ÍNDICE

CONTENIDO	PAGINA
INTRODUCCIÓN.	5
ANTECEDENTES.	11
JUSTIFICACIÓN.	13
OBJETIVOS.	15
CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	20
I.1 PROMOVENTE.	20
I.2 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	22
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.	23
II.1. NOMBRE DEL PROYECTO.	23
II.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROYECTADAS	24
II.3. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN PROYECTADA.	40
CAPÍTULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.	50
III.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO O ÁREA SELECCIONADA.	50
III.1.1 FLORA.	53
III.1.2 FAUNA.	54
III.1.3 GEOLOGÍA	55
III.1.3.1 EDAFOLOGÍA.	58
III.1.4 HIDROLOGÍA.	60
III.1.4.2 UNIDADES DEL PAISAJE.	63
III.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS EN TORNO A LA INSTALACIÓN.	63
III.2.1 TEMPERATURA.	64
III.2.2 PRECIPITACIÓN PLUVIAL.	65
III.2.3 DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO.	65
III.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO.	65
III.4 INTEMPERISMOS SEVEROS.	74
CAPÍTULO IV. INTEGRACIÓN A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO.	83

IV.1 PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL PÁTZCUARO 2012-2015.	83
IV.2 CÓDIGO DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO	85
IV.3 PLAN DE DESARROLLO INTEGRAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN 2012-2015.	85
IV.4 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2015.	86
IV.5 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.	88
IV.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	88
IV.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.	92
IV.8 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.	95
IIV.9 LEY DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS	98
IIV.11 INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN DE USOS DE SUELO	102
IV. 12 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.	110
CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS.	113
V.1 BASES DE DISEÑO.	113
V.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES.	128
V.3 HOJAS DE SEGURIDAD.	136
V.4 ALMACENAMIENTO.	145
V.5 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.	146
V.6 CONDICIONES DE OPERACIÓN.	147
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.	149
VI.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.	149
VI.2 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN.	152
VI.3 DETERMINACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.	189
IV.4 REPRESENTAR LAS ZONAS DE ALTO RIESGO Y AMORTIGUAMIENTO EN UN PLANO A ESCALA ADECUADA DONDE SE INDIQUEN LOS PUNTOS DE INTERÉS QUE PUDIERAN VERSE AFECTADOS	208
VI.5 INTERACCIONES DE RIESGO.	213
VI.6 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.	218
VI.6.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD.	221
VI.6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.	222

VI.6.3 RESIDUOS, DESCARGAS Y EMISIONES GENERADAS DURANTE LA OPERACIÓN DE LA EMPRESA.	227
VI.6.3.1 CARACTERIZACIÓN.	227
VI.6.3.2 FACTIBILIDAD DE RECICLAJE O TRATAMIENTO.	229
VI.6.3.3 DISPOSICIÓN.	230
CAPÍTULO VII. RESUMEN.	230
VII.1 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO.	230
VII.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA LA INSTALACIÓN O PROYECTO, EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL, SEÑALANDO LAS DESVIACIONES ENCONTRADAS Y POSIBLES ÁREAS DE AFECTACIÓN	231
VII.2.1 RECOMENDACIONES.	234
VII.3 INFORME TÉCNICO.	235
CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	236
VIII.1 METODOLOGÍA PARA RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	236
VIII.2 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	237
VIII.3 FOTOGRAFÍAS.	237
VIII.5 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.	237
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	238

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS DOCUMENTALES.
I. COPIA SIMPLE DE IDENTIFICACIÓN OFICIAL DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA PROMOVENTE.
II. COPIA SIMPLE DE R.F.C. DE LA EMPRESA.
III. COPIA DE ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA.
IV. COPIA SIMPLE DE PODER NOTARIAL OTORGADO AL REPRESENTANTE LEGAL.
V. COPIA DEL CONTRATO DE ARRENDAMIENTO DEL TERRENO PARA EL PROYECTO.
VI. COPIA DE LICENCIA DE USO DE SUELO.
VII. COPIA SIMPLE DE CEDULA PROFESIONAL DE QUIEN ELABORA EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.
VIII. COPIA SIMPLE DE IDENTIFICACIÓN OFICIAL, Y RFC DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO.
IX. COPIA SIMPLE Y PRESENTACIÓN DEL ORIGINAL DEL COMPROBANTE DEL PAGO DE DERECHOS.
X INFORME TÉCNICO DEL ESTUDIO DE RIESGO
XI. MEMORIA TÉCNICA
ANEXOS GRÁFICOS.
XII. PLANO CIVIL EN ESCALA QUE SE SEÑALA.
XIII. PLANO ELÉCTRICO EN ESCALA QUE SE SEÑALA.
XIV. PLANO MECÁNICO (DE ARREGLO GENERAL DE EQUIPOS)
XV. PLANO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO EN LA ESCALA QUE SE SEÑALA.
XVI. PLANO PLANOMÉTRICO.
XVII. DIAGRAMAS DE PÉTALOS CON ZONAS DE ALTO RIESGO Y DE AMORTIGUAMIENTO EN PLANOS A ESCALA 1:100 DE LOS EVENTOS CRITICO, CATASTRÓFICO Y DOS DE LOS MAS PROBABLES.

UNIDAD DE GESTIÓN INDUSTRIAL
RECIBIDO
17 AGO 2015

INTRODUCCIÓN.

El uso de ciertos combustibles se hace indispensable para llevar a cabo varias actividades cotidianas actuales. Su extracción y manejo se ha extendido por todo el planeta ya que se trata de una fuente de energía que impulsa el desarrollo de la sociedad, manteniendo un satisfactor básico para cualquier país, sobre todo, tratándose de aquellos combustibles con menores emisiones contaminantes, menores riesgos, menor costo y fácil manejo, tal es el caso del gas Licuado de Petróleo conocido popularmente como L.P. (mezcla propano y butano).

El gas licuado de petróleo (gas L.P.) es un combustible que tiene un gran impacto social, se trata de uno de los energéticos más utilizados en el mundo; a nivel mundial, el consumo del gas L.P. en los sectores residencial y comercial, representa alrededor del 50% del consumo total de gas L.P., las tres principales regiones demandantes son Asia-Pacífico, Latinoamérica, Europa y Eurasia. De acuerdo con la Asociación Mundial de Gas L.P. (WLPGA)

En México, el consumo de gas L.P., ha venido decreciendo, debido al incremento del consumo de gas natural en todos los sectores, así para el año 2012 la disminución fue del 20% respecto a los consumos para el 2003, sin embargo se ha mantenido un incremento en el consumo a nivel doméstico, lo que mantiene el fuerte consumo en los hogares mexicanos, originando que sea identificada como la nación con el mayor consumo anual con 68 kg *per cápita*. En 2011, más del 80% de los hogares mexicanos utilizaron *GLP* como fuente básica de energía; siendo así, 9.02 millones de hogares con 90 millones de Mexicanos, se abastecieron del energético vía recipientes transportable (cilindros) y 8.33 millones, vía tanques estacionarios. (Dirección General de Gas L.P. México 2008).

También en el sector de autotransporte, el uso del gas L.P., se extendió a partir de 1998; gracias a su bajo costo los usuarios de carga optaron por instalar convertidores en sus unidades para alternar el uso de gasolina con el gas, lo cual representa grandes ahorros y mayor competitividad, detonando en el sector agrícola con mejores precios de productos y menores tiempos de traslado de mercancías.

Sin embargo, el uso de los combustibles implica inherentemente, una alteración de las condiciones ambientales desde que inicia su manejo; así observamos que la extracción del gas

requiere además de la inversión y el esfuerzo humano, de considerar ciertas medidas que mitiguen los efectos sobre el ambiente del lugar donde se genera.

La demanda de gas L.P. como combustible implica no solo la necesidad del combustible disponible cerca de los lugares donde la población se establece y procura sus actividades, sino que se requiere cumplir con una planeación estratégica de regulaciones legales que imponen requisitos básicos para operar los centros de distribución del gas L.P.

"Gas Agra", S.A. de C.V. es una organización orgullosamente mexicana, con más de 20 años en el mercado de distribución y comercialización de combustibles, siempre comprometidos con el desarrollo de México, evidenciado esto con las constantes inversiones en Michoacán y Guanajuato, generando empleos y modernizando sus equipos de distribución.

De esta manera, la empresa consciente de que la seguridad es parte vital de los valores y procedimientos para una buena operación en el servicio de venta y distribución del combustible, han decidido elaborar y presentar el Estudio de Riesgo Ambiental para cumplir con las disposiciones legales establecida en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su última reforma del 31 de octubre del 2014, publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Dicho Reglamento establece las atribuciones de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos para otorgar las autorizaciones, debiendo presentar el estudio de riesgo ambiental, tal como se establece en la LGEEPA y su Reglamento.

El citado Reglamento establece lo siguiente:

Artículo 2o.- La aplicación de este Reglamento compete al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias en la materia.

La Secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en el presente ordenamiento, incluidas las disposiciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción, por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades del sector hidrocarburos y, cuando se trate de actividades distintas a dicho sector, la Secretaría ejercerá las atribuciones correspondientes a

través de las unidades administrativas que defina su reglamento interior. DOF 31-10-2014

Artículo 3o. Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:

I. **Actividades del Sector Hidrocarburos**: Las actividades definidas como tal en el artículo 3o., fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; (ASEA)

I Bis. Agencia: La Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos;

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

D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS: DOF 31-10-2014.

VIII. Construcción y operación de instalaciones para transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo;

En consecuencia, tratándose de actividades del sector hidrocarburos, las que ha proyectado la empresa Gas Agra, S.A. de C.V. en Pátzcuaro, Michoacán, se debe cumplir con las disposiciones del Reglamento que señala aquellas que se definen como tales en el artículo Tercero de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, que establece lo siguiente:

LEY DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS (LEY DE LA AGENCIA). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto del 2014.

Artículo 3o.- Además de las definiciones contempladas en la Ley de Hidrocarburos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por:

XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

a. El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos;
b. El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo;

c. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural;

d. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo;

e. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos, y

f. El transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo;

TÍTULO SEGUNDO

Atribuciones de la Agencia y Bases de Coordinación Capítulo I.

Artículo 5o.- La Agencia tendrá las siguientes atribuciones:

III. Regular, supervisar y sancionar en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, en relación con las actividades del Sector, incluyendo las etapas de desmantelamiento y abandono de las instalaciones, así como de control integral de los residuos y las emisiones a la atmósfera;

IV. Regular a través de lineamientos, directrices, criterios u otras disposiciones administrativas de carácter general necesarias en las materias de su competencia y, en su caso, normas oficiales mexicanas, previa opinión de la Secretaría, en materia de protección al medio ambiente y de la Secretaría de Energía, la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la Comisión Reguladora de Energía, en materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;

VIII. Supervisar y vigilar el cumplimiento por parte de los Regulados de los ordenamientos legales, reglamentarios y demás normativa que resulten aplicables a las materias de su competencia. Para ello, podrá realizar y ordenar certificaciones, auditorías y verificaciones, así como llevar a cabo visitas de inspección y supervisión.

- Asimismo, en el ejercicio de sus atribuciones, podrá instruir la comparecencia de representantes de los Regulados.
- Para llevar a cabo la supervisión, la Agencia podrá ordenar visitas de inspección.
- En la sustanciación de las visitas, la Agencia aplicará lo dispuesto en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y, en su caso, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

X. Instaurar, tramitar y resolver, en los términos de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, los procedimientos administrativos, que correspondan con motivo de sus atribuciones;

XI. Imponer medidas de seguridad, de apremio o sanciones que resulten aplicables conforme a la legislación correspondiente;

XII. Resolver sobre las solicitudes de revocación, modificación y conmutación de multas, en los términos previstos en las disposiciones jurídicas aplicables;

XIII. Establecer los mecanismos a través de los cuales los Regulados deberán informar sobre los siniestros, accidentes, incidentes, emergencias, fugas y derrames vinculados con las actividades del Sector;

XIV. Llevar a cabo investigaciones de causa raíz en caso de incidentes y accidentes operativos, industriales y medioambientales, conforme a los lineamientos que al efecto emita o establecer las bases para que los Regulados lleven a cabo dichas investigaciones, así como la comunicación de riesgos y lecciones aprendidas;

XV. Promover la colaboración entre Regulados con el objetivo de optimizar el uso de recursos para la atención de contingencias, emergencias, prevención y mitigación de riesgos;

XVI. Coordinar un programa de certificación en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, en relación con el cumplimiento de la normatividad y estándares de desempeño, con base en el principio de autogestión y conforme a los requisitos técnicos que para tal efecto establezca;

XVII.Autorizar los Sistemas de Administración de los Regulados;

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

XXII.Realizar estudios de valoración económica de las externalidades ambientales y riesgos asociados a las instalaciones, actividades y operación del Sector, con base en una metodología que tome en cuenta las mejores prácticas internacionales;

XXIII. Impulsar un desarrollo regional sustentable y exigir que las actividades relacionadas con el Sector se realicen, entre otras, con apego a la protección, conservación, compensación y restauración de los ecosistemas, flora y fauna silvestres, bienes y servicios ambientales, en coordinación con las unidades administrativas competentes de la Secretaría;

A partir de la entrada en vigor de la Ley de la Agencia (día siguiente de su publicación), se definieron las atribuciones de la misma; dentro de las cuales se incluyeron la expedición de licencias, autorizaciones y registros en materia ambiental, tal es el caso de la presentación de la autorización en materia de Riesgo Ambiental:

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

I. **Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos**; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como

obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia;

Por lo cual la empresa promovente tiene como objetivo cumplir con las disposiciones legales vigentes en materia de riesgo ambiental, así como conocer aquellos eventos de riesgo que pueden ocurrir durante las operaciones en la estación de carburación proyectada, a la vez de determinar las distancias a las cuales existiría probabilidad de afectación por un evento potencial y determinar si las instalaciones cubren las disposiciones de seguridad para minimizar los peligros identificados.

Las instalaciones de la estación ofrecen amplias expectativas de funcionalidad, ya que el mercado a abarcar en la región es amplio, contando con unos 20 mil habitantes, lo que representa un potencial excelente.

ANTECEDENTES.

Las actividades productivas de nuestro país requieren desde su planeación, un enfoque respetuoso con el entorno, ya que la tendencia global es el aprovechamiento racional de los recursos y/o la realización de actividades, con las menores afectaciones hacia el ambiente, considerando todos sus factores como es el físico, biótico y social.

El crecimiento poblacional es irreversible, en consecuencia es necesario llenar aquellos espacios vitales para producir mercancías o insumos que se necesitan para adecuarnos y competir dentro de una economía globalizada; lo anterior, sin duda, repercutirá en mejores posibilidades de éxito para posicionar la actividad que se desarrolla.

Refiriéndonos particularmente al uso de combustibles, estos han transformado el modo de vida del individuo, con un gran salto desde la revolución industrial hasta nuestros tiempos; desde entonces se han extraído del ambiente los combustibles que facilitan nuestras actividades cotidianas, ya que abastecen al ser humano de las materias primas y energía necesarias para su desarrollo.

Ante las crecientes necesidades primarias de la sociedad y la búsqueda de nuevos sistemas productivos, tendientes a satisfacer niveles de bienestar más complejos, ha requerido a su vez de utilizar equipos que incrementan la productividad, pero que requieren del uso de combustibles fósiles, como es el caso del gas L.P., que es sin duda el combustible de uso más extendido a nivel mundial y que en México el 83% de los hogares lo consume para sus actividades diarias de alimentación, transporte e higiene, incluyendo usos industriales.

Para extraer el gas L.P., se requiere de arduos trabajos para conservarlo accesible a los consumidores, de igual manera la comercialización del combustible implica obras y actividades específicas que deben ser analizadas con la finalidad de identificar si pueden existir peligros (riesgos), para las condiciones ambientales durante su manejo y si ello puede derivar en daños al ambiente, instalaciones, las propiedades o las personas, en torno a la ubicación de la estación.

La demanda de gas L.P. como combustible implica no solo la necesidad del combustible disponible cerca de los lugares donde se ha crecido la población y se acrecientan las actividades; requiere además la planeación estratégica y el cumplimiento de regulaciones legales, que imponen requisitos básicos para operar los centros de venta del gas L.P.

De ahí que se considere que, aun cuando es necesario impulsar una actividad comercial que satisface la demanda de combustible en esta región del Estado, donde ha crecido la actividad agrícola y de servicios, que requiere además, disponer de una serie de medidas tendientes a conocer y reducir los riesgos ambientales y prevenir situaciones de emergencia que pudiesen derivar en afectaciones hacia el ambiente, las personas o los bienes de terceros, dadas las características especiales de este hidrocarburo en cuanto a inflamabilidad y explosividad.

De esta manera, la empresa Gas Agra, S.A. de C.V., pretende cubrir la demanda de gas L.P. en esta zona de influencia, del predio ubicado en el km. 20+000 de la carretera Pátzcuaro - Morelia, perteneciente al Municipio de Pátzcuaro, Michoacán. Para lograr este objetivo; se invertirán los recursos necesarios para construir una estación de carburación a gas L.P., que cumpla con las regulaciones legales aplicables al tipo de proyecto y proponga las recomendaciones para mitigar los efectos sobre el ambiente derivados de su instalación.

En concordancia con lo anterior, es necesario contar con los mecanismos que permitan dilucidar si una actividad a desarrollar o a ampliar, es compatible con las regulaciones de uso de suelo, ambientales y de desarrollo; para lograr este objetivo será necesario conocer el sitio donde se pretende desarrollar la obra, el tipo de sustancias a utilizar y el detalle de las actividades, con énfasis especial en manifestar los efectos ambientales negativos para minimizarlos, revertirlos o mitigarlos.

