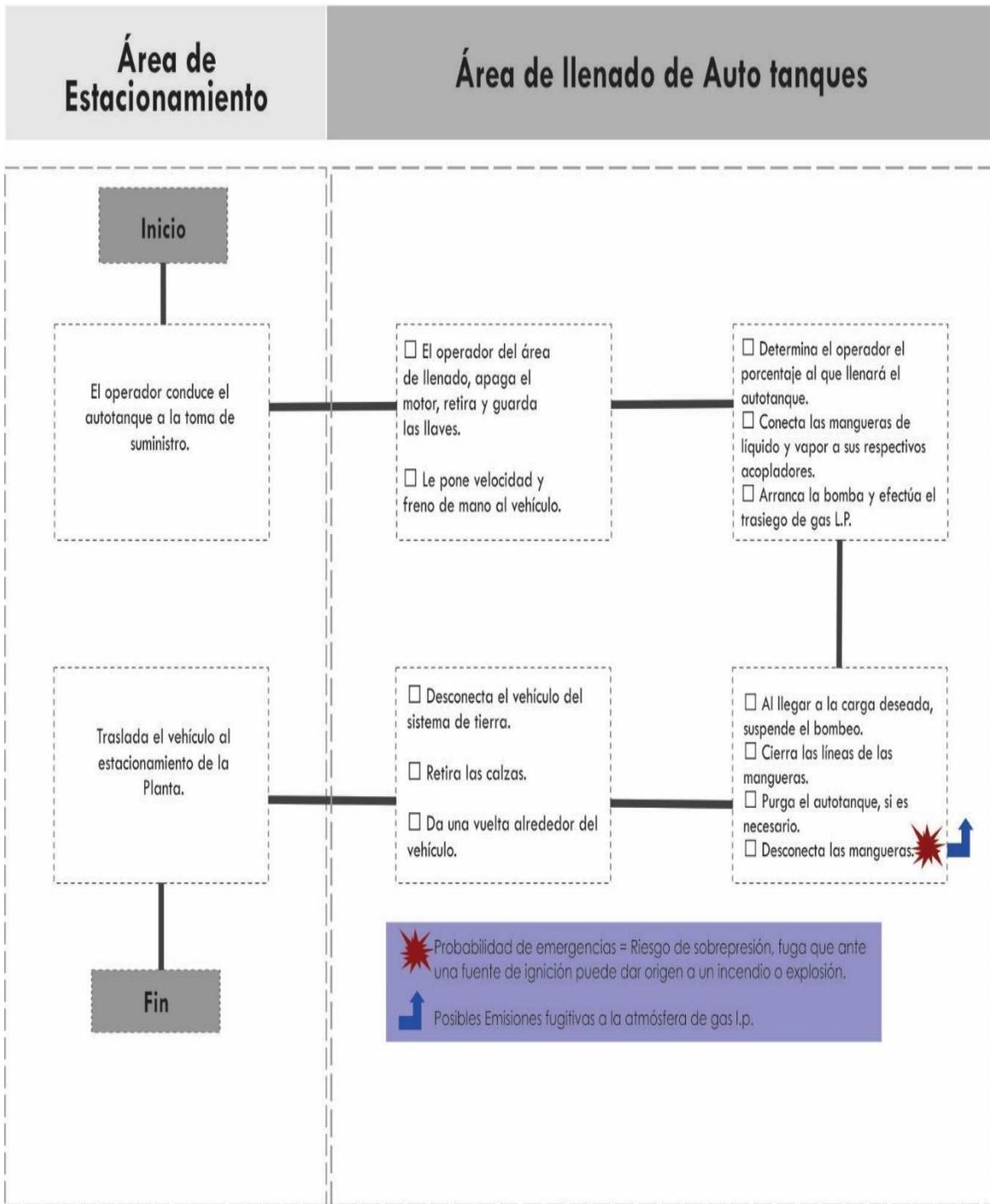


Figura ER 8 Suministro de gas a auto tanques (Toma de Suministro)



I.2.1. Hoja de datos de seguridad

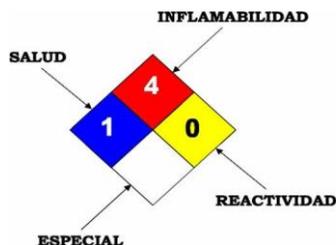
SECCIÓN I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre comercial de la sustancia LPG (Gas Propano-Butano)

Nombre común o genérico LPG (Gas Licuado de Petróleo)

Grados de riesgo

- 4. Muy alto
- 3. Alto
- 2. Moderado
- 1. Ligero
- 0. Mínimo



1. Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias

Químicas No: HDSSQ-LPG

2. Nombre del producto: Gas licuado comercial, olorizado

3. Nombre Químico: Mezcla Propano-Butano.

4. Familia Química: Hidrocarburos del Petróleo

5. Fórmula: C₃H₈ + C₄H₁₀

6. Sinónimos: Gas LP, LPG, gas licuado del petróleo.

SECCIÓN II. COMPOSICIÓN

1.Nombre de los componentes	%	2. No. CAS	3. No. UN	4. LMPE: PPT, CT	5. IPVS	6. Grado de riesgo			
						S	I	R	Especial
Propano	60-70	74-98-6	1075	Asfixiante Simple	2100 ppm	1	4	0	
Butano	40-30	106-97-8	1011	PPT: 800 ppm	---	1	4	0	
Etil-mercaptano (adrizante)	0.0017 – 0.0028	75-08-1	2363	PPT: 0.95 ppm CT: 2 ppm	500 ppm	2	4	0	

HR: 3 (HR = Clasificación de Riesgo, 1 = Bajo, 2 = Mediano, 3 = Alto). El gas licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo, cuando las instalaciones se diseñan, construyen y mantienen con estándares rigurosos, se consiguen óptimos atributos de confiabilidad y beneficio. La LC50 (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

SECCIÓN III. PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS

Peso molecular	49.7
Temperatura de ebullición @ 1 atm	- 32.5 °C
Temperatura de fusión	- 167.9 °C
Densidad de los vapores (aire=1) @ 15.5 °C	2.01 (dos veces más pesado que el aire)
Densidad del líquido (agua = 1) @ 15.5 °C	0.540

Presión vapor @ 21.1 °C	4500 mmHg												
Relación de expansión (líquido a gas @ 1 atm)	1 a 242 (un litro de gas líquido, se convierte en 242 litros de gas fase vapor, formando con el aire una mezcla explosiva de aproximadamente 11,000 litros).												
Solubilidad en agua @ 20 °C	Aproximadamente 0.0079 % en peso (insignificante; menos del 0.1 %).												
Apariencia y color	Gas insípido e incoloro a temperatura y presión ambiente. Tiene un adrizante que le proporciona un olor característico, fuerte y desagradable.												
Estabilidad Química:	Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.												
Condiciones a Evitar	Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso, así como de oxidantes fuertes.												
Productos Peligrosos de 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. La combustión de la mezcla de Gas L.P. (propano-butano) de la Planta de Distribución de Gas L.P., provocaría los productos, que se presentan en el siguiente cuadro:												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Producto</th> <th>Concentración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Bióxido de carbono (CO₂)</i></td> <td>120 a 330 ppm.</td> </tr> <tr> <td><i>Monóxido de carbono (CO)</i></td> <td>10 a 50 ppm.</td> </tr> <tr> <td><i>Hidrocarburos</i></td> <td>1 a 3 ppm.</td> </tr> <tr> <td><i>Bióxido de azufre</i></td> <td>0.08 a 2 ppm.</td> </tr> <tr> <td><i>Óxidos de nitrógeno</i></td> <td>0.05 a 2 ppm.</td> </tr> </tbody> </table>	Producto	Concentración	<i>Bióxido de carbono (CO₂)</i>	120 a 330 ppm.	<i>Monóxido de carbono (CO)</i>	10 a 50 ppm.	<i>Hidrocarburos</i>	1 a 3 ppm.	<i>Bióxido de azufre</i>	0.08 a 2 ppm.	<i>Óxidos de nitrógeno</i>	0.05 a 2 ppm.
Producto	Concentración												
<i>Bióxido de carbono (CO₂)</i>	120 a 330 ppm.												
<i>Monóxido de carbono (CO)</i>	10 a 50 ppm.												
<i>Hidrocarburos</i>	1 a 3 ppm.												
<i>Bióxido de azufre</i>	0.08 a 2 ppm.												
<i>Óxidos de nitrógeno</i>	0.05 a 2 ppm.												
Inflamabilidad	Considerando la importancia del punto de inflamación para indicar el peligro de incendio y las posibilidades de ignición, a continuación, se dan los puntos de inflamabilidad de la mezcla de propano y butano. <ul style="list-style-type: none"> - Límite superior de inflamabilidad 9.3% - Límite inferior de inflamabilidad 1.8% 												

SECCIÓN IV. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	Estable cuando se almacena como un líquido en tanques de acero bajo presión de vapor propia Peligro por polimerización no puede ocurrir.
Incompatibilidad	Reacciona en forma violenta con oxidantes fuertes y en forma explosiva en presencia de óxido de cloro.
Riesgos de polimerización	No existe riesgo o peligro por reacciones de polimerización.
Productos de la descomposición peligrosos	Por descomposición térmica oxidativa puede producir humos irritantes y cáusticos. El Gas L.P. como ya se mencionó es una mezcla de hidrocarburos, por lo tanto, si por alguna razón existe una combustión incompleta, el componente peligroso en mayor grado, serían el monóxido de carbono CO. Este combustible no presenta polimerización peligrosa.

SECCIÓN V. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Situación de Emergencia	<p>Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión. El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435 °C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas) son las fuentes de ignición más comunes. 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).</p>
Efectos potenciales para la salud	<p>OSHA PEL: TWA 1000 ppm (Límite de exposición permisible durante jornadas de ocho horas para trabajadores expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos) NIOSH REL: TWA 350 mg/m³; CL 1800 mg/m³/15 minutos (Exposición a esta concentración promedio durante una jornada de ocho horas). ACGIH TLV: TWA 1000 ppm (Concentración promedio segura, debajo de la cual se cree que casi todos los trabajadores se pueden exponer día tras día sin efectos adversos). OSHA: <i>Occupational Safety and Health Administration</i>. PEL: <i>Permissible Exposure Limit</i>. CL: <i>Ceiling Limit: En TLV y PEL, la concentración máxima permisible a la cual se puede exponer un trabajador</i>. TWA: <i>Time Weighted Average: Concentración en el aire a la que se expone en promedio un trabajador durante 8h, ppm o mg/m³</i> NIOSH: <i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>. REL: <i>Recommended Exposure Limit</i>. ACGIH: <i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>. TLV: <i>Threshold Limit Value</i>.</p> <p>a) Ojos: La salpicadura de una fuga de gas licuado nos provocará congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.</p> <p>b) Piel: El contacto con este líquido vaporizante provocará quemaduras frías.</p> <p>c) 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.</p> <p>d) Ingestión: En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase líquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento</p>
Información Toxicológica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carcinogenicidad: NTP, IARC y OSHA no enlistan el LPG (propano – butano) como carcinógeno. ▪ Mutagenicidad: no se tiene información ▪ Teratogenicidad: no se tiene información. ▪ Neurotoxicidad: no se tiene información. ▪ Sistema reproductor: no se tiene información. ▪ Otros: no se tiene información. ▪ Órganos blancos: sistema nervioso central. <p>Dosis letal media oral o dérmica (DL50): No listados Dosis letal media por inhalación (CL50): Ratas: 658g/m³ inhalados por 4 hrs.</p>

SECCIÓN VI. PRIMEROS AUXILIOS

- a) **Ojos:** La salpicadura de este líquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría; Cuidadosamente levante el párpado y lave inmediatamente en forma continua con abundante agua por lo menos 15 minutos. Consulte al médico si la irritación y molestias persisten. Busque atención médica inmediata.
- b) **Piel:** 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, lave con abundante agua por lo menos 15 minutos, lave con agua y jabón. Si existe un área congelada, coloque la misma en un baño con agua a una temperatura de 40-42 ° C. No use calentamiento en seco. Solicite atención médica inmediata.
- c) **Inhalación:** 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.
- d) **Ingestión:** La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición. Aunque es improbable, cuando se monitoree las vías aéreas, si es del caso administre oxígeno y recibir atención médica.

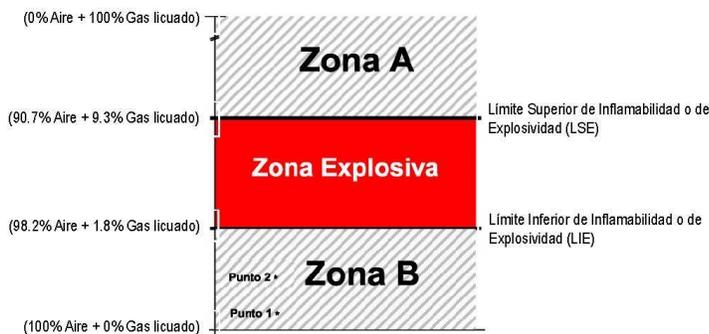
SECCIÓN VII. PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIO

Punto de flash	- 98.0 °C
Temperatura de ebullición	- 32.5 °C
Temperatura de autoignición	435.0 °C
Límites de explosividad:	Inferior 1.8 %
	Superior 9.3 %

Punto de Flash

Una sustancia con un punto de flash de 38°C o menor se considera peligrosa; entre 38° y 93°C, moderadamente inflamable; mayor a 93°C la inflamabilidad es baja (combustible).

El punto de flash del LPG (- 98°C) lo hace un compuesto sumamente peligroso.



Mezcla Aire + Gas licuado Zonas A y B.

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.

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.

Medios de Extinción

Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono, agua esperada para enfriamiento. Apague el fuego, solamente después de haber bloqueado la fuente de fuga.

Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios

1. **Fuga a la atmósfera de gas licuado, sin incendio:** Esta es una condición realmente grave, ya que el gas licuado al ponerse en contacto con la atmósfera se vaporiza de inmediato, se mezcla rápidamente con el aire ambiente y produce nubes de vapores con gran potencial para explotar violentamente al encontrar una fuente de ignición.

- Algunas recomendaciones para prevenir y responder a este supuesto escenario, son: Asegurar anticipadamente que la integridad mecánica y eléctrica de las instalaciones estén en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento).
- Si aun así llega a fallar algo, deben instalarse con precaución:
 - Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas sonoras y visuales.
 - Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, en prevención a la rotura de mangueras, etc., para actuarlas localmente o desde un refugio confiable (cuarto de control de instrumentos).
 - Redes de agua contra incendio permanentemente presionadas, con los sistemas de aspersión, hidrantes y monitores disponibles, con revisiones y pruebas frecuentes.
 - Extintores portátiles.

2. *Formación de una nube de vapores no confinada, con 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.

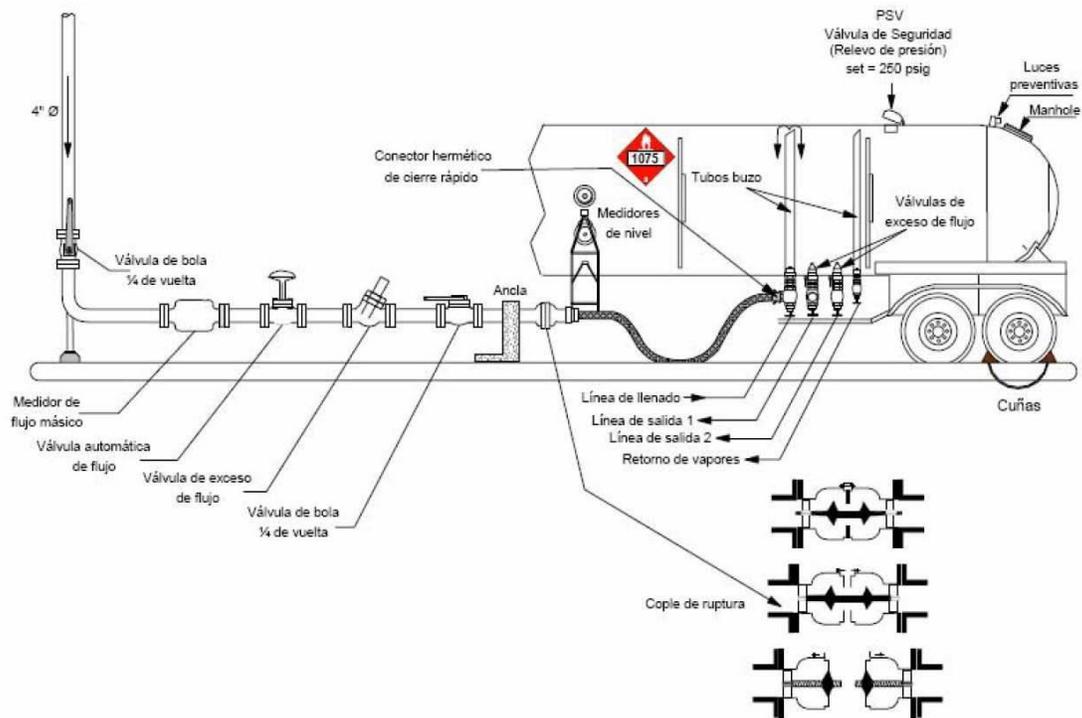
Precauciones en el Manejo

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. Ventile las áreas confinadas, donde puedan acumularse mezclas inflamables. Acate las medidas de seguridad indicadas en la normatividad eléctrica aplicable a este tipo de instalaciones (NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional").

Almacene los recipientes en lugares autorizados, 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").

Protección Respiratoria	En espacios confinados con presencia de gas, utilice aparatos auto contenidos para respiración (SCBA o aqualung para 30 ó 60 minutos o de escape para 10 ó 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.
Advertencia Sobre Odorizantes	El gas licuado del petróleo tiene un odorizante para advertir de su presencia. El más común es el etil mercaptano. La intensidad de su olor puede disminuir debido a la oxidación química, adsorción o absorción. El gas que fuga de recipientes y ductos subterráneos puede perder su odorización al filtrarse a través de ciertos tipos de suelo. La intensidad del olor puede reducirse después de un largo período de almacenamiento. Si el nivel de odorización disminuye, notifique a su distribuidor.
Otras precauciones a considerar	Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, dispositivos de seguridad, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte del gas licuado deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables. En el Anexo 1 se muestra el dibujo de una instalación típica para llenado de auto-tanque de gas licuado. El personal que trabaja con gas licuado debe recibir capacitación y entrenamiento en los procedimientos para su manejo y operación, reafirmando con simulacros frecuentes. La instalación y mantenimiento de las redes de distribución de gas licuado, cilindros y tanques estacionarios debe ejecutarse solo por personal calificado.

ANEXO 01. INSTALACIÓN TÍPICA PARA LLENADO DE AUTO-TANQUE DE GAS LICUADO



SECCIÓN VIII. INFORMACIÓN SOBRE SU TRANSPORTACIÓN

Nombre comercial	Gas Licuado de Petr6leo
Identificaci6n *DOT	UN 1075 (UN: Naciones Unidas)
Clasificaci6n de riesgo *DOT	Clase 2; Divisi6n 2.1
Etiqueta de embarque	Gas Inflamable
Identificaci6n durante su transporte	Cartel cuadrangular en forma de rombo de 273 mm x 273 mm (10 3/4 x 10 3/4 pulgadas) con el n6mero UN en el centro y la Clase de riesgo SCT en la esquina inferior. *SCT: Secretar6a de Comunicaciones y Transporte. NOM-002-SCT/2011, Listado de las sustancias y materiales peligrosos m6s usualmente transportados.



OTRAS RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN, USO Y CUIDADO DE CILINDROS PORTÁTILES Y TANQUES ESTACIONARIOS PARA SERVICIO DE GAS LICUADO.

1. Los tanques y cilindros para gas licuado deben instalarse sobre una base firme, preferentemente a la intemperie o en lugares abiertos, protegidos contra golpes y caída de objetos. Los tanques estacionarios, además, deberán anclarse. Ver Figuras 1 y 2.

Figura 1. Instalación típica para cilindros portátiles.

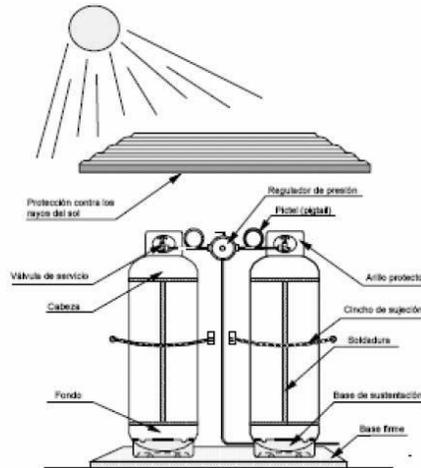
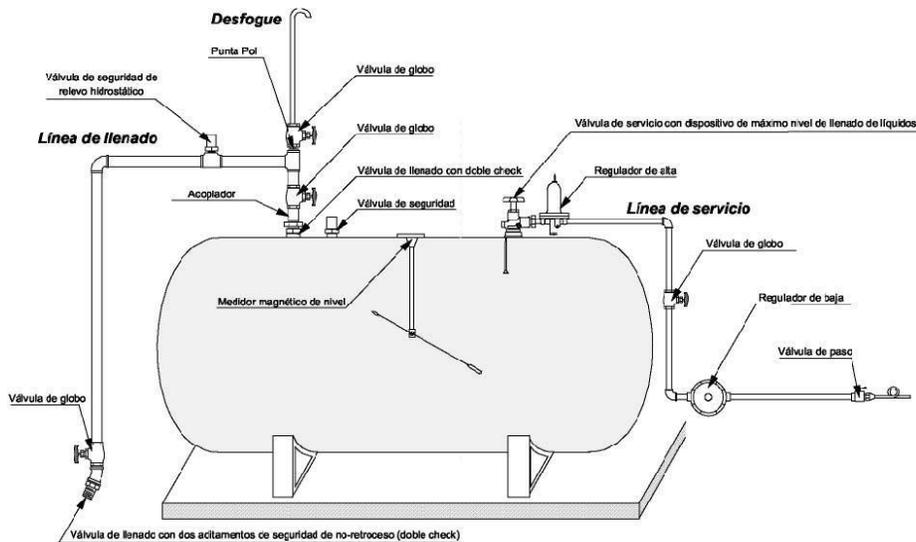
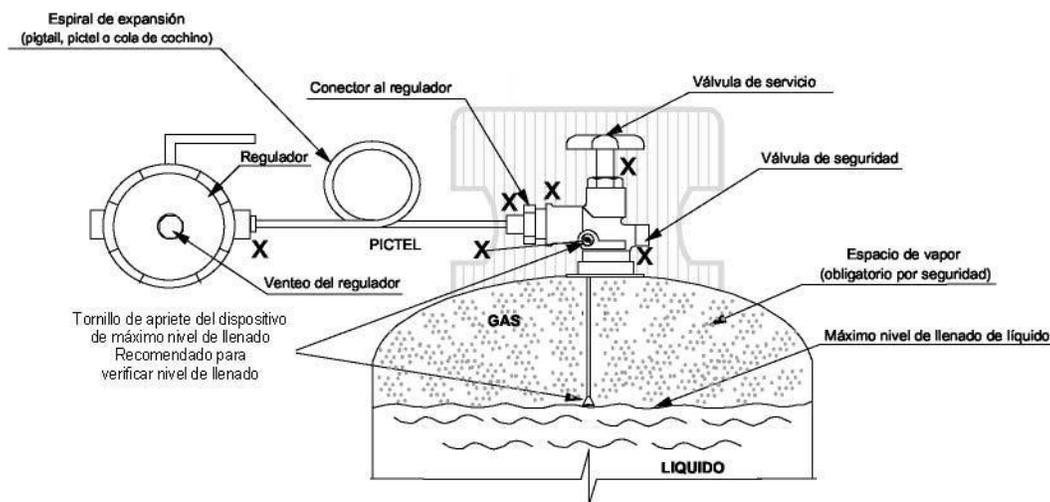


Figura 2. Instalación típica para tanques estacionarios



2. Los cilindros deben sujetarse a la pared con un cable, cincho u otro medio adecuado para evitar que se caigan.
3. Proteja los recipientes de los rayos solares. La exposición a altas temperaturas provoca aumentos de presión y apertura de las válvulas de seguridad, con la subsecuente liberación de gas a la atmósfera.
4. Para evitar sobrellenados y presión excesiva en los recipientes, con la consecuente liberación de gas, se recomienda instalar en ellos, válvulas de servicio con dispositivo indicador de máximo nivel de llenado de líquidos. Figura 3.

Figura 3. Muestra el dispositivo indicador de máximo nivel de llenado de líquidos, la espiral de expansión (pictel) y la localización de posibles puntos de fuga (X).



5. Para evitar que las válvulas de seguridad fallen, manténgase con un capuchón metálico, o un tapón especial de hule que las protege de la lluvia y de agentes extraños como polvo, basura, agua, etc.
6. Cada vez que cambie cilindros, exija a los operadores que no los maltraten y que le entreguen cilindros en buenas condiciones (pintura, golpes, abolladuras, corrosión, etc.). Si la apariencia de éstos no le satisface, pida que se los cambien.
7. Asegúrese de utilizar las herramientas adecuadas al conectar y desconectar los cilindros.
8. Una vez abierta la válvula de servicio, busque fugas con agua jabonosa en los puntos marcados con "X". Si observa burbujas, cierre la válvula de servicio y apriete las conexiones. No fume mientras realiza estos trabajos. Figura 3.
9. No fuerce la espiral de expansión (pictel, pig tail o cola de cochino) su flexibilidad está diseñada para facilitar, sin dañar, la conexión entre las válvulas de servicio y los reguladores de presión. Figura 3.
10. No modifique su instalación de gas sin la debida autorización. Consulte a su distribuidor.

1.2.2. Almacenamiento

Para el proyecto "**Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.**", se contará con dos recipientes de almacenamiento para Gas L.P. del tipo intemperie, cilíndrico-horizontales, cuya construcción cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables con capacidades máximas de 62,000 y 125,000 L, cuyas características son las siguientes:

Tanque #1

a) Nombre del fabricante	Sin Marca
b) Norma de fabricación	NOM-012/2-SEDG-2003
c) Número de serie	S/N
d) Tara (kg)	10,650
e) Presión de trabajo máxima	14.00 kg/cm ²
f) Tipo de cabezal	Semiesférico
g) Capacidad de agua nominal	62,000 litros
h) Año de fabricación	Sin Fecha
i) Diámetro exterior	2,45
j) Longitud total	14,00

Tanque #2

k) Nombre del fabricante	CY TSA
--------------------------	--------

l) <i>Norma de fabricación</i>	NOM-009/SESH-2011
m) <i>Número de serie</i>	Proyecto
n) <i>Tara (kg)</i>	22,590
o) <i>Presión de trabajo máxima</i>	17.58 kg/cm ²
p) <i>Tipo de cabezal</i>	Semiesférico
q) <i>Capacidad de agua nominal</i>	125,000 litros
r) <i>Año de fabricación</i>	Proyecto
s) <i>Diámetro exterior</i>	3,38
t) <i>Longitud total</i>	15,35

El recipiente de almacenamiento estará colocado sobre las bases de sustentación, en la parte de la placa de refuerzo o soporte. (Tipo cuna); La colocación del recipiente de almacenamiento sobre las bases permitirá sus movimientos de expansión y contracción. Entre la placa de refuerzo y la base se colocará material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

Los recipientes de almacenamiento tendrán una altura mínima, el tanque #1 de 2.43 m y el tanque #2 de 1.50 m, medidos del paño inferior al N.P.T.

Ver la figura siguiente:

Figura ER 9 Datos técnicos de los tanques de almacenamiento de Gas L.P.

TANQUE # 1

Capacidad en kg H₂O: 62 000,00 kg
 Tara en kg: 10 650,00 kg

Peso total en kg: 72 650,00 kg

Carga por soporte: 36 325,00 kg

Peso aproximado de la base:

Densidad del concreto reforzado = 2400 kg/cm²

Dimensiones

Columna 3,00 x 3,90 x 0,50 x 2400 = 14 040,00 kg
 Zapata 4,00 x 6,00 x 0,60 x 2400 = 34 560,00 kg
 48 600,00 kg

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5 Ton/m², valor crítico para un subsuelo poco compacto, usado solo con fines de cálculo.

$$\text{Área de la Zapata} = \frac{\text{Carga por soporte} + \text{Peso aprox. base}}{\text{Resistencia del terreno}}$$

$$\text{Área de la Zapata} = \frac{36\,325,00 + 48\,600,00}{5\,000} = 16,98 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del trapecio} = \frac{(6,00 + 3,00)}{2} \times 1,50 = 6,75 \text{ m}^2$$

V₁ = Fuerza cortante = Área del trapecio x Resistencia del terreno.

$$V_1 = 6,75 \times 5\,000 = 33\,750 \text{ kg}$$

$$d_v = \frac{V_1}{V_c \times J \times b} = \frac{33\,750}{63\,000 \times 0,86 \times 1,50} = 0,41 \text{ m} + \text{Recub.}$$

= 0.46

El peralte de la zapata es de 0,60 m.

$$M = R_t \times A \times (b^2/2) = 5000 \times 4,00 \times (1,50)^2/2 = 22\,500,00 \text{ kg-m}$$

$$f_c = 0,45 \times f'_c = 0,45 (210) = 94,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$r = f_c/2 \times J \times k = (94,5)/2 \times 0,86 \times 0,42 = 17,07 \text{ kg/cm}^2 = 170\,700 \text{ kg/m}^2$$

$$d_m = \sqrt{\frac{M}{r \times A}} = \sqrt{\frac{22\,500,00}{170\,700 \times 4,00}} = 0,18 \text{ m} + \text{Recub.}$$
$$= 0,23 \text{ m}$$

El peralte de la zapata es de 0,60 m.

$$A_{sc} = \frac{M}{f_s \times J \times d_v} = \frac{22\,500,00 \times 100}{2000 \times 0,86 \times 60} = 21,80 \text{ cm}^2$$

Área de varillas = 21,80 cm².

El área de las varillas es mayor al que tienen las varillas de 1 ½", sin embargo se utilizaron varillas de 7/8".