JUSTIFICACIÓN.

La empresa Gas Agra, S.A. de C.V. pretende ampliar los servicios y cobertura en el municipio de Pátzcuaro, Michoacán; para el abastecimiento de gas L.P., ampliando el servicio hacia el sector del autotransporte, ya sea para empresas o particulares que demandan el combustible y quienes ya cuentan con tanque e instrumental adaptados en sus vehículos; por lo que para lograrlo es necesario realizar la inversión que permita la ampliación de la capacidad de dicha estación de gas L.P. para carburación, con almacenamiento fijo, contribuyendo además, a crear fuentes de empleo hacia esta región del estado, que se caracteriza por su pujante actividad turística y agrícola, diversificando las actividades económicas de esta región.

Para la operación de la estación, es requisito imprescindible cubrir las medidas de seguridad que recomienda la Secretaría de Energía, además de atender otras regulaciones de carácter ambiental, de uso de suelo, de seguridad y normativas para cumplir con las instancias competentes.

Asimismo se pretende aprovechar la ubicación de un predio a un costado de una vialidad importante, estratégicamente ubicada para facilitar el acceso por parte de los potenciales clientes.

De esta manera la instalación de la estación de carburación además de brindar un servicio de calidad, debe apegarse a las condiciones y características de seguridad establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004, "Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y Construcción".

La construcción de la estación de carburación representa una oportunidad para disminuir los traslados de consumidores de la zona, hacia otras zonas alejadas, lo cual representa menor consumo por desplazamiento y menores emisiones de los clientes por combustión de los vehículos; optimizando tiempo y contando con instalaciones especialmente diseñadas para tal fin, respetando en todo momento las especificaciones, materiales y diseño que marca la Norma referida.

Para ello, la estación incluirá un tanque de almacenamiento del tipo intemperie, cilíndrico horizontal, especial para contener 5,000 litros, de gas L.P., base agua, de capacidad nominal. La operación de la estación consistirá en la recepción del gas L.P. (de auto-tanques), su

almacenamiento en el tanque fijo, y el trasiego a los equipos de los vehículos usuarios que lo requieran.

El gas L.P. se caracteriza por ser un combustible de excelente rendimiento, con alto poder calorífico y el de menor emisión contaminante, aunado a su bajo costo; se trata pues de un gas que, como única desventaja, podemos mencionar su peligrosidad, en el caso que no sea manejado con las adecuadas medidas de seguridad; y como se ha reiterado, para mitigar esta situación de riesgo, es requisito adoptar las medidas impuestas en la legislación en materia de gas, así como la estatal y municipal aplicable al tipo de actividades que se realizan.

Lo anterior encuentra sentido, ante el hecho que el uso del gas L.P. continúa creciendo, ante esto ahora la demanda no solamente implica su uso en medios de transporte, además, la versatilidad del gas L.P., hace que sea ideal para una infinidad de usos en los sectores:

- Residencial.
- Comercial.
- Turístico.
- Industrial.
- Agropecuario.

De esta manera la operación de la estación de gas L.P. para carburación, con almacenamiento fijo, además de brindar un servicio de calidad, debe apegarse a las condiciones y características de seguridad establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004 "Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y Construcción", publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de Abril de 2005, por la Secretaría de Energía; así como aquellas que señala el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, publicado en el mismo Diario en fecha 05 de Diciembre de 2007; que establece las especificaciones, diseño y equipos y materiales de construcción para estaciones de carburación a gas L.P. con almacenamiento fijo, además de las condiciones para su operación.

I.3. OBJETIVOS.

El principio que da origen a un Estudio de Riesgo Ambiental, consiste en proporcionar un panorama de la magnitud del riesgo y la posibilidad de ocurrencia de un evento inesperado, para así tomar las medidas pertinentes y mesurar las consecuencias de una posible fuga de combustible, en el área colindante a las instalaciones de la estación de carburación proyectada.

De esta manera se podrán detectar aquellas desviaciones de diseño, procedimientos o errores operativos causales de potenciales riesgos, que pudieran surgir en la operación y/o mantenimiento de la instalación.

El análisis y evaluación de las condiciones, características y procedimientos, conlleva a la etapa consecuencial de poder implementar una serie de medidas y recomendaciones, que reduzcan la posibilidad de ocurrencia del evento indeseable y de manera complementaria establecer un programa de atención de emergencias en caso de accidentes en el almacenamiento y manejo de gas L.P., lo que posibilitará reducir la magnitud de daños y la trascendencia de un evento accidental.

Los métodos para la identificación, análisis y evaluación de riesgos son una herramienta muy valiosa para abordar con decisión su detección, causa y consecuencias que puedan acarrear, con la finalidad de eliminar o atenuar los propios riesgos, así como limitar sus consecuencias, en el caso de no poder eliminarlos.

Los objetivos generales son:

I. El objetivo comercial para la realización del proyecto es el atender la demanda del combustible para uso vehicular, en la zona de Pátzcuaro, Michoacán.

II. El objetivo principal que se persigue con la integración de este documento, es el lograr la aprobación para la empresa denominada "Gas Agra", S.A. de C.V., y de esta manera cumplir con las regulaciones legales, en las materias ambientales, de desarrollo urbano y de seguridad.

Los objetivos particulares son:

1. Identificar y medir los riesgos que representa la operación de las instalaciones proyectadas para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.

2. Identificar y determinar las áreas de riesgo potencial de accidentes.

3. Deducir los posibles accidentes graves que pudieran producirse.

4. Determinar las consecuencias en el espacio y el tiempo de los accidentes, aplicando determinados criterios de vulnerabilidad.

5. Analizar las causas de dichos accidentes.

6. Discernir sobre la aceptabilidad o no de las propias instalaciones y operaciones a realizar en el establecimiento de servicios.

7. Definir medidas y procedimientos de prevención y protección para evitar la ocurrencia y/o limitar las consecuencias de los accidentes.

8. Realizar y adecuar los planes, procedimientos, programas y recursos para prevenir o atender cualquier situación de accidente o condición peligrosa en la estación, por el manejo de substancias peligrosas, que pongan en riesgo la vida humana, el medio ambiente, así como los bienes e instalaciones.

9. Cumplir estrictamente los requisitos de las leyes, reglamentos y normas nacionales e internacionales que persiguen los mismos objetivos.

Aspectos a tratar en los análisis de riesgos.

Los aspectos de un análisis sistemático de los riesgos, que implica un determinado establecimiento comercial con sustancias riesgosas, desde el punto de vista de la prevención de riesgos, están íntimamente relacionados con los objetivos que se persiguen, que son:

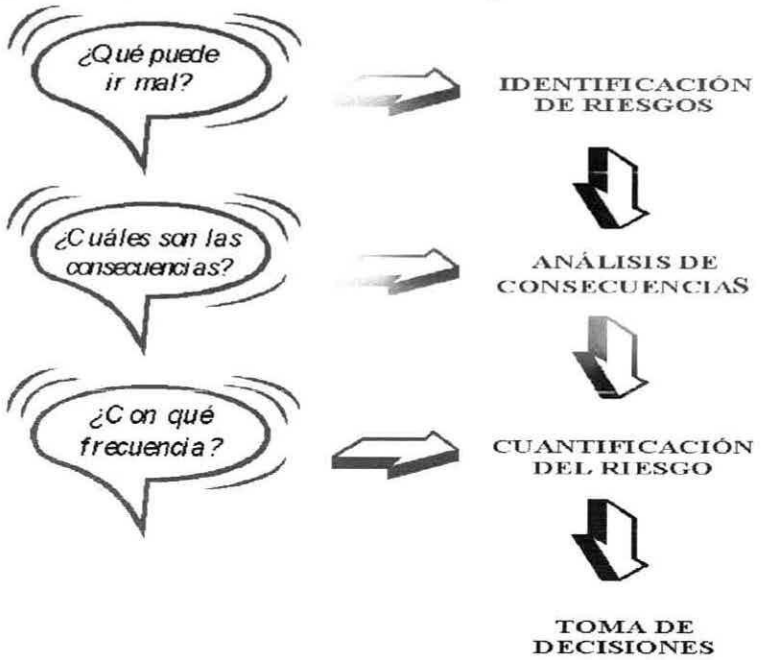
- Identificación de potenciales sucesos no deseados, que pueden conducir a la materialización de un peligro.
- Análisis de las causas por las que estos sucesos tienen lugar.
- Valoración de las consecuencias y de la frecuencia con que estos sucesos pueden producirse.

Aspectos a tratar en los análisis de riesgos.

Los aspectos de un análisis sistemático de los riesgos que implica un determinado establecimiento comercial o de servicios con sustancias riesgosas, desde el punto de vista de la prevención de riesgos, están íntimamente relacionados con los objetivos que se persiguen, que son:

- Identificación de potenciales sucesos no deseados, que pueden conducir a la materialización de un peligro.
- Análisis de las causas por las que estos sucesos tienen lugar.
- Valoración de las consecuencias y de la frecuencia con que estos sucesos pueden producirse.

Figura 1. Esquematización de la secuencia lógica en el Análisis de Riesgos.



Cada uno de los anteriores aspectos fija su atención en cuestiones importantes sobre los análisis de los peligros de un determinado establecimiento industrial o comercial. El primer aspecto trata de contestar a la pregunta siguiente: ¿Qué puede ocurrir? Es propiamente la identificación de los riesgos mediante técnicas adecuadas.

La siguiente cuestión trata de contestar a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las consecuencias? Se trata de aplicar métodos matemáticos de análisis de consecuencias.

Por último, otra de las cuestiones a resolver es: ¿Cuál es la frecuencia de que ocurra? Se trata de aplicar métodos que puedan determinar la frecuencia de ocurrencia, mediante métodos semicualitativos o bien mediante análisis cuantitativos de riesgo, que implican aspectos cualitativos y cuantitativos, junto con análisis de consecuencias.

En la práctica, cuando se analiza desde el punto de vista de la seguridad una determinada instalación, lo que se hace es combinar un conjunto de métodos, como los análisis históricos, combinados con listas de comprobación, para luego realizar un análisis sistemático con métodos generalizados. En determinados casos también se realizan métodos de estimación de frecuencias.

En el caso de Evaluación de Riesgo Ambiental, implica la determinación de las tres variables principales siguientes; que influyen en los efectos ambientales adversos:

- ✓ Probabilidad de ocurrencia del evento.
- ✓ Naturaleza del Riesgo.
- ✓ Magnitud del Riesgo.

De manera resumida, se describen enseguida los elementos críticos o clave, considerados en los sistemas regulatorios más modernos sobre sustancias químicas peligrosas:

I. Determinación de la peligrosidad.

Para determinar la peligrosidad de una sustancia se requiere de análisis de laboratorio para determinar sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas y ecotoxicológicas, así como su persistencia, biodegradabilidad y capacidad de bioacumulación, elementos necesarios para determinar su peligrosidad y riesgo.

II. Evaluación y caracterización de los riegos.

A fin de determinar las condiciones en las que una sustancia peligrosa puede llegar a provocar efectos adversos en el ambiente o en la salud de la población, así como de estimar la magnitud e intensidad de tales efectos, se han desarrollado métodos que permiten calcular la probabilidad de que una determinada exposición los ocasione.

Existen dos procedimientos distintos para evaluar riesgos:

1. Los que se centran en determinar la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren y liberen súbitamente grandes cantidades de sustancias peligrosas al ambiente.

2. Los que se enfocan a la determinación de la probabilidad de que la exposición continua a una sustancia peligrosa, provoque daños a la salud o al ambiente.

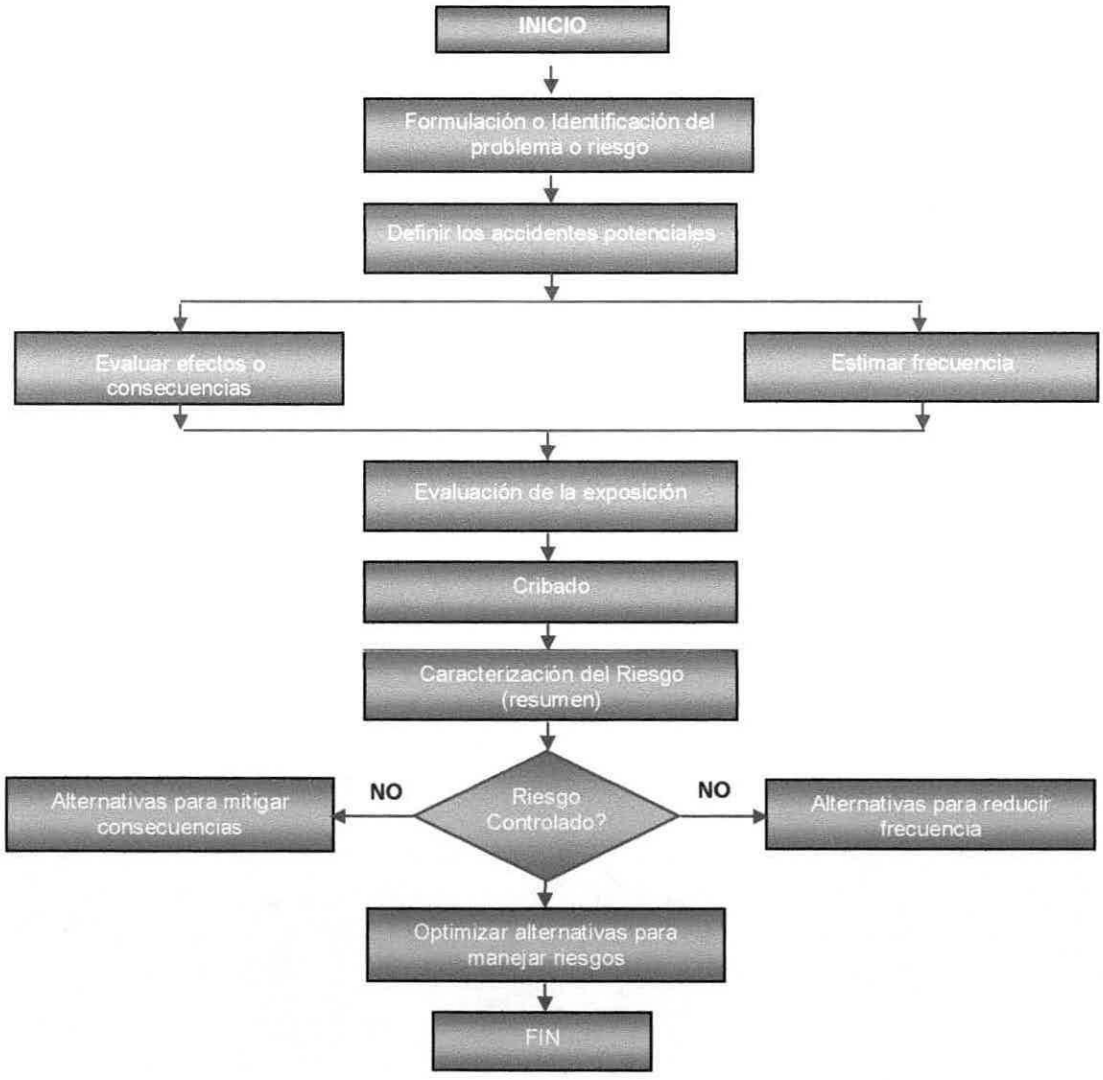
III. Administración de los riesgos.

Una vez que se han caracterizado los riesgos derivados de la exposición a una sustancia peligrosa y establecido la magnitud e intensidad de los mismos, se procede a diseñar y poner en práctica

una variedad de medidas, tendientes a prevenir o reducir tales riesgos, entre las que se encuentran las citadas a continuación:

1. Medidas de seguridad para abatir los peligros.
2. Procedimientos de respuesta en caso de eventos riesgosos.
3. Información y capacitación obligatorias de los trabajadores.
4. Diseño de programas de prevención de riesgos.
5. Establecimiento de límites máximos permisibles de niveles de radiación en caso de incendio o de toxicidad en caso de fuga de una sustancia tóxica.

Figura 2. Flujograma de la evaluación de riesgos.



I. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

I.1. PROMOVENTE.

I.1.1 Nombre de la empresa u organismo.

"GAS AGRA, S.A. DE C.V, *(En la sección de anexos se incluye copia del acta constitutiva de la empresa)*

I.1.1 Ubicación del proyecto.

Carretera libre Pátzcuaro-Morelia Km. 20+000.

I.1.2. Registro Federal de Causantes.

GAG 900709 262

(En la sección de anexos se presenta copia de la cédula fiscal de la empresa)

I.1.3. Nombre y cargo del Representante Legal.

C.P. Rosa Nelly Garcés Gracia.

(En la sección de anexos se incluye copia del poder notarial y de su identificación oficial)

I.1.4. Registro Federal de Contribuyentes y Cédula Única de Registro de Población del Representante Legal.

RFC: [redacted]

CURP: [redacted]

Registro Federal de Contribuyentes y Clave Única de Registro de Población del representante legal, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.1.5. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

[redacted]

Domicilio, teléfono y correo electrónico del representante legal, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

1.1.6 Actividad productiva principal.

La empresa tiene actividad comercial que consiste en el almacenamiento, venta y distribución de gas L.P. para uso domiciliario, comercial, de servicios e industrial.

1.1.7. Número de trabajadores equivalente.

Para la etapa operativa de la estación se espera contar con un total de 6 personas, entre los que se encuentran: supervisor operativo, operarios (2), contador, personal de mantenimiento, y un velador, se estima que el personal con el que contará la estación quedará de la siguiente manera:

PERSONAL CON QUE CONTARÁ LA ESTACIÓN	TOTAL	6
TIPO	1er. TURNO	2o. TURNO
No. DE PERSONAL OPERATIVO	1	1
No. DE PERSONAL ADMINISTRATIVO FIJOS	3	3
No. DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y EVENTUAL	2	2

De acuerdo al tipo y número de trabajadores que se reportan y considerando que cada trabajador tendrá una jornada de 48 horas a la semana por un año laboral de 52 semanas, el total de trabajadores equivalente será de 6.

1.1.8. Inversión estimada en moneda nacional.

Se estima que la inversión será de $880,000.00 (ochocientos ochenta mil pesos 00/100 M.N.).

I.2. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

I.2.1. Nombre del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.

Denominación de la empresa: Asesoría Ambiental Integral

Nombre de la persona física: Ing. Ángel Juárez Medina

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.

[redacted] Registro Federal de Contribuyentes del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

(Ver en anexos, copia simple de RFC del responsable de la elaboración del estudio)

I.2.4. Cédula Única de Registro de Población y número de Cédula Profesional del responsable de la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental.

CURP: [redacted] Clave Única de Registro de Población del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

CÉDULA PROFESIONAL: 1982990

(En la sección de anexos se incluyen copias de los documentos)

I.2.5. Dirección de la compañía o responsable de la elaboración del estudio de riesgo:

[redacted] Domicilio, teléfono y correo electrónico del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

II DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PLAN O PROYECTO.

II.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

"INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE CARBURACIÓN"

II.1.1. Descripción de la actividad a realizar, su (s) procesos e infraestructura necesaria, indicando ubicación, alcance e instalaciones que lo conforman.

El proyecto de la estación de carburación requiere un área de 2,250 m^2, el predio se ha distribuido según se muestra en el cuadro siguiente, esto con el objeto de que las superficies sean las adecuadas para cada una de las áreas donde se realizará trasiego de gas y venta; el resto del terreno permanecerá libre.

Cuadro 1. Distribución de áreas a desarrollar y superficies.

DESCRIPCIÓN.		SUPERFICIE	
		(m^2)	%
Áreas para recepción de auto tanque de abasto y para suministrar a clientes.	Área de recibo (descarga de auto tanque).	70.00	3.111
	Área para suministrar a clientes (asfaltada).	70.00	3.111
Construcciones.	Área de tanque de almacenamiento.	59.73	2.655
	Área de isla para despacho de gas (techada).	69.56	3.092
	Sanitarios públicos y de empleados.	6.00	0.267
	Oficinas.	17.84	0.793
	Fosa séptica.	15.60	0.693
	Cisterna.	3.30	0.147
Subtotal con construcciones y/o techumbres.		172.03	7.65
Áreas libres compactadas, niveladas y/o asfaltadas (para recepción y suministro de gas, estacionamiento, áreas libres)		1377.97	61.24
Área para amortiguamiento con terreno natural al sur del terreno		700.0	31.11
Área total.		2,250.00	100

Del total de la superficie del predio las áreas que se construirán representan el 7.65%, indicándonos que serán 172.03 m^2 los que se construirán y/o acondicionarán, correspondientes a oficinas, sanitarios, área del tanque de almacenamiento y despacho, fosa séptica y cisterna para el almacenamiento de agua.

II.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROYECTADAS (ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO), RELACIONADAS CON OPERACIONES DE RIESGO AMBIENTAL.

II.2.1 Descripción del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones.

Las actividades en la estación de carburación consisten básicamente en la comercialización del gas L.P., sin requerir de ningún proceso de transformación o reacción química, las actividades que se desarrollarán consisten en el abastecimiento mediante auto-tanques, almacenamiento temporal del gas L.P. en el tanque de almacenamiento de 5000 litros, base agua, de capacidad nominal; pero que por especificaciones de diseño y operaciones seguras, solo se almacenará el combustible a un máximo de 85% o 4,250 litros; el recipiente contará con instrumental de seguridad como válvulas de apertura en caso de sobrepresión, válvulas de desfogue y todos los materiales que se utilizarán para el trasiego serán a prueba de explosión y con materiales especiales para el tipo de combustible que se comercializará.

Del tanque de almacenamiento el gas fluirá a través de tuberías protegidas mediante una trinchera hacia la isla de suministro, en donde se contará con una bomba y medidor para el suministro a clientes que pidan el servicio. Para realizar estas tareas se cuenta con una serie de procedimientos o fases, para asegurar el buen manejo del gas L.P., que serán:

1. <u>Descarga de gas L.P., almacenamiento y atención al público.</u>

Una vez que se tengan instalados todos los componentes de la estación de carburación, y posterior a que se hayan realizado las pruebas al tanque y equipos que se instalen, se procederá al abastecimiento de gas L.P. a la estación, para almacenarlo y ponerlo a disposición de los consumidores, cuando lo soliciten.

Esta etapa es donde se desarrolla propiamente la actividad de la empresa Gas Agra, S.A. de C.V.; la comercialización del gas L.P. en la estación de carburación, se llevará a cabo específicamente mediante el suministro del combustible a los particulares que lo soliciten, siempre y cuando cumplan con las especificaciones de seguridad en los recipientes donde habrá de suministrarse.

Enseguida se describen las actividades que se realizarán en la estación a manera de resumen:

La estación de carburación recibirá el gas L.P. mediante auto-tanques, cuya capacidad total es de 10,000 litros al 100%, pero que por lo regular vendrán al 50% de su capacidad y para abastecer

al tanque de almacenamiento a un nivel del 85% (4,250 litros), requerirán de un tiempo de 20 minutos para realizar la operación.

Existirá un área para descarga a un costado de la plataforma del tanque de almacenamiento, mediando una distancia de 3 metros, donde se estacionará el auto-tanque y mediante una manguera se conectará a la toma de la parte superior del tanque de almacenamiento para la descarga, se trata de una zona que estará delimitada, ya que el área de almacenamiento contará con plataforma elevada de 1.0 metros de altura de concreto, así como malla perimetral.

Los auto-tanques de abastecimiento, se estacionarán en el área de descarga, apagan el motor, luces y cualquier accesorio eléctrico, se colocan las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.

El llenador verifica su contenido, presión y temperatura, acopla las mangueras de llenado, abre válvulas y arranca la bomba. Al alcanzar el volumen de 85%, apaga la bomba, cierra válvulas, desconecta mangueras, quita cuñas y cable de aterrizaje e indica al operador que puede abandonar las instalaciones.

A continuación se indican cuáles son los pasos que deben seguirse, al momento que llegue el auto-tanque para suministrar al tanque de almacenamiento fijo de la estación de carburación:

Procedimientos a seguir para la descarga de auto-tanques.

1) Al inicio del turno el personal de descarga revisará el espacio disponible del tanque de almacenamiento.

2) Al llegar a la estación de carburación, el auto-tanque se dirigirá al área de recepción, donde será recibido por el personal de descarga, éste se cerciorará de la presión del recipiente, así como de los dispositivos de medición instalados en el vehículo.

3) Indica al operador del auto-transporte donde deberá estacionarse y verificará que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.

4) Toma la lectura en porcentaje del contenido, así como de la presión a la que viene.

5) Coloca las cuñas metálicas, en las ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo, también coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.

6) Acoplará la manguera de líquido (normalmente de 31 mm), misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y color rojo.

7) Posteriormente abrirá la válvula de la manguera, así como la de la unidad.

8) Acoplará la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, abrirá la válvula, tanto de la manguera, como de la unidad.

9) Abrirá las válvulas, tanto de líquido como de vapor del tanque de almacenamiento.

10) En la línea del tanque hasta la de descarga, se abrirán las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.

11) Accionará el interruptor que pone a funcionar la bomba por medio de su motor eléctrico.

12) Durante la operación de descarga, el descargador por ningún motivo se retira del área de descarga y periódicamente verificará el contenido restante en el auto-transporte, mediante el medidor rotatorio, hasta que alcance el valor que sea requerido.

13) En cuanto el medidor rotatorio marque el volumen seleccionado, el descargador apagará el motor de la bomba.

14) Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras, así como del auto-transporte y las retirará de la unidad.

15) Se cerrará la válvula de vapor como en el apartado anterior y desacoplará todas las líneas.

16) Coloca los tapones respectivos en la toma de líquidos y vapor del auto-transporte, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.

17) Informará al operador que la unidad ha sido descargada y podrá retirarse.

Principios básicos para el funcionamiento de vehículos que usan gas L.P. como combustible.

El principio de operación del equipo de carburación está basado en el vacío que ejerce el interior del motor mediante los pistones del mismo.

El gas contenido en el tanque de carburación del vehículo pasa a través de la manguera de alta presión hasta la válvula interruptora de gas L.P., que en este caso provee el equipo con una válvula de vacío, la cual se abre en el momento que recibe la señal de vacío del mezclador, esto quiere

decir que se utiliza la caída de presión relativamente constante para succionar el combustible al carburador, desde el encendido hasta su aceleración total.

La caída de presión necesaria para abrir la válvula de vacío es de 1.5 pulgadas, columna de agua, durante el encendido, el vacío está comunicado al convertidor vaporizador para permitir el flujo de combustible, con la máquina apagada el combustible está sellado fuera del carburador, así como dentro del convertidor y de la válvula de vacío, dando un sellado triple para máxima seguridad, esto es, mientras el motor no esté funcionando no habrá paso de gas L.P., al mismo, aunque el interruptor esté abierto.

El convertidor vaporizador es una combinación de un regulador de 2 etapas, recibe combustible líquido a la presión del tanque, pasa por el filtro de la válvula de vacío y reduce la presión en 2 etapas, la 1ra hasta 2.5 psi y la 2da a 1.5 pulgadas, columna de agua.

En el proceso de reducir la presión del flujo ascendente de aproximadamente 180 psi en el tanque a presión de trabajo el gas L.P., se expande para convertirse en vapor, causando congelación durante el proceso físico, para compensar esto y para ayudar en la vaporización, el agua del sistema de enfriamiento de la máquina se hace circular a través de un intercambiador de calor dentro del convertidor vaporizador.

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

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

Procedimiento para abastecimiento a vehículos que usen gas L.P. como combustible.

El procedimiento de abastecimiento en la operación de la estación de carburación de gas L.P., con almacenamiento fijo, se puede definir en las siguientes etapas:

1). Los vehículos que utilizan gas como combustible se estacionan junto a la toma de suministro.

2). Apagar el motor antes de iniciar la carga y todo sistema eléctrico de la unidad.

3). Se le colocan cuñas y tierra estática y la manguera de carga al vehículo,

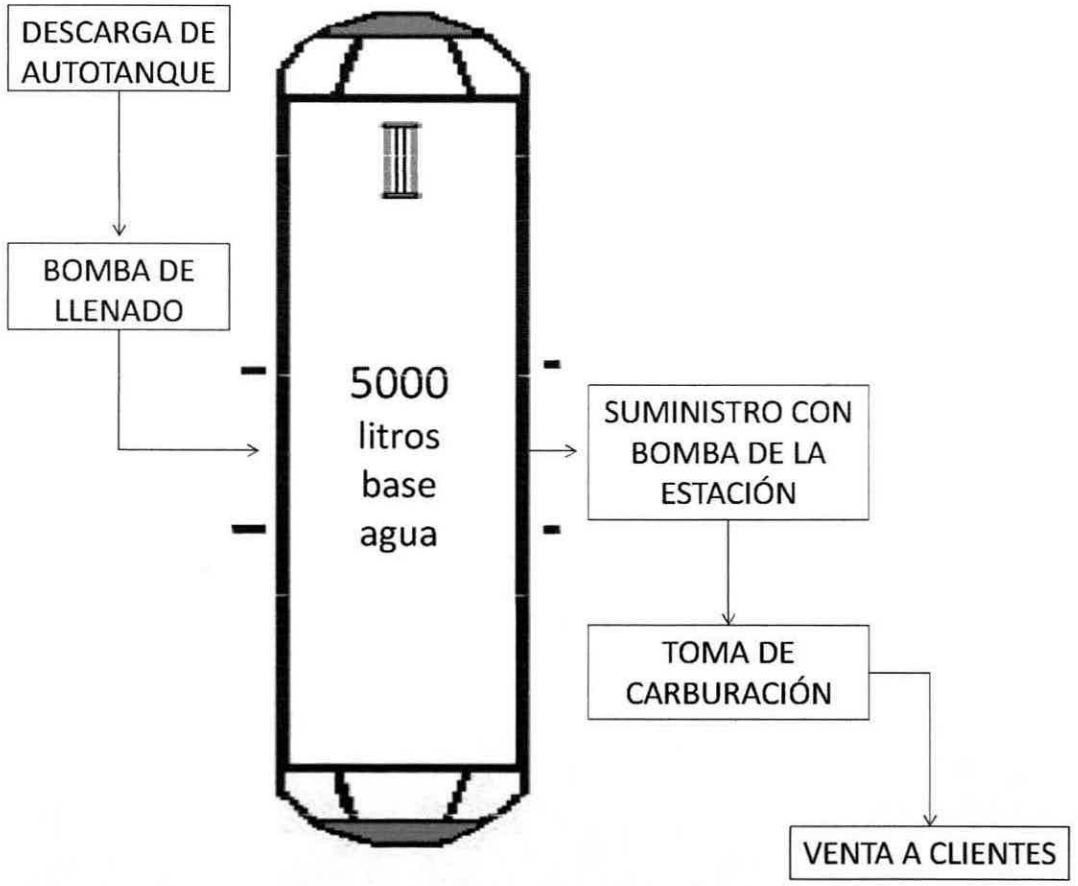
4). Se dota de combustible, se desconectan los accesorios instalados y se retira la unidad.

5). Salida del vehículo demandante del combustible.

Cantidad de Gas L.P. a manejar.

Durante la operación de la estación de carburación se plantea que el desplazamiento semanal de 12,500 litros, equivalente a que se maneje un volumen mensual de ventas de 50,000 litros (27,000 Kg), por lo que la estación será suministrada mediante carro-tanques de dos a tres veces por semana.

Figura 3. Diagrama de flujo de las principales actividades durante la operación de la estación de carburación.



II.2.2 Inspección y vigilancia de las instalaciones, mantenimiento, pruebas de corrosión y presión.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.

El programa de mantenimiento y supervisión de instalaciones, se describe a continuación:

Debido a las previsiones del Reglamento de Gas Licuado de Petróleo y Normas de la Secretaria de Energía, las cuales están orientadas al manejo seguro de la sustancia combustible, y de esta manera minimizar las probabilidades de ocurrencia de eventos indeseables, que pudiesen significar efectos ambientales nocivos o daños hacia las instalaciones y el personal laboral o población que pueda ser vulnerable; se dispone de un amplio programa de mantenimiento, el cual será de rigurosa aplicación, una vez que se inician las actividades en la estación.

El mantenimiento preventivo y correctivo de equipos se realizará por una empresa especializada, según se muestra en el cuadro siguiente:

DESCRIPCIÓN	PERIODICIDAD		
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL
Limpieza del exterior de la mica del registro (medidores)	X		
Revisión ocular de las mangueras	X		
Revisión ocular de la válvula máxima de llenado	X		
Purga de vapor (medidores)		X	
Revisión ocular (fugas y capuchones)		X	
Revisión ocular (mangueras)		X	
Revisión ocular (fugas y tuberías)		X	
Reemplazo del sello mecánico de las bombas		X	
Revisión del sistema de tubería, conexiones y accesorios		X	
Revisión de la tensión de las bandas de transmisión (bomba)			0.5
Lubricar con glicerina (mangueras)			0.5
Revisión de la instalación eléctrica (componentes principales)			0.5
Verificación de continuidad a tierra (tanques de almacenamiento)			1
Medición de la eficiencia de bombeo (bomba)			1
Verificación de continuidad a tierra (bomba)			1
Revisión ocular espárragos de brida (tuberías)			1
INSTALACIÓN ELÉCTRICA			1
Revisión de los conductos a prueba de explosión (mantener tapas perfectamente roscadas)			1
Revisión de los cápelos (bombillas)			1
Revisión de los conductos los sellos con fibra y compuestos sellador			1
Limpieza de filtros (medidores)			1.5
Limpieza de filtros bomba)			3

Limpieza de filtros (tuberías)			3
Pintado parcial de descasduro (tanques de almacenamiento)			6
Pintado parcial de descasduro (bomba)			6
Pintado parcial de descasduro (medidores)			6
Pintar el sentido de la circulación en el pavimento			6
Repintar señalizaciones			6
Revisión general del sistema de seguridad			6
Revisión de extintores			6
Reemplazo de bandas de transmisión (bomba)			12
Re-calibración con la jarra (medidores)			12
Revisar impermeabilidad de los techos (construcciones)			12
Pintura parcial de descargadoras (tuberías y tanques)			12
Verificación de la continuidad de tierras (tuberías)			12
Revisión y reemplazo de mangueras en las tomas de recepción y suministro			12
Recarga de extintores			12
Reemplazo del manómetro (tanque de almacenamiento)			24
Reemplazo del termómetro (tanque de almacenamiento)			24
Reemplazo de coplees flexibles (bomba)			24
Reemplazo de coplees flexibles (medidores)			24
Mantenimiento mayor a válvula diferencial (medidor)			24
Reemplazo obligatorio de mangueras			24
Pintar postes (construcciones)			24
Pintado total desde primario (tanque de almacenamiento)			24
Pintado total desde primario (bomba)			24
Mantenimiento mayor en taller (bomba)			24
Reemplazo a válvulas de exceso de flujo (a tanque de almacenamiento)			60
Reemplazo de válvulas de no retroceso (tanque de almacenamiento)			60
Reemplazo obligatorio de válvulas de seguridad (a tanque de almacenamiento)			60
Reemplazo obligatorio (mangueras)			60
Pintar el exterior e interior de las construcciones (construcciones y urbanización)			60
Pintura total desde el primario (tuberías)			60
Reemplazo obligatorio empaque de las bridas (tuberías)			60
Lubricación medidor y bomba según fabricante			60

Otros programas de supervisión de instalaciones.