33 varillas de 7/8" a cada 18,00 cm

$$A_{sp} = 33 \times (3,87)^2 \times 0,78 = 385,50 \text{ cm}^2.$$

$$\Phi = \text{No. de varillas} \times \text{perímetro} = 33 \times 3,1416 \times 3,87 = 401,21 \text{ cm}$$

Chequeo por adherencia:

$$\mu_p = 0,05 \times f'_c = 0,05 \times 210 = 10,50 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu_c = \frac{V_1}{\Phi \times J \times d_v} = \frac{33\,750}{401,21 \times 0,86 \times 60} = 1,63 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = 1,63 \text{ kg/cm}^2 < 10,50 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo cortante sísmico aplicado en la parte superior del soporte (V_s):

$$V_s = k' \times W$$

Donde:

$$K' = \text{Coeficiente sísmico} = 0,10$$

$$W = \text{Carga por soporte} = 36\,325,00 \text{ kg} = 36,32 \text{ Ton}$$

$$V_s = 0,10 \times 36,32 = 3,63 \text{ Ton}$$

Momento de volteo por sismo (M_s):

$$M_s = V_s \times h$$

Donde:

h = Altura desde el centro de gravedad de todas las cargas.

$$M_s = 3,63 \times 4,50 = 16,33 \text{ Ton-m}$$

Incremento de la fatiga del terreno más el momento sísmico (F):

$$F = \frac{W}{A} + \frac{M_y}{I}$$

Donde:

A = Área de la zapata propuesta = $A \times L$

$$A = 4,00 \times 6,00 = 24,00 \text{ m}^2$$

M_y = Momento de flexión = $M_s \times L/2$

$$M_y = 16,33 \times 6,00 / 2 = 48,99 \text{ Ton-m}^2$$

$$I = \text{Momento de inercia} = \frac{A \times L^3}{12} = \frac{4,00 \times (6,00)^3}{12} = 72,00 \text{ m}^4$$

Sustituyendo:

$$F = \frac{36,32}{24,00} + \frac{48,99}{72,00} = 1,51 + 0,68 = 2,19 \text{ Ton/m}^2$$

Para verificar que no haya tensiones en la base el valor de F debe ser menor que dos veces el efecto instantáneo (W/A).

$$F < 2(W/A)$$

$$2,19 \text{ Ton/m}^2 < 2 (1,51) \text{ Ton/m}^2$$

///

///

$$2,19 \text{ Ton/m}^2 < 3,02 \text{ Ton/m}^2$$

TANQUE # 2

Capacidad en kg 125 000,00 kg

H₂O:

Tara en kg: 19 590,00 kg

Peso total en kg: 144 590,00 kg

Carga por soporte: 72 295,00 kg

Peso aproximado de la base:

Densidad del concreto reforzado = 2 400 kg/cm³

Dimensiones

Columna 2,95 x 3,60 x 0,65 x 2 400 = 16 567,20 kg

Zapata 4,00 x 5,00 x 0,50 x 2 400 = 24 000,00 kg

40 567,20 kg

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5 Ton/m², valor crítico para un subsuelo poco compacto, usado solo con fines de cálculo.

$$\text{Área de la Zapata} = \frac{\text{Carga por soporte} + \text{Peso aprox. base}}{\text{Resistencia del terreno}}$$

$$\text{Área de la Zapata} = \frac{72\,295,00 + 40\,567,20}{5\,000} = 22,57 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del trapecio} = \frac{(3,60 + 5,00)}{2} \times 0,70 = 3,01 \text{ m}^2$$

V₁ = Fuerza cortante = Área del trapecio x Resistencia del terreno.

$$V_1 = 3,01 \times 5\,000 = 15\,050 \text{ kg}$$

$$dv = V_1 = 15,050 = 0.40 \text{ m} + \text{Recub}$$

$$V_c \times J \times b = 63000 \times 0,86 \times 0,70$$

$$= 0,45 \text{ m}$$

El peralte de la zapata propuesta es de 0,50 m.

$$M = R_t \times A \times (b^2/2) = 5000 \times 4,00 \times (0,70)^2/2 = 4900,00 \text{ kg-m}$$

$$f_c = 0,45 \times f'_c = 0,45 (210) = 94,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$r = f_c/2 \times J \times k = (94,5)/2 \times 0,86 \times 0,42 = 17,07 \text{ kg/cm}^2 = 170700 \text{ kg/m}^2$$

$$d_m = \frac{M}{r \times A} = \frac{4900,00}{170700 \times 4,00} = 0,08 \text{ m} + \text{Recub.}$$

$$= 0,13 \text{ m}$$

El peralte de la zapata propuesta es de 0,50 m.

$$A_{sc} = \frac{M}{f_s \times J \times d_v} = \frac{4900,00 \times 100}{2000 \times 0,86 \times 50} = 5,70 \text{ cm}^2$$

Área de varillas = 5,70 cm².

24 varillas de 7/8" a cada 16,5 cm

$$A_{sp} = 24 \times (3,87)^2 \times 0,78 = 280,37 \text{ cm}^2$$

$$\Phi = \text{No. de varillas} \times \text{perímetro} = 24 \times 3,1416 \times 3,87 = 291,79 \text{ cm}$$

Chequeo por adherencia:

$$\mu_p = 0,05 \times f'_c = 0,05 \times 210 = 10,50 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu_c = \frac{V_1}{\Phi \times J \times d_v} = \frac{15050}{291,79 \times 0,86 \times 50} = 1,20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = 1,20 \text{ kg/cm}^2 < 10,50 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo cortante sísmico aplicado en la parte superior del soporte (V_s):

$$V_s = K' \times W$$

Donde:

$$K' = \text{Coeficiente sísmico} = 0,10$$

$$W = \text{Carga por soporte} = 72\,295,00 \text{ kg} = 72,29 \text{ Ton}$$

$$V_s = 0,10 \times 72,29 = 7,23 \text{ Ton}$$

Momento de volteo por sismo (M_s):

$$M_s = V_s \times h$$

Donde:

h = Altura desde el centro de gravedad de todas las cargas.

$$M_s = 7,23 \times 3,45 = 24,94 \text{ Ton-m}$$

Incremento de la fatiga del terreno más el momento sísmico (F):

$$F = \frac{W}{A} + \frac{M_y}{I}$$

Donde:

A = Área de la zapata propuesta = $A \times L$

$$A = 4,00 \times 5,00 = 20,00 \text{ m}^2$$

M_y = Momento de flexión = $M_s \times L/2$

$$M_y = 24,94 \times 5,00 / 2 = 62,35 \text{ Ton-m}^2$$

$$I = \text{Momento de inercia} = \frac{A \times L^3}{12} = \frac{4,00 \times (5,00)^3}{12} = 41,67 \text{ m}^4$$

Sustituyendo:

$$F = \frac{72,29}{20,00} + \frac{62,35}{41,67} = 3,61 + 1,50 = 5,11 \text{ Ton/m}^2$$

Para verificar que no haya tensiones en la base el valor de F debe ser menor que dos veces el efecto instantáneo (W/A).

1.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

Conforme lo detallado en las memorias técnicas de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio del proyecto ***“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”***, las características de los equipos de proceso, instrumentos y auxiliares, así como las bases de diseño y su localización dentro del arreglo general.

1.2.3.1. Accesorios

El equipo y accesorios que se utilizarán para el almacenamiento y trasiego de Gas L.P, serán para la presión de diseño seleccionada y cumplirán con las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes. Además, serán resistentes a la acción del Gas LP y adecuados para las condiciones de presión y temperatura indicadas en la NOM-001-SESH-2014. El detalle específico se encuentra en el proyecto Mecánico.

Los recipientes de almacenamiento, las tuberías y conexiones, el equipo usado para el trasiego de Gas L.P. y todas las estructuras metálicas, estarán protegidas contra la corrosión del medio ambiente, mediante un recubrimiento anticorrosivo colocado sobre un primario adecuado.

Recipientes de almacenamiento

La planta contará con dos recipientes de almacenamiento para Gas L.P. del tipo intemperie, cilíndrico-horizontales, cuya construcción cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. La capacidad de los recipientes será la siguiente: 125,000 y 62,000 litros. Los recipientes de almacenamiento estarán colocados sobre las bases de sustentación, en la parte de la placa de refuerzo o soporte. (Tipo cuna). La colocación de los recipientes de almacenamiento sobre las bases permitirá sus movimientos de expansión y contracción. Entre la placa de refuerzo y la base se colocará material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad. Los recipientes de almacenamiento tendrán una altura de 2.43 y 1.50 m. medidos del paño inferior al N.P.T.

Respecto a las escaleras y pasarelas, los recipientes de almacenamiento contarán con escalerillas fijas individuales, instaladas en el lado oeste del mismo, para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local. Además, contará con una escalera terminada en pasarela metálica instalada permanentemente para el acceso a la parte superior del mismo, y permitirán el mantenimiento de las válvulas de relevo de presión y demás accesorios ubicados en esas áreas.

Los recipientes de almacenamiento estarán nivelados en su domo y punto de máximo llenado.

Referente a las salidas de líquido, los recipientes de almacenamiento tendrán las salidas de líquido y vapor en la parte inferior. Todas las entradas y salidas de líquido y vapor tendrán instaladas válvulas internas con actuador neumático y válvulas de cierre manual. Los accesorios antes descritos se muestran en la vista longitudinal del recipiente en el plano A2. Plano Proyecto Civil 2.

Las características del recipiente de almacenamiento son las descritas en el punto 1.2.2 del presente estudio de riesgo.

Accesorios de los recipientes

Los recipientes de almacenamiento tendrán los siguientes accesorios de control y seguridad:

- Un indicador magnético para gas líquido, modelo magnetel.
- Un termómetro marca Rochester con graduación de -50 a 50°C de 12.70 mm de diámetro
- Un manómetro de marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.40 mm de diámetro
- 2 válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165 de 6.40 mm de diámetro, localizadas una al 90% la otra al 85% del nivel del recipiente.
- 2 válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946,25 LPM (250 GPM) cada una.
- 2 válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 583,77 LPM (122 GPM) cada una.

- 2 válvulas de exceso de flujo para gas retorno de vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 583,77 LPM (122 GPM) cada una.
- 3 válvulas de seguridad marca Rego Modelo A3149MG de 294,25 m³/min.
- 3 tubos de descarga de acero cedula 30 de 70 mm (3") de diámetro de 2 metros de altura con su respectivo capuchón cada uno.
- Conexión soldada al tanque para cable a "Tierra"

Válvulas de relevo de presión de los recipientes de almacenamiento

Contarán con tubos de descarga de acero al carbono, cédula 30 de 70 mm, 3 pulg. de diámetro y de 2.00 m. de altura. Todas las entradas y salidas de líquido y vapor, estarán protegidas con válvulas internas con actuador neumático, seguidas con válvulas de cierre manual tipo globo, en el sentido del flujo. Ver plano 2.

- Indicador de nivel. El indicador de nivel de líquido será tipo flotador con indicador magnético.
- Manómetros. Estarán precedidos de una válvula de aguja, tipo seco y rango de lectura de 0 a 21 kg/cm².
- Termómetro. La carátula tendrá una medida no menor a 12.70 mm de diámetro y un rango en Grados Celsius de - 50 a 50-C.
- Válvulas en el recipiente de almacenamiento. Los cuerpos de las válvulas instaladas serán de acero y fundición maleable.

Válvulas en los coples

Los coples de los recipientes destinados al trasiego de Gas L.P., contarán con válvula internas con actuador neumático. El cople para drenado contará con válvula de exceso de flujo y tapón sólido. Las válvulas de internas con actuador neumático contarán con válvulas de cierre manual, en el sentido del flujo. El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo de las válvulas internas, no será mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación. Las válvulas de internas con actuador neumático seleccionadas serán para una presión de 24.47 kg/cm².

Válvulas de máximo llenado

- Estarán claramente indicadas con respecto al porcentaje que indican.
- Estarán instaladas directamente en los coples del recipiente.
- Sus elastómeros serán resistentes al Gas L.P.

Pintura y letreros del recipiente de almacenamiento

Los recipientes de almacenamiento estarán pintados de color blanco y se rotularán con caracteres no menores a 15 cm., indicará el producto contenido, capacidad de agua y número económico.

Bombas y compresores

Las características de las bombas serán las siguientes:

	Bomba N° 1	Bomba N° 2
<i>Operación básica</i>	Llenado de cilindros	Suministro de autotanques
<i>Marca</i>	Blackmer	Blackmer
<i>Modelo</i>	LGLD3E	LGLD2E
<i>Tubería de Alimentación</i>	76.2 mm (3 pulg)	76.2 mm (3 pulg)
<i>Presión diferencial de trabajo máxima</i>	3 kg/cm ²	3 kg/cm ²
<i>Capacidad nominal</i>	490 l/min (130 gal/min)	490 l/min (130 gal/min)
<i>Potencia del motor</i>	7.5 HP	7.5 HP
<i>Tubería de Descarga</i>	76 y 51 mm (3 y 2 pulg)	76 y 51mm
<i>Velocidad</i>	640 rpm	640 rpm

Las bombas B-1, B-2, se instalarán dentro de la zona de *098765432protección del recipiente de almacenamiento. Cada una de las bombas junto con su motor eléctrico, se fijarán a una base metálica, la que a su vez se anclará por medio de tornillos a una base de concreto. Los motores eléctricos de las bombas contarán con un interruptor automático por sobrecarga y se conectarán al sistema general de tierras.

Características del compresor

La planta contará con un compresor con las siguientes características:

Marca	Blackmer
Modelo	LB-361
Potencia del motor	15H.P.
Capacidad nominal	757 l/min (200 gal/mm)

Las bombas y el compresor están ubicados dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento, esta protección es un murete corrido de concreto armado 0.20 m de espesor y 0.60 m de altura

Cada bomba y compresor, junto con su motor, están montados sobre una base metálica, la que a su vez se encuentra fija por medio de tornillos anclados, a otra base de concreto armado.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y a él 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 tierras de la planta

La descarga de la purga de líquido del compresor, está a una altura mínima de 2.50 metros sobre nivel de piso.

Medidores

El medidor utilizado en la toma de Gas L.P para Carburación de autoconsumo, será para la presión de diseño del sistema de trasiego. El medidor volumétrico está protegido contra impacto vehicular en el área de suministro.

Sistema de tuberías y conexiones

Todas las tuberías por instalar para conducir Gas L.P. serán de cedula 80, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables y roscadas de acero, el bridaje será en 300 libras. Estas son adecuadas para una presión de trabajo de 24.47 kg/cm². Las pruebas de hermeticidad se efectuaron por un periodo de 60 minutos con gas inerte a una presión de una y media veces la presión de diseño.

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

Trayectoria de tanque a	Líneas		
	Líquido (mm)	Retorno Líquido (mm)	Vapor (mm)
Toma de recepción	51	---	51 y 32
Toma de suministro	51	51	51 y 32
Toma de carburación	51 y 25	32	51 y 19
Múltiple de llenado	51	51	---

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pudiera existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de seguridad para alivio de presión hidrostática, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm² y son de 13 mm (½") de diámetro.

Además, la tubería cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

Muelle de llenado

El muelle de llenado se localiza por el lado Sur de los tanques de almacenamiento y a una distancia de 6.14m del más cercano. Está construido en su totalidad con materiales incombustibles; su techo será de lámina metálica soportado por columnas de fierro estructural; su piso está relleno de tierra con terminación de concreto, contando este en sus bordes con protecciones de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo. Además, cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

Sus dimensiones serán las siguientes:	
Largo total	10.69 m
Ancho	5.50 m
Altura del piso	1.15 m
Altura del techo	2.81 m
Superficie	58.79 m ²

Sistema de Vaciado de Gas L.P.

La Planta de distribución de Gas L.P. contará con un sistema para la extracción de Gas LP, de los recipientes transportables.

Tomas de recepción y suministro

La planta contará con dos tomas para recepción de Gas L.P., dos tomas para suministro de Gas L.P. a los autos tanques y una toma para suministro de Gas L.P. para Carburación de autoconsumo.

Tomas de recepción

La toma de recepción está localizada por el lado poniente de la zona de almacenamiento y está ubicada sobre piso de concreto.

Para descargar los semirremolques se cuenta con una toma de recepción, la cual cuenta con un indicador de flujo del tipo no retroceso ubicado a menos de 3 metros del anclado de las tuberías.

Para conducir Gas-Líquido se tienen bocas terminales de 51 mm de diámetro conectadas a una tubería del mismo diámetro. La toma cuenta con válvula de exceso de flujo, así como también válvulas a control remoto mecánicas en cada boca y en varios puntos de la instalación se cuenta con válvulas de acción manual.

Se cuenta en la tubería de líquido con válvulas de relevo hidrostático, un indicador de flujo unidireccional, dos mangueras para Gas L.P. y en cada punta de estas mangueras, una válvula de globo.

Tomas de suministro

La toma de suministro (para el llenado de auto-tanques) está localizada por el lado Norte de la zona de almacenamiento, dentro de la zona de almacenamiento, dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento. El marco de fierro de la toma está protegido con murete de concreto armado de 0.20 x 1.00 x 1.10 m de alto.

La toma cuenta en su boca terminal con válvula de cierre manual, válvula de emergencia de control automático, válvula de exceso de flujo, un tramo de manguera especial para Gas L.P. y un acoplador de llenado, siendo estos accesorios con un diámetro igual al de la tubería que los contiene. Además, las tomas con válvulas de seguridad para alivio de presión hidrostática de 13 mm (1/2 ") de diámetro. Se tiene un punto de fractura y en la punta de esta una válvula de globo.

Toma de carburación de autoconsumo

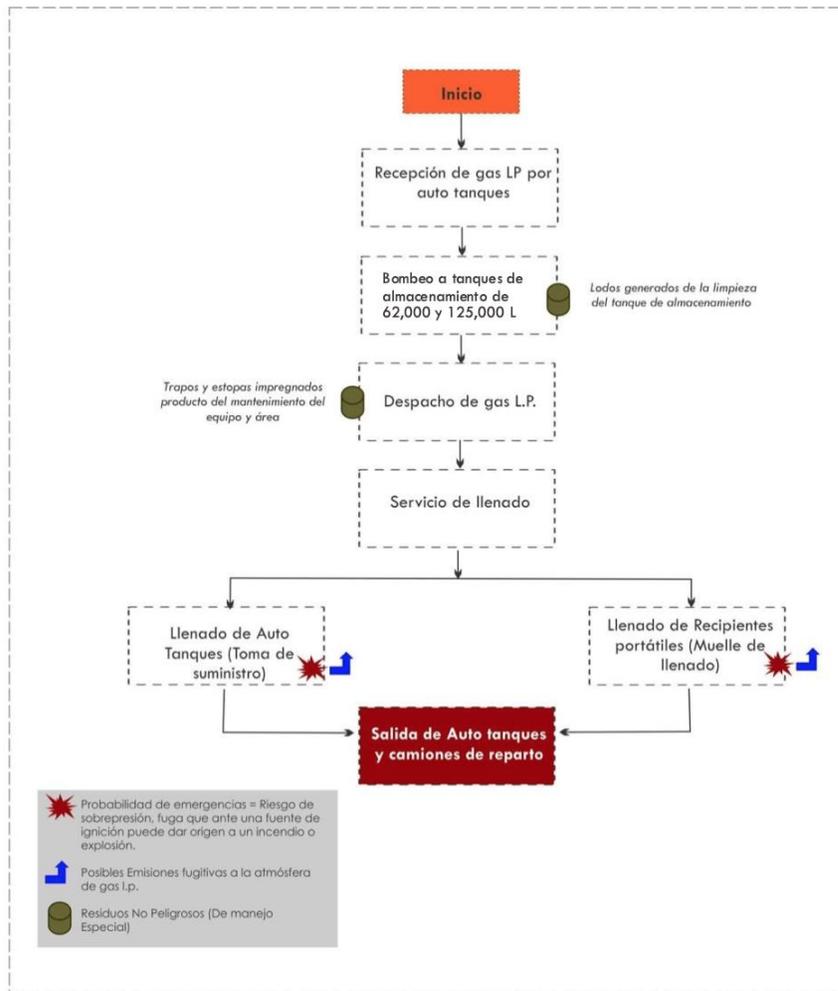
La toma de carburación (autoconsumo) está localizada dentro de la zona de almacenamiento, dentro de la zona de protección de los tanques.

Esta toma con medidor de líquido, válvula de globo, punto de separación (Pull away), manguera para Gas L.P. y en la punta de esta manguera, una válvula de cierre rápido con seguro. El medidor es Actaris de entrada de 1", para una medición mayor a 25 lts/min.

1.2.3.2. Procesos

Como se citó en el Capítulo II de la MIA y en el punto 1.2 del presente ERA, así como en las figuras ER05, ER06 y ER07, y dada la naturaleza del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”**, el proceso es a realizarse es de manera línea y únicamente corresponde al suministro y comercialización de Gas L.P. EL proceso general para la operación de la planta de distribución se expresa en el diagrama siguiente:

Figura ER 10 Diagrama General del proceso.



1.2.3.4. Diseño Mecánico de la Planta

- I. Queda justificado en la memoria técnica que la capacidad total de almacenamiento es de 187,000 litros de agua, misma que se tiene en dos recipientes especiales para contener Gas L.P. tipo intemperie cilíndricos-horizontales.
- II. Capacidad de llenado o gasto en función de la probable operación. Se ha determinado que la capacidad de las bombas debe satisfacer el llenado máximo y que el flujo no exceda de 30 LPM por recipiente transportable, por lo que un recipiente de 30 kg o 56,60 litros se llena en 1.88 minutos aproximadamente. En este caso se cuenta con un múltiple de llenado de 51 mm (2"), con 7 llenaderas, por lo tanto, se requiere un flujo de 210 LPM (47,55 GPM) al 100%. Las bombas seleccionadas para satisfacer esta demanda tienen una capacidad nominal de 490 LPM (130 GPM) cada una.
Para efectos de cálculo, analizaremos el sistema de bombeo más crítico.
- III. Cálculo del flujo en la tubería de alimentación y de descarga del sistema de bombeo, así como retorno de líquido.

La mecánica de flujo dentro de un sistema conteniendo un fluido encerrado, donde existen diferentes alturas y presiones en sus puntos extremos, se resuelve mediante balance de energía mecánica de flujo como sigue:

$$X_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{U_1^2}{2g} + W = X_2 + \frac{P_2}{\rho} + \frac{U_2^2}{2g} + F + F_c$$

Donde:

$X_2 - X_1 = \delta X$ = Altura piezométrica en el sistema.

$P_2 - P_1 = \delta P$ = Presión diferencial dentro del sistema.

U_1 y U_2 = Velocidades en los puntos extremos del sistema.

g = Aceleración de la fuerza de gravedad = 9,81 m/seg.²

W = Trabajo mecánico dentro del sistema o carga que tiene que vencer la bomba.

ρ = Peso específico del gas-líquido = 530 kg/m³
(70% Propano - 30% Butano).

F = Pérdidas por fricción o resistencia al flujo en las tuberías.

F_c = Pérdidas por contracción.

En este caso:
 $U_1 = U_2$ y $F_c = 0$

Por lo tanto:
 $W = \delta X + \frac{\delta P}{\rho} + F$

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema.

El valor de F se ha determinado experimentalmente sumando las longitudes equivalentes de los accesorios instalados en la tubería más la longitud de la tubería misma, también experimentalmente se ha calculado para cada diámetro de tubería misma, y para un gasto volumétrico, el valor de la resistencia al flujo de Gas L.P. por unidad de longitud.

El cálculo se hará de los tanques a la bomba y de esta a la llenadera más alejada.

Cálculo de F_{a1} en la alimentación de la bomba
(Accesorios de 51 mm de diámetro)

-Una válvula de exceso de flujo de 51 mm de diámetro	173.00 ft
-Dos válvulas de globo de 51 mm de diámetro	112.00 ft

-Un codo de 90° de 51 mm de diámetro	5.00 ft
-Una tee de flujo directo de 51 mm de diámetro	3.50 ft
-Una válvula de retención de columpio de 51 mm de diámetro	19.00 ft
-Un filtro de paso de 51 mm de diámetro	60.00 ft
-Longitud de tubería: 13.50 m x 3.28	44.28 ft

Longitud Total Equivalente: 416.78 ft

La resistencia al flujo en pies de columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería, para el gasto volumétrico de 490 LPM (130 GPM) en tubería de 76 mm (3") de diámetro es:

0.036 ft. col. líquido/ft. de tubería.

$F(a) = 416.78 \times 0.036 = 15.00$ ft. col. líquido.

Resistencia al flujo de la bomba F(b):

Para 130 GPM (490 LPM) la resistencia al flujo de la bomba es de 1.30 ft. col. de líquido.

Cálculo de F(d) en la descarga de la bomba:

(De la bomba 1 al múltiple llenado)
(accesorios de 51 mm de diámetro)

-Tres tees de flujo indirecto de 51 mm de diámetro	36.00 ft
-Seis tees de flujo directo de 51 mm de diámetro	21.00 ft
-Dos válvulas de globo de 51 mm de diámetro	112.00 ft
-Dos codos de 45° de 51 mm de diámetro	5.00 ft
-Longitud de la tubería: 7.90 m x 3.28	25.91 ft

Longitud Total Equivalente (Le): 416.78 ft

Por lo que las pérdidas por la fricción a la descarga de la bomba son:

$F(a) = 199.91 \times 0.036 = 7.20$ ft col. líquido.

Cálculo de F(m) en el múltiple de llenado:

La velocidad de llenado de un recipiente portátil está suspendida a la válvula de servicio del mismo, en la cual consideramos un gasto de 30 LPM.

Flujo por salida = 30 LPM = 7.93 GPM

-Una válvula de globo de 13 mm de diámetro	1.00 psi
-Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro	1.00 psi
-Una punta pool de 13 x 6.4 mm de diámetro	1.20 psi
-1.25 m de manguera de 13 mm de diámetro de	0.60 psi
-Una válvula de llenado del recipiente portátil de 19 mm de diámetro	3.00 psi
-Una reducción de 76 a 13 mm de diámetro	0.20 psi

7.00 psi

1 psi = 5 x 7 x 4 ft col. líquido.

$F(m) = 140,000$ ft col líquido.

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema:

$$F = F(a) + F(b) + F(d) + F(m)$$

$$F = 15,00 + 1,30 + 7,20 + 140,00 = 163,50 \text{ ft col. líquido.}$$
$$= 49,85 \text{ m col. líquido.}$$

Carga de altura:

$$\delta X = X_2 - X_1 = 1,80 - 1,86 = 0,06 \text{ m col. líquido.}$$

Carga de Presión:

La presión diferencial en el sistema de bombeo para el llenado de recipientes transportables se considera de 5 kg/cm², valor promedio observando durante un ciclo normal de trabajo

$$\frac{\delta P}{\rho} = \frac{5 \text{ kg/cm}^2 \times 10\,000}{530 \text{ kg/m}^3} = 94,34 \text{ m col. líquido.}$$

Trabajo mecánico dentro del sistema o carga que tiene que vencer la bomba:

$$W = \delta X + \frac{\delta P}{\rho} + F$$

Sustituyendo:

$$W = 0,06 + 94,34 + 49,85$$
$$W = 144,25 \text{ m col. líquido.}$$

$$\text{Potencia} = \frac{W \times Q \times \rho}{76 \times E}$$

Donde:

W = Trabajo mecánico dentro del sistema = 144,25 m col. líquido.

Q = Gasto o caudal = 246 / (60 x 1 000) = 0,0041 m³/seg

ρ = Peso específico del gas-líquido = 530 kg/m³

76 = Factor de conversión

E = Eficiencia de la bomba = 80%

Sustituyendo:

$$\text{Potencia} = \frac{144,25 \times 0,0041 \times 530}{76 \times 0,80} = 5,15 \text{ HP}$$

La potencia del motor de la bomba para el llenado de recipientes transportables será de 7.5 HP.

IV. Carga de auto-tanques con bomba

Para cargar de auto-tanques se cuenta con una toma y una bomba, la bomba tiene una capacidad será 490 LPM (130 GPM). Un auto-tanque de 12,500 litros al 85% de su capacidad, se llena en 21 minutos aproximadamente.

V. Justificación técnica de la potencia del compresor

Características del compresor:

Características del compresor:

Marca:	Blackmer
Modelo:	LB 361
Motor eléctrico:	15 HP
RPM:	830
Capacidad nominal:	757 LPM (200 GPM)
Tubería de gas-líquido:	76 mm (3") ϕ
Tubería de gas-vapor:	51 mm (2") ϕ

Para un flujo de gas LP en estado líquido por tubería de 76 mm (3") de diámetro, se recomienda que este tenga un rango de velocidad de 67 265 cm³/seg, (dato tomado del "Hándbol Butane-Propane Gases") para reducir al mínimo las pérdidas por fricción en las tuberías. Por lo tanto, para una transferencia de gas líquido de 1268 LPM (335 GPM) seleccionada, tenemos:

$$Q = V \times A \quad \text{De aquí: } V = Q / A$$

Donde:

Q = Caudal en cm³/seg.

V = Velocidad media en cm/seg.

A = Área transversal de la tubería = 82.19 cm²

V = 1268 x (1000 / 60) / 82.19 = 257.12 cm/seg.

Por lo que estamos dentro de los límites recomendados.

Condiciones de operación iniciales (1) y finales (2):

(Según condiciones promedio observadas por el tipo de mezcla de Gas L.P. Suministrado por PEMEX)

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 7 \text{ kg/cm}^2 & = 100 \text{ psi} + 14,7 &= 114,7 \text{ psia} \\
 T_1 &= 17,5^\circ\text{C} & &= 63,5^\circ\text{F} \\
 P_2 &= 11 \text{ kg/cm}^2 & = 156 \text{ psi} + 14,7 &= 170,7 \text{ psia} \\
 T_2 &= 33,3^\circ\text{C} & &= 92^\circ\text{F}
 \end{aligned}$$

-Relación de compresión (r):

$$r = P_2/P_1 = 170,7 / 114,7 = 1,49$$

-Exponente de compresión (k):

$$k = C_p/C_v = 1,15 \text{ para el Propano}$$

-Eficiencia volumétrica (VE):

VE = 90% (dato tomado de gráficas del fabricante)

-Desplazamiento mínimo del pistón (PD):

Para transferir un flujo de 1268 LPM (335 GPM) de gas-líquido, se requiere un desplazamiento de gas-vapor de:

$$\begin{aligned}
 PD &= (\text{GPM}/7.48) \times r \times VE \\
 PD &= (335/7.48) \times 1.49 \times 0.90 = 60.05 \text{ CFM} = 102.11 \text{ m}^3/\text{hr}.
 \end{aligned}$$

-Velocidad máxima de operación (RPM):

$$\text{RPM} = \frac{PD}{PD/100 \text{ rpm}} = \frac{102,11 \text{ CFM} \times 100}{7,7 \text{ CFM}} = 1326,10$$

$$\text{RPM} = 7.7 \text{ CFM.}$$

-Potencia requerida (HP):

$$\begin{aligned}
 \text{HP} &= (\text{BHP}/10 \text{ CFM}) \times PD \times 1.10 \\
 &= 2.65/10 \text{ CFM} \times 60.05 \text{ CFM} \times 1.10 \\
 &= 17.50 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

De Gráficas Brake Horsepower (BHP) del fabricante se obtiene un valor de BHP = 2.65 con k = 1.15, r = 1.49 y P1 = 115 psia.

La potencia del motor con que cuenta el compresor es de 15 HP el cual puede operar hasta 755 RPM obteniendo un desplazamiento de 105.7 m3/hr (62.2 CFM) y capacidad de 1344 (355 GPM).