Cuadro 2. Programa de actividades de revisión y pruebas en el tanque de almacenamiento.

CONCEPTO	PERIODO
Prueba hidrostática o ultrasonido	Cada 10 años
Siguientes pruebas	Cada 5 años

Por otra parte se tendrán adicionalmente las siguientes actividades:

- Inspecciones diarias de rutina por parte del personal de mantenimiento.
- Visita de inspección de la Unidad de Verificación en materia de gas L.P. (cada 12 meses).
- Inspecciones y auditorias por parte de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos

Combustible y/o energía que se utilizará durante su operación.

TABLA 1. Energía y combustibles requeridos para la operación de la estación de carburación (estimación).

Tipo	Cantidad mensual	Unidades	Forma de almacenamiento.	Proveedor/ origen
Electricidad	± 500	KWH	No aplica	CFE
Combustibles Fósiles	No requerido			

Maquinaria y equipo – Programa de mantenimiento.

El tanque de almacenamiento es el principal equipo de operaciones, con su instrumental de seguridad, tubería, mangueras y en la isla de suministro se tendrá el dispensador, que consiste en una bomba y su medidor; a continuación se muestran los detalles de la infraestructura para las operaciones referentes a maquinaria y equipos:

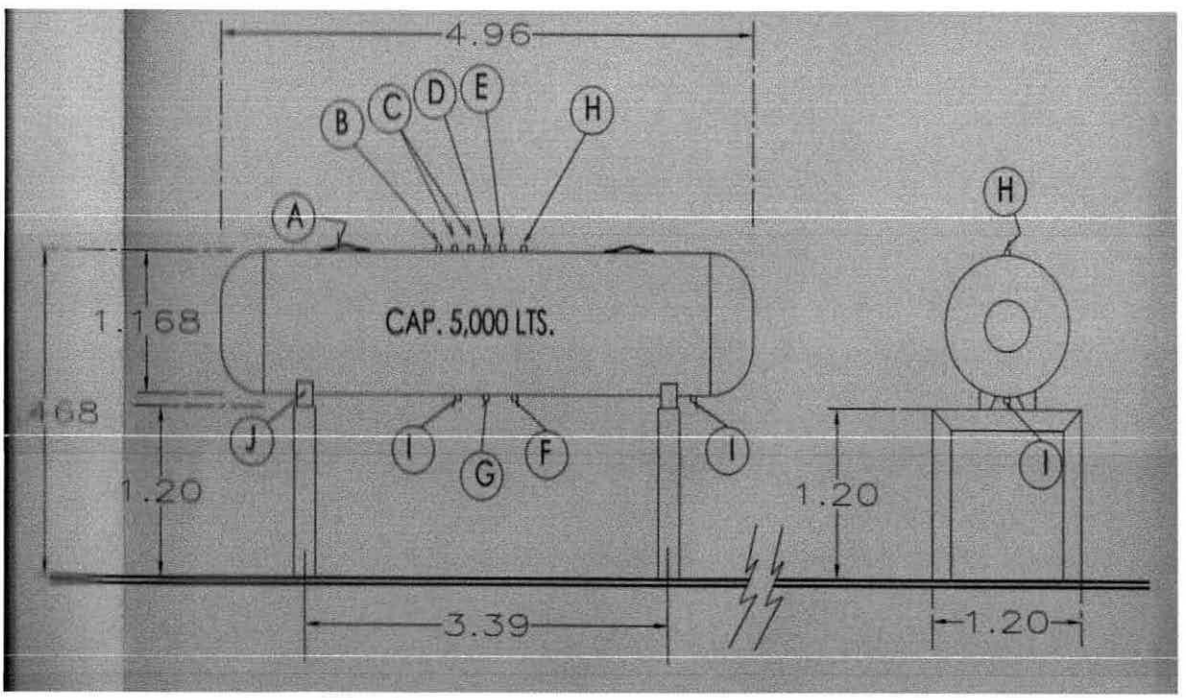
El tanque que será instalado tendrá las siguientes características:

Marca.	TATSA
Bajo norma.	NOM-012/3-SEDG-2003
Año de fabricación.	En fabricación.
Capacidad.	5000 litros base agua
Diámetro exterior.	1.168 metros
Longitud total.	4.96 metros
Presión de trabajo.	14.00 kg/m^2
Factor de seguridad.	4
Forma de las cabezas.	Semielípticas
Eficiencia.	100 %
Espesor lámina del cabezal.	4.45 mm
Espesor lámina del cuerpo.	6.19 mm
Coplees.	210 kg/cm^2

El tanque contará con los siguientes accesorios:

Letra	Φ mm	Tipo de accesorio
I	50.1	Válvula de exceso de flujo modelo A 3292 50 GPM
D	31.7	Válvula de llenado Rego
C	19.1	Válvula de seguridad Rego
E	50.8	Medidor de nivel magnético, MEDS. INTS. S.A.
H	19.1	Válvula de servicio precisión
B	19.1	Válvula check lock Rego niple
F	19.1	Válvula retorno vapor Rego
G	31.2	Válvula de exceso de flujo, retorno de líquido Rego
A		Orejas de maniobras
J		Patas de sustentación

Figura 4. Accesorios del tanque de almacenamiento.



Para el funcionamiento de la estación de carburación es necesario que se cuente con una bomba para ejecutar el trasiego del tanque a los vehículos, y también la del auto-tanque que abastezca al tanque fijo de la estación, dicha bomba se localizará dentro de la zona de almacenamiento, junto al

motor eléctrico que requiere, lo cuales se encontrarán cimentados a una base metálica, la cual a su vez estará fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto. Los datos de la bomba que se instalará en la estación son los siguientes:

Número.	1
Operación básica.	Llenado de tanques.
Marca.	Smith
Modelo.	MC-2
Motor eléctrico.	5 H.P.
R.P.M.	1750
Capacidad nominal.	60 G.P.M.
Presión diferencial de trabajo.	5 Kg/cm^2
Diámetro de succión.	63 mm.
Diámetro de descarga.	63 mm.

El motor eléctrico acoplado a la bomba es el apropiado para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuenta con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentra conectado al sistema general de tierra.

* Tuberías, conexiones y mangueras.

Tuberías y Conexiones: las tuberías para conducir gas L.P. serán de acero al carbón cedula 40, con conexiones soldables de acero forjado, para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2, donde existan accesorios roscados, serán para una presión de trabajo de 140-210 kg/cm^2 y con una tubería de acero cédula 80. Los diámetros que tendrán las tuberías a instalar son:

Trayectoria	Líquido	Retorno líquido	Vapor
Del tanque a alimentación de la bomba.	50.8 mm	31.88 mm	0
De la descarga de la bomba a los medidores de llenado.	50.8 mm	31.88 mm	19.1

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que puede existir líquido atrapado entre dos o más válvulas de cierre manual, se tendrán instaladas válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28 kg/cm^2, marca Rego, Modelo 3129K y una capacidad de descarga de 55 m^3/min, y serán de 13 mm de Ø.

Mangueras: todas las mangueras que se usarán para conducir gas L.P. deben estar construidas de hule de neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del mismo gas L.P., estarán diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2, las cuales se encuentran protegidas contra daños mecánicos.

* Válvulas de control manual y automáticas.

Válvulas de control manual: en diferentes puntos de la instalación se tendrán válvulas globo de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/cm^2, las cuales permanecerán "abiertas" o "cerradas", según el sentido del flujo que se requiera de acuerdo a la operación a realizar.

Válvulas de control automáticas: a la descarga de la bomba, se contará con una válvula de control automático de 31.8 mm de diámetro para retorno de gas-líquido excedente, este control consistirá en una válvula automática, que la protegerá de sobrepresiones, la válvula actuará por presión diferencial y vendrá calibrada de fábrica para una presión de apertura de 5 kg/cm^2.

* Toma de suministro.

Las tomas para cargar los recipientes de los clientes estarán localizadas al lado norte de la zona de almacenamiento y para su protección estarán ubicadas dentro de una zona de protección.

Las líneas de tubería que conducen gas-líquido del tanque de almacenamiento a la toma de suministro y el Φ de su trayectoria es de 50.8 mm, reduciéndose en su boca terminal a 25 mm de diámetro, la tubería que conduce gas-vapor que viene del tanque será de 31.7 mm Φ.

Todas las bocas terminales tienen una válvula de exceso de flujo de cierre automático, dos válvulas de globo rectas y un tramo de manquera especial para gas L.P., así como acoplador de llenado, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene, solo en las tomas para gas líquido se tiene instalada una válvula de relevo de presión hidrostática de 13 mm de ø.

Las líneas de tubería que hacen recorrido de la zona de almacenamiento al medidor de llenado van en forma visible, permitiendo la ventilación y mantenimiento de estas, además en las tomas de líquido y vapor para cargar y descargar cuentan con una válvula de control remoto neumática.

Accesorios de la toma:

- Válvula exceso de flujo
- Válvula esfera o cierre remoto.
- Válvula cierre rápido.
- Válvula relevo hidrostático
- Codos 90 grados o tee
- Niple
- Niple con punto de ruptura
- Coplee soldado a marco
- Acoplador de llenado
- Abrazadera boss
- Brida
- Tuerca unión
- Manguera flexible.

* Toma de recepción.

La toma de recepción consistirá en un tramo de tubería que irá al tanque de almacenamiento y que se acoplará a la manguera del auto-tanque.

* Medidor de suministro.

La estación de carburación contará con un medidor de la marca Neptune de 25.4 mm de diámetro.

Se contará con tablero de control eléctrico, así como red de extintores para casos de incendio y señalización de seguridad y de operaciones para prevenir y/o enfrentar situaciones de riesgos ambientales.

El tanque de almacenamiento y la tubería ira pintada en base a un código de colores de la siguiente forma:

El tanque del establecimiento se tendrá pintado de color blanco brillante y en sus casquetes tendrá un círculo de color rojo. Todas las tuberías tendrán que estar pintadas con material anticorrosivo con los colores reglamentarios, son los siguientes:

Color.	**Tipo de tubería.**
Blanco.	Conducen gas líquido.
Blanco con franjas verdes.	Retornan gas líquido al tanque de almacenamiento.
Amarillo.	Conducen gas vapor.
Negro.	Ductos eléctricos.
Rojo.	Conducen agua contra incendio.
Azul.	Aire o gas inerte.
Blanco.	Tubos de desfogue.

SISTEMA DE SEGURIDAD POR MEDIO DE EXTINTORES.

La protección por medio de extintores es a base de equipos manuales de polvo químico seco clase ABC de 9 kg de capacidad y un extintor de CO_2 en el tablero eléctrico.

La determinación de la cantidad de extintores necesarios en las diferentes áreas que integran la Estación, se hizo siguiendo el procedimiento de cálculo de unidades de riesgo "UR" presentes en cada área, dando los siguientes resultados:

Ubicación	Cantidad
Área de almacenamiento.	3
Área de auto-tanque (descarga).	1
Área de suministro.	2
Linderos.	2
Oficina y baños.	3
Tablero eléctrico.	1

Los lugares donde estarán colocados los extintores estarán señalados de acuerdo a la Norma NOM-026-STPS-2008, y la ubicación de estos extintores será visible, de fácil acceso y a una altura máxima de 1,50 m y mínima de 1,30 m medidas del piso a la parte más alta del extintor, de fácil sujeción y colocación para ser usados. Contarán con registro de fecha de adquisición, inspección, recarga y prueba hidrostática en su caso, en la estación se colocarán a una altura de 1.40 metros.

EQUIPO DE SEGURIDAD.

La estación de carburación contará, para su seguridad, con un sistema de alarma a base de sirena eléctrica, conectada en forma independiente desde el tablero de control de energía eléctrica. Se contará también con las suficientes retrancas para colocar en las llantas de los vehículos a los que se les está suministrando. Por último se cuenta con rótulos descriptivos de los procedimientos que deben seguir las operaciones para el suministro de gas L.P. a los vehículos y de recepción de gas L.P. en los tanques de almacenamiento.

***NOTA:** Por la capacidad de almacenamiento total de la estación comercial de gas L.P. (5,000 litros en 1 recipiente), no se requiere protección mediante agua de enfriamiento, de acuerdo a la tabla del punto "10.1 Protección mediante agua de enfriamiento", de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004 "Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción", que dice:

Protección mediante agua de enfriamiento.

Capacidad de almacenamiento total (litros de agua)	Autoconsumo	Comercial
Hasta 10 000	No	No
10 000 a 31 000	No	Si
Más de 30 000	Si	Si

II.2.3 Fecha de inicio de operaciones (únicamente para instalaciones en operación).

La estación como tal, se encuentra en fase de obtención de autorizaciones para operar.

II.2.4 Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.

No se tiene contemplado el crecimiento de actividades o ampliación de instalaciones a futuro.

II.2.5 Vida útil del proyecto.

Dentro del contexto constructivo, se estima una vida útil de la obra civil e instalaciones de unos 30 años, sin embargo con su adecuado mantenimiento, la vida útil se extenderá y así el tiempo de funcionamiento se propone como indefinido.

II.2.6. Criterios de ubicación. Indicar los criterios que definieron la ubicación de las instalaciones.

Los criterios que se siguieron fueron:

a) El Uso de Suelo en la Zona.

En la selección del sitio para construir y operar la estación de carburación, se buscó un terreno que cubriera básicamente la posibilidad del éxito comercial y expansión de operaciones de la empresa; sin embargo también se requería que cumpliera con las regulaciones de ordenamiento

de usos de suelo a nivel Regional y Municipal, en esta fase se encontró con el polígono seleccionado, ya que adicional a lo anterior se encontraba a un costado de la carretera libre Pátzcuaro a Morelia, con posibilidad de acceso, sin requerir de obras en la carretera para llegar a las instalaciones, adicionalmente se trataba de un terreno con construcciones existentes consistentes en un baño, oficinas y suelo libre de vegetación, ya que previamente había sido rellenado y compactado, esas construcciones se realizaron con la finalidad de establecer un comercio de artesanías, sin que llegará a concretarse.

Fue así que se planeó el proyecto para acondicionar las instalaciones en el terreno, construir obras complementarias (cisterna para almacenamiento de agua, fosa séptica, isla de suministro, cercado perimetral, detallado de construcciones y techumbres en plataforma del tanque e isla de suministro, asfaltado de zonas de transito interno y de estacionamiento y finalmente realizar las obras de electrificación, drenaje, pintado y delimitado de áreas internas); ante lo cual se determinó compatible la instalación en este sitio de una estación de carburación para de gas L.P.

Criterios ambientales:

Para Gas Agra, S.A. de C.V. el cuidado del medio ambiente es sumamente importante, por lo tanto se han tomado como punto de partida los siguientes criterios para la selección del sitio:

1. El predio se encuentra en una zona ya alterada por la interacción continua que tiene con el hombre, derivado del flujo vehicular de la carretera Pátzcuaro-Morelia, por lo que los impactos negativos serán mínimos.
2. El predio presenta obras de lo que pretendía instalar una actividad comercial, por lo que serán aprovechadas, reduciendo la presión sobre el ambiente y los impactos ambientales, si se hubiese ocupado un predio en condiciones naturales.
3. La emisión de contaminantes a la atmosfera que genera la combustión del gas L.P. es menor, teniendo como referencia la que generan otros combustibles.
4. El terreno no se ubica dentro de áreas naturales protegidas de ninguna índole (federal, estatal o municipal), tampoco se avistaron especies bajo el resguardo de la norma oficial mexicana en materia de protección de flora y fauna silvestres (NOM-059-SEMARNAT-2010).
5. De acuerdo con el Ordenamiento Regional Pátzcuaro-Zirahuén, a donde corresponde al sitio de estudio, este cae dentro de una zona urbana, por lo que aplica el Plan de Desarrollo de la Zona Urbana de Pátzcuaro.

6. Según lo establecido en el Ordenamiento Ecológico del Estado de Michoacán, se tiene que para el área donde se localiza el predio es aplicable lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Pátzcuaro (PDUCP Pátzcuaro).
7. De acuerdo a datos recabados se sabe que el predio se localiza en la región hidrológica Lerma-Santiago, en la cuenca que lleva el nombre del municipio, Cuenca Lago de Pátzcuaro.

Criterios Técnicos:

Se ha mencionado ya la ubicación del predio, sin embargo en este momento es de gran trascendencia, pues su ubicación nos permite definir por qué se ha seleccionado este sitio para la construcción de la estación de carburación:

1. Se localiza en un lugar estratégico para realizar la distribución del combustible a los consumidores, en la carretera libre Pátzcuaro–Morelia, a la altura del kilómetro 20+000.
2. No se desarrollan actividades riesgosas en ninguna de las colindancias del predio.
3. Sobre el terreno del predio no pasan líneas eléctricas de alta tensión, ni tampoco tuberías de conducción de hidrocarburos distintos a los que se manejarán en la estación.
4. El sitio para la estación de carburación es principalmente plano, lo que ayudará durante el desalojo de las aguas pluviales.
5. La zona donde se localiza el predio no es susceptible a inundaciones, deslaves o fenómenos similares, por lo tanto se construirá al nivel de la carretera Pátzcuaro-Morelia.