1.2.4. Pruebas de verificación

Las pruebas de verificación a realizarse para el proyecto ***“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”***, corresponden a lo dispuesto en el punto 4.2.2.5.5. de la NOM-001-SESH-2014, Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, emitida por la SENER; La revisión de la hermeticidad se realizará de la siguiente forma: previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, se realizará pruebas ultrasónicas en las soldaduras de las tuberías, tal y como es manifestado en el proyecto mecánico adjunto al presente estudio; asimismo, se realizará una revisión de hermeticidad del sistema de tuberías para el trasiego de Gas L.P., verificando a su vez, el sistema de paro de emergencia accionado neumáticamente; se llevará a cabo la detección de fugas mediante el uso de manómetro; el valor de la presión manométrica para la revisión de la hermeticidad debe ser como mínimo de 0.49 MPa (5 kgf/cm²) y como máximo de 0.98 MPa (10 kgf/cm²); para la prueba, el manómetro no debe ser para un rango mayor a 2.06 MPa (21 kgf/cm²) ni amortiguado. El tiempo de duración de la revisión de hermeticidad debe ser como mínimo de 30 min. La hermeticidad del sistema de tuberías se dará por aceptada, cuando, durante el tiempo de revisión no se registra disminución del valor de la presión ni se detecta fuga. La revisión de hermeticidad se debe llevar a cabo en presencia de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la norma antes citada. Como evidencia de esto, se contará con los informes escrito de los resultados de cada revisión realizada.

Para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto ***“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”***, atendiendo a los lineamientos de diseño y operación de las plantas de almacenamiento y suministro de Gas LP, a continuación se listan las siguientes actividades generales de revisión interna y correspondientes pruebas de verificación que se instrumentará durante el mantenimiento preventivo y que forman parte de la etapa de mantenimiento:

1. Sistema de detección y control de fugas y grietas de los tanques: Frecuencia: Mensual.
2. Pruebas no destructivas (hidrostáticas o ultrasonido) a los tanques: Frecuencia: 5 y 10 años
3. Revisión y limpieza interior de los tanques y retiro de remanente: Frecuencia: Bianaual.
4. Pruebas no destructivas (ultrasonido) a las tuberías: Frecuencia: 5 años
5. Revisión de equipamiento, tuberías y accesorios: Frecuencia: Semestral.
6. Revisión de sistema de alarmas y simulacro maniobras. Frecuencia: Mensual.
7. Revisión de extintores: Frecuencia de recarga: Anual.

El proyecto mecánico adjunto en el presente documento, especifica las siguientes verificaciones a realizar:

<u><i>Evaluación del recipiente de almacenamiento</i></u>	Previo a la puesta en operación del recipiente, se realizará una inspección visual para detectar posibles daños en el mismo. En el caso de que se detecten daños se procederá a su evaluación y reparación, en su caso.
<u><i>Prueba e inspección de soldaduras en tuberías</i></u>	Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, se probarán las tuberías soldadas: <ol style="list-style-type: none"> a) Las soldaduras en las tuberías deberán ser inspeccionadas mediante radiografiado ultrasonido con haz angular, antes de la prueba de hermeticidad. b) El personal que aplique la soldadura debe estar certificado conforme a un método específico, siendo necesario señalar dicho método. Es válido utilizar el método mencionado en el inciso i) del Apéndice. c) Todas las soldaduras inaceptables deben ser reparadas y efectuarse su inspección nuevamente. d) Por cada soldadura inaceptable se revisarán dos más para ese soldador. e) Deberá contarse con el informe por escrito del resultado. f) Es válido que las soldaduras sean inspeccionadas de acuerdo con el inciso b) del Apéndice.
<u><i>Tuberías sobre NPT o en trinchera</i></u>	Se inspeccionará y se interpretará el 25% de las soldaduras en las tuberías con diámetro nominal mayor que 5.08 cm (2"). El porcentaje anterior se dividirá por cada soldador.

<p><u>Revisión de hermeticidad</u></p>	<p>Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, se deberá contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Informe por escrito del resultado radiográfico o ultrasónico de las pruebas en las soldaduras de las tuberías. b) Informe aprobatorio de la revisión de hermeticidad del sistema de tuberías para el trasiego de Gas L.P. a) e) Informe por escrito del resultado de la revisión de la hermeticidad, del sistema neumático de los actuadores del paro de emergencia. <p>El fluido para la presurización deberá ser un gas inerte. La detección de fugas se realizará mediante aplicación de solución jabonosa. El tiempo de duración de la revisión de hermeticidad será de 40 minutos. El valor de la presión manométrica para la revisión de la hermeticidad tendrá un valor de 5 kg/cm².</p> <p>El manómetro que se utilizará para la prueba tendrá un rango de 21 kgf/cm². La hermeticidad del sistema de tuberías se aceptará si durante el tiempo de revisión no se registra disminución del valor de la presión ni se detecta fuga. La revisión de hermeticidad se llevará a cabo en presencia de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la presente Norma Oficial Mexicana. Se contará con el informe por escrito del resultado de la revisión.</p>
--	--

Otras actividades a realizar para las pruebas de verificación son:

Tanque de almacenamiento

- Verificación de las condiciones de funcionamiento de los instrumentos de medición como son:
 - Manómetros.
 - Termómetros.
 - Medidores de flujo.
 - Indicadores de nivel.
 - Válvulas de exceso de flujo para gas- vapor.
 - Válvulas de exceso de flujo para gas- líquido.
 - Válvulas de máximo llenado.
 - Válvulas de seguridad.
- Esta verificación debe llevarse a cabo en forma mensual y se deben checar que dichos indicadores marquen correctamente su medición, que no se encuentren golpeados, o sucios para apreciar fácilmente la medición.
- Verificar la ausencia visible de fugas en los accesorios de medición, control y seguridad de los tanques.
- Medición: Indicador de nivel, manómetros y termómetros.
- Control: Válvulas de globo de control manual.
- Seguridad: Válvulas de exceso de flujo, válvulas de no retroceso y válvulas de relevo de presión.
- Las válvulas de relevo de presión deben de contar con los tubos de desfogue y protegidos con capuchones.

Equipos de bombeo

- La ausencia de fugas visibles en el cuerpo de la bomba y en la interconexión con la tubería.
- El buen estado de los insertos de hule en los coples de unión de la bomba y el motor y en su caso la tensión de las bandas.
- Chequeo del buen funcionamiento de la válvula Bypass y de su fecha de fabricación.
- Checar la eficiencia de la bomba, tomando en cuenta que no disminuya el tiempo de llenado normal de un cilindro de 30 kilogramos. Tiempo estimado de 1.5 a 2 minutos.

Compresores

- Verificar la ausencia de fugas visibles de gas o aceite en el compresor.
- Checar la eficiencia de descarga del compresor, tomando en cuenta el tiempo normal de descarga del transporte y de la recuperación de vapores.
- Cuidar que no exista presencia de gas líquido en el compresor comúnmente conocido como “engasamiento”.
- Verificar los niveles correctos de aceite en el compresor y el buen estado de tensión de las bandas.

Tomas de recepción y suministro

- Inspeccionar el estado físico de las mangueras y acopladores, así como su fecha de instalación (se deben cambiar cada 3 años).
- Inspeccionar que la conexión a tierra esté en buen estado y que se coloque en los vehículos durante la operación, así como las trancas de las ruedas.
- Checar el buen funcionamiento de las válvulas de acción remota y que no existan fugas en la línea de aire que las alimenta.
- Verificar que los instrumentos de medición funcionen correctamente y dar limpieza periódicamente.

Andén de llenado

- Verificar en cada llenadera lo siguiente:
 - Que la punta pol no esté deformada y que cuente con su o'ring.
 - Que los manerales de las puntas pol no tengan la rosca desgastada.
 - Que la válvula de cierre rápido funcione correctamente y conserve su maneral fijo en posición de apertura.
 - Que las mangueras no presenten resequedad, agrietamiento, raspaduras ni deformaciones.
 - Verificar el buen estado de las básculas y los automáticos de llenado, en cuanto a su funcionamiento y calibración.
 - Mantener en buenas condiciones los bordes de madera del andén y la conexión a tierra de las básculas.

Tuberías y conexiones

- Verificar la ausencia de fugas en tubería conexiones y accesorios.
- Verificar que las válvulas de relevo de presión instaladas en la tubería cuenten con sus capuchones de protección.
- Checar que todas las válvulas de cierre manual cuenten con sus manerales completos.

Instalación eléctrica

- Revisar que no existan en la Planta focos fundidos, cables visibles, fallas en motores eléctricos.
- Todos los tableros de control y registros de la Planta deben de contar con sus tapas.
- No deben existir objetos extraños en el tablero de control, ni que impidan el acceso al mismo.

Extintores y equipos contra incendio

- Revisión periódica de los equipos de aspersión, que no existan espreas tapadas ni faltantes.
- Revisión del buen estado de los gabinetes y mangueras de los hidrantes.
- Revisión del buen funcionamiento del equipo de bombeo eléctrico, válvulas y conexiones del mismo.
- Verificar que el motor de combustión interna funcione correctamente y que siempre se mantenga con carga y conectada su batería.

Vehículos de reparto

- Reportar las unidades en mal estado mecánico para reparación mayor o menor de su carga.
- Verificar que las unidades cuenten con el equipo y los elementos de seguridad de acuerdo a la Norma.
 - a) Extintor con carga vigente de 2 o 4 kilogramos.
 - b) Cinta estática.
 - c) Botiquín de primeros auxilios.
 - d) Martillo de goma y estacas de madera.
 - e) Capuchones protectores de los bornes de la batería.
- Verificar la ausencia visible de fugas en todo

Vehículos auto tanques

- Verificar las buenas condiciones de operación de los equipos de medición de los tanques, tales como medidor rotatorio de nivel, manómetro y termómetro.
- Verificar que no existan fugas visibles en todo el sistema, incluyendo:
 - a) Accesorios de los tanques, válvula interna y válvulas de cierre rápido.
 - b) Bomba y bypass, manguera de retorno de líquido.
 - c) Medidor de flujo y registro.
 - d) Carrete, codo giratorio y manguera de servicio.
- Mantener el gabinete libre de objetos extraños e inflamables, así como el buen funcionamiento de la puerta del mismo.
- Revisar el buen estado de todos los accesorios y mangueras del auto-tanque y verificar su vigencia.
- Revisar que cuenten con el equipo necesario de seguridad, tal como:
 - a) Extintor con carga vigente de 9 kilogramos.
 - b) Cinta estática.
 - c) Calzas para neumáticos.

- d) Botiquín de primeros auxilios.
- e) Banderolas y señalamientos.
- Verificar la ausencia de fugas visibles en el equipo de carburación y checar la vigencia de los tanques.

Es compromiso del Promoviente del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”**, hacer hincapié en el cuidado que debe tener el consumidor de sus instalaciones, desde las tuberías hasta los equipos de consumo, para que funcionen correctamente y así eliminar los posibles riesgos de un siniestro.

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las condiciones generales para la operación del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”**, se detallan en las memorias descriptivas de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio, que se encuentran en la sección de anexos, donde se establecen equipos principales, balances de masas, precisiones de diseño, operación, flujos; en los planos siguientes, adjuntos al presente:

Clave	Descripción del plano
1	Proyecto Civil. Vista en planta del arreglo general.
2	Proyecto Civil
3	Planométrico
4	Proyecto Mecánico
5	Sistema Contra incendio (Isométrico)
6	Eléctrico. Diagrama Unifilar, Cuadro de cargas, Sistema de Tierras.

Balance de materia.

En este tipo de servicio que consiste en la comercialización de Gas L.P. el balance de materia está definido de acuerdo al consumo de combustible que se tenga el cual variará de acuerdo a la demanda de éste.

Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

Por la naturaleza del proyecto, durante la operación de la Planta de Almacenamiento no se presentarán condiciones extremas de operación, ya que no hay ningún proceso de transformación por tratarse exclusivamente de almacenamiento y despacho de Gas L.P.

- Temperatura. La temperatura de operación será la que prevalezca en el medio ambiente, y de acuerdo a los datos climáticos de la región, la temperatura mínima es alrededor de 4°C y la máxima de 27 °C.
- Presión. La operación de despacho y almacenamiento de combustible se realizará a la presión de entre 6 y 14 Kg/cm². Cabe mencionar que todo el sistema está diseñado para que por ningún motivo se opere a presiones superiores a los 14 Kg/cm².
- Volumen. Como se mencionó anteriormente el volumen máximo de llenado de los tanques será del 85% de su capacidad de almacenamiento, ya que así lo establece los manuales de operación y seguridad editados por el proveedor del equipo y por la Secretaría de Energía.

Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

La materia utilizada está en estado líquido y gaseoso al ser Gas L.P.

1.3.1. Especificación del cuarto de control

Los principales elementos a establecerse en el cuarto de Control son los siguientes:

<p><u>Tablero de Control Principal (Eléctrico)</u></p>	<p>Se tendrá colocado un tablero principal en la parte de acceso del terreno de la planta en su lindero Sur, a 5 metros de la acometida. Este tablero está formado por interruptores, arrancadores y tablero "A", contenidos en gabinetes NEMA 1 y contendrá los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none">- 6 combinaciones de interruptor 2 x 15 A, para alumbrado tomas de recepción, suministro y carburación.- 4 combinaciones de interruptor de 2 x 15 A, para alumbrado perimetral.- 1 combinación de interruptor de 2 x 125 A, a tensión plena, para la bomba de 30 HP de sistema contra incendio.- 1 combinación de interruptor de 3 x 100 A, a tensión plena, para compresor de gas, de 15 HP.- 1 combinación de interruptor de 3 x 50 A, a tensión plena, para bomba de gas de 7.5 HP de suministro.- 1 combinación de interruptor de 3 x 50 A, a tensión plena, para bomba de gas de 7.5 HP de llenaderas.- 1 combinación de interruptor de 1 x 15 A, para alumbrado de jardinera exterior.- 1 combinación de interruptor de 1 x 15 A, para alarma sonora.- 1 combinación de interruptor de 1 x 30 A, para contactos de 1000W en cuarto de control eléctrico. <p>Todos los equipos eléctricos utilizados en el sistema contra incendio son los aprobados para ello y no son utilizados para otro fin.</p>
<p><u>Control de motores.</u></p>	<p>La derivación de alimentación hacia los motores partirá directamente desde los arrancadores colocados en el tablero principal. Los circuitos realizarán su trayecto por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.</p> <p>Los motores estarán instalados en área considerada como peligrosa y, por lo tanto, serán a prueba de explosión.</p> <p>Los motores se controlan por estación de botones a prueba de explosión, ubicados según indica el plano. Los conductores de esta botonera, serán llevados hasta el arrancador contenido en el tablero general, utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado de la zona de almacenamiento.</p>

Otros medios de control a instalarse en la planta de distribución, son:

<p><u>Control y Seguridad de los recipientes de almacenamiento</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Un indicador magnético para gas líquido, modelo magnetel. - Un termómetro marca Rochester con graduación de -50 a 50°C de 12.70 mm de diámetro - Un manómetro de marca Metrón con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.40 mm de diámetro - 2 válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165 de 6.40 mm de diámetro, localizadas una al 90% la otra al 85% del nivel del recipiente. - 2 válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 946,25 LPM (250 GPM) cada una. - 2 válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 583,77 LPM (122 GPM) cada una. - 2 válvulas de exceso de flujo para gas retorno de vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 583,77 LPM (122 GPM) cada una. - 3 válvulas de seguridad marca Rego Modelo A3149MG de 294,25 m³/min. - 3 tubos de descarga de acero cedula 30 de 70 mm (3") de diámetro de 2 metros de altura con su respectivo capuchón cada uno. - Conexión soldada al tanque para cable a "Tierra"
--	---

1.3.2. Sistemas de aislamiento

Los principales sistemas de aislamiento, manifestados en las memorias técnicas del proyecto Civil, Mecánico, Contra incendio y Eléctrico, son los siguientes:

<p><i>Sistema General de Conexiones a Tierra</i></p>	<p>El sistema de tierras tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además, el sistema de tierras cumple con el propósito de disponer de caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.</p>
<p><i>Tensiones de paso y de contacto</i></p>	<p>Para controlar las tensiones de paso y de contacto de la red de la planta, se implementó una malla de tierra conformada con conductor de cobre de temple suave, para mejorar la disipación de las corrientes en el conductor, este se cubrió con carbón mineral, bentonita sódica, compuesto regenerador de tierras GEM, y tierra de cultivo cernida y compactada con un radio de 10 cm alrededor del conducto.</p> <p>Los factores de diseño y los diagramas de reactancia pueden consultarse en el apartado de anexos, en el proyecto Eléctrico.</p>
<p><i>Protección de infraestructura</i></p>	<p>Respecto a la protección contra impacto vehicular, los siguientes elementos de la planta estarán protegidos contra impacto vehicular.</p> <p>Bases de sustentación y recipiente de almacenamiento.</p> <p>Compresores y bombas. Protección: Las bombas se localizan dentro de la misma zona de almacenamiento.</p> <p>El compresor se encontrará en la isleta de recepción que estará construida por medio de plataforma de concreto.</p>

	Los bordes de las áreas de carga y descarga de la plataforma estarán protegidos con materiales ahulados. La zona de revisión de recipientes transportables, estará protegida contra impacto vehicular, ya que la plataforma de concreto del muelle tiene 1.00 m de altura sobre el NPT.
<i>Sistema contra Incendio</i>	<p>En cuanto al sistema contra incendio, la Planta de Distribución de Gas L.P. contará con extintores portátiles y de carretilla, sistema de hidrantes para cubrir al 100% las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de vehículos propiedad de la empresa.</p> <p>Lista de componentes del sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Extintores manuales b) Extintor de carretilla c) Accesorios de protección d) Alarma e) Comunicaciones f) Manejo de agua a presión g) Entrenamiento personal <p>Descripción de los componentes del sistema.</p>
<i>Sistema de protección por medio de extintores.</i>	Se contará, con 1 extintor de CO ₂ para las instalaciones eléctricas, 19 extintores de PQS de 9 kg, y 1 extintor de 50 kg de PQS
<i>Colocación de extintores</i>	Se colocarán a una altura máxima de 1.5m y mínima de 1.2m, medida del piso a la parte más alta del extintor. Se sujetarán de tal forma que se puedan descolgar fácilmente para ser usados. En caso de colocarse a la intemperie, deben protegerse del sol y de la lluvia. Se rotularán los lugares en donde estén colocados.
<i>Equipo de protección personal para combate de incendio</i>	Se contará con un gabinete que contenga, como mínimo, el equipo de protección personal para dos personas. Cada equipo consistirá de: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de Nomex, Kevlar o materiales equivalentes. Cada gabinete se ubicará en lugar señalizado. Sistemas de seguridad.
<i>Sistema de alarma</i>	La alarma es del tipo sonora claramente audible en el interior de la planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica CA 27V.
<i>Sistema de paro de emergencia</i>	Los actuadores deberán ser accionables a control remoto y serán tipo neumático. No se utilizará Gas L.P., como fluido para operar el actuador neumático. En el sentido del flujo quedarán colocadas las válvulas de cierre de operación manual, la de emergencia y la de exceso de flujo. La ubicación del botón que acciona la válvula de paro de emergencia estará señalizada.
<i>Instalaciones eléctricas</i>	En cuanto a lo eléctrico, el tablero principal la carga de la planta está protegida con un interruptor termo magnético de 400 A, de ahí, va hasta el cuarto eléctrico donde se tiene la concentración de interruptores y arrancadores, tablero de alumbrado, contenidos en gabinetes Nema 1. Todos los motores que están instalados en el área considerada como peligrosa son a prueba de explosión.

	<p>El alumbrado general estará instalado sobre el perímetro del predio. Las unidades serán del tipo NEMA-1 de luz mixta de 250W, con altura de 7 m, los postes están protegidos con muretes de concreto de 1 m de altura.</p> <p>El alumbrado en la zona de almacenamiento, recepción y suministro estará instalado en las techumbres correspondientes y se utilizarán lámparas a prueba de explosión. Serán de luz mixta de 175W a 220V.</p> <p>El alumbrado en el andén de llenado estará instalado en las techumbres correspondientes, con luminarias a prueba de explosión tipo de luz mixta a 220V, 175W.</p>
--	--

Los cálculos de presiones, distancia de ramales y gasto de agua requerida, así como las memorias de cálculos consúltese en el apartado de Anexos, en el proyecto del Sistema Contra Incendio y lo correspondiente a los diagramas de distribución del proyecto eléctrico.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

Los precedentes de percances industriales en la industria química se han visto incrementados en la medida del crecimiento de propia industria y su mercado, situación que ha llevado a accidentes tales como el escape de isocianato de metilo de Bhopal India en 1984, la explosión de Ortuella España con gas propano en 1980, la de San Juanico en la ciudad de México en 1984 o la fuga de dioxina en Seveso Italia en 1976, son una muestra de las posibles consecuencias de un descontrol del proceso, una falla de diseño o cualquier otro factor que influya en el suceso. En 1985, el Instituto Norteamericano de Ingenieros Químicos (AIChE), formó el Centro para la Seguridad en Procesos Químicos para promover la seguridad en procesos entre aquellos que manejan, utilizan, procesan y almacenan materiales peligrosos. Dicho centro reconoció que accidentes importantes no podían ser prevenidos sólo mediante soluciones orientadas a la tecnología, como resultado de ello se desarrollaron estudios como el *Guidelines for hazard evaluation procedures*, que introduce los enfoques principales para realizar una evaluación inicial de peligros en el proceso y el *Guidelines for the technical management of chemical process safety*, que presenta los aspectos administrativos de la seguridad en los procesos químicos. Los principales accidentes que han ocurrido con sustancias químicas a nivel mundial son:

Tabla ER 2. Ejemplo de grandes accidentes químicos, 1974 - 2006

Año	Lugar	Tipo de incidente	responsable	mortales	Heridos	Evacuados
1974	Flixborough, Reino Unido	Fábrica de productos químicos (explosión)	Ciclohexano	28	104	3000
1976	Seveso, Italia	Fábrica de productos químicos (explosión)	Dioxina		193	226 000
1979	Novosibirsk, Federación de Rusia	Fábrica de productos químicos (explosión)	No caracterizada	300		
1981	Madrid, España	Contaminación de alimentos (aceite)	No caracterizada	430	20 000	220 000
1982	Tacoa, Venezuela (República Bolivariana de)	Depósito (explosión)	Combustible	153	20 000	40 000
1984	San Juanico, México	Depósito (explosión)	Gas licuado de petróleo (LPG)	452	4248	200 000
1984	Bhopal, India	Fábrica de productos químicos (fuga)	Metilisocianato	2800	50 000	200 000
1992	Kwangju, República Popular Democrática de Corea	Almacén de gas (explosión)	LPG		163	20 000
1993	Bangkok, Tailandia	Fábrica de juguetes (incendio)	Plásticos	240	547	
1993	Remeios, Colombia	Vertido	Petróleo	430		
1996	Haití	Medicamento envenenado	Dietilenglicol	> 60		
1998	Yaoundé, Camerún	Accidente de transporte	Productos de petróleo	220	130	
2000	Kinshasa, República Democrática del Congo	Depósito de municiones (explosión)	Municiones	109	216	
2000	Enschede, Países Bajos	Fábrica (explosión)	Productos pirotécnicos	20	950	
2001	Toulouse, Francia	Fábrica (explosión)	Nitrato de amonio	30	> 2500	
2002	Lagos, Nigeria	Depósito de municiones (explosión)	Municiones	1000		
2003	Gaoqiao, China	Pozo de gas (escape)	Sulfuro de hidrógeno	240	9000	64 000
2005	Huaian, China	Camión (escape)	Cloro	27	300	10 000
2005	Graniteville, Estados Unidos de América	Tren cisterna (escape)	Cloro	9	250	5400
2006	Abidján, Côte d'Ivoire	Residuos tóxicos	Sulfuro de hidrógeno, mercaptanos, hidróxido sódico	10	> 100 000 ^a	

^a Número de consultas, que puede diferir del número de personas que enfermaron directamente como consecuencia.

Fuente: (22). Datos de 2000 en adelante extraídos de Major Hazard Incident Data Service (MHIDAS), Health and Safety Executive, Londres, Reino Unido, exceptuando los referentes a Gaoqiao y Abidján, que proceden de la OMS.

En términos del sector de hidrocarburos, los riesgos de una empresa están en función a la naturaleza de los materiales (combustibles), y de las variables presentes en el proceso u operación, tales como: temperatura, flujo, presión, volumen, etc. con lo que se determinan las causas posibles, consecuencias, gravedad de los riesgos y posibles reacciones del sistema de operación, por lo que el equipamiento e instalaciones de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L. P., han sido diseñados aplicando tecnologías de punta y considerando la normatividad Nacional y los códigos internacionales de seguridad y construcción para garantizar una operación sin riesgo.

En lo que respecta a incidentes relacionados con el Gas L.P, particularmente para el proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”**, por ser un proyecto nuevo, no se tienen antecedentes de incidentes y accidentes en las instalaciones, ya que son nuevas. Sin embargo, se han registrado algunos incidentes relevantes asociados al Gas L.P., algunos ejemplos de ellos son:

Tabla ER 3 Antecedentes de accidentes e incidentes relacionados con el manejo de gas LP a nivel Nacional

Fecha	Fuente	Clasificación	Ocurrió en	Descripción del evento
01/23/90	Universal	E	I	De Gas Butano en un depósito de la Fábrica "Anderson Clayton", en industrial Vallejo, CDMX
06/20/90	Universal	F/E	I	De Gas con dos explosiones en la ensambladora General Motors, en la Delegación Miguel Hidalgo, CDMX.
07/26/90	Universal	F	T	De gas butano en mangueras del barco petrolero "AHKATO", en el puerto de Topolobambo. Sinaloa.
09/12/90	Excelsior	F	I	De Gas Propano en la planta "Vela-Gas" en Orizaba, por sobrecarga en un tanque con 115,000 L de combustible. Veracruz.
10/08/90	Universal	E	I	En el Laboratorio de Zoología de la ENEP Iztacala, por acumulación de gases. Edo. de México.
10/13/90	Novedades	F/E	T	De Gas seguida de la explosión de una pipa de 8,300 Kg. de la empresa "MUNDIAL", al abastecer una tortillería. Guerrero.
10/16/90	Uno más Uno	F/E	T	De combustible de una pipa de la compañía UNIGAS por falla en la conexión de manguera al surtidor del producto CDMX.
11/07/90	Universal	E	I	De tres tanques de gas de 20 kg que se encontraban en mal estado, en el barrio de Petaquillo, Acapulco, Guerrero.
11/27/90	Universal	E/I	I	De dos cilindros que contenían Butano y Acetileno, en una bodega del Aeropuerto por falla eléctrica CDMX.
03/11/91	Uno más Uno, Universal	FEI	I	De gas en las plantas de Cloraos II en el complejo Pajaritos, al romperé una tubería, Veracruz.
04/11/91	Universal	F/I	I	De Gas licuado en la Refinería Lázaro Cárdenas, uno en la fraccionadora de Xilenos y otro en la de aromáticos.
07/23/91	Universal, uno más Uno	I	T	De una pipa de gas para uso doméstico, provocado por un corto circuito en el sistema del camión. Edo de México.

09/18/91	Universal, Uno más Uno	F	T	De gas en una pipa distribuida, por avería de una de las válvulas, San Ángel In CDMX.
04/29/92	Universal	F	I	De altas concentraciones de Gas, en las redes de distribución de una Gasera Local en el centro de Saltillo, Coahuila.
05/14/92	Excélsior, Universal	F/E	I	De un tanque de 1,000 Kg de gas y el estallido de otros dos estacionarios, en la embotelladora Jarritos, Puebla.
05/19/92	Protección Civil	D	T	De Gas Butano en la empresa Tubos y Conexiones y Distribuidoras de Cilindros en Tizayuca, Hidalgo.
05/27/92	Jornada	F	I	De Gas Natural de las válvulas de caseta de suministro y medición de PEMEX en Parque industrial Puebla, Puebla.
06/23/92	Universal, Uno más Uno.	F	T	De Gas al volcarse una pipa de Gasomático que transportaba 12,500 L, por exceso de velocidad CDMX.
06/23/92	Excélsior	F	T	De 9,000 L de Gas Butano al volcarse un carro Tanque en la carretera Monterrey-Ladero. Pro fallas mecánicas, nuevo León.
08/05/92	Jornada	F	I	De gas originada en el Gasoducto proveniente de la Refinería 18 de marzo, a la altura de Boulevard las Torres, Estado de México.

1.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Con base a los DTI's del proyecto ***“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”*** establecidos en los planos y memorias descriptivas de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra incendio, se consideró el uso de la metodología HazOp; esto a fin de identificar y jerarquizar los riesgos para el desarrollo del proyecto.

Análisis de Riesgo y Operabilidad (HazOp)

Para llevar a cabo este punto del estudio se ha considerado realizar el análisis hipotético de riesgo y operabilidad (HazOp), para el área de proceso, condiciones de operación y de construcción; todo ello considerando que el proyecto ***“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS S.A. de C.V.”***, se consideran los siguientes criterios:

- Frecuencia
- Nivel de Criticidad
- Prioridad

Mismos que se clasifican en función de las diferentes situaciones que pueden presentarse, tal y como a continuación se indica:

Tabla ER 4 Frecuencia de una situación de riesgo o peligro (clave F)

Letra	Descripción
A	Puede ocurrir más de una vez al año
B	Puede ocurrir entre 1 y 10 años
C	Puede ocurrir entre 10 y 100 años
D	Puede ocurrir entre 100 y 10,000 años
E	Puede ocurrir con una frecuencia mayor a 10,000 años

Tabla ER 5 Nivel Crítico de una situación de riesgo o peligro (clave C)

Numero	Situación	Descripción
I	Catastrófico	<ul style="list-style-type: none"> Muertes dentro o fuera del lugar. Daños ambientales irreversibles o reversibles a largo plazo. Pérdidas mayores al costo de la Planta.
II	Severo	<ul style="list-style-type: none"> Heridas Múltiples. Daños al ambiente reversibles a mediano plazo. Pérdidas menores al valor de la Planta.
III	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> Heridas simples. Daños al ambiente reversibles a corto plazo. Pérdidas iguales al costo de la sustancia en inventario.
IV	Ligero	<ul style="list-style-type: none"> Ninguna herida o heridas leves. Daños al ambiente mínimo o nulo. Pérdidas menores al costo del producto inventariado

Tabla ER 6 Priorización de una situación de riesgo o peligro (Clave R)

Grado de riesgo	Descripción	Acción sugerida
1	Inaceptable	Se debe llevar a cabo controles de ingeniería o administrativos, hasta hacerlo llegar a un rango de prioridad de por lo menos 3, dentro de un periodo específico de 6 meses.
2	Indeseable	Se debe mitigar con controles ingenieriles o administrativos, hasta hacerlo llegar a un rango de prioridad de por lo menos 3, dentro de un periodo de tiempo específico de 12 meses.
3	Aceptable con controles	Se debe verificar que los procedimientos o controles se encuentren en condiciones óptimas de operación.
4	Aceptable	Se requiere de capacitación del personal y mantenimiento constante del equipo.