Además de la ubicación del predio se enlistan los siguientes criterios, que resultan fundamentales para la realización del proyecto de la empresa Gas Agra, S.A. de C.V.:

1. El área de manejo de gas L.P. se encontrará perfectamente definida, por una pequeña barda de concreto de 0.6 metros de alto por 0.2 metros de espesor.
2. La estación de carburación contará con accesos de dimensiones requeridas y áreas que permitirán el transito interno de vehículos y personas.
3. A partir de la tangente del tanque, en un radio de 30.00 metros, no se desarrollan actividades ni existen construcciones como iglesias, hospitales, clínicas, unidades habitacionales o algún otro tipo de centro de reunión.

Criterios socioeconómicos:

Este es uno de los aspectos más beneficiados, se tiene la oferta de un combustible que actualmente tiene alta demanda en el mercado, lo que justifica la construcción de la estación, como consecuencia se crearán empleos en el área del proyecto durante las distintas etapas que se llevarán a cabo. Así mismo se mejora la derrama económica que existe en el municipio.

En el área donde se pretende construir la estación de carburación se realizan actividades comerciales, destacando el comercio de insumos de viaje, artesanías y alimentos de la región, debido a que la carretera Pátzcuaro-Morelia es muy concurrida, dado que es la vía principal de acceso al Municipio. Se conoce también del aumento de popularidad que ha adquirido el municipio por la riqueza cultural que alberga, lo que atrae a turistas de todo el país e incluso extranjeros, esta información nos permite crear una perspectiva de la selección del sitio y el contexto sobre el que se realizará la construcción de la estación de carburación.

La zona donde se ubica el predio presenta baja vulnerabilidad para eventos por fenómenos naturales, tales como: corrimientos de tierra, derrumbamientos, hundimientos, inundaciones, escurrimientos, riesgos radiológicos, huracanes y efectos meteorológicos adversos (niebla e inversión térmica), por lo que no existe ningún obstáculo para la operación de la estación de carburación, ya que ésta se ubicará en una zona adecuada para este tipo de actividades. (Atlas Nacional de Riesgos CENAPRED/2001).

II.3. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN PROYECTADA.

II.3.1 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

El predio donde llevará a cabo la construcción del proyecto de la estación de carburación, se localiza en la comunidad Tzurumútaro, perteneciente al municipio de Pátzcuaro, sobre la carretera Pátzcuaro-Morelia. Los datos del domicilio son los siguientes:

Domicilio: Carretera libre Pátzcuaro-Morelia Km. 20+000
Localidad: Tzurumútaro.
Código Postal: 61615
Municipio: Pátzcuaro.
Estado: Michoacán.

II.3.2. Coordenadas del predio.

La ubicación precisa del predio para el proyecto se encuentra en un predio que presenta las siguientes coordenadas UTM DATUM WGS84 ZONA 14:

	1	2	3	4
ESTE	227381.008	227432.837	227448.775	227394.566
NORTE	2163298.532	2163316.966	2163279.690	2163260.411

Las figuras siguientes muestran la micro y macro localización del terreno e instalaciones del proyecto, así como el plano de instalaciones:

Figura 5. Carta topográfica de la zona donde se ubica el terreno en el poblado de Tzurumutaro, perteneciente al Municipio de Pátzcuaro, Michoacán (sin escala)

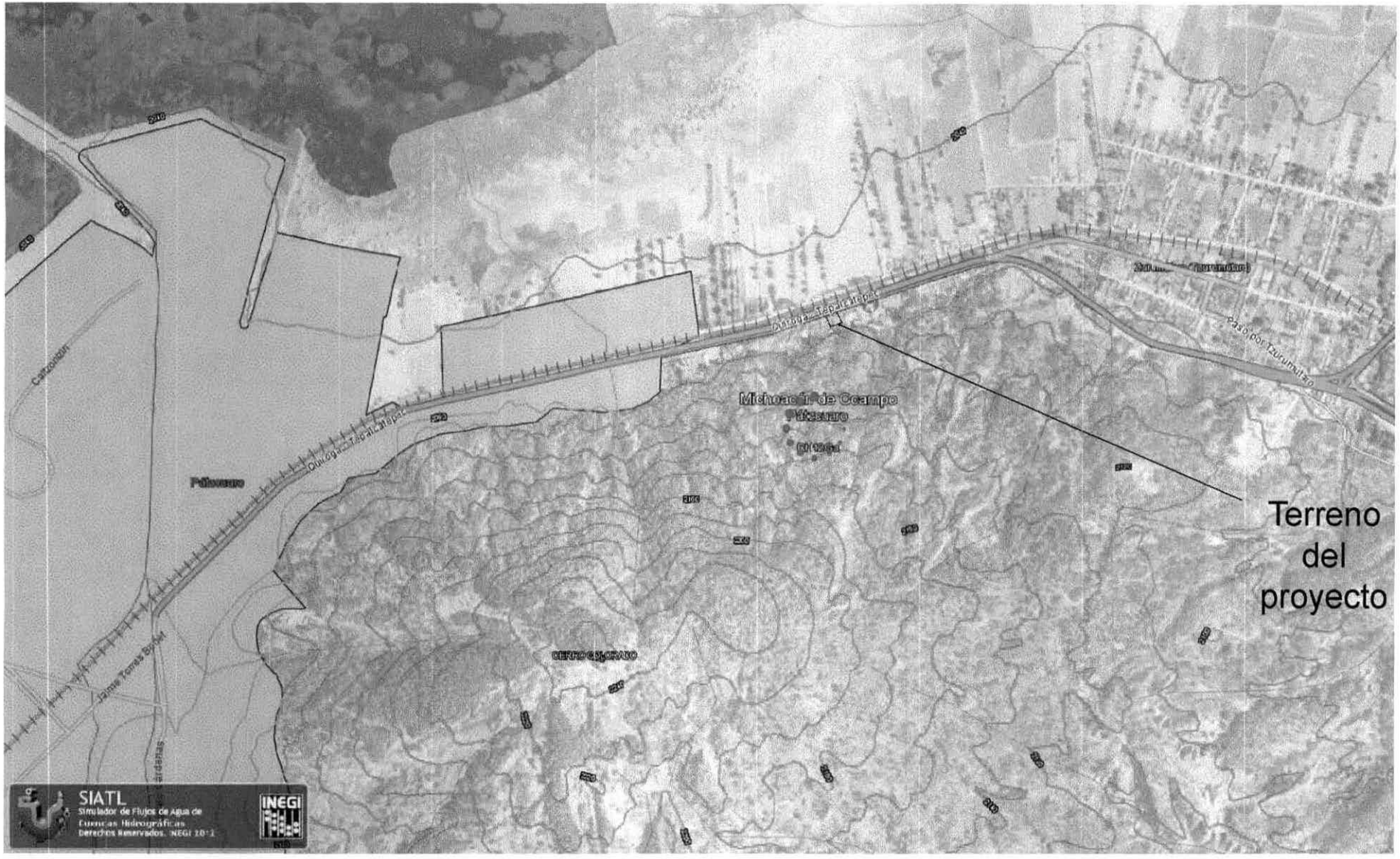


Figura 6. Vista satelital a través de Google Earth con localización del predio, usos de suelo y actividades en las colindancias hasta el 2014.

Figura 7. Plano de arreglo de áreas en la estación de carburación proyectada.

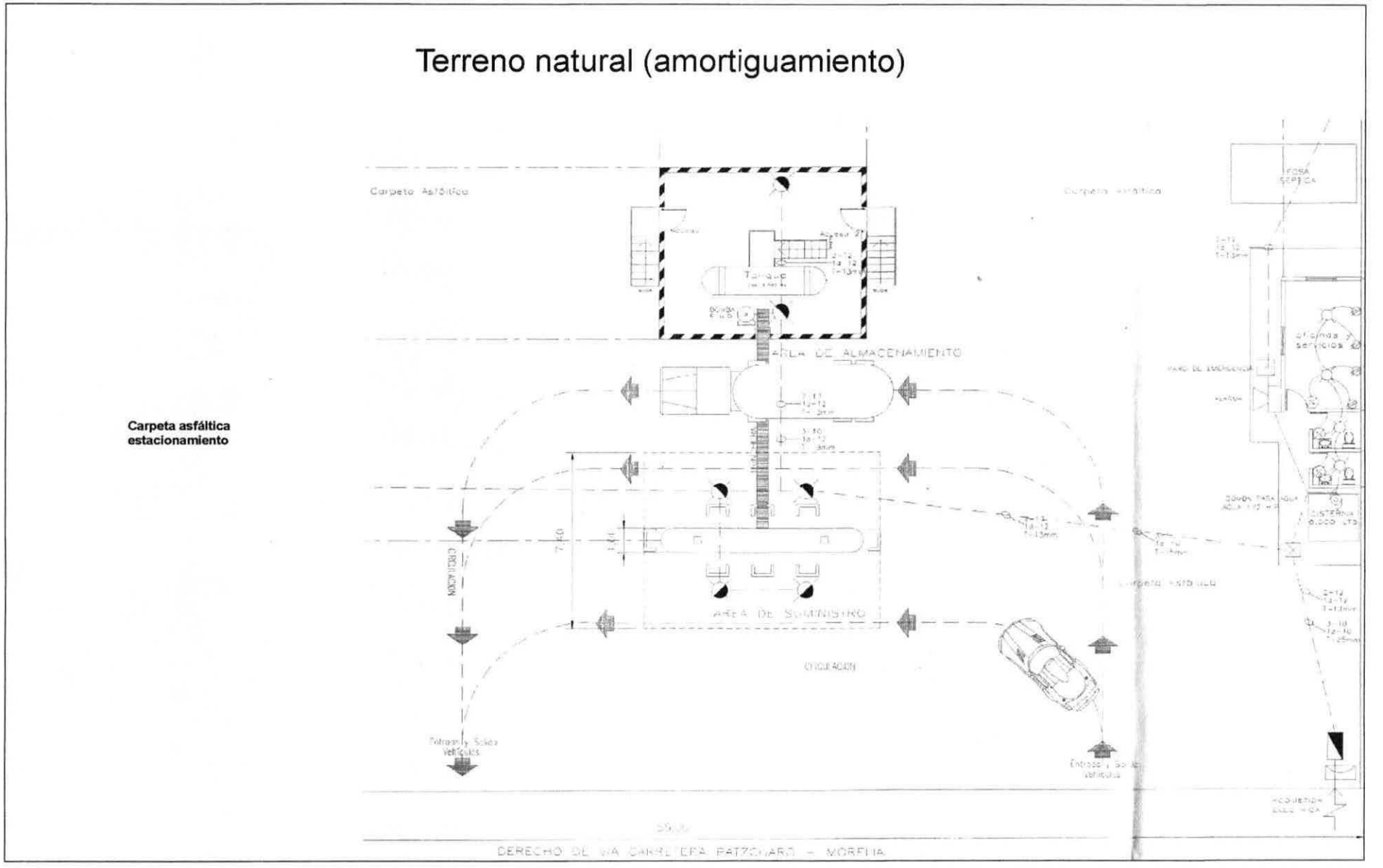


Figura 8. Vista satelital a través de Google Earth con localización del predio, usos de suelo y actividades en las colindancias como prevalecía al 2007.

Vista aérea a través de google Earth con detalles del estado y construcciones existentes en el terreno al año de 2007

II.3.3. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y / o aéreos).

Para llegar a las instalaciones del proyecto el acceso se ubica hacia un costado del km 20+000 de la carretera libre Uruapan–Morelia, tramo Pátzcuaro–Morelia, al Oriente de la cabecera Municipal de Pátzcuaro, Michoacán.

II.2.5. Superficie total de la instalación o proyecto y superficie requerida para el desarrollo de la actividad.

El proyecto de la estación de carburación requiere un área de 2,250 m^2, el predio se ha distribuido según se muestra en el cuadro siguiente, esto con el objeto de que las superficies sean las adecuadas para cada una de las áreas donde se realizará trasiego de gas y venta; el resto del terreno permanecerá libre.

Cuadro 3. Distribución de áreas a desarrollar y superficies.

DESCRIPCIÓN.		SUPERFICIE	
		(m^2)	%
Áreas para recepción de auto tanque de abasto y para suministrar a clientes.	Área de recibo (descarga de auto tanque).	70.00	3.111
	Área para suministrar a clientes (asfaltada).	70.00	3.111
Construcciones.	Área de tanque de almacenamiento.	59.73	2.655
	Área de isla para despacho de gas (techada).	69.56	3.092
	Sanitarios públicos y de empleados.	6.00	0.267
	Oficinas.	17.84	0.793
	Fosa séptica.	15.60	0.693
	Cisterna.	3.30	0.147
Subtotal con construcciones y/o techumbres.		172.03	7.65
Áreas libres compactadas, niveladas y/o asfaltadas (para recepción y suministro de gas, estacionamiento, áreas libres)		1377.97	61.24
Área para amortiguamiento con terreno natural al sur del terreno		700.0	31.11
Área total.		2,250.00	100

Del total de la superficie del predio las áreas que se construirán representan el 7.65%, indicándonos que serán 172.03 m^2 los que se construirán y/o acondicionarán, correspondientes a oficinas, sanitarios, área del tanque de almacenamiento y despacho, fosa séptica y cisterna para el almacenamiento de agua.

II.2.6. Incluir planos de localización a escala adecuada y legibles, describiendo y señalando las colindancias de la instalación o proyecto y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, etc.

Las colindancias del predio e instalaciones de la estación proyectada, de acuerdo a la memoria técnica, son las siguientes:

-Al Norte en 55.00 m colinda con derecho de vía carretera Pátzcuaro- Morelia.
-Al Oeste en 40.46 metros con casa habitación propiedad de [redacted]
-Al Este en 40.54 metros con terreno agrícola propiedad del [redacted]
-Al Sur en 57.53 metros colinda con terreno baldío arrendado a Gas Agra, S.A. de C.V.

Nombre de personas físicas, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Uso de suelo.

Tipo de uso de suelo en un radio de 500 metros en torno al terreno para el proyecto.

En la zona de ubicación del terreno para el proyecto, en un radio de 500 metros, el uso de suelo es mixto, con comercios, servicios (talleres, hospedaje), servicios urbanos, asentamientos humanos y zonas de cultivos agrícolas y reforestaciones realizadas por el municipio.

Tabla 2. Actividades en las colindancias en un radio de 500 metros.

ORIENTACIÓN	EMPRESA O SERVICIOS.	DISTANCIA (METROS)
NORTE	Lateral de la carretera de su ubicación. Actividades agrícolas.	COLINDANTE. 60 METROS
SUR	Franja de amortiguamiento. Vegetación frutal y forestal inducida.	COLINDANTE. 20 METROS
ESTE	Actividades comerciales y servicios.	100 METROS.
OESTE	Actividades comerciales y servicios. Asentamientos humanos.	COLINDANTE. 100 METROS

Núcleos Poblacionales.

A una distancia de 500 metros en dirección al oriente, se inicia la mancha urbana del poblado de Tzurumutaro perteneciente el Municipio de Pátzcuaro, tal como se muestra en la figura 9, se trata un asentamiento con 2443 habitantes (INEGI 2010).

En la sección de anexos se incluye el plano topográfico de la zona de ubicación del terreno, donde se observan las actividades que se realizan; así mismo se presenta el plano civil del proyecto y plano georreferenciado en la escala que se señala.

Las siguientes figuras muestran el sitio donde se ubica el terreno e instalaciones del proyecto así como las actividades y usos de suelo que se tienen en un radio de 500 metros y el plano georefenciado del polígono del proyecto:

Figura 9. Delimitación del Sistema Ambiental (radio de 500 metros en torno a las instalaciones para la estación de carburación).

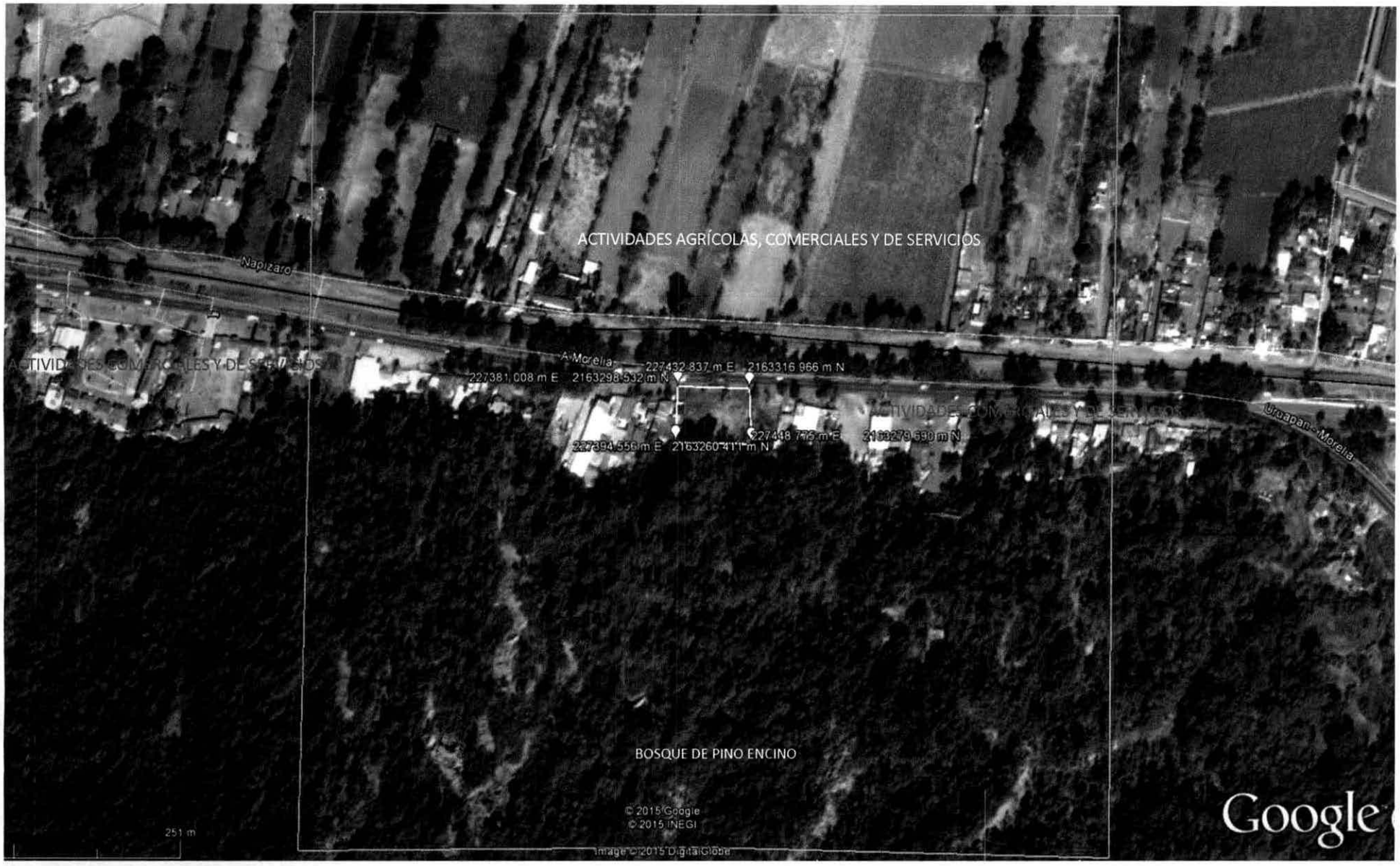
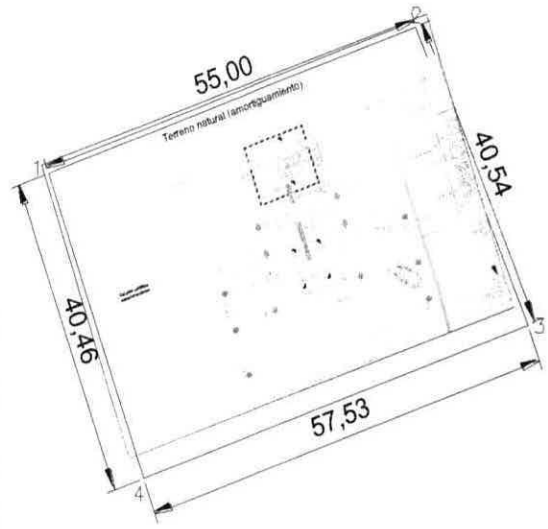


Figura 10. Plano georreferenciado del proyecto de la estación de carburación de Gas L.P.

Y 227269.242
X 2163356.782

Y 227534.154
X 2163356.782



CUADRO DE CONSTRUCCION					
LADO		DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV			Y	X
			1	227381.008	2163298.532
1	2	55.00	2	227432.837	2163316.965
2	3	40.54	3	227448.775	2163279.690
3	4	57.53	4	227394.566	2163260.411
4	1	40.46	1	227381.008	2163298.532
SUPERFICIE = 2250 m2					

Y 227269.242
X 2163214.402

Y 227534.154
X 2163214.401

Áreas rurales, urbanas, naturales, etc., que pueden ser afectadas por las actividades de la empresa (ríos, lagunas, especies endémicas, áreas naturales protegidas, etc.)

De acuerdo con los resultados obtenidos al modelar mediante el programa ALOHA, los eventos de riesgo probables, los cuales fueron identificados mediante las metodologías HAZOP e Índice Dow; No existe vulnerabilidad en el poblado de Tzurumutaro, que es el más cercano a la estación (500 metros en dirección Oriente), a causa de las actividades de la estación de carburación.

Es importante mencionar que la estación no se ubicará dentro de áreas naturales protegidas.

II.2.7. Actividades conexas (industriales, comerciales y servicios) relacionadas con la actividad de la empresa las cuales se desarrollan o pretendan desarrollar.

En la región, existen comercios dedicados a la venta de refacciones, así como servicios de mantenimiento, que se relacionan con la actividad de la estación que los requerirá para sus operaciones; no existen actividades de tipo industrial que se relacionen, ni se tiene conocimiento de que se pretendan instalar.

III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

III.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO O ÁREA SELECCIONADA.

Localización geográfica municipal.

Se ha mencionado ya que el predio se localiza a un costado de la carretera Pátzcuaro-Morelia, a la altura del kilómetro 20+000, dentro del mismo municipio de Pátzcuaro. El área donde se instalará la estación de carburación presenta una afluencia vehicular considerable, por lo que se desarrollan actividades diversas, destacando el comercio de artesanías, objetos y alimentos propios de la región. En el área también se localizan algunos asentamientos humanos, que conforman parte de lo que es la comunidad de Tzurumútaro.

Descripción general del municipio de Pátzcuaro.

El municipio de Pátzcuaro es un sitio localizado en la parte central del estado de Michoacán de Ocampo, en la región denominada Pátzcuaro-Zirahuén; colinda con los siguientes municipios: al Norte con Tzintzuntzan, al Este con Huiramba y Acuitzio, al Sur con Salvador Escalante (Santa Clara del Cobre) y Tacámbaro, y al Oeste con Tingambato y Erongarícuaro. La superficie total del

municipio es de 435.96 km^2, equivalente al 0.74 % del total del estado; se localiza a 60 kilómetros aproximadamente de la capital michoacana.

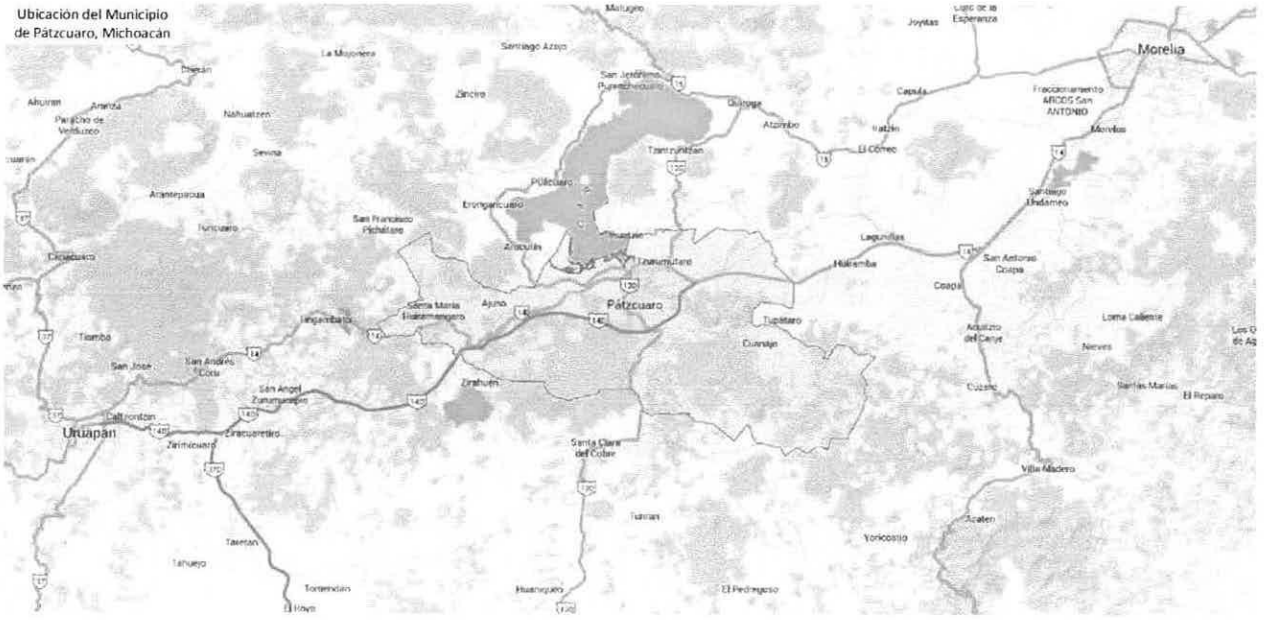
El clima del municipio es de tipo templado con lluvias en verano, la precipitación pluvial es de 983.3 milímetros anuales, con la presencia de temperaturas que oscilan de 9.2 a 23.2 °C. Los rasgos orográficos del municipio lo componen la depresión de Pátzcuaro y el Sistema Neovolcánico Transversal, mientras que las elevaciones más importantes son los cerros el Blanco, del Estribo, del Frijol y el cerro El Burro. En cuanto a la hidrografía el lago de Pátzcuaro es el rasgo más representativo, tiene también arroyos, entre ellos el denominado el Chorrito y algunos manantiales de menor tamaño.

La vegetación del municipio es diversa, en la superficie forestal maderable predominan los bosques: mixto, de especies de pino, encino y cedro, en el de coníferas, con oyamel y junípero. La superficie del suelo que es no maderable está ocupada por matorrales, en menor proporción se destina a usos agrícolas y/o ganaderos. Por consiguiente la fauna del municipio la constituyen especies como: ardilla, cacomiztle, coyote, liebre, armadillo, tórtola, cerceta, pato, aguililla, chachalaca, achoque, pez blanco, charal, carpa, lobina negra y mojarra.

El municipio de Pátzcuaro es conocido mundialmente por ser un lugar muy rico en cuanto a cultura y es catalogado como un pueblo típico de los más bellos de América. Posee una historia gloriosa de tiempos precolombinos, debido a la importancia que fue un importante centro ceremonial de los purépechas; además debe agregarse que se encuentran aún en pie magnificas construcciones representativas de la arquitectura vernácula, sus monumentales templos, sus leyendas, costumbres y la espectacular Plaza "Vasco de Quiroga", la convierten en uno de los principales centros turísticos de la República Mexicana.

Esta característica del municipio atrae a turistas a lo largo del año, pero especialmente durante la Semana Mayor y en noche de día de muertos. Derivado del turismo que hay en el lugar, gran parte de la población trabaja en el turismo, ya sea fabricando artesanías, preparando alimentos, en el sector hotelero y/o en áreas afines.

Figura 11. Se observa la delimitación del Municipio de Pátzcuaro al centro del Estado de Michoacán.



Tzurumútaro se ubica en el estado mexicano de Michoacán en el municipio de Pátzcuaro. Localizado en una altura de 2046 metros, Tzurumútaro brinda hogar para 2443 habitantes, de los cuales 1203 son hombres o niños y 1240 mujeres o niñas. 1545 de la población son adultos y 259 son mayores de 60 años. Sobre acceso al seguro social disponen 1112 habitantes.

Escolaridad.

Aunque 78 personas entre los de 15 y más años de edad no visitaron la escuela solo unos 117 no saben leer ni escribir bien. En comparación dentro del grupo de los jóvenes entre 6 y 14 años solo el pequeño número de no tiene educación escolar. Así el tiempo mediano en el cual un habitante de Tzurumútaro visita la escuela resulta en 7 años.

Hogares y viviendas en 564 hogares en Tzurumútaro equivalen a 564 viviendas habitables, de las cuales 6 consisten de un cuarto solo y 86 tienen piso de tierra.

De todas las viviendas, en 554 la gran mayoría tiene instalaciones sanitarias fijas y 296 son conectados a la red pública. Sobre la luz eléctrica disponen 560 viviendas. 42 hogares tienen una o más computadoras, 221 tienen una lavadora y la gran cantidad de 545 disfruta de una o más televisiones propias.

Geodata de Tzurumútaro.

La Latitud (decimal) es 19.546944 y la Longitud en el sistema decimal es -101.588611. En el sistema DMS la latitud es 193249 y la longitud es -1013519

III.1.1 Flora.

La zona donde se ubica el predio presenta disturbio por la presencia de asentamientos urbanos de baja densidad, pero que requirió de abrir espacios, removiendo la vegetación original, para dar lugar al establecimiento de malezas y vegetación inducida; en la superficie de terreno a ocupar para la estación de carburación no existe vegetación, ya que se trata de un terreno rellenado y compactado con construcciones existentes.

En la visita de campo, se observó que el predio no tiene uso actual en actividades productivas, localizándose en la zona suburbana municipal, donde podemos afirmar que persisten las actividades agropecuarias, encontrando en un radio de 500 metros, terrenos de cultivo, actividades comerciales y de servicios. En consecuencia la vegetación original ha sido removida y la vegetación presente es en su totalidad secundaria.

La vegetación dominante, en el área donde se localiza el predio (fuera de la superficie de la estación), está representada por herbáceas, nopales, rosales, zarzamoras y arbustos; fuera del predio, en las colindancias y a un costado de la carretera, en el estrato arbóreo aparecen especies como casuarina y eucaliptos, entre otras.

Tipo de vegetación de la región y la zona.

En la zona de influencia se ubica una asociación de vegetación secundaria con especies introducidas como eucalipto, casuarinas y pinos dispersos, más al sur ese tienen una asociación de vegetación arbórea y arbustiva de bosque de pino-encino que es producto de la reforestación efectuada en la zona.

Especies de interés comercial.

No se presentan hacia la zona de ubicación de la estación y sus colindancias.

Vegetación endémica y/o en peligro de extinción.

De acuerdo con la bibliografía *(Catalogo de la biodiversidad en Michoacán SEDUE 2004)* y durante el recorrido en las colindancias de la estación, no se identificaron especies de vegetación endémica o que se encuentre en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

III.1.2 Fauna.

Fauna característica a nivel Municipal.

Respecto a la fauna que habita en el municipio, se constituye principalmente por ardilla, cacomixtle, coyote, liebre, armadillo, tórtola, achoque, pez blanco, charal, carpa, lobina negra y mojarra, actualmente algunas de estas especies habitan en las zonas más alejadas y donde aún se conserva su hábitat natural, por lo que son avistadas raramente en las zonas con asentamientos humanos. En cuanto a la avifauna del municipio se puede encontrar cerceta, pato, aguililla, palomas, huilota, codorniz y el gorrión común.

Tabla 3. Fauna presente en el municipio de Pátzcuaro.

	Nombre científico	Nombre común
Aves	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas
	Columba sp.	Paloma de collar
	Zenaida macroura	Huilota
	Colinus virginianus	Codorniz
	Passer domesticus	Gorrión
Mamíferos	*Lepus sp.*	Liebre
	Sylvilagus sp	Conejo
	Sciurus sp	Ardilla
	Bassariscus sumichrasti	Cacomiztle
	Canis latrans	Coyote
	Dasyous novemcinctus	Armadillo

Las especies de aves, sobre todo las migratorias, son las que quizás menos alteraciones presentan en número, no así en hábitat pues cada vez llegan menos a lugares acostumbrados dentro de la región de ubicación del terreno para la estación.

En el municipio de Pátzcuaro, existen especies de importancia comercial como es el pez blanco, y se registran dos especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies y subespecies de fauna silvestres, terrestres y acuáticas, raras, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial, tratándose del Achoque (*Ambistoma dumerili*) y la Rana fisgona (Angustidigitorum Eleutherodactylus), las cuales, por supuesto, no existen en el predio de estudio.

Debido a la ubicación del predio (junto a una carretera federal), con regular afluencia vehicular, y aunado a las condiciones de perturbación ambiental de la zona; la fauna es poco diversa y escasa, siendo las aves las que, por su desplazamiento, se adaptan más a las condiciones imperantes.

Fuera del terreno, dentro de la zona de influencia, en un radio de 500 metros, es común encontrar especies domesticadas como perros, gatos y aves de distintas especies; dentro de este radio también se desarrolla la cría de ganado vacuno, porcino, caprino y ovino, por lo que se pueden observar especies correspondientes a estos tipos de ganado.

En el predio donde se pretende ubicar la estación de carburación, no hay ninguna especie endémica, amenazada o en peligro de extinción, tampoco existen las condiciones para el establecimiento de fauna silvestre, pues se trata de un predio abandonado y con escasa vegetación, lo que dificulta el establecimiento de hábitats naturales para algún tipo de fauna silvestre.

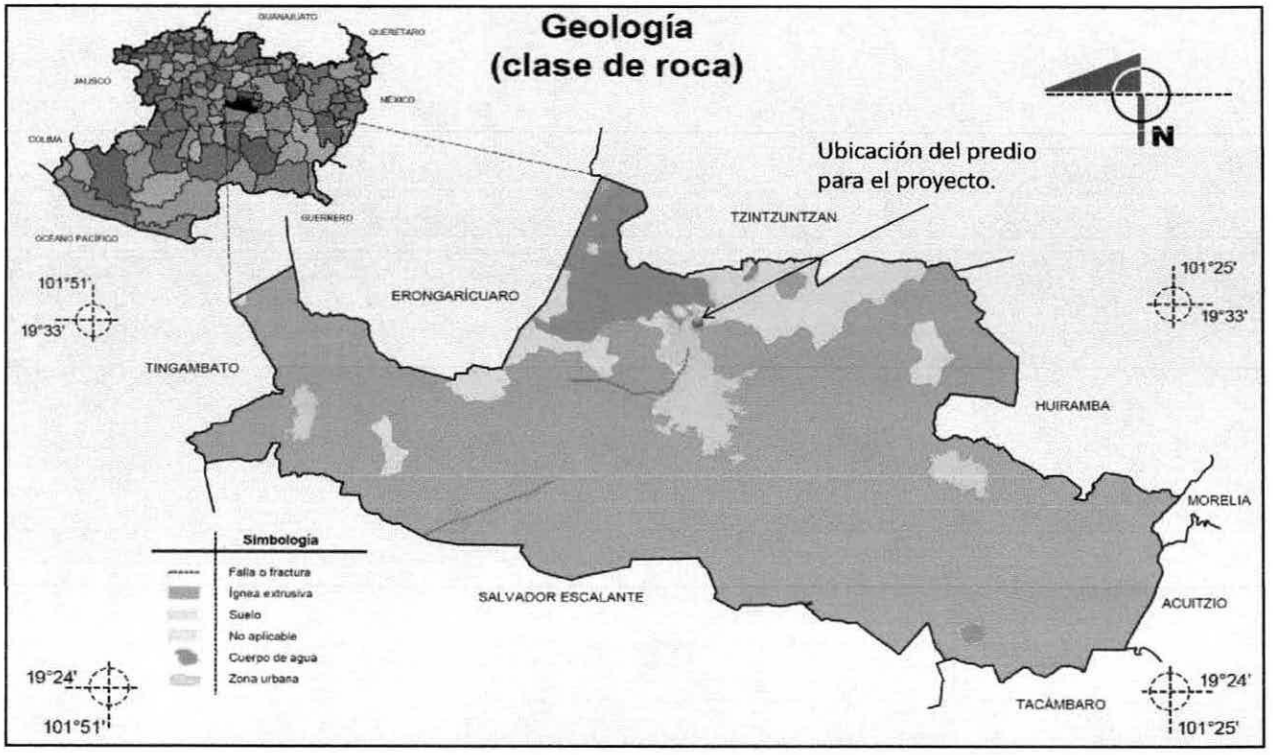
Es poco diversa la fauna en la zona; ya en el sitio del proyecto en particular, durante un recorrido sobre el terreno, se observaron dos colibríes (*Fugenes spp*), lagartijas (*Sceloporus spp*), así como invertebrados, particularmente de la clase *Insecta* con mosquitos y hormigas, se observaron también roedores.