La probabilidad de ocurrencia de un evento, se identifica al correlacionar la frecuencia (A, B, C, D y E) y el Nivel Crítico (I, II, III y IV), para posteriormente identificar por medio de la siguiente Matriz de Priorización (1, 2, 3 y 4), la jerarquía de cada evento.

	A	B	C	D	E
I	1	1	1	2	4
II	1	2	3	3	4
III	2	3	4	4	4
IV	4	4	4	4	4

El número tabulado, corresponde a la priorización de las diferentes situaciones de riesgo que pueden suscitarse, el cual es menor mientras mayor es dicho número. Por ello, se utilizarán las siguientes siglas:

TR: Toma de Recepción de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P.

TA: Tanques de Almacenamiento de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P.

TS: Toma de Suministro o Carga (Llenado de Auto-tanques).

MU: Muelle de Llenado (Llenado de cilindros portátiles).

TC: Toma de Carburación (autoconsumo)

Tabla ER 7 Análisis HazOp para Tomas de Recepción y de almacenamiento

N° de Falla	Palabra-guía Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
1	No interrupción flujo TR	Conexión o acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción.	Desconexión de la manguera de la toma de recepción y no se accionan las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	B	III	3
2	No inmovilización TR	No se colocaron las calzas. No se accionó el freno de la unidad. Sismo	Desplazamiento de la unidad. Desacoplamiento de las conexiones. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición	A	III	2
3	Distinto del requerido TR	Se instala un sistema de descarga del semirremolque superior a la capacidad de diseño (flujo) de las líneas de conducción. Se conectan las mangueras de trasiego erróneamente	Incremento de presión en líneas de conducción. Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	C	II	3
4	No flujo Aumento de presión TR	Válvula de paso de la toma de recepción cerrada estando en operación el compresor.	Sobrepresión en la línea de conducción (manguera). Desconexión de la manguera. Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Posible conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Irritación de piel y ojos. Atrapamiento de Gas L. P. en la línea.	B	III	3
5	Mayor presión TA	Se trasiega Gas L.P. en estado vapor.	Incremento de la presión en los tanques de almacenamiento. Accionamiento de la válvula de seguridad. Fuga de combustible. Formación de una nube inflamable. Conato de incendio y/o explosión en presencia de una fuente de ignición.	C	II	3
6	Incremento de presión TA	Sobrellenado del recipiente. Error humano. Falla y/o deterioro del medidor magnético.	Sobrepresión en los tanques. Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Deflagración o Explosión.	C	II	3

			Irritación de piel u ojos en las personas directamente expuestas o la muerte.			
7	Incremento temperatura TA de	Incendios en predios o áreas próximas a la Planta de Gas L.P.	Sobrepresión en los tanques de almacenamiento. Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P. Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.	C	II	3
8	Distinto de diseño TA	El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	Fisuras en el cuerpo de los tanques, con la consecuente fuga de energético. Si encuentra una fuente de ignición se puede producir un incendio y/o explosión.	C	I	1

Tabla ER 8 Análisis HazOp para Área de almacenamiento de gas LP (toma de suministro o llenado de auto-tanques)

N° de Falla	Palabra-guía Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
9	No interrupción de flujo TS	Conexión o acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción.	Desconexión de la manguera de la toma de suministro (carga). Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	A	IV	4
10	No inmovilización TS	No se colocaron las calzas. No se accionó el freno de la unidad. Sismo.	Desplazamiento de la unidad. Desacoplamiento de las anexas. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	A	III	2
11	Distinto del diseño TS	Se instala en la toma de suministro (carga) un sistema de bombeo superior a la capacidad de diseño (flujo) de las líneas de conducción. Se conectan las mangueras de trasiego erróneas.	Incremento de presión en líneas de conducción. Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	C	III	4
12	No flujo Aumento de presión TS	Válvula de paso de la toma de suministro o carga cerrada estando en operación la bomba de llenado del auto-tanque.	Sobrepresión en la línea de conducción (manguera). Desconexión de la manguera. Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Posible conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Irritación de piel y ojos. Atrapamiento de Gas L.P. en la línea.	B	III	3
13	Incremento de presión TS	Sobrellenado del auto-tanque. Falla y/o deterioro del medidor magnético. Error humano.	Sobrepresión en el auto-tanque. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio. Deflagración o Explosión. Irritación de piel u ojos en las personas directamente expuestas.	B	II	2
14	Incremento de temperatura TS	Incendios en predios o áreas próximas a la toma de suministro (carga).	Sobrepresión en el auto-tanque Fuga de Gas L.P. Incendio.	C	II	3

			Explosión			
15	Distinto del operador TS	Desconocimiento de la operación de trasiego.	Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	B	III	3
16	No prevención TS	Arranque del auto-tanque estado conectada la toma de suministro.	Deterioro de las líneas de conducción, válvulas o mangueras. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio.	B	III	3
17	No prevención TS	Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el trasiego sin haber concluido las conexiones.	Escape o fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	B	III	3
18	Menos mantenimiento TS	Falta de mantenimiento. Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.	Fugas en válvulas. Desperfectos en sello. Corrosión de la línea. Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios. Fuga de Gas L.P. Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.	C	III	4
19	No Conexión a tierra TS	Fallas del sistema de tierras. El operador no conecta la unidad al sistema de tierras.	Generación de energía estática. Probabilidad de incendio en caso de registrarse simultáneamente una fuga de Gas L.P.	A	III	2
20	No asegurar TS	Desgaste de los soportes. Manguera expuesta al tránsito vehicular.	Deterioro paulatino de las mangueras. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	B	IV	4

Tabla ER 9 Análisis HazOp par carga, llenado y descarga de cilindros portátiles (muelle de llenado)

N° de falla	Palabra-guía Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
21	No control MU	Falta de inspección del estado que guardan los tanques portátiles. Manejo de tanques en mal estado.	Presentan fugas. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión.	A	III	2
22	No Orden MU	Sismos	Caídas de cilindros que pueden provocar fugas de Gas L.P.....	B	IV	4
23	No Conexión a tierra MU	Deterioro del sistema de tierras de alguna de las llenaderas que constituye el muelle.	Generación de electricidad estática. Incendio en caso de presentarse simultáneamente una fuga de Gas L.P.	B	III	3
24	Incremento de la Temperatura MU	Incendios por factores externos	Sobrecalentamiento de los cilindros. Explosión. Fuga de Gas L.P. y formación de nubes explosivas. Incendio en caso de presentarse simultáneamente una fuga de Gas L.P.	C	III	4

25	No interrupción del flujo MU	Conexión o acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción a la válvula de servicio del cilindro.	Desconexión de la manguera de la toma de carga. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	B	IV	4
26	No prevención MU	Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el trasiego sin haber concluido las conexiones.	Escape o fuga de Gas L.P. Sobrellenado de los cilindros portátiles. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	A	III	2
27	Menos mantenimiento MU	Falta de mantenimiento. Negligencia en la Implementación de medidas preventivas y correctivas.	Fugas en pistolas de llenado y en válvulas. Desperfectos en sello. Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios. Fuga de Gas L.P. Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.	C	III	4

Tabla ER 10 Análisis HazOp para toma de carburación

N° de falla	Palabra-guía Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
28	No interrupción de flujo TC	Conexión o acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción.	Desconexión de la manguera de la toma de carburación. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	A	IV	4
29	Distinto del diseño TC	Se instala en la toma de carburación un sistema de bombeo superior a la capacidad de diseño (flujo) de las líneas de conducción. Se conectan las mangueras de carburación erróneas.	Incremento de presión en líneas de conducción. Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	C	III	4
30	Incremento de presión TC	Sobrellenado de los tanques de combustible. Falla y/o deterioro del medidor magnético. Error humano.	Sobrepresión en los tanques de combustible. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio. Irritación de piel u ojos en las personas directamente expuestas.	B	II	2
31	Distinto del operador TC	Desconocimiento de la operación de llenado de tanque.	Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	B	III	3
32	No prevención TC	Arranque del auto-tanque estado conectada la toma de carburación.	Deterioro de las líneas de conducción, válvulas o mangueras. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio.	B	III	3
33	No prevención TC	Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia la carga sin haber concluido las conexiones.	Escape o fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	B	III	3
34	Menos mantenimiento TC	Falta de mantenimiento. Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.	Fugas en válvulas. Desperfectos en sello. Corrosión de la línea. Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios. Fuga de Gas L.P.	C	III	4

			Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.			
35	No Conexión a tierra TC	Fallas del sistema de tierras. El operador no conecta la unidad al sistema de tierras.	Generación de energía estática. Probabilidad de incendio en caso de registrarse simultáneamente una fuga de Gas L.P.	A	III	2

Con la finalidad de jerarquizar los riesgos latentes en las diferentes áreas de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P., a continuación, se presentan los resultados del análisis HazOp en forma tabulada para facilitar su interpretación, considerando los resultados de la Matriz de Priorización.

Tabla ER 11 Resultados del análisis HazOp

N° de falla	Área de riesgo	Desviación Palabra guía	Frecuencia	Priorización
1	Toma de recepción	No interrupción de flujo	B	3
2	Toma de recepción	No inmovilización	A	2
3	Toma de recepción	Distinto del requerido	C	3
4	Toma de recepción	No flujo (aumento de presión)	B	3
5	Tanques de almacenamiento	Incremento de presión	C	3
6	Tanques de almacenamiento	Incremento de presión	C	3
7	Tanques de almacenamiento	Incremento de temperatura	C	3
8	Tanques de almacenamiento	Distinto de diseño	C	1
9	Toma de suministro o carga	No interrupción de flujo	A	4
10	Toma de suministro o carga	No inmovilización	A	2
11	Toma de suministro o carga	Distinto de diseño	C	4
12	Toma de suministro o carga	No flujo aumento de presión	B	3
13	Toma de suministro o carga	Incremento de presión	B	2
14	Toma de suministro o carga	Mayor presión	C	3
15	Toma de suministro o carga	Distinto del operador	B	3
16	Toma de suministro o carga	No prevención	B	3
17	Toma de suministro o carga	Menos mantenimiento	C	4
18	Toma de suministro o carga	No conexión a tierra	A	2
19	Toma de suministro o carga	No asegurar	B	4
20	Muelle de llenado	No control	A	2

21	Muelle de llenado	No orden	B	4
22	Muelle de llenado	No conexión a tierra	B	3
23	Muelle de llenado	Incremento de temperatura.	C	4
24	Muelle de llenado	No interrupción de flujo	B	4
25	Muelle de llenado	No prevención	A	2
26	Muelle de llenado	Menos mantenimiento	C	4
27	Toma de carburación	No interrupción de flujo	A	4
28	Toma de carburación	Distinto del diseño	C	4
29	Toma de carburación	Incremento de presión	B	4
30	Toma de carburación	Distinto del operador	B	2
31	Toma de carburación	No prevención	B	3
32	Toma de carburación	No prevención	B	3
33	Toma de carburación	No prevención	C	3
34	Toma de carburación	Menos mantenimiento	A	4
35	Toma de carburación	No Conexión a tierra	A	2

Tabla ER 12 Matriz de evaluación

Frecuencia	Prioridad				Total
	1	2	3	4	
A	0	6	0	3	9
B	0	2	8	4	14
C	1	0	6	5	12
D	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0
Total	1	8	14	12	35

Analizando la matriz de evaluación, se tiene que los riesgos de mayor significancia son los:

- Solo se cuenta con un riesgo inaceptable el cual ocurre con probabilidad de ocurrir esta entre 10 a 100 años y este es cuando los tanques son diferentes al del diseño y no cumple con las características requeridas para el funcionamiento produciendo fisura en los tanques y fuga de Gas L.P.
- Se identificaron 8 riesgos que son indeseables y 6 de ellos corresponden a errores humanos controlables y corregibles, 2 de ellos que además son menos frecuentes involucran falta de mantenimiento y capacitación del personal.
- Con mayor número de eventos identificados encontramos a los riesgos aceptables con controles con 14 posibles casos.

Para determinar los escenarios de riesgo se considerarán las consecuencias del riesgo intolerable y los indeseables, los cuales nos muestran los eventos catastróficos máximos probables que presentan a continuación:

Tabla ER 13 Probables escenarios

Área de riesgo	N° de falla	Causas posibles	Consecuencia	Escenario	N° de escenario	Tipo de escenario
Tanque de almacenamiento	8	El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	Fisuras en el cuerpo de los tanques, con la consecuente fuga de energético. Si encuentra una fuente de ignición se puede producir un incendio y/o explosión.	Fuga de Gas L.P por formación de un orificio en los tanques de almacenamiento por desgaste de su espesor y debido a un golpe que recibió por una mala maniobra del personal, se desarrolla un orificio de 1" de diámetro, la nube de Gas L.P. encuentra una fuente de ignición en una chispa en un teléfono móvil de un operador, provocando que se encienda y posteriormente se produzca una BLEVE. Los tanques de almacenamiento de 62,000 y 125,000 litros se encuentran con el 90% de su capacidad.	1	BLEVE
Toma de recepción	2	No se colocaron las calzas. No se accionó el freno de la unidad. Sismo	Desplazamiento de la unidad. Desacoplamiento de las conexiones. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición	Fuga de Gas L.P. ocasionada por el desacoplamiento del semirremolque por falta de colocar las calzas y freno, la manguera del semirremolque empieza a fugar el Gas L.P., el cual encuentra una fuente de ignición al desconectarse la tierra física provocado una chispa y un incendio, el tiempo de respuesta es de 5 min. El Semirremolque es de 55,000 litros y se encuentra al 60%, la manguera desconectada tiene un diámetro de 2 pulgadas	2	Incendio tipo dardo
Toma de suministro o carga	10	No se colocaron las calzas. No se accionó el freno de la unidad. Sismo.	Desplazamiento de la unidad. Desacoplamiento de las conexiones. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Fuga de gas LP ocasionada por el desacoplamiento del auto-tanque por falta de colocar las calzas y freno, la manguera de 1 pulgada del auto tanque empieza a fugar el Gas L.P., el tiempo de respuesta es de 5 min. El tanque de almacenamiento del AT es de 12,500 litros el cual se encuentra al 90%	3	Fuga de gas LP
	13	Sobrellenado del auto-tanque. Falla y/o deterioro del medidor magnético. Error humano.	Sobrepresión en el auto-tanque. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio. Deflagración o Explosión.	Se presenta un sobrellenado de un auto-tanque y el mal estado del tanque ocasiona una fisura de 1/2 pulgada ocasionando una fuga de gas LP, la nube de gas no encuentra fuente de ignición, el tiempo de respuesta es de 5 min. El tanque de almacenamiento del AT es de 12,500 litros el cual se encuentra al 90%	4	Incendio tipo dardo
	18	Fallas del sistema de tierras. El operador no conecta la unidad al sistema de tierras.	Generación de energía estática. Probabilidad de incendio en caso de registrarse simultáneamente una fuga de Gas L..P.	Se presenta un sobrellenado de un auto-tanque y el mal estado del tanque ocasiona una fisura de 1/2 pulgada ocasionando una fuga de Gas L.P., la nube de gas encuentra una chispa originada por la ropa sintética del personal de la unidad, el calor del fuego reblandece la pared del AT y este explota provocando una BLEVE. El tanque de almacenamiento del AT es de 12,500 litros el cual se encuentra al 90%	5	BLEVE
Muelle de llenado	20	Falta de inspección del estado que guardan los tanques portátiles.	Presentan fugas. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión.	Se presenta una fuga de Gas al momento de estar llenado un cilindro de 20 kg, el cual se llena con 35 litros. El cilindro se encuentra en mal estado, presentando una oxidación en la parte inferior que ocasiona un orificio de ½	6	Fuga de gas LP

		Manejo de tanques en mal estado.		<i>pulgada. La fuga es atendida y no llega a mayores.</i>		
	25	Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el trasiego sin haber concluido las conexiones.	Escape o fuga de Gas L.P. Sobrellenado de los cilindros portátiles. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	<i>Se presenta una fuga de Gas al momento de estar llenado un cilindro de 20 kg, el cual se llena con 35 litros. El cilindro se encuentra en mal estado, presentando una oxidación en la parte inferior que ocasiona un orificio de ½ pulgada, el gas encuentra una chisa en la ropa sintética de un comisionista y se inicia un incendio, el cual es controlado a los 5 min.</i>	7	<i>Incendio tipo dardo</i>
<i>Toma de carburación</i>	30	Sobrellenado del tanque de combustible. Falla y/o deterioro del medidor magnético. Error humano.	Sobrepresión en el tanque de combustible. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio. Irritación de piel u ojos en las personas directamente expuestas.	<i>Al momento de estar carburando un auto-tanque, el tanque de combustible presenta mal mantenimiento y por un golpe se produce una fisura de ½ pulgadas que provoca una fuga de Gas L.P, la nube de gas encuentra una chispa en unos cables que se encontraba haciendo falso contacto en el AT provocando un incendio, el cual fue controlado en a los 5 min. La capacidad del tanque de combustible es de 220 litros y se encuentra al 70%.</i>	8	<i>Incendio tipo dardo</i>
	35	Fallas del sistema de tierras. El operador no conecta la unidad al sistema de tierras.	Generación de energía estática. Probabilidad de incendio en caso de registrarse simultáneamente una fuga de Gas L.P.			

Tabla ER 14 Datos generales para la simulación de los escenarios

Descripción
a) Los tanques de Almacenamiento de Gas L.P. tiene una capacidad máxima de 125 y 62 m ³
b) Diámetro de los tanques: 2.45 y 3.38 metros
c) Longitud de los tanques: 14.00 y 15.35 metros
d) Los tanques está 90% lleno
e) Presión de operación 14.00 y 17.58 Kg/cm ²
f) Capacidad del cilindro de almacenamiento es de 35 lts
g) El cilindro se encuentra al 70%
h) Diámetro del cilindro es de 0.30 m
i) Longitud del cilindro es de 0.65 m
j) Presión de operación 14.00 Kg/cm ²
k) Temperatura de almacenamiento interno en todos los casos es de 23°C
l) Capacidad de almacenamiento del semirremolque es de 55,000 lts.
m) Diámetro del tanque del semirremolque es de 2.35 m
n) Longitud del tanque del semirremolque es de 13.00
o) Presión de operación 14.00 Kg/cm ²
p) El tanque del semirremolque se encuentra al 60% de su capacidad
q) Capacidad de almacenamiento del auto-tanque es de 12,500 lts.
r) Diámetro del tanque del AT es de 2.0 m
s) Longitud del tanque del AT es de 3.98
t) Presión de operación 14.00 Kg/cm ²
u) El tanque del AT se encuentra al 90%

- v) Capacidad del cilindro de almacenamiento es de 35 lts
- w) El cilindro se encuentra al 75%
- x) Diámetro del cilindro es de 0.30 m
- y) Longitud del cilindro es de 0.65 m
- z) Presión de operación 14.00 Kg/cm²

- aa) Capacidad del tanque de combustible es de 220 lts
 - bb) El tanque se encuentra al 70%
 - cc) Diámetro del tanque es de 0.51 m
 - dd) Longitud del tanque es de 1.20 m
- Presión de operación 14.00 Kg/cm²

() Constante de velocidad de escape. Para ver los cálculos, consúltese Memoria técnico – Descriptiva para Proyecto Mecánico adjunto al presente. Considerando un valor dentro del rango de Máxima Presión de Operación Permisible (MPOP) considerando en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011.*

CAPÍTULO II.

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la
Empresa
Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de
C.V., ubicado en Camino viejo a Acopinalco Km 2.500,
Apan de Hidalgo, C.P. 43900.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

2.1. Radios potenciales de afectación

Para el proyecto “*Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.*” y atendiendo los resultados del Check List el HazOp y a la jerarquización, se consideran ocho escenarios que se describieron anteriormente

Para la realización de la simulación de un evento catastrófico para los eventos se decidió utilizar el software **ALOHA®** versión 5.4.7; puede acceder, almacenar y evaluar información crítica para el desarrollo de planes de emergencia, ALOHA® solo simula sustancias químicas puras y considerando que aún no se tiene preciso el porcentaje de mezcla final por parte del proveedor, se consideró el Propano al identificarse como de mayor capacidad calorífica que la mezcla de Gas L.P. que pueda ser proporcionada por la refinería.

Los datos del sitio, químico y atmosférico, empleados en ALOHA®, son los siguientes:

Los valores para Intensidad media de radiación de la superficie de llama (kW/m²) empleados son para Zona de Alto Riesgo 5.0 kW/m² y para la Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m², como indica la guía para elaboración de estudios de riesgo de la ASEA; es importante precisar que en la Directriz Básica para la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico (CENAPRED) se establecen unos valores umbrales que deberán adoptarse para la delimitación de la Zona de Intervención y de Alerta que son respectivamente 5 kW/m² con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos y 3 kW/m² (sin indicación de tiempo máximo de exposición). El límite soportable por las personas es de 4 a 5 kW/m², debiendo tenerse en cuenta que la radiación recibida del sol en un día de verano es aproximadamente 1 kW/m². La representación de los resultados será mediante círculos concéntricos de irradiación al término de cada simulación.

A continuación, se desglosan cada uno de los escenarios que se plantearon para este estudio.

Escenario N.1

Tabla 15 Descripción de escenario N.1

Ítem	Escenario	Evento
1	Fuga de Gas L.P. por formación de un orificio en el tanque de almacenamiento por desgaste de su espesor y debido a un golpe que recibió por una mala maniobra del personal, se desarrolla un orificio de 1” de diámetro, la nube de Gas L.P. encuentra una fuente de ignición en una chispa en un teléfono móvil de un operador, provocando que se encienda y posteriormente se produzca una BLEVE. El tanque de almacenamiento de 125,000 litros se encuentra con el 90% de su capacidad.	BLEVE

Figura ER 11 Simulación de Escenario N.1

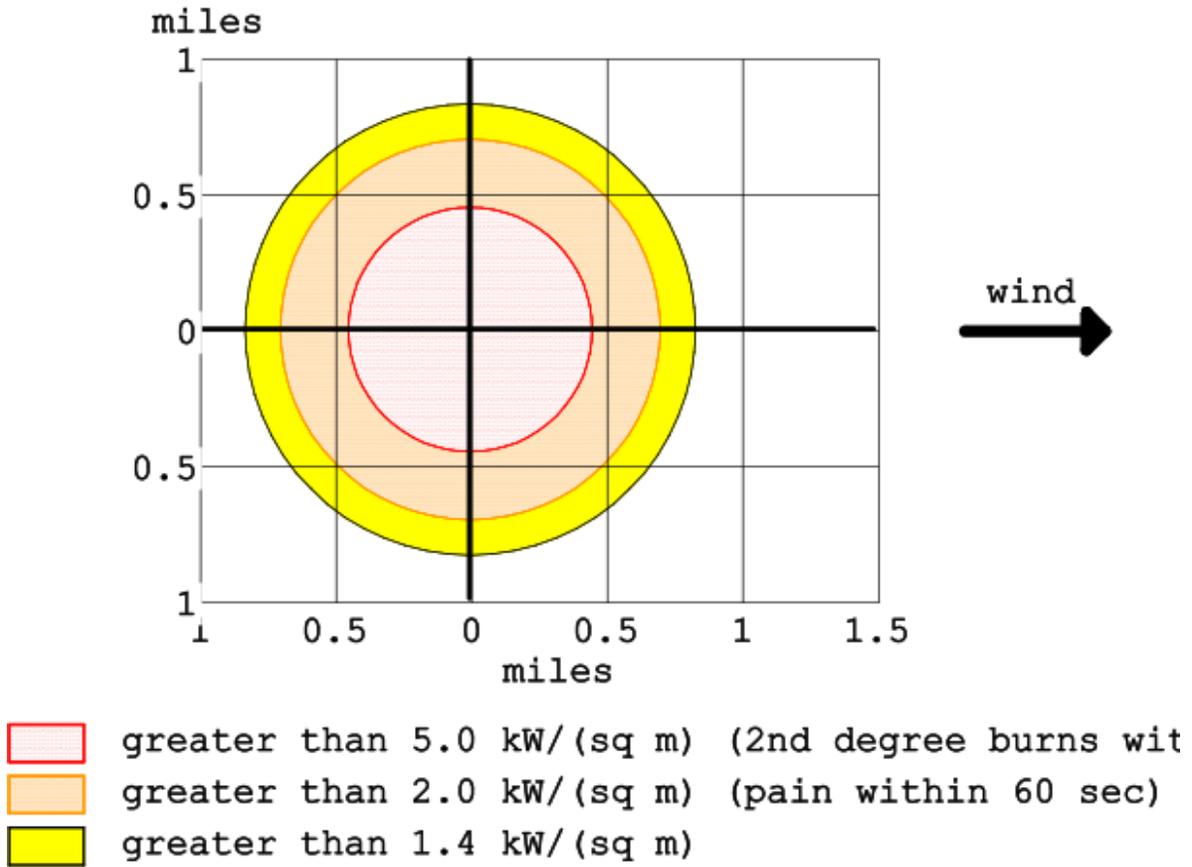
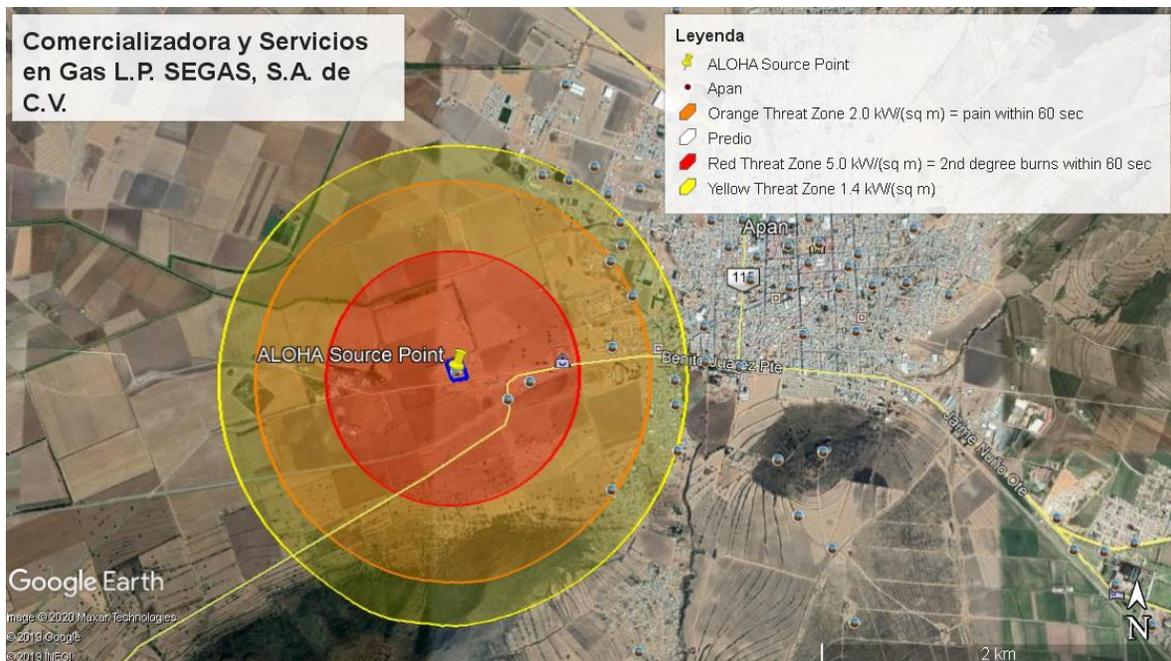


Figura ER 12 Simulación con vista satelital de Escenario N. 1



Escenario N. 2

Tabla ER 16 Descripción de escenario N.2

Ítem	Escenario	Evento
2	Fuga de gas LP ocasionada por el desacoplamiento del semirremolque por falta de colocar las calzas y freno, la manguera del semirremolque empieza a fugar el gas LP, el cual encuentra una fuente de ignición al desconectarse la tierra física provocado una chispa y un incendio, el tiempo de respuesta es de 5 min. El Semirremolque es de 55,000 litros y se encuentra al 60%, la manguera desconectada tiene un diámetro de 2 pulgadas	Dardo de fuego