III.1.3 Geología.

La geología está representada principalmente por rocas clásticas continentales, rocas ígneas extrusivas así como rocas volcánicas asociadas a la actividad del Eje Neovolcánico, las cuales cubren a las distintas formaciones del Mesozoico y subyacen en ciertos lugares a los depósitos lacustres aluviales y basálticos del Cuaternario.

La mayor parte de la zona está compuesta geológicamente por formaciones de rocas ígneas extrusivas, donde el mayor porcentaje (%) de la unidad en la roca extrusiva es basalto con un (73.56%), seguida en menor porcentaje andesita (4.07%), posteriormente podemos encontrar brecha volcánica básica (1.62%), andesita-brecha volcánica intermedia (0.96%) y basalto-brecha volcánica básica (0.61%).

Figura 12. Geología del área donde se localiza el proyecto.
Fuente: INEGI, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009.



Estratigrafía.

–Paleógeno-Neógeno volcánico (extrusivo) Q (B – Bvb).

Esta unidad tiene una amplia distribución al noreste del estado y está conformada por las sucesiones volcánicas pseudoestratificadas de las áreas de Tafetán, Tzitzio, Morelia, Mil Cumbres y Angangueo. Generalmente cubre en discordancia a las rocas del Grupo Balsas y está constituida por derrames de lavas basálticas a dacíticas, conglomerados volcánicos, ignimbritas, brechas andesíticas o riolíticas y algunos delgados horizontes de arenisca y limolita.

- Plio-Cuaternario volcánico (Volcanoclástico) Q (B)

Esta unidad volcánica se presenta en una extensión de aproximadamente 20,000 km^2 En ella se encuentran más de 3,000 volcanes y constituye la estribación meridional del Eje Neovolcánico. Este conjunto de rocas es el más joven de todos los conocidos en la entidad y sobreyace discordantemente a los demás. Está constituida por derrames andesíticos y dacíticos, domos riolíticos y dacíticos así como derrames basálticos asociados con conos de escoria.

Se considera que el Eje Neovolcánico fue producto por lo menos de dos eventos magmáticos: uno muy incipiente, durante el Mioceno-Plioceno, y otro más importante durante el Plioceno-Cuaternario.

- Cuaternario Continental. Q(al)

Estos depósitos recientes son de origen aluvial y se derivan, en su gran mayoría, de la erosión de rocas volcánicas. Generalmente estos aluviones se encuentran formando planicies en medio de cuencas endorreicas, formadas por el vulcanismo propio de la zona.

Geología estructural.

El terreno estructural del Eje Neovolcánico está constituido por una cadena volcánica de edad pliocuaternaria, con una orientación diferente a la unidad estructural de la Sierra Madre del Sur. En Michoacán, el vulcanismo del Eje Neovolcánico está relacionado con la subducción de la Placa de Cocos. Este conjunto pliocuaternario es un modelo completo de arco magmático intracratónico sin deformación compresional y solo afectado por movimientos extensivos (fase tensional pliocuaternaria) ocasionados por la inestabilidad sísmica de la actual margen convergente pacífica.

Esta fase tensional originó fallas, fisuras y aparatos volcánicos (estratovolcanes, conos cineríticos) con orientación noreste-suroeste, por los que surgen grandes masas de rocas calcoalcalinas (basaltos, andesitas y dacitas originadas sobre una corteza oceánica o intermedia, antes que por un vulcanismo de tipo margen continental activo.

La geología local y la tectónica, se caracteriza por presentar una serie de conos mono-genéticos contemporáneos con secuencias lacustres con edades ≤ 48,000 años aproximadamente, cuya flora fósil evidencia un lago profundo y de aguas frías. Esta secuencia sobreyace a una serie "antigua" de derrames andesíticos de edad probable del Mioceno Tardío. Sin embargo, una descripción estratigráfica detallada muestra que la distribución de unidades volcánico-lacustres está caracterizada por una serie de alternancias de diatomitas, lutitas que se intercalan con finas cenizas volcánicas, asociadas a una serie de discordancias producidas a su vez por sismos recurrentes, sistemas de fallas, aparición de volcanes, cambios climáticos y deslizamientos de masa, que fueron factores importantes para la formación de las estructuras locales y fracturas con orientación NW-SE, localizadas en mayor número en la zona oriente del acuífero Pátzcuaro-Lagunillas.

La localización del predio para el proyecto en las imágenes anteriores, permite apreciar claramente que en las zonas aledañas al predio el tipo de roca que existe es de origen ígneo extrusivo, provenientes de la actividad volcánica que existió en la zona a lo largo del tiempo y que en algunos casos las rocas son recientes, hablando geológicamente; sin embargo el área sobre la que se localiza el predio ha sido caracterizada como zona urbana, debido a la actividad continua del hombre y la cual va en aumento.

Geomorfología.

La mayor parte de la extensión del territorio del municipio es plana, representada en una gran planicie con poca variación en los niveles de los 1,300 msnm hasta los 3,440 de la elevación montañosa más levada, la cabecera municipal está situada a una altura de 2,145 msnm.

Las elevaciones de la región son el cerro "Colorado", el cerro "El Frijol", el cerro "El Burro" y en la zona sureste el cerro "La Nieve", que es la mayor elevación del municipio, alcanzando los 3,440 msnm, que lo convierte en el cuarto más elevado del Estado de Michoacán.

Fisiografía.

En la siguiente tabla puede apreciarse la caracterización fisiográfica del municipio de Pátzcuaro:

Provincia	Subprovincia	Sistema de Topoformas
X Eje Neo volcánico	Neovolcánica Tarasca	Sierra Volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados con llanuras (71.70%).
		Llanura aluvial (16.93%).
		Vaso Lacustre (4.95%).
		Lomerío de basalto con sierras (1.29%).

El Eje Neovolcánico es una sucesión de eminencias volcánicas que atraviesa la parte central de los Estados Unidos Mexicanos, a lo largo del paralelo de 19 grados norte, en un sentido general que va de oriente a occidente, con ramales o derivaciones cuya genética responde a su origen reciente, correspondiente al terciario y cuaternario. Las montañas del Eje Neovolcánico son relativamente recientes, estando los principales volcanes en actividad o cubiertos de nieves eternas merced a las altitudes que pueden alcanzar.

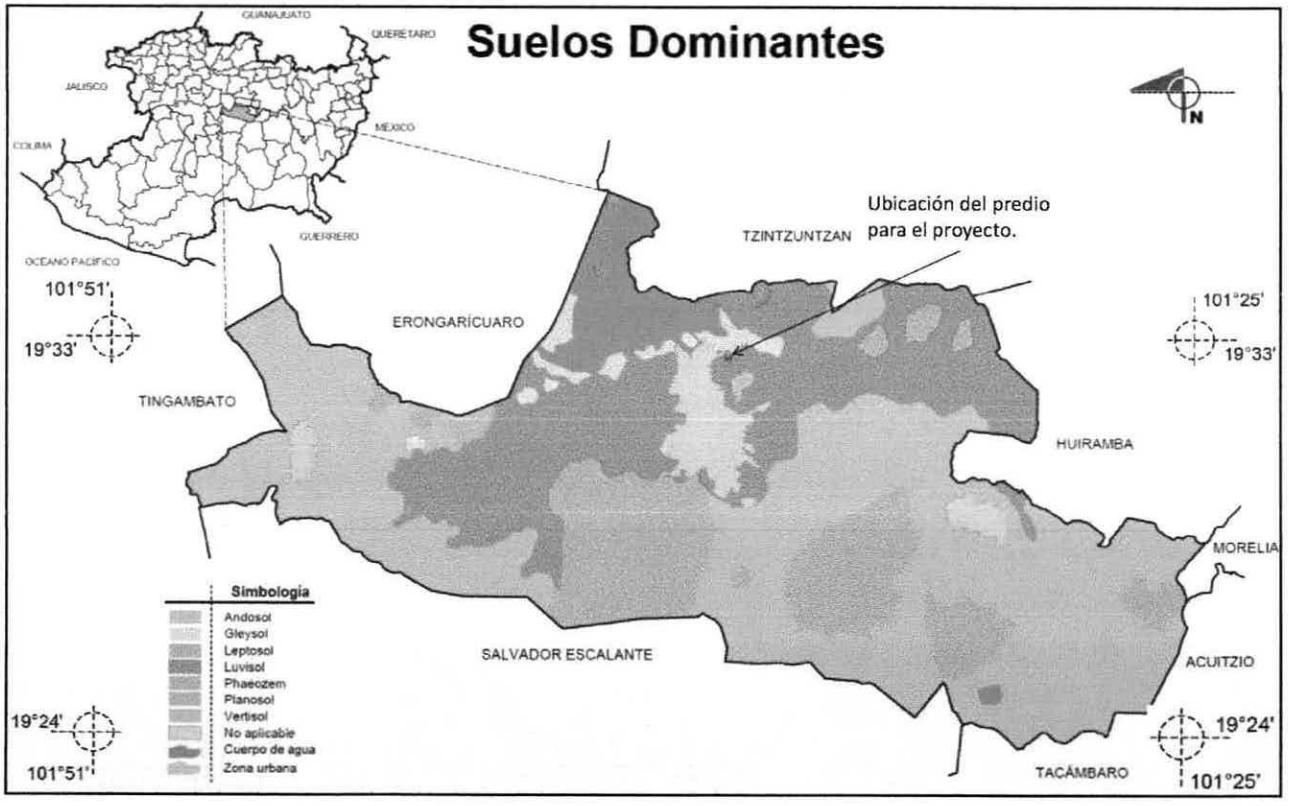
III.1.3.1 Edafología.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía en el municipio de Pátzcuaro pueden encontrarse los siguientes tipos de suelos, junto a ellos se indica la porción del territorio en

porcentaje a la que equivale: andosol (46.03 %), luvisol (24.02%), leptosol (17.36%), gleysol (1.33%), vertisol (0.90%), planosol (0.74%) y phaeozem (0.01%).

De los suelos presentes en el municipio, el predio para el proyecto presenta solo el tipo luvisol, siendo este el que se describa más adelante, en la imagen siguiente se aprecia la distribución de los tipos de suelo existentes en el territorio Municipal de Pátzcuaro.

Figura 13. Suelos que existen en el municipio de Pátzcuaro, Michoacán.
Fuente: INEGI, Prontuario de información geográfica, 2010.



Luvisol.

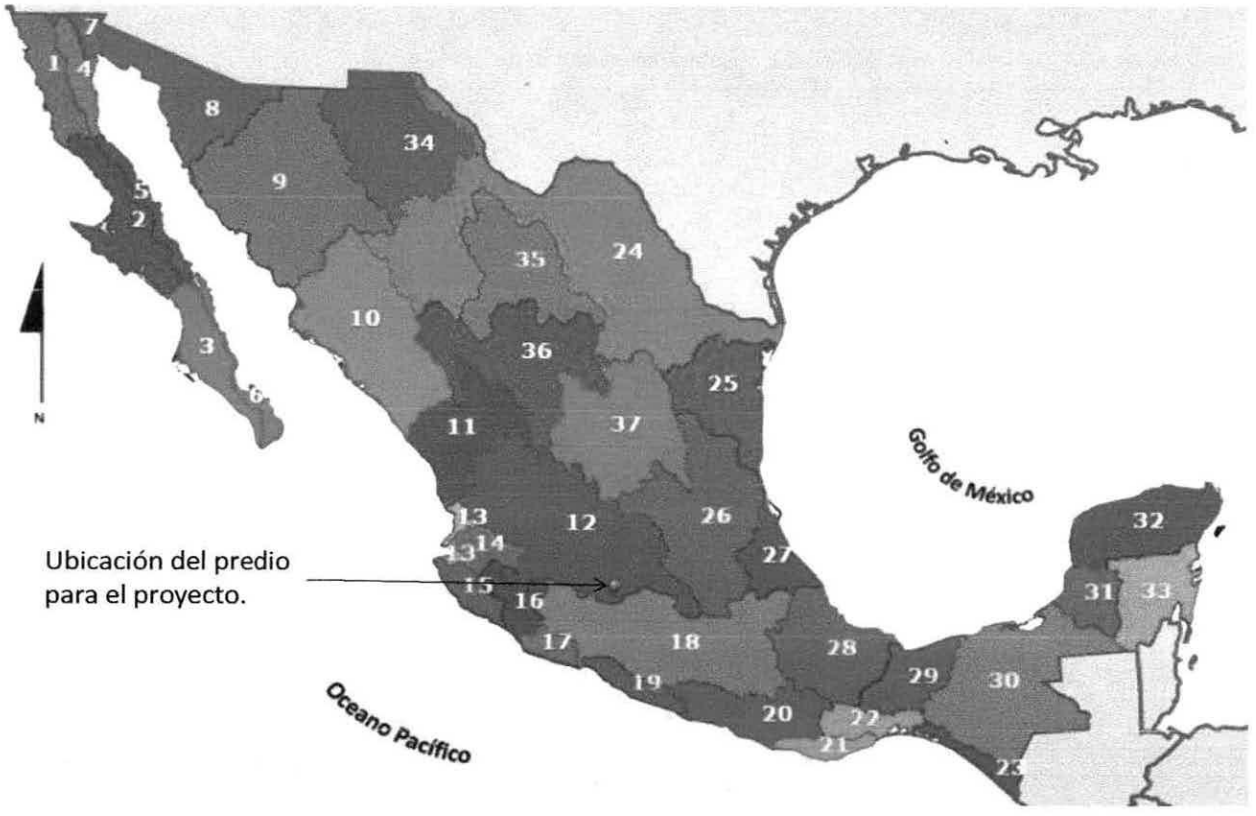
Este tipo de suelo se caracteriza por la acumulación de arcilla en una zona más profunda, debido al lavado que sufren los horizontes superiores; se desarrollan principalmente sobre materiales no consolidados, predominan en zonas llanas o con suaves pendientes y bajo climas de condiciones templadas, también tiene presencia en zonas lluviosas como los Altos de Chiapas, aunque puede presentarse incluso en climas más secos como los Altos de Jalisco. Cuando el drenaje interno es adecuado, presentan gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su

moderado estado de alteración y su, generalmente, alto grado de saturación. Suelen ser rojos o amarillentos, pudiendo presentarse igualmente en tonos pardos que no llegan a ser obscuros.

III.1.4 Hidrología.

Hidrología superficial. Respecto a la hidrología del municipio de Pátzcuaro se tiene el mapa siguiente:

Figura 14. Distribución de las regiones hidrológicas en México.
Fuente: CONAGUA, Atlas Digital del Agua de México 2012, Sistema Nacional de Información del Agua.



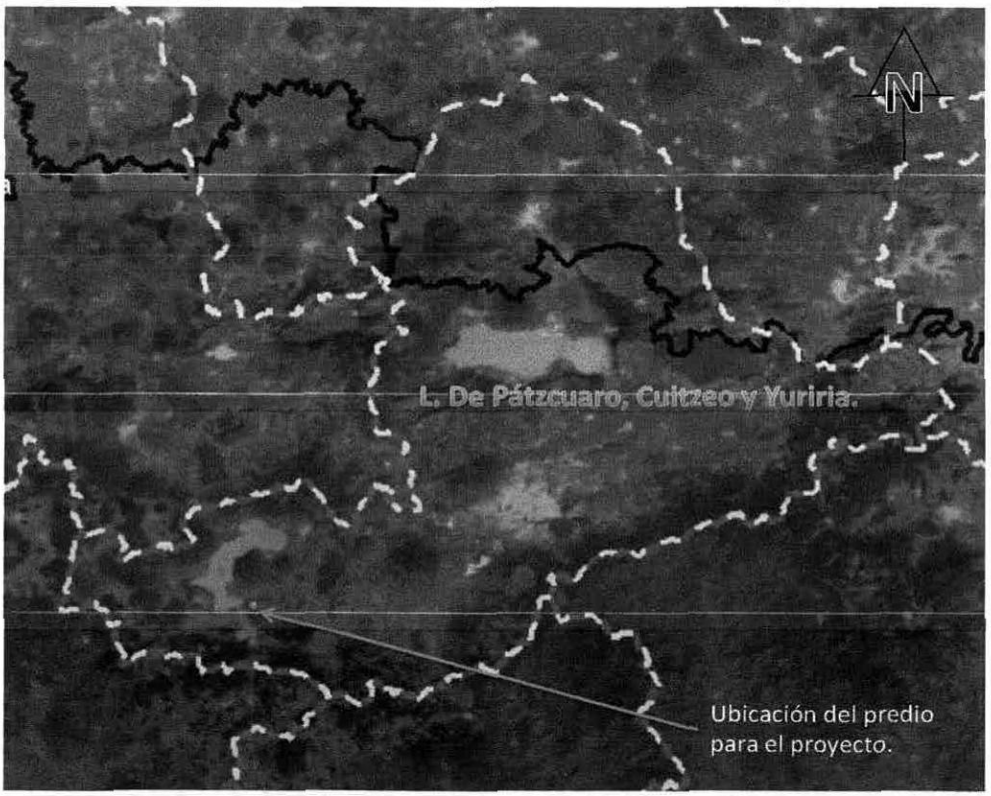
La cuenca que le corresponde al municipio de Pátzcuaro es la Cuenca Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Yuriria (RH12-G), con un área de 595354.41 ha, localizada al norte del estado de Michoacán y al sur de Guanajuato.