Figura ER 14 Simulación de Escenario

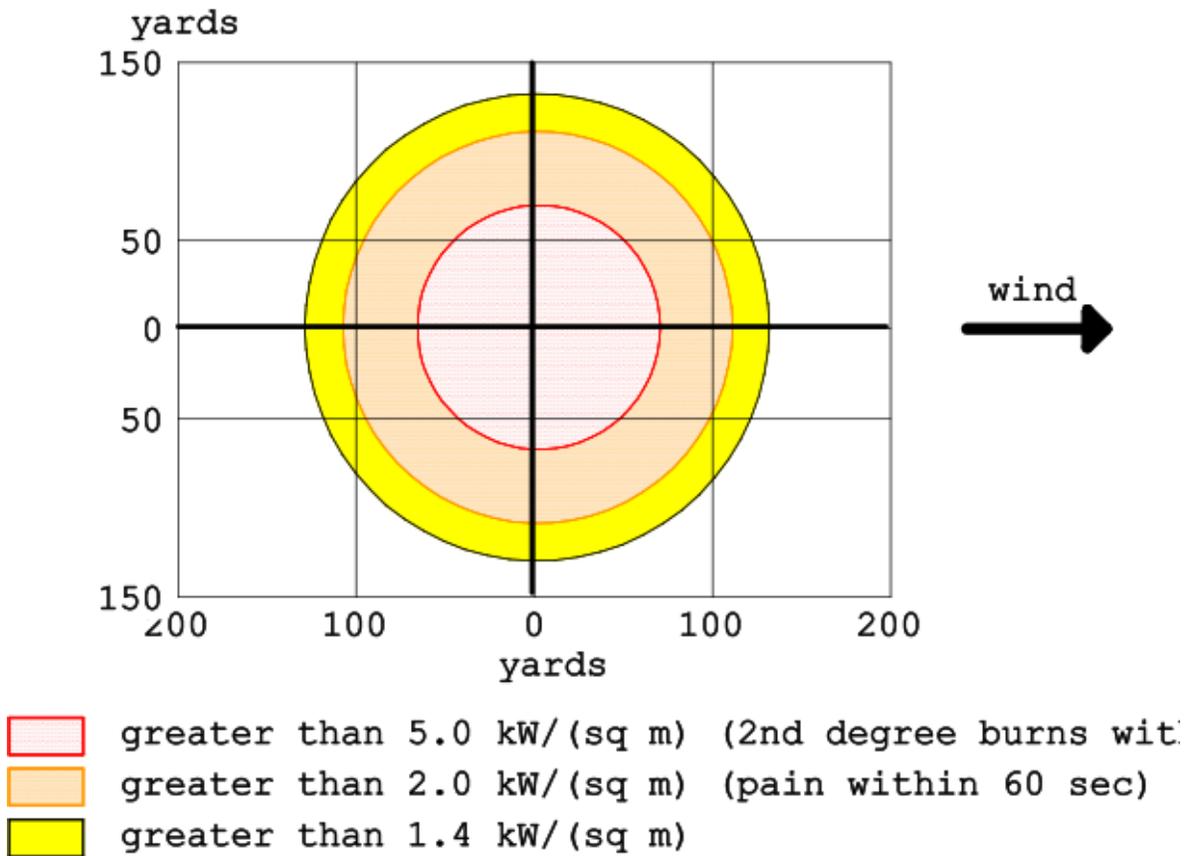
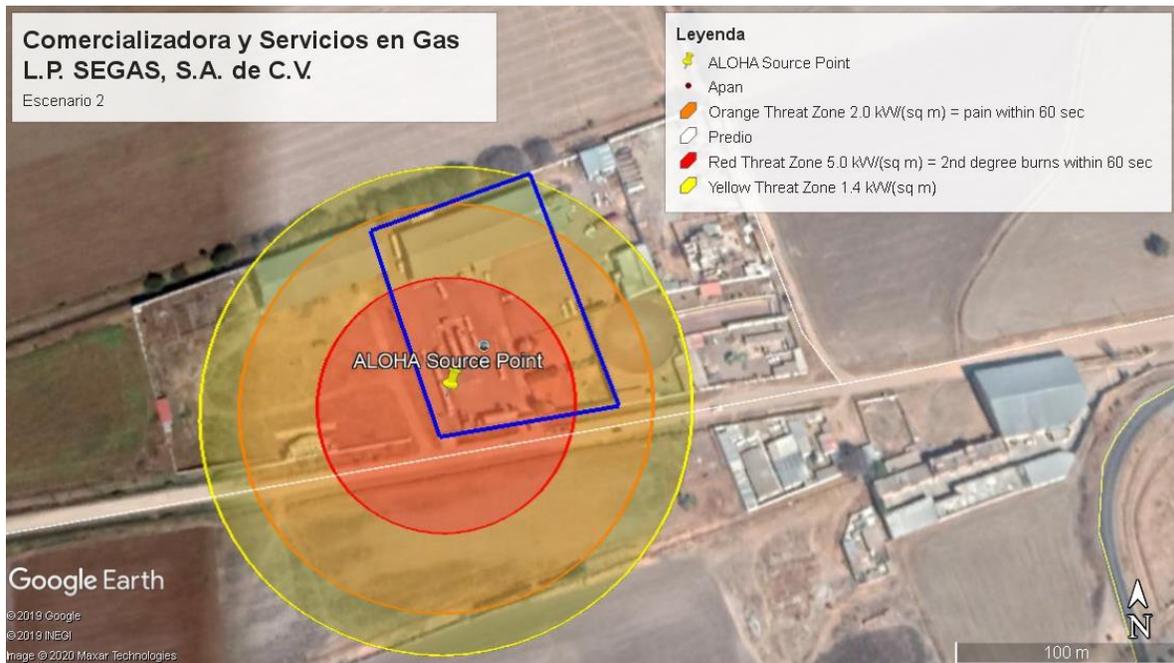


Figura ER 15 Simulación con vista satelital de Escenario N. 2



Text Summary

ALOHA® 5.4.7



SITE DATA:
Location: APAN, HIDALGO MEXICO, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.37 (sheltered single storied)
Time: February 11, 2020 1248 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -55.6° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 2.08 meters/second from N at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 23° C Stability Class: E
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 3.38 meters Tank Length: 15.35 meters
Tank Volume: 137,731 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 23° C
Chemical Mass in Tank: 61,528 kilograms
Tank is 90% full
Circular Opening Diameter: 2 inches
Opening is 2.03 meters from tank bottom
Max Flame Length: 33 yards
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Burn Rate: 4,700 pounds/min
Total Amount Burned: 128,055 pounds
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 72 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Orange: 112 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
Yellow: 133 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7



Time: February 11, 2020 1248 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 2.08 meters/second from N at 3 meters

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 72 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Orange: 112 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
Yellow: 133 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Escenario N. 3

Tabla ER 17 Descripción de escenario N.3

Escenario	Evento
Fuga de Gas L.P. ocasionada por el desacoplamiento del auto-tanque por falta de colocar las calzas y freno, la manguera de 1 pulgada del auto tanque empieza a fugar el Gas L.P., el tiempo de respuesta es de 5 min. El tanque de almacenamiento del AT es de 12,500 litros el cual se encuentra al 90%	Fuga de gas LP

Figura ER 17 Simulación de Escenario N.3

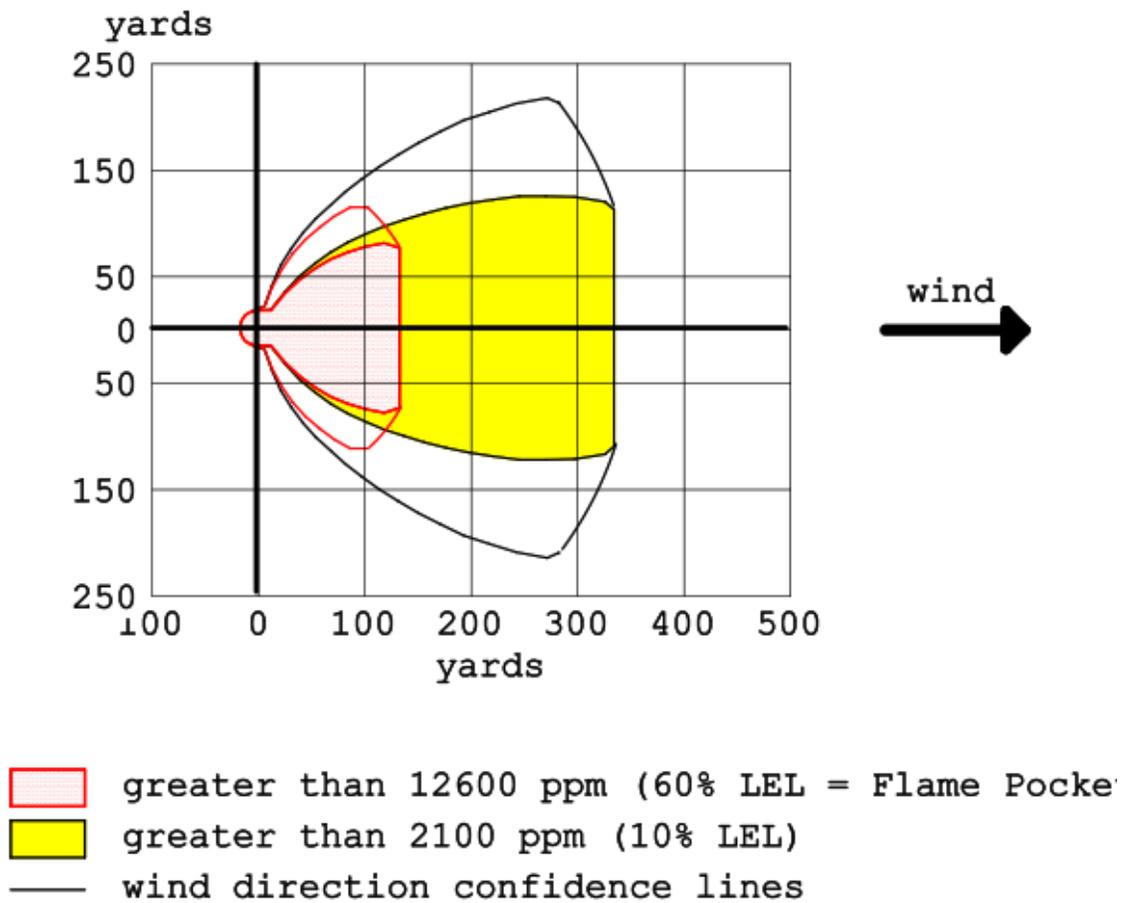
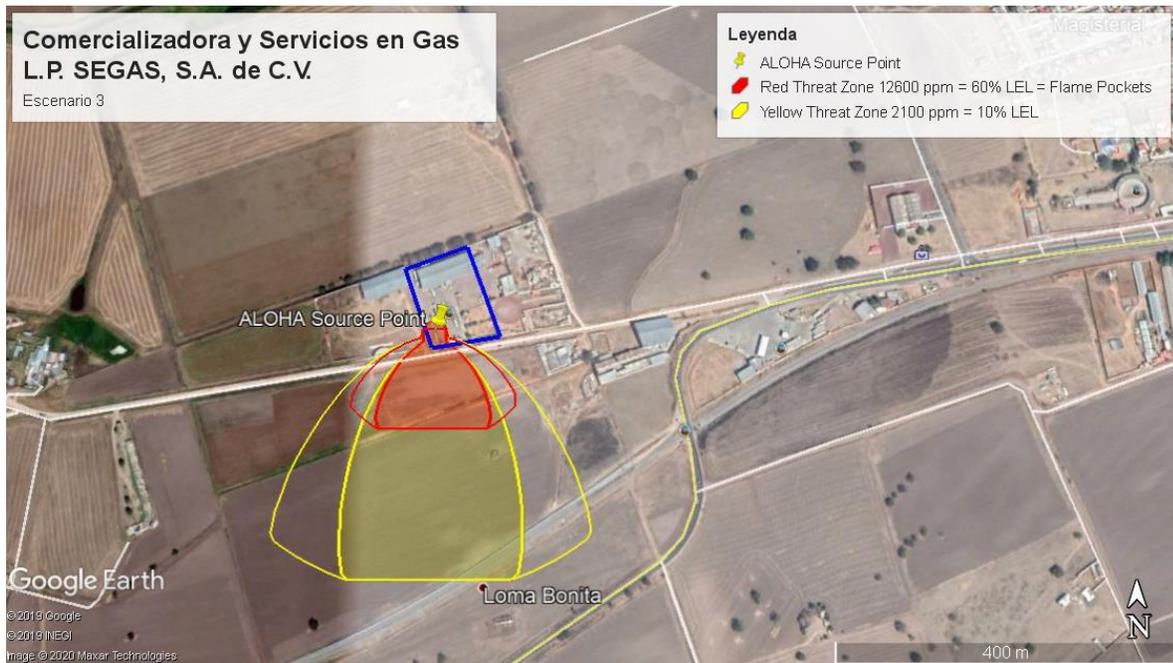


Figura ER 18 Simulación con vista satelital de Escenario N. 3



Escenario N. 4

Tabla ER 18 Simulación de Escenario N.4

Escenario	Evento
Se presenta un sobrellenado de un auto-tanque y el mal estado del tanque ocasiona una fisura de 1/2 pulgada ocasionando una fuga de Gas L.P., la nube de gas no encuentra fuente de ignición, el tiempo de respuesta es de 5 min. El tanque de almacenamiento del AT es de 12,500 litros el cual se encuentra al 90%	Dardo de fuego

Figura ER 20 Simulación de Escenario N.4

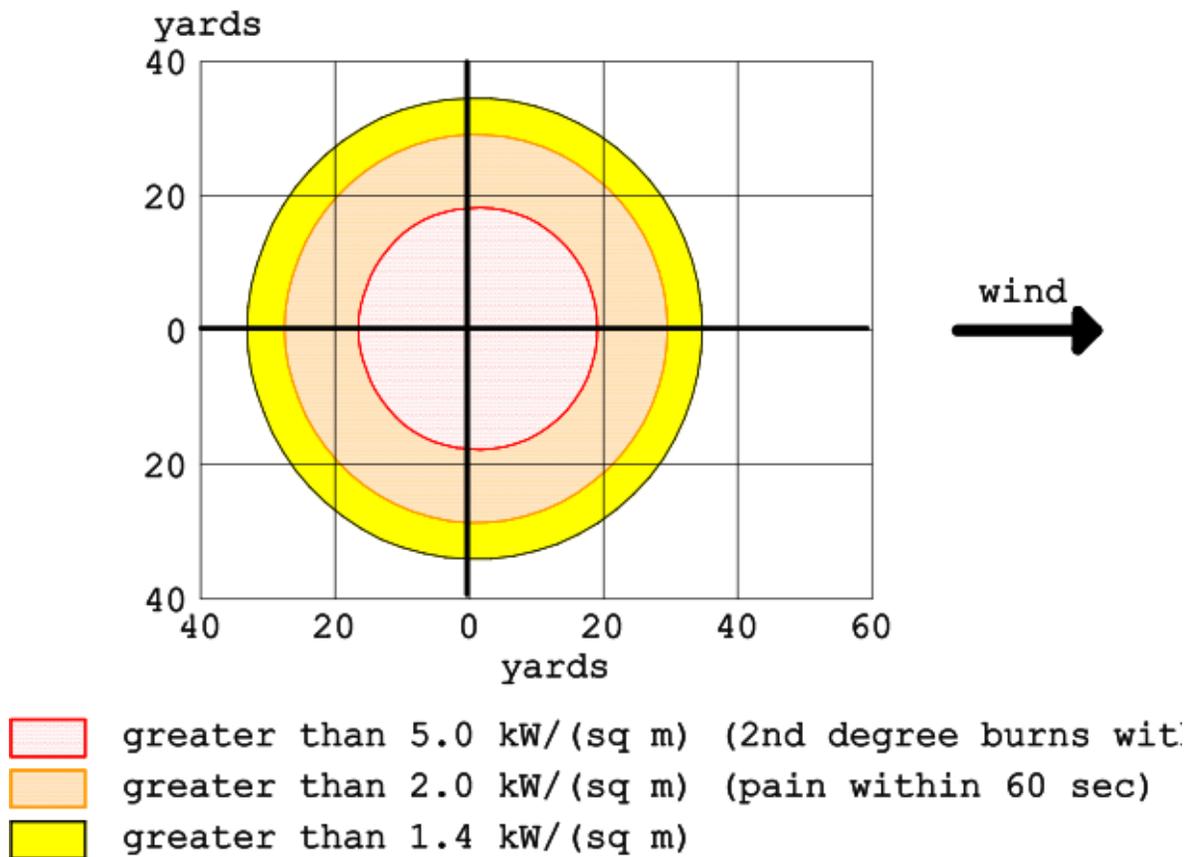
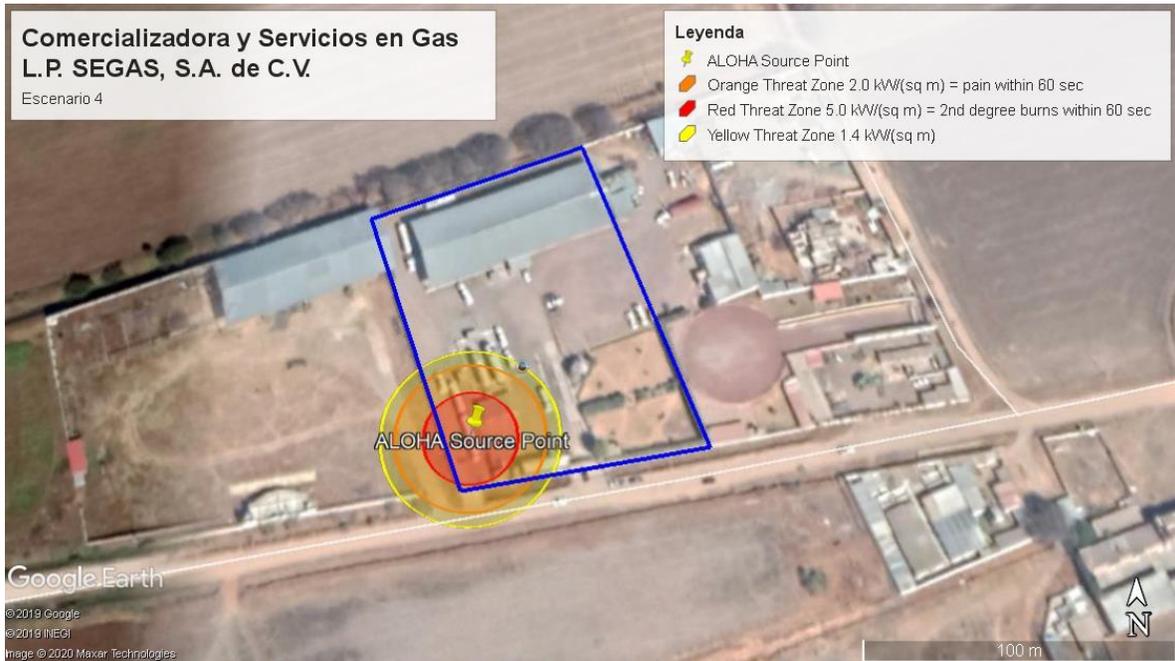


Figura ER 21 Simulación con vista satelital de Escenario N. 4



Text Summary

ALOHA® 5.4.7



SITE DATA:
 Location: APAN, HIDALGO MEXICO, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.37 (sheltered single storied)
 Time: February 11, 2020 1248 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: PROPANE
 CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min):
 33000 ppm
 IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
 Ambient Boiling Point: -55.6° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 2.08 meters/second from N at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 23° C Stability Class: E
 No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
 Leak from hole in horizontal cylindrical tank
 Flammable chemical is burning as it escapes from tank
 Tank Diameter: 2 meters Tank Length: 3.98 meters
 Tank Volume: 12,504 liters
 Tank contains liquid Internal Temperature: 23° C
 Chemical Mass in Tank: 5,586 kilograms
 Tank is 90% full
 Circular Opening Diameter: .5 inches
 Opening is 1.20 meters from tank bottom
 Max Flame Length: 8 yards
 Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
 Max Burn Rate: 293 pounds/min
 Total Amount Burned: 10,581 pounds
 Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 19 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Orange: 30 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
 Yellow: 35 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7



Time: February 11, 2020 1248 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 2.08 meters/second from N at 3 meters

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 19 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Orange: 30 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
 Yellow: 35 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Escenario N. 5

Tabla ER 19 Descripción de escenario N.5

Escenario	Evento
Se presenta un sobrellenado de un auto-tanque y el mal estado del tanque ocasiona una fisura de 1/2 pulgada ocasionando una fuga de Gas L.P., la nube de gas encuentra una chispa originada por la ropa sintética del personal de la unidad, el calor del fuego reblandece la pared del AT y este explota provocando una BLEVE. El tanque de almacenamiento del AT es de 12,500 litros el cual se encuentra al 90%	BLEVE

Figura ER 23 Simulación de Escenario N.5

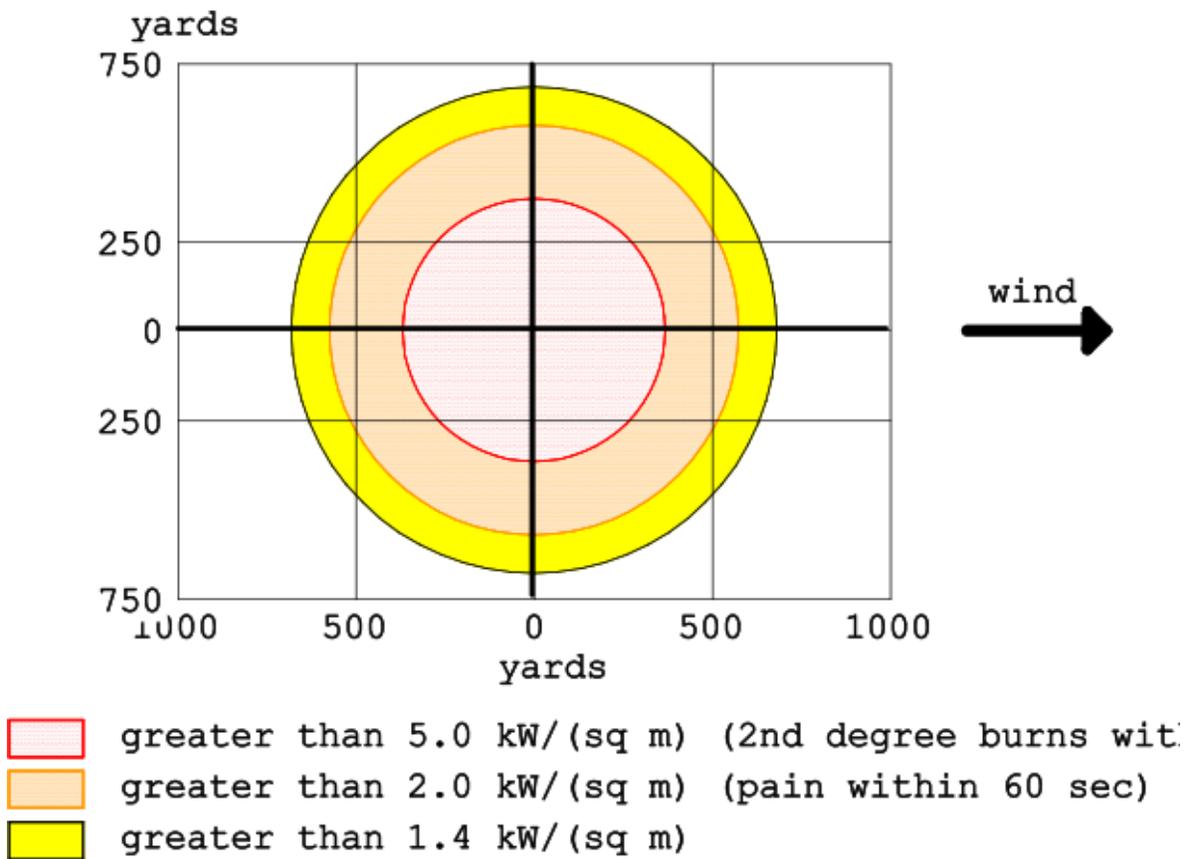
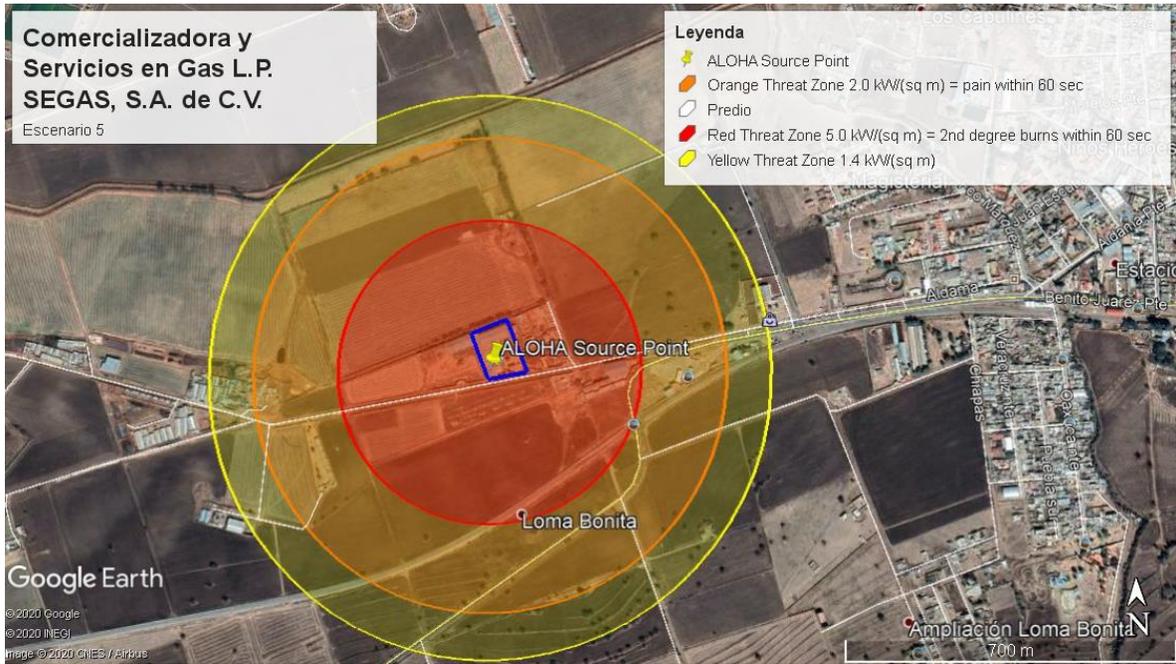


Figura ER 24 Simulación con vista satelital de Escenario N. 5



Text Summary

ALOHA® 5.4.7



SITE DATA:
 Location: APAN, HIDALGO MEXICO, MEXICO
 Building Air Exchanges Per Hour: 0.37 (sheltered single storied)
 Time: February 11, 2020 1248 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
 Chemical Name: PROPANE
 CAS Number: 74-98-6
 Molecular Weight: 44.10 g/mol
 AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
 IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
 Ambient Boiling Point: -55.6° F
 Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
 Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
 Wind: 2.08 meters/second from N at 3 meters
 Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
 Air Temperature: 23° C Stability Class: E
 No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
 BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
 Tank Diameter: 2 meters Tank Length: 3.98 meters
 Tank Volume: 12,504 liters
 Tank contains liquid
 Internal Storage Temperature: 23° C
 Chemical Mass in Tank: 5,586 kilograms
 Tank is 90% full
 Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
 Fireball Diameter: 113 yards Burn Duration: 8 seconds

THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 368 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Orange: 574 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
 Yellow: 681 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7



Time: February 11, 2020 1248 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 2.08 meters/second from N at 3 meters

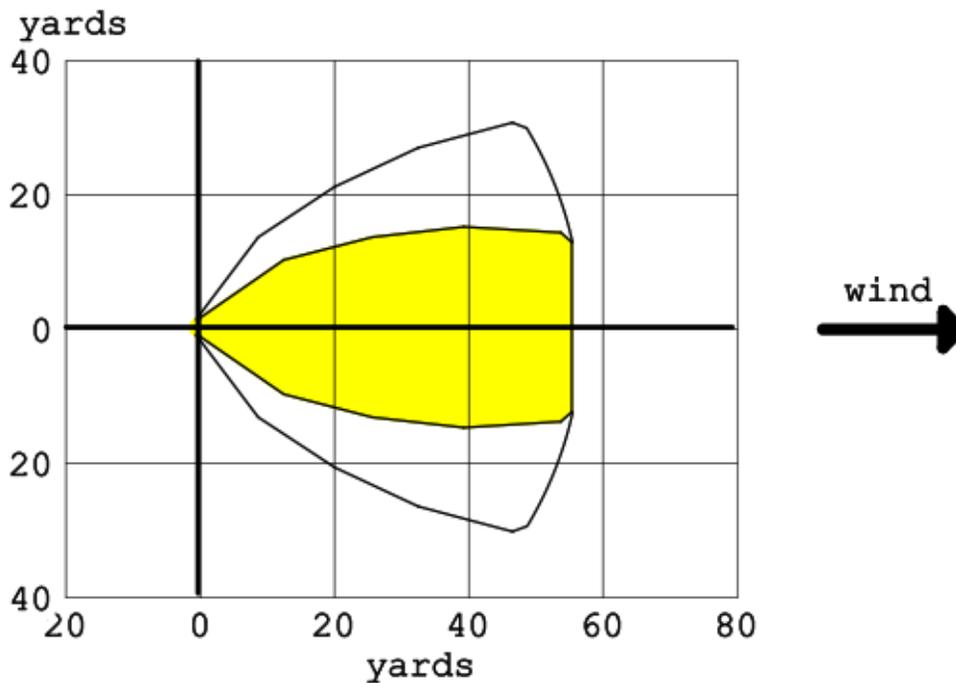
THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 368 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Orange: 574 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
 Yellow: 681 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Escenario N. 6

Tabla ER20 Descripción de escenario N.6

Escenario	Evento
Se presenta una fuga de Gas al momento de estar llenado un cilindro de 20 kg, el cual se llena con 35 litros. El cilindro se encuentra en mal estado, presentando una oxidación en la parte inferior que ocasiona un orificio de ½ pulgada. La fuga es atendida y no llega a mayores.	Fuga de gas LP

Figura ER 26 Simulación de Escenario N.6



- greater than 12600 ppm (60% LEL = Flame Pocket)
- greater than 2100 ppm (10% LEL)
- wind direction confidence lines

Figura ER 27 Simulación con vista satelital de Escenario N. 6



Escenario N. 7

Tabla ER 21 Descripción de escenario N.7

Escenario	Evento
Se presenta una fuga de Gas al momento de estar llenado un cilindro de 20 kg, el cual se llena con 35 litros. El cilindro se encuentra en mal estado, presentando una oxidación en la parte inferior que ocasiona un orificio de ½ pulgada, el gas encuentra una chisa en la ropa sintética de un comisionista y se inicia un incendio, el cual es controlado a los 5 min.	Dardo de fuego

Figura ER 29 Simulación de Escenario N.7

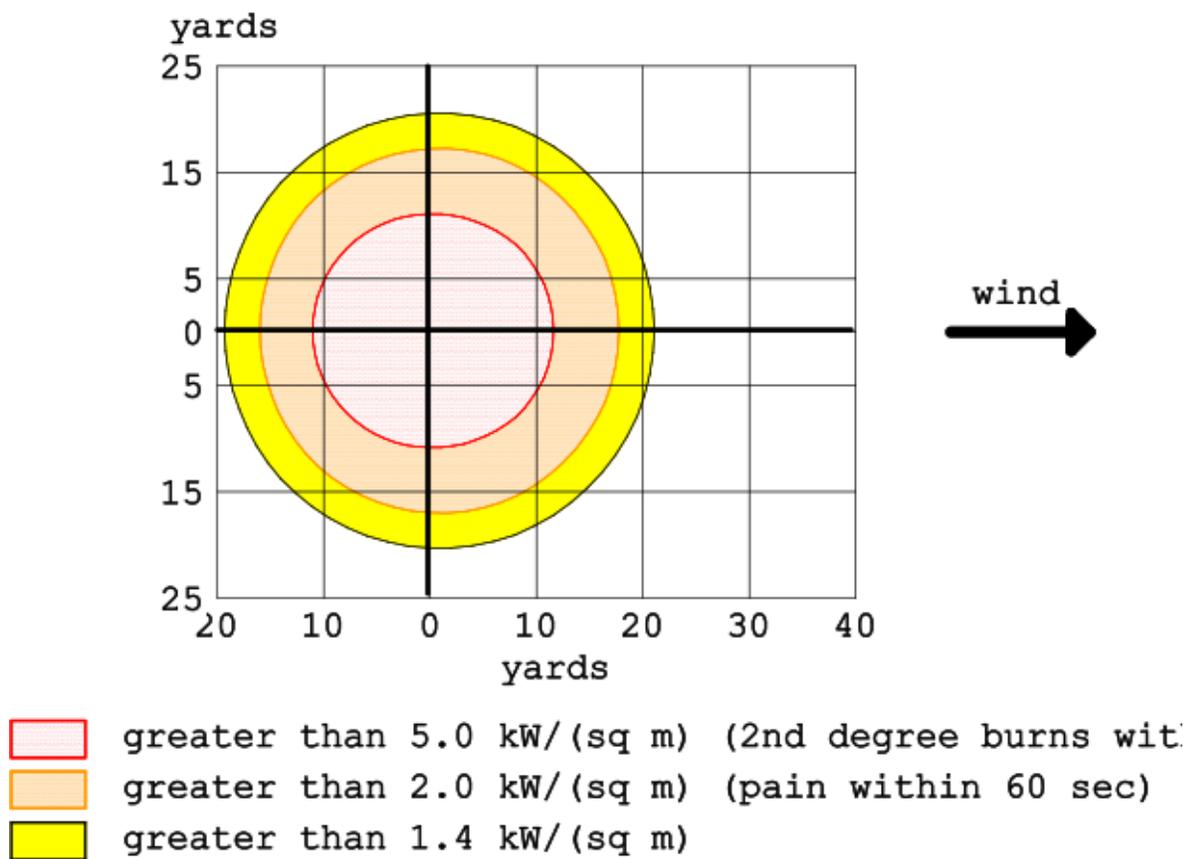


Figura ER 30 Simulación con vista satelital de Escenario N. 7



Text Summary

ALOHA® 5.4.7



SITE DATA:

Location: APAN, HIDALGO MEXICO, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.37 (sheltered single storied)
Time: February 11, 2020 1248 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min):
33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -55.6° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2.08 meters/second from N at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 23° C Stability Class: E
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in vertical cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 0.26 meters Tank Length: 0.66 meters
Tank Volume: 35 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 23° C
Chemical Mass in Tank: 17.3 kilograms
Tank is 100% full
Circular Opening Diameter: .5 inches
Opening is 0.66 meters from tank bottom
Flame Length: 5 yards Burn Duration: 22 seconds
Burn Rate: 4.88 pounds/sec
Total Amount Burned: 35.6 pounds
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 12 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Orange: 18 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
Yellow: 21 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7



Time: February 11, 2020 1248 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 2.08 meters/second from N at 3 meters

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 12 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Orange: 18 yards --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
Yellow: 21 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Escenario N. 8

Tabla ER 22 Descripción de escenario N.8

Escenario	Evento
Al momento de estar carburando un auto-tanque, el tanque de combustible presenta mal mantenimiento y por un golpe se produce una fisura de ½ pulgadas que provoca una fuga de Gas L.P., la nube de gas encuentra una chispa en unos cables que se encontraba haciendo falso contacto en el AT provocando un incendio, el cual fue controlado en a los 5 min. La capacidad del tanque de combustible es de 220 litros y se encuentra al 70%.	Dardo de fuego

Figura ER 32 Simulación de Escenario N.8

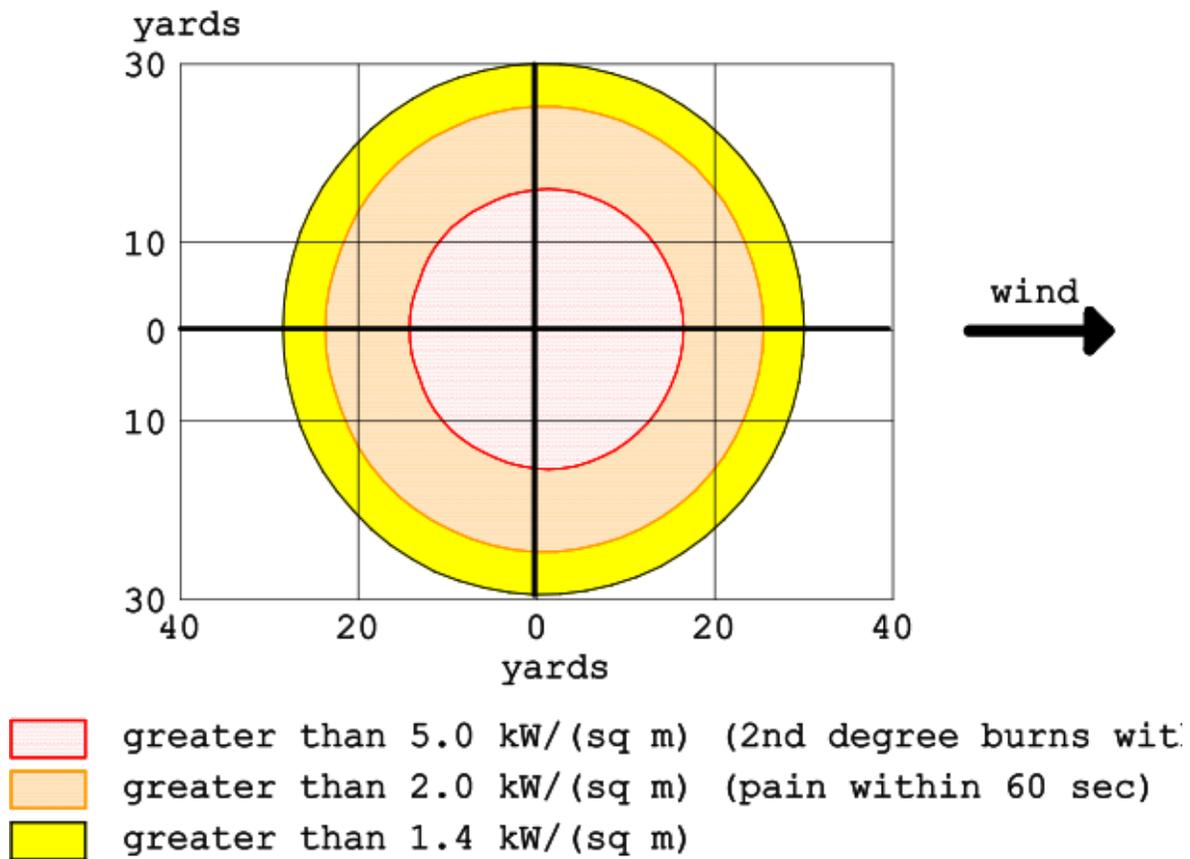


Figura ER 33 Simulación con vista satelital de Escenario N. 8



2.2. Interacciones de riesgo

Considerando los resultados de las simulaciones realizadas para el proyecto “*Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.*”, las cuales se resumen en la tabla siguiente, se procede a analizar las posibles interacciones de riesgo con otras áreas e instalaciones que se encuentran dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicándose las medidas preventivas correspondientes.

Tabla ER 23 Síntesis de resultado de simulaciones y su interacción

No de escenario	Área de riesgo	Tipo de escenario	Zona de alto riesgo (m)	Zona de amortiguamiento (m)
1	Tanque de almacenamiento	BLEVE	721.46	1333.19
2	Toma de recepción	<i>Incendio tipo dardo</i>	65.83	121.61
3	Toma de suministro	<i>Fuga de gas LP</i>	121.61	306.32
4		<i>Incendio tipo dardo</i>	17.37	32.00
5		BLEVE	336.49	622.70
6	Muelle de llenado	<i>Fuga de gas LP</i>	19.20	51.20
7		<i>Incendio tipo dardo</i>	10.97	19.20
8	Toma de carburación	<i>Incendio tipo dardo</i>	15.54	27.43

Las simulaciones muestran que 5 de los 8 escenarios tienen los radios de afectación dentro de las instalaciones de la empresa, los 3 escenarios que sobrepasan los límites de la empresa son BLEVES, para determinar las posibles interacciones se tomará el radio de afectación de la BLEVE más grande.

Tabla ER 24 Empresas dentro de la zona de riesgo, conforme la simulación BLEVE al 90% (721.46 m)

Nombre de la Unidad Económica	Tipo de asentamiento humano	Nombre de asentamiento humano	Descripción de clase de la actividad	Personal ocupado (estrato)
PEMEX, ESTACIÓN DE SERVICIO	COLONIA	APAN, HIDALGO	De atención al público en general	50 personas
VÍAS DEL TREN APAN	COLONIA	APAN, HIDALGO	Transporte de carga ruta México - Veracruz	1-10 personas
LIENZO CHARRO	COLONIA	APAN, HIDALGO	Entretenimiento	10-100 personas
GRANEROS LLAGUNO	COLONIA	APAN, HIDALGO	De comercio	10 personas

Fuente: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI; 2010, 2014, 2016;
<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue>

Las industrias que se encuentran dentro de la zona de riesgo de 721.46 metros son actividades en su mayoría que no representan un riesgo de efecto dominó siendo su giro el entretenimiento, de resguardo se productos y de servicios de venta de petrolíferos.

A continuación, se emiten las siguientes medidas preventivas, orientadas a la reducción de la probabilidad de la ocurrencia de una posible explosión derivada de los riesgos por una fuga de gas LP por un orificio de 1" de diámetro en tubería de suministro, en el tanque de almacenamiento o en la manguera de suministro, ya sea por evento fortuito o por posible deterioro de la tubería, tanque o desprendimiento de la manguera de suministro de gas. En el caso de la toma de suministro, la fuga puede presentarse por corrosión de accesorios o desviaciones de parámetros de proceso, lo que repercute en las conexiones, por lo que es prioritario el llevar acorde a lo calendarizado, los programas de mantenimiento preventivo de la planta de distribución de gas LP proyectada.

De igual forma, como se indica en el proyecto civil, el área de oficinas, servicios sanitarios, caseta de vigilancia, almacén de agua contra incendio, área de colocación de sellos, tableros eléctricos y las mismas áreas de suministro y llenado, serán construidas totalmente por materiales incombustibles, tal y como es especificado en la memoria técnico – descriptiva del proyecto civil, misma que se encuentra adjunto al presente, en la sección de Anexos.

En lo que respecta a la protección de los tanques de almacenamiento, ésta se constituye por murete de concreto armado con altura de 0.60 m., y ancho de 0.20 m, asimismo, los compresores y bombas, que se localizarán en la misma zona de almacenamiento, se encontrarán en la isleta de recepción que estará construida por medio de plataforma de concreto de 0.60 metros de altura. Asimismo, los soportes de tomas de recepción y suministro, tendrán una protección a través de una plataforma de concreto armado de 0.60 m de altura y tubos en "U" de 101.6mm., 4 pulgadas de diámetro, cedula $\phi 40$ y altura de 0.60 m, los tubos en "U" se colocarán en los lados que enfrentan el sentido de la circulación. No existe cubeto de retención. En cuanto a topes y protecciones, estarán pintados con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro; las trincheras para tuberías, serán removibles y estarán formadas por rejas metálicas, contarán con medios para el desalojo de las aguas pluviales y no cruzarán por zonas de circulación de vehículos. En lo que respecta al muelle de llenado de recipientes transportables, tendrá sus cuatro lados abiertos sin mamparas, contará con una plataforma, rellena y con piso revestido de concreto, con un área de 15.00 m X 10.00 m. La altura de la plataforma es de 1.00 metro con respecto al NPT y contará con un techo construido de lámina galvanizada que cubrirá toda el área del muelle, con una altura mínima del techo es de 4.00 m.

Para el área de carga y descarga de recipientes transportables, éste se localizará al lado sur, sobre la plataforma del muelle de llenado, los bordes estarán protegidos con materiales ahulados, no presentarán desnivel de ± 20 cm con respecto a la plataforma de los vehículos de reparto; el techo del muelle de llenado cubrirá las áreas de carga y descarga y tendrá una altura mínima de 4.00 m. sobre el NPT de la plataforma, en los lados donde se realizará la carga y descarga de recipientes transportables y no se contarán con mamparas de protección.

La zona de revisión de recipientes transportables, al localizarse en el lado Oriente del muelle, estará protegida contra impacto vehicular, ya que la plataforma de concreto del muelle tiene 1.00 m de altura sobre el NPT, asimismo, contará con piso revestido de concreto; La planta de distribución de Gas L.P. tendrá una zona para almacenamiento de recipientes transportables rechazados, la que se localizará en el lado Sur-oriente del predio de la planta; esta zona mide 3.00 m X 5.00 m y tendrá con piso de concreto.

La planta de distribución de Gas L.P., no contará con estacionamientos en el interior para vehículos utilitarios ni para el personal de la planta; Los estacionamientos en el interior para vehículos de reparto, auto tanques y semirremolques, estarán delimitados por cajones pintados en el piso, Los estacionamientos se localizarán en el lado Sur-poniente del predio de la planta y tendrán suficiente amplitud , que permitirán el movimiento seguro de los vehículos, ésta área que ocuparán los estacionamientos no obstruirán el acceso al equipo contra incendio, interruptor general eléctrico, accesos a la planta ni las salidas de emergencias.

Respecto a las distancias mínimas, el proyecto ***“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P., SEGAS, S.A. de C.V.”***, cumple con las siguientes distancias, establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas LP Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación:

Tabla ER 25. Distancias mínimas de la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano a:

Área / Zona	Distancia del proyecto
DE LAS TANGENTES DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO MÁS CERCANO A:	
Lindero más cercano (poniente)	17.98 m
Llenaderas de recipientes transportables	6.81 m
Oficinas	32.37 m
Paño inferior del tanque a piso terminado	1.50 m
Zona de protección (la más cercana)	2.00 m
Muelle de llenado	6.14 m
Lindero de la zona de revisión de recipientes	8.60 m
Toma de suministro	5.30 m
Toma de carburación	5.90 m
Toma de recepción	6.87 m
Estacionamiento	36.07 m
Cajón de estacionamiento para vehículos de no reparto	26 52 m
DE LLENADERAS DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES A:	
Lindero más cercano (sur)	27.54 m
Oficina	23.54 m
Toma de suministro	26 72 m

Toma de recepción	12.76 m
TOMA DE RECEPCIÓN A:	
Lindero más cercano (poniente)	13.26 m
Oficinas	35.76 m
TOMA DE SUMINISTRO A	
Lindero más cercano (poniente)	23.71 m
Oficinas	50.25 m
DE COMPRESOR A PROTECCIÓN (MÁS CERCANA)	2.63 m
DE BOMBA A PROTECCIÓN MÁS CERCANA	4.01 m
DE MARCO DE SOPORTE A PROTECCIÓN (MÁS CERCANO)	0.50 m

Para efectos de medición de las distancias, éstas se consideran a partir de la unión entre la manguera y la tubería rígida y hasta el perímetro más próximo de la instalación de que se trate.

Las distancias especificadas en la tabla anterior, se encuentran acotadas en las memorias descriptivas.

Una vez que den inicio las operaciones, se impartirán cursos para el entrenamiento del personal cuyos temas a tratar serán los siguientes:

- 1) Posibilidades y limitaciones del sistema.
- 2) Personal Nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- 3) Uso de manuales.
 - a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro
 - Uso de accesorios de Protección.
 - Uso de los medios de Comunicación.
 - Evacuación del Personal y desalojo de Vehículos.
 - Cierre de válvulas estratégica de gas.
 - Corte de electricidad
 - Uso de extintores.
 - Uso de hidrantes como refrigerante.
 - Operación manual del rociado a tanques.
 - Ahorro de agua
 - b) Mantenimiento general
 - Puntos a revisar.
 - Acciones diversas y su periodicidad.
 - Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
 - Mantenimiento correctivo y agua.

Se contará con señalización informativa y restrictiva para informar al personal y usuarios del peligro existente, como es: Peligro, Gas L.P. Inflamable, Prohibido fumar, Apague su motor antes de iniciar la carga, entre otros. También se contará con código de colores para los tanques y sistema de tuberías, atendiendo lo especificado por la normatividad en materia.

En virtud de lo anterior, así como de la valoración de los posibles escenarios por eventos catastróficos, atendiendo particularmente la Explosión de los tanques de almacenamiento de Gas L.P por una fuga originada por un orificio de 1 pulgada, así como a las medidas preventivas y programas de mantenimiento, capacitación y operación del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”**, se determina que si bien, existe un factor de riesgo por la actividad de suministro y distribución para la comercialización de gas LP, éste es altamente prevenible, acatando las disposiciones detalladas con anterioridad; asimismo, para el desarrollo del proyecto, se contará con un programa de mantenimiento preventivo a las instalaciones y los equipos de la empresa, a fin de detectar posibles alteraciones que conlleven a consecuencias graves de igual manera, se llevará a cabo un programa de determinación de espesores, conforme lo requerido por la normatividad; asimismo, se llevará a cabo la operación del sistema de acuerdo al manual de operación de la Planta de almacenamiento.

2.3 Efectos sobre el Sistema Ambiental

De acuerdo a la identificación, evaluación, jerarquización y simulación de los riesgos que presenta el proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”**, el 70% de los casos presentan afectación dentro de las instalaciones de la empresa.

Considerando que el Gas L.P., no presenta características tóxicas; es un asfixiante simple porque desplaza el oxígeno presente en el aire, sin embargo, tiene propiedades ligeramente anestésicas y que en altas concentraciones produce mareos, pero para ello se requiere de cantidades de concentración altas y por tiempo prolongado y dado que el área en donde se ubican las zonas de magueño de Gas L.P., se encuentran bien ventiladas, el personal expuesto a las fugas de Gas L.P., no presentarían afectación a su salud, así mismo, no se presentaría contaminación al suelo o agua por ellas.

Los riesgos a la salud del personal expuesto a los incendios provenientes de la inflamación del Gas L.P., por una fuente de ignición, ocasionaría: quemaduras de primer, segundo o tercer grado dependiendo de la cercanía y exposición del personal las flamas. El daño al medio ambiente es mínimo como se menciona en la MIA, el área carece de especies animales y vegetales de valor ambiental los cuales pudieran resultar lesionados o dañados por estos incendios dentro de las instalaciones.

Para el caso del escenario más catastrófico que sería la BLEVE el promedio ponderado de personas presentes en los espacios cercanos a la Planta de Distribución y que en su mayoría las tierras alrededor son de uso agrícola, según GAIA del INEGI, es de cero personas aproximadamente. Lo que se considera como la población sujeta al primer impacto, en caso del BLEVE del Tanque de almacenamiento de Gas L.P. al 90%. Los daños que se podrían presentar son los siguientes:

- La única empresa que presentaría daños graves por las BLEVES sería la misma empresa y las tierras de cultivo a los alrededores.

Medidas preventivas

Las causas para la ocurrencia de los eventos planteados en los escenarios y que fueron evaluados provienen mayormente de errores humanos a causa de no llevar a cabo medidas de seguridad y la falta de mantenimiento, por ello se realizan la indicación de establecer las siguientes medidas preventivas:

1. Es necesario que la empresa conforme su Sistema de Administración de la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Ambiente (SASISOPA) conforme lo establecen las Disposiciones Administrativas de Carácter General emitidas por la ASEA para este fin.
2. Desarrollar, documentar y comunicar los procedimientos operativos y de mantenimiento necesarios en los cuales se ponga muy en claro los pasos a seguir para realizar las actividades y las medidas de seguridad.
3. Contar con el programa de capacitación y adiestramiento del personal (operativo y de mantenimiento) en el cual se ponga mucha atención al procedimiento de operación y mantenimiento, realizar las evaluaciones al personal para verificar la eficacia de la capacitación y realizar las Detección de Necesidades de Capacitación
4. Incluir en el programa de capacitación un curso orientado a la concientización del personal interno y externo sobre los peligros, riesgos y las medidas preventivas tomadas para reducirlos o evitarlos.

5. Contar con un programa de mantenimiento de las instalaciones y equipos, incluir o realizar otro programa para la verificación y prueba de los equipos e instalaciones con el fin de identificar desviaciones de las especificaciones que pudieran llevar a producir condiciones similares a las aquí descritas y tomar medidas correctivas.
6. Realizar las pruebas de espesores a los tanques de almacenamiento conforme a normatividad y en caso de encontrarse que se encuentran cerca de no cumplir con los espesores mínimos, realizar el cambio de los tanques de almacenamiento.
7. Realizar pruebas de hermeticidad en las tuberías con Gas L.P., con el fin de identificar deficiencias y corregirlas.
8. Contar con un programa de mantenimiento para los auto-tanques y en caso de ser aplicable también a los semirremolques con la finalidad de evitar que estos presenten averías o fallas eléctricas que puedan generar un incendio.
9. Realizar inspecciones a los tanques portátiles de Gas L.P., (cilindros), siempre que ingresen a las instalaciones y antes de ser llenados con la finalidad de encontrar posibles daños que puedan provocar una fuga.
10. Contar con planes de respuesta a emergencia que consideren los escenarios aquí planteados y el personal sea capacitado y adiestrado en su ejecución.
11. Verificar que el personal, así como contratistas, subcontratistas, proveedores o prestadores de servicio utilicen las herramientas, vestimenta y calzado adecuado para evitar chispas.
12. Instalar detectores de mezclas explosivas en el área de almacén de Gas L.P.,
13. Incorporarse al plan de ayuda industrial mutua industrial en caso de existir.

Para el caso del escenario más catastrófico que sería la BLEVE el promedio ponderado de personas presentes en los espacios cercanos a la Planta de Distribución y que en su mayoría las tierras alrededor son de uso agrícola, según GAIA del INEGI, es de cero personas aproximadamente. Lo que se considera como la población sujeta al primer impacto, en caso del BLEVE del Tanque de almacenamiento de Gas L.P. al 90%.

De acuerdo a los resultados observados se puede decir que derivado del evento con mayor probabilidad de ocurrencia (Clase 3), que es la Explosión del Tanque al 90% de su llenado, mismo que ha sido descrito previamente, se repercute al entorno con la siguiente consecuencia, además de la afectación interna a la Planta de Distribución de Gas L.P.,

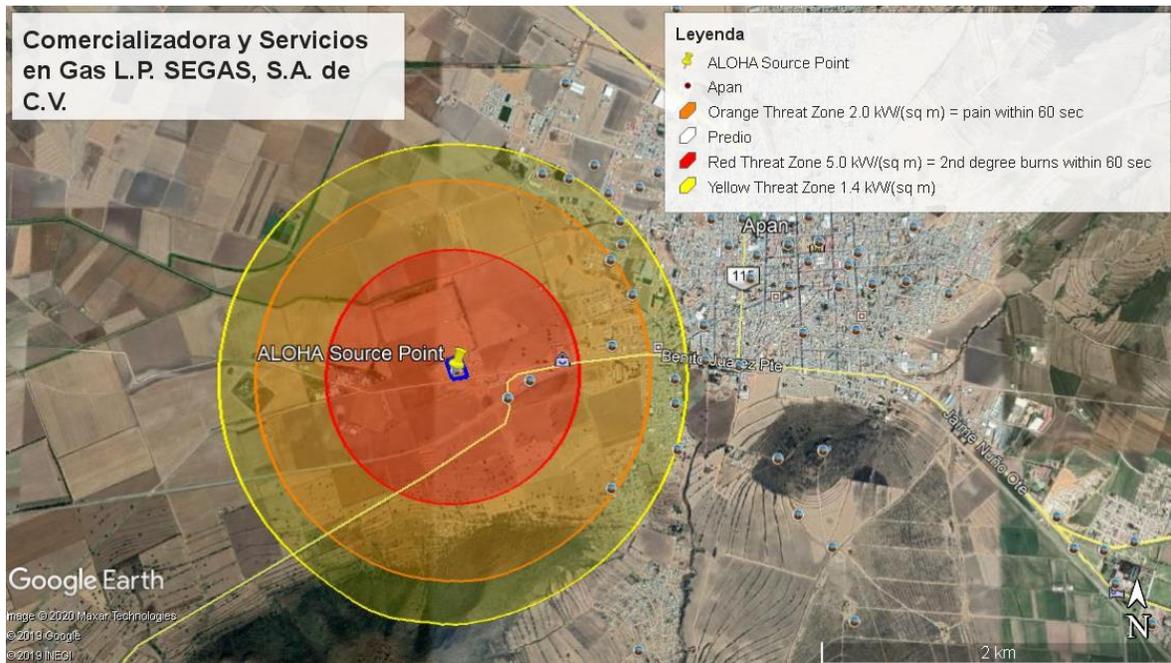
- a) Tránsito vehicular. El tránsito vehicular de la zona, se vería afectado temporalmente, en Camino Viejo de Acopinalco KM2+500, por lo que sería necesario acordonar y restringir el acceso a la zona afectada, así como el patio y área de estacionamiento de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.
- b) En los alrededores existen tierras de uso agrícola por lo que no existen zonas habitacionales o zonas comerciales, situación que facilitaría maniobras de emergencia en caso de algún incidente; el impacto directo sobre la puerta de acceso y área de estacionamiento de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.

Tabla ER 26 Aproximación de daños considerando el Incidente de Sobrepresión (PSI)

Daño estructural	Rango PSI
Rotura típica de cristal	0.15 – 0.22
Daños menores en algunos edificios	0.5 – 1.1
Paneles de metal laminado	1.1 – 1.8
Falla de muros de bloques de hormigón	1.8 – 2.9
Derrumbamiento de edificios ligeros	Más de 5.0
Daños graves a edificios de acero	4 – 7
Daños graves a estructuras de hormigón armado	6 – 9
Probable destrucción total de la mayoría de los edificios	10 - 12

Fuente: Explosivos En Aire, Kinney & Graham, 1985; Daño a la instalación y lesiones de personal de la explosiva, Montgomery & Ward, 1993; y el efecto de las armas nucleares, 3ª Edición, Glasstone Y Dolan, 1977

Figura ER 35 Interacciones en caso de Explosión de tanque de almacenamiento de Gas L.P. (90%)



Por lo anterior, se emiten las siguientes medidas preventivas, orientadas a la reducción de la probabilidad de la ocurrencia de una posible explosión derivada de los riesgos por una fuga de Gas L.P. por un orificio de 1" de diámetro en tubería de suministro, en los tanques de almacenamiento o en la manguera de suministro, ya sea por evento fortuito o por posible deterioro de la tubería, tanque o desprendimiento de la manguera de suministro de Gas. En el caso de la toma de suministro, la fuga puede presentarse por corrosión de accesorios o desviaciones de parámetros de proceso, lo que repercute en las conexiones, por lo que es prioritario el llevar acorde a lo calendarizado, los programas de mantenimiento preventivo de la Planta de Distribución de Gas L.P. proyectada.

De igual forma, como se indica en el proyecto civil, el área de oficinas, servicios sanitarios, caseta de vigilancia, almacén de agua contra incendio, área de colocación de sellos, tableros eléctricos y las mismas áreas de suministro y llenado, serán construidas totalmente por materiales incombustibles, tal y como es especificado en la memoria técnico – descriptiva del proyecto civil, misma que se encuentra adjunto al presente, en la sección de Anexos.

En lo que respecta a la protección de los tanques de almacenamiento, ésta se constituye por murete de concreto armado con altura de 0.60 m., y ancho de 0.20 m, asimismo, los compresores y bombas, que se localizarán en la misma zona de almacenamiento, se encontrarán en la isleta de recepción que estará construida por medio de plataforma de concreto de 0.60 metros de altura. Asimismo, los soportes de tomas de recepción y suministro, tendrán una protección a través de una plataforma de concreto armado de 0.60 m de altura y tubos en "U" de 101.6mm., 4 pulgadas de diámetro, cedula $\phi 40$ y altura de 0.60 m, los tubos en "U" se colocarán en los lados que enfrentan el sentido de la circulación. No existe cubeto de retención. En cuanto a topes y protecciones, estarán pintados con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro; las trincheras para tuberías, serán removibles y estarán formadas por rejas metálicas, contarán con medios para el desalojo de las aguas pluviales y no cruzarán por zonas de circulación de vehículos. En lo que respecta al muelle de llenado de recipientes transportables, tendrá sus cuatro lados abiertos sin mamparas, contará con una plataforma, rellena y con piso revestido de concreto, con un área de 15.00 m X 10.00 m. La altura de la plataforma es de 1.00 metro con respecto al NPT y contará con un techo construido de lámina galvanizada que cubrirá toda el área del muelle, con una altura mínima del techo es de 4.00 m.

Para el área de carga y descarga de recipientes transportables, éste se localizará al lado sur, sobre la plataforma del muelle de llenado, los bordes estarán protegidos con materiales ahulados, no presentarán desnivel de ± 20 cm con respecto a la plataforma de los vehículos de reparto; el techo del muelle de llenado cubrirá las áreas de carga y descarga y tendrá una altura mínima de 4.00 m. sobre el NPT de la plataforma, en los lados donde se realizará la carga y descarga de recipientes transportables y no se contarán con mamparas de protección.

La zona de revisión de recipientes transportables, al localizarse en el lado Oriente del muelle, estará protegida contra impacto vehicular, ya que la plataforma de concreto del muelle tiene 1.00 m de altura sobre el NPT, asimismo, contará con piso revestido de concreto; La Planta de Distribución de Gas L.P. tendrá una zona para almacenamiento de recipientes transportables rechazados, la que se localizará en el lado Sur-oriente del predio de la Planta; esta zona mide 3.00 m X 5.00 m y tendrá con piso de concreto.

La Planta de Distribución de Gas L.P., no contará con estacionamientos en el interior para vehículos utilitarios ni para el personal de la planta; Los estacionamientos en el interior para vehículos de reparto, auto tanques y semirremolques, estarán delimitados por cajones pintados en el piso, Los estacionamientos se localizarán en el lado Sur-poniente del predio de la planta y tendrán suficiente amplitud , que permitirán el movimiento seguro de los vehículos, ésta área que ocuparán los estacionamientos no obstruirán el acceso al equipo contra incendio, interruptor general eléctrico, accesos a la planta ni las salidas de emergencias.

CAPÍTULO III.

SEÑALAMIENTO DE MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

III. SEÑALAMIENTO DE MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

3.1 Recomendaciones técnico-operativas

Las causas para la ocurrencia de los eventos planteados en los escenarios y que fueron evaluados provienen mayormente de errores humanos a causa de no llevar a cabo medidas de seguridad y la falta de mantenimiento, por ello se realizan las siguientes recomendaciones técnico-operativas:

14. Es necesario que la empresa conforme su Sistema de Administración de la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Ambiente (SASISOPA) conforme lo establecen las Disposiciones Administrativas de Carácter General emitidas por la ASEA para este fin.
15. Desarrollar, documentar y comunicar los procedimientos operativos y de mantenimiento necesarios en los cuales se ponga muy en claro los pasos a seguir para realizar las actividades y las medidas de seguridad.
16. Contar con el programa de capacitación y adiestramiento del personal (operativo y de mantenimiento) en el cual se ponga mucha atención al procedimiento de operación y mantenimiento, realizar las evaluaciones al personal para verificar la eficacia de la capacitación y realizar las Detección de Necesidades de Capacitación
17. Incluir en el programa de capacitación un curso orientado a la concientización del personal interno y externo sobre los peligros, riesgos y las medidas preventivas tomadas para reducirlos o evitarlos.
18. Contar con un programa de mantenimiento de las instalaciones y equipos, incluir o realizar otro programa para la verificación y prueba de los equipos e instalaciones, con el fin de poder identificar oportunamente desviaciones de las especificaciones que pudieran llevar a producir condiciones similares a las aquí descritas y tomar medidas correctivas.
19. Realizar las pruebas de espesores a los tanques de almacenamiento conforme a normatividad y en caso de encontrarse que se encuentran cerca de no cumplir con los espesores mínimos, realizar el cambio de los tanques de almacenamiento.
20. Realizar pruebas de hermeticidad en las tuberías con Gas L.P., con el fin de identificar deficiencias y corregirlas.
21. Contar con un programa de mantenimiento para los auto-tanques y en caso de ser aplicable también a los semirremolques con la finalidad de evitar que estos presenten averías o fallas eléctricas que puedan generar un incendio.
22. Realizar inspecciones a los tanques portátiles de Gas L.P., (cilindros), siempre que ingresen a las instalaciones y antes de ser llenados con la finalidad de encontrar posibles daños que puedan provocar una fuga.
23. Contar con planes de respuesta a emergencia que consideren los escenarios aquí planteados y el personal sea capacitado y adiestrado en su ejecución.
24. Verificar que el personal, así como contratistas, subcontratistas, proveedores o prestadores de servicio utilicen las herramientas, vestimenta y calzado adecuado para evitar chispas.
25. Instalar detectores de mezclas explosivas en el área de almacén de Gas L.P.
26. Incorporarse al plan de ayuda industrial mutua industrial en caso de existir.
27. Instalación de cono para detectar la dirección del viento.

3.1.1. Sistemas de Seguridad

Para el proyecto *“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”*, se han considerado las medidas de seguridad indicadas por la normatividad en materia; se contará con sistema y equipo contra incendio, uso de equipamiento e infraestructura anti-chispa y con características anti fuego, asimismo, se capacitará al personal para que éste sea capaz de atender, en tiempo y forma, cualquier situación de emergencia, además de realizar la permanente actualización y evaluación del mismo, aunado a las acciones del programa de mantenimiento de las instalaciones, referido en términos generales en los puntos anteriores, todo en cumplimiento a la normatividad vigente.

En términos de ingeniería, la *“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”*, está diseñada en cada uno de sus proyectos civil, mecánico, eléctrico y sistema contra incendio, considerando que los materiales con que serán construidos son en su totalidad incombustibles, ya que su techo será losa de concreto, paredes de tabique y cemento, con puertas y ventanas metálicas. La zona de Protección de almacenamiento será de muretes de concreto con una altura de 0.60 metros y separación de 1.00 metros entre ellos sobre el nivel de piso terminado y con un espesor de 0.20 m de espesor, las bombas y compresor serán montados sobre una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

El Proyecto del sistema contra incendio se realiza de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación y sus componentes del Sistema contra incendio y seguridad, expresado en el Plano de referencia A6. Plano Proyecto Contra Incendios, adjunto al presente documento. El proyecto mecánico, desarrollado por Asesores Benítez Tovar, S.A. de C.V., en fecha Julio de 2017, considera las necesidades de la planta de distribución, así como la definición de los extintores portátiles y de carretilla, el sistema de enfriamiento por aspersión sobre los recipientes de almacenamiento 1 y 2, sistemas de hidrantes para cubrir al 100% las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de vehículos propiedad de la empresa; asimismo detalla el cálculo hidráulico del sistema de agua contra incendio, la potencia de la bomba para el suministro del flujo total de agua al sistema de aspersión e hidrantes, así como las bombas para el servicio contra incendio y la definición del sistema de enfriamiento por aspersión e hidrantes, además del sistema de protección por medio de extintores y su colocación.

Los resultados del Proyecto Contra Incendio, describen todo el sistema contra incendio con que contará la planta de distribución de Gas L.P., señala que contará con extintores portátiles y de carretilla, sistema de enfriamiento por aspersión sobre los recipientes de almacenamiento 1 y 2 de capacidad de 125,000 l y 62,000 l, asimismo, contará con sistema de hidrantes para cubrir al 100% las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de vehículos propiedad de la empresa.

Ver plano de referencia A6. Plano Proyecto Contra Incendios

Cálculo hidráulico del sistema de agua contra incendio

- a) Los recipientes de almacenamiento que se protegerán por medio del sistema de enfriamiento por aspersión, tendrán las siguientes características:

	Capacidad	Tipo de cabezales	Diámetro exterior	Longitud total
1	125,000 lts.	Semiesféricos	3.38 m	15.35 m
2	62,000 lts	Semiesféricos	2.45 m	14.00 m

- b) Cálculo de la superficie mínima a cubrir del recipiente de mayor área de la planta con aspersión directa.

$$Sm = \frac{3.1416 \times D \times Lt}{2} (0.90)$$

Donde:

$Sm =$ Superficie mínima a cubrir con aspersión directa (en m²)

$D =$ Diámetro exterior del recipiente (en m)

$D = 3.38$ m.

$Lts =$ Longitud total del recipiente incluyendo las tapas (en m)

$Lts = 29.85$ cm.

Sustituyendo valores:

$$Sm = \frac{(3.1416) (3.38m) (15.35m)}{2} (0.90)$$

$$Sm = 73.34 \text{ m}^2$$

- c) Cálculo de la cantidad de agua a suministrar para el enfriamiento del recipiente.

$$Qr = (73.34 \text{ m}^2) \left(10 \frac{1}{\text{min} - \text{m}^2} \right)$$

$$Qr = 733.48 \frac{1}{\text{min}}$$

Convirtiendo a $\frac{Gal}{min}$ y a $\frac{pie^3}{min}$

$$Q_r = \left(1426.34 \frac{1}{min}\right) \left(\frac{1 Gal}{3.7851}\right) = 193.7808 \frac{Gal}{min}$$

$$Q_r = \left(1426.34 \frac{1}{min}\right) \left(\frac{1 pie^3}{28.321}\right) = 29.89 \frac{pie^3}{min}$$

Esta cantidad de agua debe rociar directamente cuando menos el 90% de la superficie de la zona de vapor, cuando los tanques se encuentren con Gas L.P. en fase líquida al 50% de su capacidad.

d) Capacidad de la cisterna o tanque de agua

Capacidad=Q_r(30min) +21,000 litros

Capacidad= 733.12(30min) + 21, 000 litros

Capacidad=42,993.6 litros

Para mayores detalles ver el anexo de memorias descriptivas.

La planta contará con un tanque vertical con capacidad de 100,000 litros de agua, por lo que cumple con los requisitos de la norma

El cálculo de la potencia de la bomba, está basado en la consideración que suministre el flujo total de agua al sistema de aspersión y a 3 hidrantes.

La planta de distribución contará con 2. bombas para el servicio de agua contra incendio, una accionada con motor eléctrico y otra accionada con motor de combustión interna.

La potencia nominal de los motores será de 60 C.F.

La activación de las bombas de suministro a los sistemas de agua contra incendio se efectuará por operación manual. El control de arranque manual estará debidamente señalizado.

Sistema de enfriamiento por aspersión de hidrantes.

Ver anexo de memorias descriptivas.

Válvulas del sistema de aspersión.

Ver anexo de memorias descriptivas.

Toma siamesa.

Se instalará en el exterior de la Planta de Distribución, en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, una toma siamesa para inyectar directamente a la cisterna o tanque de agua, el agua que proporcionen los bomberos.

Ver anexo de memorias descriptivas.

Sistema de protección por medio de extintores.

La planta contará con protección para casos de inicio de incendios, con extintores de capacidad mínima nominal de 9 kg de Polvo Químico Seco tipo ABC, a excepción de los que se tendrán instalados en los tableros de control eléctricos, que serán tipo C o de Bióxido de Carbono.

Se contará, además, con 1 extintor de 50 kg de Polvo Químico Seco. Las áreas protegidas por medio de extintores portátiles serán las siguientes:

Tabla ER 27 Extintores presentes en la planta de distribución de Gas L.P.

Planta de gas:		Segas S.A. de C.V.		
Ubicación:		Camino a Acopinaco Km.2.5 Municipio de Apan Estado de Hidalgo		
Responsable de la revisión				
No	Tipo de extintor	capacidad	Fecha de recarga	Ubicación
1	ABC PQS	9 KG		AFUERA DE GERENCIA ADMINISTRATIVA OFICINA 1ER NIVEL
2	ABC PQS	9 KG		AFUERA DE OFICINAS 2º NIVEL
3	ABC PQS	9 KG		CUARTO BOMBAS CONTRA INCENDIO A MENOS DE 15 M.
4	ABC PQS	9 KG		DCE TABLERO ELECTRICO CUARTO DE MAQUINAS
5	ABC Co2	9 KG		ANDEN DE LLENADO
6	ABC PQS	9 KG		ANDEN DE LLENADO
7	ABC PQS	9 KG		ANDEN DE LLENADO
8	ABC PQS	9 KG		RECEPCIÓN ALMACEN
9	ABC PQS	9 KG		RECEPCIÓN ALMACEN
10	ABC PQS	9 KG		SUMINISTRO ALMACEN
11	ABC PQS	9 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
12	ABC PQS	9 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
13	ABC PQS	9 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
14	ABC PQS	9 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
15	ABC PQS	9 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
16	ABC PQS	9 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
17	ABC PQS	9 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
18	ABC PQS	9 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
19	ABC PQS	9 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO (BOMBAS)
20	ABC PQS	90 KG		ZONA TANQUES DE ALMACENAMIENTO
21	ABC PQS	9 KG		BASCULA
22	ABC PQS	9 KG		CONTROL DE ACCESO

Colocación de extintores.

Se colocarán a una altura máxima de 1.5m y mínima de 1.2m, medida del piso a la parte más alta del extintor. Se sujetarán de tal forma que se puedan descolgar fácilmente para ser usados. En caso de colocarse a la intemperie, deben protegerse del sol y de la lluvia. Se rotularán los lugares en donde estén colocados.

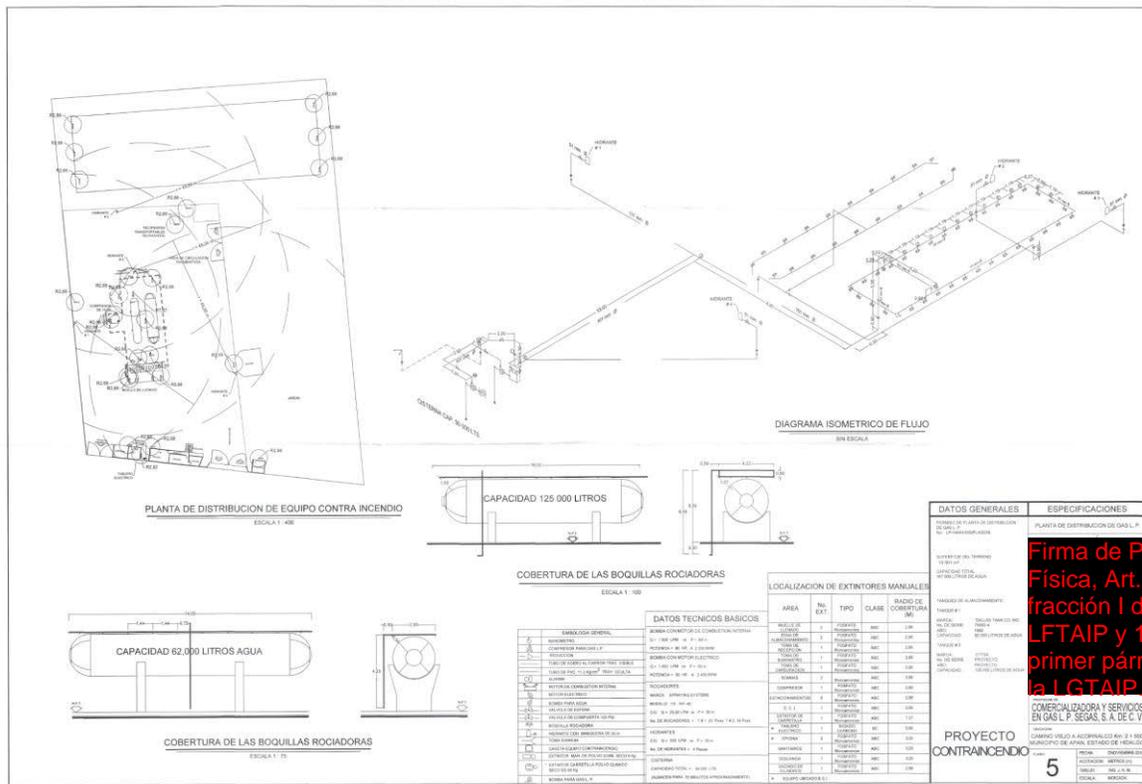
Equipo de protección personal para combate de incendio.

Se contará con un gabinete que contenga, como mínimo, el equipo de protección personal para dos personas. Cada equipo consistirá de: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de Nomex, Kevlar o materiales equivalentes. Cada gabinete se ubicará en lugar señalado. Sistemas de seguridad.

Sistema de alarma.

La planta de distribución contará con un sistema de aviso de emergencia mediante alarma sonora que pueda ser activada manualmente para alertar al personal de la misma en caso de emergencia. Sistema de paro de emergencia. Los actuadores deberán ser accionables a control remoto y serán tipo neumático. No se utilizará Gas L.P., como fluido para operar el actuador neumático. En el sentido del flujo quedarán colocadas las válvulas de cierre de operación manual, la de emergencia y la de exceso de flujo. La ubicación del botón que acciona la válvula de paro de emergencia estará señalizada.

Figura ER 36 Proyecto Sistema contra Incendio. Isométrico.



Firma de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAI y 116 primer párrafo de la LGTAIP

COMERCIALIZADORA Y SERVICIOS EN GAS L.P. SEGAS, S.A. DE C.V.
PROYECTO CONTRAINCENDIO
5

Comunicaciones

Se contará 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 bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondientes al área.

Manejo de agua a presión

Para el manejo de agua a presión se contará con un sistema compuesto por un equipo contra incendio, almacén de agua para uso contra incendios; asimismo, se instalarán hidrantes y aspersores, sistemas de enfriamiento conforme lo señalado en el proyecto contra incendio descrito en la etapa de construcción.

Instalación de señalética y pintura general.

Esta actividad corresponde al uso de pintura en diversas áreas de la Planta de Distribución de Gas L.P., en los topes y protecciones se pintarán con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro; Los recipientes de almacenamiento serán de color aluminio o blanco y deben rotularse con caracteres no menores a 15 cm, indicando, como mínimo, el producto contenido, capacidad de agua y número económico. Es opcional el marcado de los recipientes con la razón social o nombre comercial. El recubrimiento exterior no debe presentar deterioros tales como: abultamientos, agrietamientos, desprendimientos o discontinuidades. Asimismo, sin perjuicio de los requisitos de señalización establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, la NOM-001-SESH-2014 o la que en su caso la sustituya, en el recinto de la Planta de Distribución se deben fijar letreros o pictogramas visibles, como se indica en la siguiente tabla:

SIGNIFICADO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Dirección de una ruta de evacuación en el sentido requerido	<p>Color:</p> <p>Seguridad: Fondo verde</p> <p>Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Flecha indicando el sentido requerido y en su caso el número de la ruta de evacuación</p> <p>Aviso: RUTA DE EVACUACION (uso opcional)</p>	
Ubicación de una zona de menor riesgo	<p>Color:</p> <p>Seguridad: Fondo verde</p> <p>Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Silueta humana resguardándose</p> <p>Aviso: ZONA DE MENOR RIESGO (uso opcional)</p>	

<p>Ubicación del puesto donde se brindan los primeros auxilios</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Cruz equidistante</p> <p>Aviso: PRIMEROS AUXILIOS (uso opcional)</p>	
<p>Ubicación de camilla para uso de la brigada de primeros auxilios</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Silueta de camilla tipo militar y de cruz equidistante de primeros auxilios</p> <p>Aviso: CAMILLA (uso opcional)</p>	
<p>Ubicación del punto de reunión</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Cuatro flechas equidistantes dirigidas hacia un punto y en su caso el número del punto de reunión</p> <p>Aviso: PUNTO DE REUNION (uso opcional)</p>	
<p>Ubicación de una salida de emergencia</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Silueta humana avanzando hacia una salida indicada con una flecha direccional (*)</p> <p>Aviso: SALIDA DE EMERGENCIA (uso opcional)</p>	
<p>Ubicación de una escalera de emergencia</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo verde Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Silueta humana avanzando hacia una escalera indicada con una flecha direccional (*)</p> <p>Aviso: ESCALERA DE EMERGENCIA (uso opcional)</p>	

<p>Ubicación de rutas, espacios o servicios accesibles para personas con discapacidad</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo azul Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Figura humana estilizada en silla de ruedas</p> <p>Aviso: USO EXCLUSIVO (uso opcional)</p>	
<p>Ubicación de equipo de comunicación de emergencia</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo azul Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Silueta de un megáfono con efecto de sonido</p> <p>Aviso: EQUIPO DE COMUNICACION DE EMERGENCIA (uso opcional)</p>	
<p>Ubicación de un módulo de información</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo azul Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Signo de interrogación de diámetro</p> <p>Aviso: INFORMACION (uso opcional)</p>	
<p>Ubicación del puesto de vigilancia</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo azul Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Mitad superior de la silueta de un guardia</p> <p>Aviso: PUESTO DE VIGILANCIA (uso opcional)</p>	

SIGNIFICADO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Ubicación de un extintor	<p>Color: Seguridad: Fondo rojo Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Siluetas de un extintor y de una flama contigua con una flecha direccional indicando la ubicación del equipo. (*)</p> <p>Aviso: EXTINTOR (uso opcional)</p>	
Ubicación de un hidrante	<p>Color: Seguridad: Fondo rojo Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Silueta de un hidrante con una flecha direccional indicando la ubicación del equipo. (*)</p> <p>Aviso: HIDRANTE (uso opcional)</p>	
Ubicación de un dispositivo de activación de alarma	<p>Color: Seguridad: Fondo rojo Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Silueta de un timbre con efecto de ondas sonoras (*)</p> <p>Aviso: ALARMA (uso opcional)</p>	
Ubicación de un teléfono de emergencia	<p>Color: Seguridad: Fondo rojo Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Silueta de un auricular (*)</p> <p>Aviso: TELEFONO DE EMERGENCIA (uso opcional)</p>	
Ubicación del gabinete de equipo de emergencia	<p>Color: Seguridad: Fondo rojo Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Cuadrado o Rectángulo</p> <p>Símbolo: Siluetas de guantes y de hacha</p> <p>Aviso: EQUIPO DE EMERGENCIA (uso opcional)</p>	

SIGNIFICADO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Prohibición de fumar	<p>Color: Seguridad: Rojo Contraste: Fondo blanco</p> <p>Forma: Círculo con una diagonal</p> <p>Símbolo: Silueta de un cigarro encendido</p> <p>Aviso: PROHIBIDO FUMAR (uso opcional)</p>	
Prohibición de encender fuego	<p>Color: Seguridad: Rojo Contraste: Fondo blanco</p> <p>Forma: Círculo con una diagonal</p> <p>Símbolo: Silueta de un cerillo encendido</p> <p>Aviso: PROHIBIDO ENCENDER FUEGO (uso opcional)</p>	
Prohibición de uso del elevador en caso de emergencia	<p>Color: Seguridad: Rojo Contraste: Fondo blanco</p> <p>Forma: Círculo con una diagonal</p> <p>Símbolo: Silueta de las puertas de un elevador</p> <p>Aviso: NO UTILIZAR EN CASO DE EMERGENCIA (uso opcional)</p>	
Prohibido el paso a personas no autorizadas	<p>Color: Seguridad: Rojo Contraste: Fondo Blanco</p> <p>Forma: Círculo con una diagonal</p> <p>Símbolo: Silueta humana avanzando</p> <p>Aviso: ACCESO RESTRINGIDO (uso opcional)</p>	
No comer	<p>Color: Seguridad: Rojo Contraste: Fondo blanco</p> <p>Forma: Círculo con una diagonal</p> <p>Símbolo: Silueta humana con efecto de comer</p> <p>Aviso: NO CORRO (uso opcional)</p>	

<p>Obligación de estacionar los vehículos con el frente hacia la salida</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo azul Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Círculo</p> <p>Símbolo: Siluetas de auto y camioneta con sombra de volante, estacionados en posición de salida</p> <p>Aviso: EN POSICION DE SALIDA (uso opcional)</p>	
<p>Revisión obligatoria de vehículos</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo azul Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Círculo</p> <p>Símbolo: Siluetas de un guardia y de un vehículo con sombra de volante y cajuela abierta</p> <p>Aviso: REVISION DE VEHICULO (uso opcional)</p>	
<p>Revisión obligatoria de portafolios, bolsas y bultos</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo azul Contraste: Blanco</p> <p>Forma: Circular</p> <p>Símbolo: Mitad superior de la silueta de un guardia y la de un portafolios abierto</p> <p>Aviso: REVISION OBLIGATORIA (uso opcional)</p>	

5.7 Avisos de protección civil

SIGNIFICADO	CARACTERISTICAS	EJEMPLO
<p>Identificación de zona de riesgo, acceso restringido</p>	<p>Color: Seguridad: Fondo amarillo Contraste: Negro</p> <p>Forma: Cinta delimitadora de 140 mm de ancho</p> <p>Aviso: ZONA RESTRINGIDA</p>	

Como mínimo, existirá un letrero o pictograma visible en cada uno de los lugares señalados en la tabla anterior, con excepción de la ruta de evacuación, la cual contará con al menos diez señalamientos.

3.1.2. Medidas preventivas

De acuerdo con los lineamientos de diseño y operación del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”**, y atendiendo a lo previamente manifestado, a continuación se listan las siguientes actividades generales de supervisión y revisión interna que se instrumentarán durante el mantenimiento preventivo y que forman parte de la etapa de mantenimiento y que participan primordialmente en la prevención del siniestro de Explosión del Tanque al 90% de su capacidad de llenado:

1. Sistema de detección y control de fugas y grietas de los tanques: Frecuencia: Mensual.
2. Pruebas no destructivas (hidrostáticas o ultrasonido) a los tanques: Frecuencia: 5 y 10 años
3. Limpieza interior de los tanques y retiro de remanente: Frecuencia: Bianual.
4. Pruebas no destructivas (ultrasonido) a las tuberías: Frecuencia: 5 años
5. Equipamiento, tuberías y accesorios: Frecuencia: Semestral.
6. Sistema de alarmas y simulacro maniobras. Frecuencia: Mensual.
7. Extintores: Frecuencia de recarga: Anual.

La seguridad en el manejo del Gas L.P. para el personal que labora dentro y fuera de las instalaciones es un aspecto importante, para esto es necesario mantener la Planta de Distribución de Gas LP y las unidades de reparto en perfecto estado de funcionamiento.

Para ello se requiere de un programa de revisión periódica del equipo e instalaciones, que implique detección y corrección de fallas posibles que puedan presentar un riesgo.

A continuación, se enumeran algunas actividades preventivas como referencia, sin dejar de descubrir otras que se presenten durante el desarrollo de las actividades cotidianas y que solo se dan con la experiencia.

Tabla ER 28 Actividades preventivas y de mantenimiento de la planta de distribución de Gas L.P.,

Área	Actividades para su mantenimiento
<i>Tanques de almacenamiento</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificación de las condiciones de funcionamiento de los instrumentos de medición como son: <ul style="list-style-type: none"> - Manómetros. - Termómetros. - Medidores de flujo. - Indicadores de nivel. - Válvulas de exceso de flujo para gas- vapor. - Válvulas de exceso de flujo para gas- líquido. - Válvulas de máximo llenado. - Válvulas de seguridad. ▪ Esta verificación debe llevarse a cabo en forma mensual y se deben checar que dichos indicadores marquen correctamente su medición, que no se encuentren golpeados, o sucios para apreciar fácilmente la medición. ▪ Verificar la ausencia visible de fugas en los accesorios de medición, control y seguridad de los tanques. ▪ Medición: Indicador de nivel, manómetros y termómetros. ▪ Control: Válvulas de globo de control manual. ▪ Seguridad: Válvulas de exceso de flujo, válvulas de no retroceso y válvulas de relevo de presión. ▪ Las válvulas de relevo de presión deben de contar con los tubos de desfogue y protegidos con capuchones.
<i>Equipos de bombeo</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La ausencia de fugas visibles en el cuerpo de la bomba y en la interconexión con la tubería. ▪ El buen estado de los insertos de hule en los coples de unión de la bomba y el motor y en su caso la tensión de las bandas. ▪ Chequeo del buen funcionamiento de la válvula Bypass y de su fecha de fabricación. ▪ Checar la eficiencia de la bomba, tomando en cuenta que no disminuya el tiempo de llenado normal de un cilindro de 30 kilogramos. Tiempo estimado de 1.5 a 2 minutos.
<i>Compresores</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar la ausencia de fugas visibles de gas o aceite en el compresor.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Checar la eficiencia de descarga del compresor, tomando en cuenta el tiempo normal de descarga del transporte y de la recuperación de vapores. ▪ Cuidar que no exista presencia de gas líquido en el compresor comúnmente conocido como “engasamiento”. ▪ Verificar los niveles correctos de aceite en el compresor y el buen estado de tensión de las bandas.
<i>Tomas de recepción y suministro</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspeccionar el estado físico de las mangueras y acopladores, así como su fecha de instalación (se deben cambiar cada 3 años). ▪ Inspeccionar que la conexión a tierra esté en buen estado y que se coloque en los vehículos durante la operación, así como las trancas de las ruedas. ▪ Checar el buen funcionamiento de las válvulas de acción remota y que no existan fugas en la línea de aire que las alimenta. ▪ Verificar que los instrumentos de medición funcionen correctamente y dar limpieza periódicamente.
<i>Anden de llenado</i>	<p>Verificar en cada llenadera lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que la punta pol no esté deformada y que cuente con su o’ring. - Que los manerales de las puntas pol no tengan la rosca desgastada. - Que la válvula de cierre rápido funcione correctamente y conserve su maneral fijo en posición de apertura. - Que las mangueras no presenten resequedad, agrietamiento, raspaduras ni deformaciones. - Verificar el buen estado de las básculas y los automáticos de llenado, en cuanto a su funcionamiento y calibración. - Mantener en buenas condiciones los bordes de madera del andén y la conexión a tierra de las básculas.
<i>Tuberías y conexiones</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar la ausencia de fugas en tubería conexiones y accesorios. ▪ Verificar que las válvulas de relevo de presión instaladas en la tubería cuenten con sus capuchones de protección. ▪ Checar que todas las válvulas de cierre manual cuenten con sus manerales completos.
<i>Instalación eléctrica</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisar que no existan en la Planta focos fundidos, cables visibles, fallas en motores eléctricos. ▪ Todos los tableros de control y registros de la Planta deben de contar con sus tapas. ▪ No deben existir objetos extraños en el tablero de control, ni que impidan el acceso al mismo.
<i>Extintores y equipos contra incendio</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisión periódica de los equipos de aspersión, que no existan espreas tapadas ni faltantes. ▪ Revisión del buen estado de los gabinetes y mangueras de los hidrantes. ▪ Revisión del buen funcionamiento del equipo de bombeo eléctrico, válvulas y conexiones del mismo. ▪ Verificar que el motor de combustión interna funcione correctamente y que siempre se mantenga con carga y conectada su batería.
<i>Vehículos de reparto</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reportar las unidades en mal estado mecánico para reparación mayor o menor de su carga. ▪ Verificar que las unidades cuenten con el equipo y los elementos de seguridad de acuerdo a la Norma. <ul style="list-style-type: none"> a) Extintor con carga vigente de 2 o 4 kilogramos. b) Cinta estática. c) Botiquín de primeros auxilios. d) Martillo de goma y estacas de madera. e) Capuchones protectores de los bornes de la batería. ▪ Verificar la ausencia visible de fugas en todo
<i>Vehículos auto tanques</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificar las buenas condiciones de operación de los equipos de medición de los tanques, tales como medidor rotatorio de nivel, manómetro y termómetro. ▪ Verificar que no existan fugas visibles en todo el sistema, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> a) Accesorios de los tanques, válvula interna y válvulas de cierre rápido. b) Bomba y bypass, manguera de retorno de líquido. c) Medidor de flujo y registro. d) Carrete, codo giratorio y manguera de servicio.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener el gabinete libre de objetos extraños e inflamables, así como el buen funcionamiento de la puerta del mismo. ▪ Revisar el buen estado de todos los accesorios y mangueras del auto-tanque y verificar su vigencia. ▪ Revisar que cuenten con el equipo necesario de seguridad, tal como: <ol style="list-style-type: none"> a) Extintor con carga vigente de 9 kilogramos. b) Cinta estática. c) Calzas para neumáticos. d) Botiquín de primeros auxilios. e) Banderolas y señalamientos. ▪ Verificar la ausencia de fugas visibles en el equipo de carburación y checar la vigencia de los tanques.
<i>Manejo de gas LP</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es compromiso del distribuidor hacer hincapié en el cuidado que debe tener el consumidor de sus instalaciones, desde las tuberías hasta los equipos de consumo, para que funcionen correctamente y así eliminar los posibles riesgos de un siniestro.

Sumado a estas actividades, se considera como parte del programa de mantenimiento preventivo, realizar seguimientos en áreas específicas a fin de realizar, de manera preventiva, reparación o sustitución de accesorios, con lo que se garantiza la seguridad del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”.**

Tabla ER29 Reparaciones más comunes a sistemas, equipos y otros instrumentos

Mantenimiento	Periodicidad				
	Diario	Mensual	Semestral	Anual	Bianual
Cambio de aceite			X		
Engrasado de máquina y equipo		X			
Ajuste y cambio de bandas a compresores.		X			
Verificación de instalaciones (En caso de afloje de conexiones, se ajustarán al cierre o cambiarán piezas).	X				
Pintura reglamentaria de tubería, identificación de áreas, señalamientos, etc.					X
Cambio de manguera y acopladores tanto de tomas de suministro y recepción como de las llenaderas.					X
Cambio de pistolas neumáticas ecológicas de longitud corta.				X	
Cambio sellos (orings) en pistolas neumáticas.		X			
Recarga de extintores.				X	
Revisión de extintores.			X		
A Planta generadora de energía eléctrica (En el caso de equipo de combustión interna cambio de aceites semestralmente y de batería anualmente.				X	
Red contra incendios.				X	
Mangueras de neopreno del sistema de llenado	<i>Verificación periódica. La manguera será objeto de sustitución cuando muestren deterioro por arrastre.</i>				
Cambio de válvulas de los cilindros portátiles	<i>Verificación periódica. La válvula de cada tanque, siendo objeto de sustitución cuando muestren deterioro.</i>				

Aunado a las tablas anteriores, si bien es poco probable que ocurriera una explosión derivada del acumulamiento de vapores en una masa igual o superior a la mitad del volumen del combustible almacenado o estando al 90% de su capacidad, para evitar el acumulamiento excesivo de éstos, se tendrán una serie de medidas preventivas particulares por área, propiamente para el caso de una explosión, conato de incendio, fuga de gas y formación de nube explosiva

Tabla ER 30 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad para Tanque de Almacenamiento

Área: Almacenamiento de gas LP	
Evento	Medidas preventivas, correctivas y de seguridad
Explosión	<ul style="list-style-type: none"> - Los tanques de almacenamiento contarán con una línea de desfogue, que garantiza eliminar los gases evitando la sobrepresión de los tanques. - Los tanques contarán con un medidor magnético, cuya finalidad es que el operador pueda observar el contenido de Gas L.P. almacenado evitando se exceda la capacidad máxima de almacenamiento y la normada. - Estarán prohibidas las fuentes de ignición en la toma de recepción y zona de almacenamiento, por lo que durante la descarga de combustible no debe registrarse dicha situación. - Se implementará un programa para la prevención de accidentes, que pueda ser puesto en práctico de presentarse alguna situación de riesgo, actuando de manera inmediata y evitando mayores daños. - Los tubos de desfogue de cada uno de los tanques de almacenamiento contarán con válvula de seguridad calibrada para accionarse a una presión inferior a la que pueda ocasionar daños a los tanques. - Para evitar el sobrecalentamiento de los tanques de almacenamiento, se instalará un sistema de aspersion que permita en caso de incendios cercanos a la zona mantener fríos los recipientes y evitar así su sobrepresión. - Para realizar trabajos en los tanques de almacenamiento o zona de almacenamiento, se requerirá de autorización, mecanismo que implementará la organización para garantizar las seguridades tanto de las instalaciones como del personal a cargo de las labores; se verificará que se tenga el equipo de protección personal además de supervisar las labores y contar siempre con una persona de apoyo que en caso necesario solicitará ayuda o brindará la necesaria siempre y cuando no se ponga en riesgo. - La zona de almacenamiento estará delimitada por muretes de concreto que tienen por objeto evitar el acercamiento de vehículos a los tanques de almacenamiento, así como protegerlos de un posible impacto.

Tabla ER 31 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad

Área: tomas de recepción, suministro y muelle de llenado	
Evento	Medidas preventivas, correctivas y de seguridad
Explosión	<ul style="list-style-type: none"> - Las conexiones, se efectuarán de manera hermética, evitando con ello el contacto de los vapores de combustible con el aire y con alguna fuente de ignición. - Durante la descarga estará prohibida toda fuente de ignición. - Se contará con red de tierras para aterrizar la unidad. - En las tomas de recepción y suministro, los requerimientos de agua, se cubrirán a través de hidrantes situados en las inmediaciones de la zona. - Se elaborará e implementará un programa para la prevención de accidentes, para en caso de detectarse, alguna situación de riesgo, se actúe de manera inmediata evitando mayores daños. - El personal a cargo de las labores de descarga de combustible permanecerá durante todo el tiempo que dure el proceso para que, de generarse una fuga o incendio, puedan actuar con prontitud. - En las inmediaciones de la zona de almacenamiento se contará con extintores y paros de emergencia, así como con red de aspersion e hidrantes. - Las líneas de conducción de Gas L.P., estarán dotadas de válvulas de seguridad que interrumpirán el flujo en caso de desconexión, o flujo excesivo. - Las líneas de conducción de Gas L.P., contarán con un sistema de recuperación de vapores, lo que evitará su acumulación en el área. - La pistola a través de las cuales se llenarán los cilindros estará diseñada para embonar lo más hermético posible y atenuar la emisión de vapores durante el proceso de llenado de cilindros. - Estará estrictamente prohibido mantener fuentes de ignición en toda la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L..P. estando por supuesto incluida dicha restricción en el muelle de llenado. - Los motores e instalaciones eléctricas serán a prueba de explosión.

Tabla ER 32 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad para

Área: tomas de recepción, suministro y muelle de llenado	
Evento	Medidas preventivas, correctivas y de seguridad
Formación de nubes explosivas por el accionamiento del sistema de desfogue de los tanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Para garantizar que los vapores del energético, se desahoguen por el sistema de venteo de los tanques de Gas L.P., y se dispersen rápidamente evitando se forme una nube explosiva, y se alcancen los límites de inflamabilidad, la tubería tendrá una altura mínima de 4 metros por arriba de los tanques (esto es de nivel de piso hacia el desfogue aproximadamente 6 a 7 m), lo cual reduce la posibilidad de alcanzar de manera inmediata una fuente de ignición. - Para evitar el sobrecalentamiento de la zona de almacenamiento, estará estrictamente prohibida la generación de fuentes de ignición. - Para evitar la formación o acumulamiento de vapores producto de la recuperación de los mismos, los tanques de almacenamiento, se mantendrán como máximo al 90 % de su capacidad lo cual permitirá que al retornar el Gas L.P. vaporizado, no sufra de sobrepresión. - No obstante, lo anterior, considerando que ocurriese un incidente grave cerca de las instalaciones, de manera inmediata se solicitará ayuda externa para mantener la superficie de la zona de almacenamiento fría de los tanques de almacenamiento expuesto a calor. - Los tanques estarán conectados eléctricamente a tierra.

Tabla ER 33 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad para

Área: tomas de recepción, suministro y muelle de llenado	
Evento	Medidas preventivas, correctivas y de seguridad
Conato de incendio en caso de existir alguna fuente de ignición	<ul style="list-style-type: none"> - Las instalaciones donde se manejará y almacenará el Gas L.P. estarán edificadas con materiales incombustibles. - Las líneas de trasiego de Gas L.P. estarán dotadas de una línea de retorno de líquido, por lo que se evitará la emisión de Gas a alturas donde se mantiene latente la presencia de fuentes de ignición (por la circulación de vehículos). Aunado a que las instalaciones estarán provistas de accesorios que tendrán cierre hermético y automático. - A fin de evitar un posible incendio derivado del accionamiento del sistema de venteo, la tubería que lo integrará tendrá una altura mínima de 6 m sobre el nivel de piso terminado para que los vapores puedan dispersarse evitando la formación de mezclas inflamables o explosivas. - Para evitar el contacto directo del fuego con los tanques de almacenamiento se instalará una red de aspersión. - La distribución del establecimiento se definió considerando que un evento pueda ocasionar los menores daños hacia el entorno o, a estructuras vecinas. - Se instalarán estratégicamente una serie de extintores e hidrantes. - Se capacitará al personal para que realice adecuadamente sus labores y tenga conocimientos sobre cómo controlar una emergencia. - Se implementará el programa para prevención de accidentes. - El sistema estará aterrizado a la red de tierras general.

Tabla ER 34 Medidas preventivas, correctivas y de seguridad para

Área: tomas de recepción, suministro y muelle de llenado	
Evento	Medidas preventivas, correctivas y de seguridad
Fuga de gas en tanque de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Se adquirirá tanque de almacenamiento con las especificaciones normadas. - Previo a su instalación de los tanques, a fin de determinar la funcionalidad de los recipientes a instalar, se someterán a pruebas de hermeticidad, cuyos resultados señalan cumplen con los requisitos para su operación. - Se instalará un sistema de medición que permitirá conocer continuamente el inventario de combustible, detectándose oportunamente una probable fuga.

Respecto a las medidas orientadas a la restauración de la zona afectada, en caso de que suceda la explosión proyectada, en términos generales se pueden identificar en dos puntos decisivos:

Tabla ER 35 Recomendaciones generales durante y posterior a una explosión

Durante una explosión	Repercusiones
<ol style="list-style-type: none"> 1. Póngase debajo de una estructura resistente si las cosas están cayendo alrededor de usted. Cuando dejan de caer, salgan rápidamente, observando los pisos y escaleras debilitados. 2. Mantente bajo si hay humo. No deje de recuperar sus pertenencias personales o hacer llamadas telefónicas. 3. Revise si hay fuego y otros peligros. 4. Una vez que esté fuera, no se pare frente a ventanas, puertas de cristal u otras áreas potencialmente peligrosas. 5. Si está atrapado en escombros, use una linterna, un silbato o toque en las tuberías para señalar su ubicación a los rescatistas. 6. Grita sólo como último recurso para evitar inhalar el polvo peligroso. 7. Cubra su nariz y boca con cualquier cosa que tenga a mano. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Puede haber un número significativo de bajas o daños a edificios e infraestructura. 2) Fuerte involucramiento en el cumplimiento de la ley a nivel local, estatal y federal. 3) La salud y los recursos de salud mental en las comunidades afectadas pueden verse forzados a sus límites, tal vez incluso abrumados. 4) Amplia cobertura mediática, fuerte temor público y consecuencias. 5) Los lugares de trabajo y las escuelas pueden estar cerrados, y puede haber restricciones en los viajes nacionales e internacionales. 6) El personal de la planta y áreas aledañas pueden tener que evacuar un área, evitando caminos bloqueados para su seguridad.

Fuente: Departamento del Ejército de los Estados Unidos (US). Estructuras para Resistir a los Efectos de Las explosiones accidentales, Ejército TM 5 a 1300, la Armada NAVFAC P-397, AFR 88-2. Washington, DC, Departamentos del Ejército, Marina, y Fuerza Aérea. (1990)

Considerando lo anterior, las medidas generales para la restauración de la zona son las siguientes:

- a) Activación del protocolo conforme el Programa Interno de Protección Civil
- b) Ubicación de personal que labora en instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P.
- c) Valoración de extensión y gravedad de los daños
- d) Evaluación de las pérdidas causadas por los accidentes
 - Pérdidas humanas
 - Daños físicos a las personas afectadas, ya sea temporal o permanente
 - Daños psicológicos
 - Aumento del nivel de estrés de la población circundante
 - Daños Materiales a las instalaciones industriales, al comercio o vivienda dentro del rango identificado.
 - Daños materiales a terceros ocasionados por las ondas de sobrepresión (psi) o incendio ocasionados por el accidente.
 - Daños por emisión de materiales de combustión y/o la generación de ondas de calor.
 - Daño moral de la Empresa lo que se refleja en una disminución del mercado
 - Presión social que implican una mejora en las medidas de seguridad de la empresa
 - En caso extremo, reubicación de instalaciones.
 - La evaluación de las pérdidas económicas, puede ser sujeta a través de ecuaciones numéricas relacionadas con factores de probabilidad, empleada por la compañía de seguros para determinar la cobertura a la cual está sujeta la póliza. La llamada cobertura de aseguramiento es una forma para indicar los riesgos económicos implicados en el manejo de materiales como el Gas L.P.
- e) Iniciar con las maniobras de valoración de daños, lesiones y protocolos de búsqueda y rescate, si aplicase o en su efecto, con los inicios de restauración de daños estructurales, de infraestructura, administrativos o económicos según sea el caso.
- f) Gestión legal para uso de póliza de seguro de eventos catastróficos con que contará la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.

CAPÍTULO IV.

RESUMEN

Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V., ubicado en Camino Viejo a Acopinalco km 2+500, Apan, Estado de Hidalgo, C.P. 43900.

IV. RESUMEN

IV.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental

Derivado del análisis del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”**, se concluyen los siguientes puntos:

1. La totalidad del diseño de la Planta de Distribución de Gas L.P., es acorde NOM-001-SESH-2014. Planta de distribución de Gas L.P que establece las bases para el diseño, construcción y condiciones seguras en su operación y es expedida por la Secretaría de Energía y netamente para Plantas de Distribución de Gas L.P.
2. La ingeniería de la Planta de Distribución de Gas L.P, considera un diseño a través del proyecto civil y todo el proceso constructivo que contempla todos los sistemas de seguridad para una operación segura, eficiente y en cumplimiento con las disposiciones normativas, con las cual se minimiza los posibles riesgos de fuga, explosión o incendio, que pueda poner en riesgo el entorno donde se localiza el proyecto, así como los bienes inmuebles del propio proyecto.
3. La ubicación del proyecto, en un área con un uso de suelo netamente agrícola, autorizado por los instrumentos de ordenamiento territorial locales, lo hace altamente compatible con el desarrollo de la actividad económica proyectada para el suministro y comercialización de Gas L.P., asimismo, cumple con las distancias mínimas requeridas por la NOM-001-SESH-2014.
4. La operación del proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”**, el diseño funcional, seguro y eficiente de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio, cuenta con el dictamen favorable de las memorias técnico-descriptivas y los planos, expedido por la Unidad de Verificación en Materia de Gas LP con clave UVSELP-188A y avalado por la Secretaría de Energía.
5. La operación de la planta de distribución de Gas L.P. cumplirá con los límites máximos permisibles y disposiciones establecidas en la normatividad aplicable en materia, particularmente en materias de Energía, Seguridad Laboral, Protección Civil y Ambiental, como se señala en el cuerpo del ERA y la MIA correspondiente.
6. Los materiales de construcción a emplearse son los establecidos y autorizados, de acuerdo a los códigos de diseño y seguridad emitidos por la *American Society for Testing of Materials*, los reglamentos de construcción vigente en el Estado de México y las secretarías de Energía y Economía, como son la Norma Oficial Mexicana NOM-021/3-SCFI-1993, Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamientos por medios artificiales para contener Gas L.P. tipo no portátil - para instalaciones de aprovechamiento final de Gas L.P. como combustible, la NOM-001-SESH-2014. Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, las Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto, entre otras.
7. El proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”**, permitirá fortalecer el valor agregado del Municipio de Apan, Estado de Hidalgo donde se localiza, toda vez que es considerado como un área de oportunidad para ofertar un servicio de suministro de energéticos con el entorno, con lo cual contribuye a satisfacer las demandas locales, de manera segura y eficiente, con la consecuente reducción de costos de operación de los clientes, al tener un área cercana que atienda la necesidad del mercado.
8. El proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”**, como se citó en los apartados anteriores, contará con todos los equipos, accesorios, instrumentos necesarios y requeridos conforme normatividad, así como la aplicación de programas y medidas de prevención y seguridad a fin de evitar o reducir a su mínima expresión un posible siniestro, mismo que se constata en lo proyectado en el diseño original y las memorias técnico-descriptivas.
9. En relación a los escenarios de riesgo identificados, si bien se determinó a través de la metodología HazOp, la existencia de 8 posibles eventos, solo son tres de ellos, los que se determinan como de naturaleza catastrófica o alta probabilidad de incidencia; El primero de ellos, es el BLEVE, mismo que su naturaleza de ocurrencia es de entre 10 y 100 años, mismo que es altamente prevenible si se lleva estrictamente los programas preventivos y

correctivos de mantenimiento de las instalaciones y se realiza un entrenamiento a fondo del personal que labora, cubriendo todos los protocolos de seguridad y protección civil exigibles por las disposiciones normativas; Respecto al segundo evento identificado y cuya probabilidad de ocurrencia es de entre 1 y 10 años , éste se refiere al BLEVE de un auto-tanque, simulado al 90% de su capacidad de llenado, derivado de la fuga por una fisura de ½ pulgada. La Zona de Alto riesgo y Amortiguamiento de la BLEVE del tanque de almacenamiento es de 721.46 m y 1333.19 m respectivamente y dentro de la zona de alto riesgo se encuentra suelo agrícola y zonas con asentamientos urbanos, los riesgos identificados y su posible daño son altamente contenibles y perfectamente prevenibles, ya que radica en cumplir con las disposiciones preventivas, realizar los mantenimientos, establecer los procesos de capacitación integral al personal y cumplir con las medidas de seguridad y planes de emergencia que permitan salvaguardar las instalaciones, el personal y el entorno de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Por lo anterior expresado, así como las valoraciones realizadas tanto en él ERA como la MIA, se concluye finalmente que el proyecto se encuentra regulado por disposiciones normativas vigentes aplicables en materia, como lo es la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 - Planta de Distribución de Gas L..P- Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, emitida por la Secretaría de Energía, además de otros instrumentos, cuyo cumplimiento será monitorizado a través del programa de vigilancia ambiental señalado en la MIA, así como los programas de mantenimiento y capacitación y las visitas o verificaciones que realicen las autoridades correspondientes; que los elementos de riesgo, son de origen predominantemente humano y mecánico, mismos que son altamente prevenibles y que en conjunto con los puntos arriba citados, el proyecto **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”**, otorga un beneficio directo en la economía local, al ofertar una fuente de trabajo segura a la mano de obra local, mejorando con ello el nivel de vida de los empleados contratados; asimismo, potencializa el valor económico del entorno donde se asentará, por lo que su realización es factible, en términos ambientales, económicos y de riesgo.

IV.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta

El presente estudio de caso, en materia de riesgo ambiental, corresponde a la valoración de la instalación de una planta de distribución de gas LP, propiedad de la empresa **“Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.”**, que se ubicará encamino Viejo a Acopinalco km 2+500, Apan, Estado de Hidalgo, C.P. 43900 el cual se ubica en una zona clasificada como I-G (Industria Grande); Se consideraron todas las características de diseño, operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento, manejo, operación y suministro de gas LP, determinándose el escenario más probable para el suceso de un siniestro, identificándose que ésta corresponde a la fuga de Gas L.P., por un orificio de 1 pulgada de diámetro.

La complejidad de determinar la posibilidad de un siniestro, fue subsanada mediante la jerarquización de riesgos de operación, a través del uso de HazOp presentándose los siguientes resultados al jerarquizar las desviaciones (presentados por prioridad y la frecuencia de ocurrencia):

Tabla ER 36 Matriz de evaluación

Frecuencia	Prioridad				Total
	1	2	3	4	
A	0	6	0	3	9
B	0	2	8	4	14
C	1	0	6	5	12
D	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0
Total	1	8	14	12	35

De estas desviaciones se identifican tres posibles afectaciones: Fuga de Gas L.P, Fuego y BLEVE; Acorde a la anterior tabla se consideraron únicamente los riesgos Intolerables (color rojo) y los indeseables (color naranja) por presentar los escenarios más catastróficos y se identificaron 8 eventos que fueron simulados con el software ALOHA, los cuales corresponden a:

Tabla ER 37 Síntesis de Modelación de Eventos identificados

No de escenario	Área de riesgo	Tipo de escenario	Zona de alto riesgo (m)	Zona de amortiguamiento (m)
1	Tanque de almacenamiento	BLEVE	721.46	1333.19
2	Toma de recepción	Incendio tipo dardo	65.83	121.61
3	Toma de suministro	Fuga de gas LP	121.61	306.32
4		Incendio tipo dardo	17.37	32.004
5		BLEVE	336.49	622.706
6	Muelle de llenado	Fuga de gas LP	19.20	51.20
7		Incendio tipo dardo	10.97	19.20
8	Toma de carburación	Incendio tipo dardo	15.54	27.43

Las causas que dan origen a estos eventos, de manera resumida y general que han sido identificados son los siguientes:

Tabla ER 38 Resumen de Causas clasificadas por su naturaleza

Naturaleza	Mecánica	Mecánica/Humanos	Humanos
Tipo de Falla	Falla de Componentes	Desviación de las condiciones normales de operación	Errores humanos y de organización
Causas genéricas	Falla y/o deterioro del medidor magnético. Fallas del sistema de tierras. El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	Sobrellenado del auto-tanque. Falta de inspección del estado que guardan los tanques portátiles.	No colocar las calzas a los auto tanques y semirremolques en el momento de la descarga y carburación. El operador no conecta la unidad al sistema de tierras. Manejo de tanques portátiles en mal estado. Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el trasiego sin haber concluido las conexiones.

Las posibles afectaciones son variadas y van desde daños con posibilidad de detener su funcionamiento a las actividades aledañas.

En la zona agrícola se presenta zonas con desarrollos humanos en sus orillas a 828.62 m dirección Nor-este, siendo esta el único asentamiento humano cercano que se ubique dentro de la Blevé de los tanques, las cuales presentarían daños como rompimiento de vidrios y posibles daños a las estructuras de las casas más cercanas a la zona con ello se puede presentar incidentes con las personas expuestas como cortaduras o contusiones por impactos de algunos materiales.

IV.3 Presentar el informe técnico debidamente llenado

Atendiendo lo señalado por la establecido en la GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO, clave ASEA-00-015-B, se detallan las siguientes tablas técnicas, es importante precisar que la información empleada para desarrollar cada punto de la guía está directamente asentada en los puntos que corresponde; esto es únicamente un extracto de la misma:

Tabla ER 39 Sustancias involucradas

Gas LP (Mezcla Propano – Butano)						
Sustancia						
Nombre químico de componente (IUPAC)	Nº CAS	Densidad (g/cm3)	Diámetro de tubería (cm)*	Presión de Operación**	Espesor**	Descripción de la trayectoria
Propano	74-98-6	0.518	½"	28.13 Kg/cm²	En tubería es Cédula 80	Especificada en proyecto civil y mecánico.
Butano	106-97-8					
* Tuberías de descarga de la bomba de la toma de suministro						
** De los tanques de almacenamiento de Gas L.P.						

Tabla ER 40 Antecedentes de accidentes e incidentes relacionados con el manejo de Gas L.P. a nivel Nacional.

Fecha	Fuente	Clasificación	Ocurrió en	Descripción del evento
01/23/90	Universal	E	I	De Gas Butano en un depósito de la Fábrica "Anderson Clayton", en industrial Vallejo CDMX.
06/20/90	Universal	F/E	I	De Gas con dos explosiones en la ensambladora General Motors, en la Alcaldía Miguel Hidalgo, CDMX.
07/26/90	Universal	F	T	De gas butano en mangueras del barco petrolero "AHKATO", en el puerto de Topolobambo. Sinaloa.
09/12/90	Excélsior	F	I	De Gas Propano en la planta "Vela-Gas" en Orizaba, por sobrecarga en un tanque con 115,000 L de combustible. Veracruz.
10/08/90	Universal	E	I	En el Laboratorio de Zoología de la ENEP Iztacala, por acumulación de gases. Edo. de México.
10/13/90	Novedades	F/E	T	De Gas seguida de la explosión de una pipa de 8,300 Kg. de la empresa "MUNDIAL", al abastecer una tortillería. Guerrero.
10/16/90	Uno más Uno	F/E	T	De combustible de una pipa de la compañía UNIGAS por falla en la conexión de manguera al surtidor del producto CDMX.
11/07/90	Universal	E	I	De tres tanques de gas de 20 kg que se encontraban en mal estado, en el barrio de Petaquillo, Acapulco, Guerrero.

11/27/90	Universal	E/I	I	De dos cilindros que contenían Butano y Acetileno, en una bodega del Aeropuerto por falla eléctrica, CDMX.
03/11/91	Uno más Uno, Universal	FEI	I	De gas en las plantas de Clorados II en el complejo Pajaritos, al romperse una tubería, Veracruz.
04/11/91	Universal	F/I	I	De Gas licuado en la Refinería Lázaro Cárdenas, uno en la fraccionadora de Xilenos y otro en la de aromáticos.
07/23/91	Universal, uno más Uno	I	T	De una pipa de gas para uso doméstico, provocado por un corto circuito en el sistema del camión. Edo de México.
09/18/91	Universal, Uno más Uno	F	T	De gas en una pipa distribuida, por avería de una de las válvulas, San Ángel Inn, CDMX.
04/29/92	Universal	F	I	De altas concentraciones de Gas, en las redes de distribución de una Gasera Local en el centro de Saltillo, Coahuila.
05/14/92	Excélsior, Universal	F/E	I	De un tanque de 1,000 Kg de gas y el estallido de otros dos estacionarios, en la embotelladora Jarritos, Puebla.
05/19/92	Protección Civil	D	T	De Gas Butano en la empresa Tubos y Conexiones y Distribuidoras de Cilindros en Tizayuca, Hidalgo.
05/27/92	Jornada	F	I	De Gas Natural de las válvulas de caseta de suministro y medición de PEMEX en Parque industrial Puebla, Puebla.
06/23/92	Universal, Uno más Uno.	F	T	De Gas al volcarse una pipa de Gasomático que transportaba 12,500 L, por exceso de velocidad ,CDMX.
06/23/92	Excélsior	F	T	De 9,000 L de Gas Butano al volcarse un carro Tanque en la carretera Monterrey-Ladero. Pro fallas mecánicas, nuevo León.
08/05/92	Jornada	F	I	De gas originada en el Gasoducto proveniente de la Refinería 18 de marzo, a la altura de Boulevard las Torres, Estado de México.

Tabla ER 41 Identificación y jerarquización de riesgos ambientales

Nº de Falla	Nº de Evento	Falla Accidente hipotético						Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectada*
		Falla	Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o Equipo		
8	1	Distinto de diseño			X (BLEVE)		Tanque de almacenamiento de gas LP	ALOHA *	N/A (El proyecto se localiza en área impactada)
2	2	No inmovilización			X (tipo dardo)		Toma de recepción	ALOHA *	N/A (El proyecto se localiza en área impactada)
10	3	No inmovilización	X				Toma de suministro o carga	ALOHA *	N/A (El proyecto se localiza en área impactada)
13	4	Incremento de presión TS			X (tipo dardo)		Toma de suministro o carga	ALOHA *	N/A (El proyecto se localiza en área impactada)
18	5	Menos mantenimiento o TS			X (BLEVE)		Toma de suministro o carga	ALOHA *	N/A (El proyecto se localiza en área impactada)
20	6	No asegurar TS	X				Muelle de llenado	ALOHA *	N/A (El proyecto se localiza en área impactada)
25	7	No interrupción del flujo MU			X (tipo dardo)		Muelle de llenado	ALOHA *	N/A (El proyecto se localiza en área impactada)
30	8	Distinto del operador			X (tipo dardo)		Toma de Carburación	ALOHA *	N/A (El proyecto se localiza en área impactada)
35		No Conexión a tierra							

* Únicamente se presentará la radiación térmica y onda de presión correspondiente al evento.

Tabla ER 42 Estimación de Consecuencias

Nº Falla	Nº de Evento	Tipo de liberación		Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Zona de Riesgo	
		Masiva	Continua	C	G	S	R	N		Alto Riesgo Distancia (m)	Amortiguamiento Distancia (m)
8	1	X		X					ALOHA *	721.46 m (5Kw/m ²)	1333.19m (1.4 Kw/m ²)
2	2	X				X			ALOHA *	65.83 m (5Kw/m ²)	121.61 m (1.4 Kw/m ²)
10	3	X				X			ALOHA *	121.61 m (12600 ppm)	306.32 m (2100ppm)
13	4	X					X		ALOHA *	17.37 m (5Kw/m ²)	32.004 m (1.4 Kw/m ²)
18	5	X			X				ALOHA *	336.49 m (5Kw/m ²)	622.706 m (1.4 Kw/m ²)
20	6	X						X	ALOHA *	19.20 m (5Kw/m ²)	51.20 m (1.4 Kw/m ²)
25	7	X						X	ALOHA *	10.97 m (5Kw/m ²)	10.20 m (1.4 Kw/m ²)
30	8	X						X	ALOHA *	15.54 m (5Kw/m ²)	27.43 m (1.4 Kw/m ²)
35											

Tabla ER 43 Criterios utilizados

ALOHA ®		
Datos del Sitio	Datos Químicos	Datos Atmosféricos
Ubicación: APAN, EDO DE HIDALGO, MÉXICO Intercambios de aire de construcción por hora: 0.50 (Espacio cerrado)	Nombre químico: Propano Número CAS: 74-98-6 Peso molecular: 44,10 g / mol AEGL - 1 (60 min): 5500 ppm AEGL - 2 (60 min): 17000 ppm AEGL - 3 (60 min): 33000 ppm IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm Ambiente Punto de ebullición: -48.0 ° F Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor de 1 atm Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100.0%	Viento: 2.08 m/seg de N a 3 m Rugosidad del suelo: Urbano o forestal Cubierta de nubes: 5 décimas Temperatura del Aire: 23°C Clase de Estabilidad E No altura de inversión Humedad relativa 50%

CAPÍTULO V.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V., ubicado en Camino viejo a Acopinalco km 2+500, Apan, Estado de Hidalgo, C.P. 43900.

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

5.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

La información presentada para el Estudio de Riesgo Ambiental, corresponde a respaldo electrónico en cuatro tantos, incluido el de Consulta Pública, con etiqueta impresa cuyo contenido digital es la totalidad del presente documento y la relación de anexos que se refieren en los puntos subsecuentes. Las imágenes empleadas para el análisis de la información en los capítulos anteriores, están referidas en el índice de figuras y tablas correspondientes, cuyo desglose se encuentra en el índice general del presente documento.

5.1.1 Planos de localización

Adjunto en los medios magnéticos del presente documento, se anexan los siguientes planos en formato .pdf:

Clave	Descripción del plano
ABT-01/A	<i>Proyecto Civil 1.</i>
ABT-01/B	<i>Proyecto Civil 2.</i>
ABT-02	<i>Plano Proyecto Eléctrico</i>
ABT-03	<i>Plano Proyecto Mecánico</i>
ABT-04	<i>Plano Proyecto Planimétrico</i>
ABT-05	<i>Plano Proyecto Contra incendio</i>

Los planos arriba citados, contienen título, clave de identificación, nombre y firma de quien elaboró, revisión y autorizó, así como la fecha de elaboración, nomenclaturas, escala gráfica. Asimismo, se adjunta de manera electrónica un archivo de distribución de áreas y la superficie total del predio denominado Planta Distribución Gas L.P. + Superficies aprox.kml, mismo que puede ser desplegado en Google Earth® o consultado con algún software de GIS, como es Arc View o Global Mapper. Asimismo, se incluyen los electrónicos de las modelaciones que son descritos en el punto 5.2 Otros anexos.

5.1.2. Fotografías

Respecto a las condiciones actuales del predio donde se llevará a cabo el proyecto "**Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de la empresa Comercializadora y Servicios en Gas L.P. SEGAS, S.A. de C.V.**", la distribución de las imágenes del mismo y sus condiciones actuales, es la correspondiente al arreglo de la figura siguiente:

Figura ER 37 Vista aérea del predio a reacondicionar.



Fotografía N.º 1 Muelle de llenado de la Planta de Distribución de Gas L.P.



Fotografía N. º 2 Auto-tanques de Gas L.P



Fotografía N. º 3 Tanques fijos de almacenamiento de Gas L.P.



Fotografía N. º 4 Zona a reacondicionar para la extensión de la Planta de Gas L.P.



Fotografía N. 5 Tanque de almacenamiento fijo



Fotografía N.º 6 Auto-tanques con leyendas del contenido



Fotografía N. º 7 Planta de Distribución de Gas L.P.



Fotografía N. º 8 Zona de reacondicionamiento



5.2 OTROS ANEXOS

Se adjunta de manera física y electrónica la siguiente información:

N° Anexo	Contenido
01	Copia simple del pago de derechos
02	Información legal
03	Documentación legal del predio
04	Memorias descriptivas y Estudio de mecánica de suelo
05	Plano ABT-01/A. Proyecto Civil 1.
06	Plano ABT-01/B Proyecto Civil 2.
07	Plano ABT-02 Plano Proyecto Eléctrico
08	Plano ABT-03 Proyecto Mecánico
09	Plano ABT-04 Proyecto Planométrico
10	Proyecto ABT-05 Proyecto Contra Incendio
11	Simulaciones
12	Hoja de datos de seguridad.pdf (Electrónico)
13	Ubicación en formato KML