El municipio de Pátzcuaro pertenece a la región hidrológica No. 12 denominada Lerma-Santiago donde se extienden importantes cuerpos de aguas naturales, como los lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo y Chapala, así como de tipo artificial como las presas de Tepuxtepec, Cointzio y Malpais, que irrigan amplias zonas agrícolas.

El municipio se asienta sobre la subcuenca del Lago de Pátzcuaro, esta cuenca es de tipo endorreica y tiene una extensión de 934.67 km^2, abarca casi completamente los municipios de Pátzcuaro, Quiroga, Erongarícuaro, Nahuatzen, Tingambato y Tzintzuntzan, en menor proporción ocupa los territorios de Coeneo, Huiramba, Lagunillas y Salvador Escalante.

El drenaje de los escurrimientos superficiales se efectúa por medio de una serie de subsistemas fluviales de tipo radial que conducen el agua hacia el lago. Los escurrimientos superficiales se deben principalmente a las lluvias y se presentan como descargas intermitentes, sin embargo, por ser intermitentes no se miden periódicamente y por lo tanto no existen registros de datos de estos escurrimientos

Figura 15. Cuenca del Lago de Pátzcuaro, Cuitzeo y Yuriria.



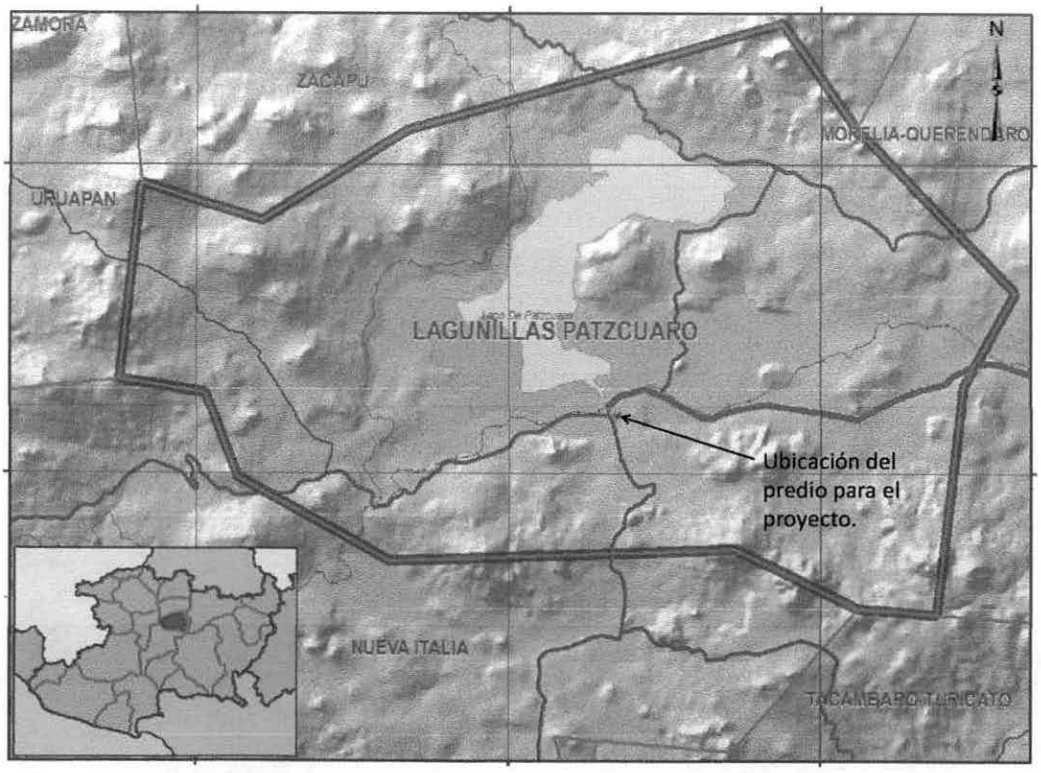
El desarrollo del proyecto no afecta en ninguna de sus etapas a los cuerpos o corrientes de agua de la región.

Hidrología subterránea.

El territorio del municipio de Pátzcuaro corresponde al acuífero Lagunillas-Pátzcuaro, definido con la clave 1604 en el Sistema de Información Geográfica para el manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción centro-norte del Estado de Michoacán, cubriendo una superficie de 1,149 km^2, entre las coordenadas 19°26' y 19°45' de latitud norte; y 101° 53', 101° 24' de longitud oeste. Geopolíticamente el acuífero comprende parcial o totalmente los municipios de Erongarícuaro, Pátzcuaro, Tingambato, Tzintzuntzan, Huiramba, Quiroga, Lagunillas y Nahuatzén, así como porciones pequeñas de los municipios Salvador Escalante y Coeneo.

El acuífero denominado Lagunillas-Pátzcuaro es de tipo libre y de características heterogéneas, la configuración de profundidad al nivel estático para el año 2009 muestra valores que varían, por efecto de la topografía, desde algunos metros en la zona aledaña al Lago de Pátzcuaro, hasta los 195 m que se registran en la porción occidental del acuífero.

Figura 16. Localización del recurso; profundidad y dirección; tipo de acuífero.



III.1.4.2 Unidades de paisaje.

Respecto a las unidades de paisaje que existen en el SA existe una variedad de formaciones predominando la antropogénica, ya que se trata de la zona urbana del Municipio de Pátzcuaro, Michoacán, sin embargo fuera de la zona, se observa al sur, una formación cerril con bosque de pino-encino de tipo secundario (reforestado).

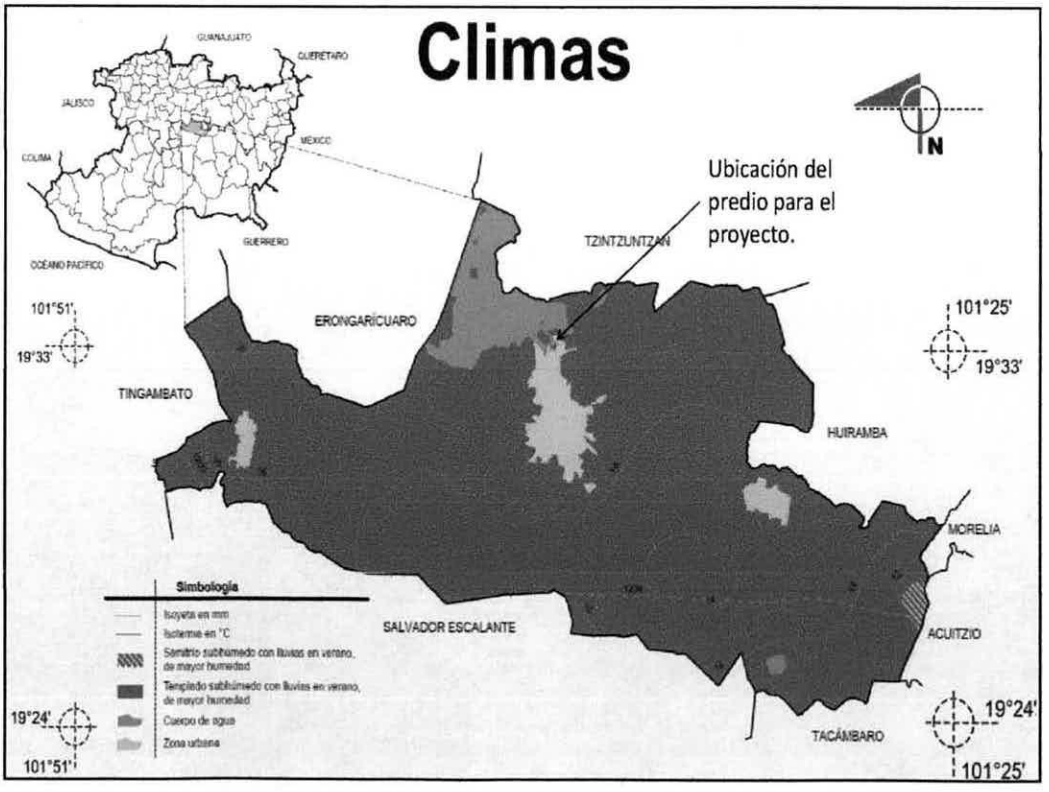
III.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.

III.2.1 Temperatura (mínima, máxima y promedio).

a) Tipo de clima.

Según el sistema climático establecido por *"Kôppen y modificado por Enriqueta García"*, en el Municipio de Pátzcuaro, la mayor parte del territorio predomina el clima templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad C (w2) que ocupa el (99.57%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano, C (E) (w2) (0.43%) del territorio municipal.

Figura 17. Mapa de clima en Pátzcuaro, Michoacán.
Fuente: INEGI, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009.



En información que da CONAGUA, se obtuvieron detalles de condiciones climáticas para el día 30 del mes de abril del 2015 en la Estación Meteorológica de Lago de Pátzcuaro.

Datos de la estación climatológica:

Nombre:	Lago Pátzcuaro Michoacán.
Tipo:	Estación Meteorológica Automática
Estado:	Michoacán
Municipio:	Pátzcuaro
Coordenadas:	19° 32' 37" N 101°36'59" W
Elevación:	2,042 m.s.n.m.
Operador:	OCLSP/DL Michoacán
Variables:	Velocidad del viento, dirección del viento, presión atmosférica, temperatura y humedad relativa, radicación solar y precipitación.
Actualización:	Cada hora mediante telemetría satelital GOES

Datos Medidos Recientes (30 de abril del 2015)	
Variables	**Valor Medido**
Nivel de agua	34.97 metros
Precipitación Eventual	15 mm
Temperatura Ambiente	16.4 °C
Humedad Relativa	77 %
Velocidad de Viento	7.48 km/h
Dirección de Viento	227 grados
Velocidad de Ráfaga	30.8 km/h
Dirección de Ráfaga	239 grados

*Temperatura promedio mensual, anual y extrema.

La clasificación de *Kôppen modificada por Enriqueta García*, presenta que la temperatura más alta del año en Pátzcuaro y sus alrededores es en Abril y Mayo con un valor de hasta 29°C, siendo el mes más frío en enero de 3.2°C, el municipio tiene un promedio de temperatura anual de 16.5°C.

*Evaporación promedio anual.

De acuerdo a los datos del INIFAP la evaporación media anual es de 1500 mm y la evapotranspiración potencial de 1031 mm.

*Fenómenos climatológicos.

La frecuencia de heladas es de 4 a 20 días al año y la frecuencia de granizadas en un año es poco frecuente, pues se presentan en promedios de 2 a 4 días al año; en la zona no se registran nevados ni huracanes.

III.2.2 Precipitación pluvial (mínima, máxima y promedio).

Para el municipio de Pátzcuaro, la precipitación, media anual oscila entre los 800 y 900 mm de acuerdo con datos estadísticos del INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias).

Estabilidad atmosférica de Pasquill:

El tipo de estabilidad atmosférica es E.

III.2.3 Dirección y velocidad de viento.

Los vientos dominantes siguen la dirección Norte con una velocidad de entre 2 y 8 Km/hr en el sitio del proyecto.

III.2.4 Humedad relativa y absoluta.

Se reporta para la zona de estudio (sistema ambiental) una humedad relativa de 77%.

III.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO.

a) Dinámica demografía.

En el Conteo de Población y Vivienda del 2010 el municipio, registró 87,794 habitantes, mismos que se concentran en 82 localidades de las cuales solo dos se consideran urbanas y el resto de carácter rural. De la población total, 41,827 son hombres y 45,967 son mujeres. Las más pobladas son Pátzcuaro con 64%, Cuanajo 5%, Col Vista Bella 3.36 %, Santa María Huiramangaro y Tzurumútaro con un 3% cada una. La población se concentró en un 73% en localidades menores a los 2,500 habitantes, es decir en zona rural.

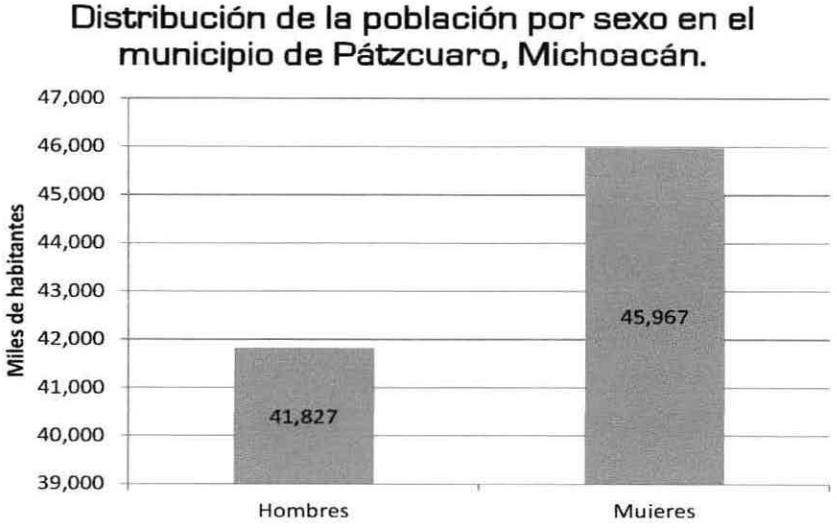
*Crecimiento y distribución de la población.

Para 2010, se tiene una población de 87,794 habitantes, su tasa de crecimiento es del 0.50 por ciento anual y la densidad de población es de 199.6 habitantes por kilómetro cuadrado. La relación hombres-mujeres para el año 2010 es 90.99.

b) Estructura poblacional.

La cantidad de hombres en Pátzcuaro es de 41.827 es decir el (47.64%) de la población, mientras que para las mujeres es mayor con un 45.967 que representa el (52.35%) de acuerdo a los datos del INEGI 2010. El segmento de población de 15 a 29 años es de 27.5%, mientras que la población de 60 y más es de 9.0%.

Figura 18. Distribución de la población por sexo en el municipio de Pátzcuaro, Michoacán. 2010.



Se presentan a continuación los datos correspondientes para la natalidad, mortalidad y divorcios para el año 2012, así como el número de matrimonios registrados durante el año 2013:

Tabla 4. Natalidad, mortalidad, matrimonios y divorcios en el municipio de Pátzcuaro, Michoacán.
Fuente: INEGI, México en cifras.

Natalidad, 2012	2,211
Hombres	1127
Mujeres	1084
Mortalidad, 2012	516
Hombres	287
Mujeres	229
Matrimonios, 2013	349
Divorcios, 2012	76

Marginación. El grado de marginación es bajo en base a los Indicadores de Marginación.

Pátzcuaro	2010
Población total	87,794
% Población de 15 años o más analfabeta	8.90
% Población de 15 años o más sin primaria completa	25.00
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado	0.67
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	0.80
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada	5.74
% Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	38.83
% Ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra	17.95
% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	37.01
% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	48.25
Índice de marginación	-0.71886
Grado de marginación	Bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,808

Religión.

La religión que predomina en el Municipio es la católica seguida de los evangélicos y bautista, en cada una de las comunidades es común encontrar una iglesia o capilla para las prácticas religiosas, muchas de ellas son monumentos históricos que se encuentran bajo algún programa de resguardo.

INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y DE COMUNICACIONES.

Educación.

El municipio de Pátzcuaro tiene varias comunidades en las que se debe cubrir la demanda educativa que existe, toda vez que una parte importante de la población se encuentra en edad de recibir educación básica y de nivel medio superior. En la siguiente tabla se muestran las escuelas que existen para cubrir la demanda educativa del municipio:

Total de escuelas en educación básica y media superior, 2011	195
Escuelas en Preescolar, 2011	73
Escuelas en Primaria, 2011	84
Escuelas en Primaria indígena, 2011	8
Escuelas en Secundaria, 2011	28
Escuelas en Profesional Técnico, 2011	1
Escuelas en Bachillerato, 2011	9
Escuelas de formación para el trabajo, 2011	3
Escuela en Educación especial, 2011	1

En el municipio actualmente se encuentran establecidas 6 seis universidades o escuelas de nivel superior, están se ubican dentro de la mancha urbana de Pátzcuaro, lo que permite gran parte de la población el acceso a este servicio.

La tabla siguiente indica la cantidad de la población que tiene acceso a la educación y el grado escolar que cursan para el año 2010:

Población de 6 años y más.	76821
Población de 5 años y más con primaria.	31823
Población de 18 años y más con nivel profesional.	6479
Población de 18 años y más con posgrado.	409
Grado promedio de escolaridad de 15 y más.	7.8

El personal docente registrado en 2011, que labora en los centros educativos que existen en el municipio son los siguientes:

Personal docente en preescolar.	223
Personal docente en primaria.	589
Personal docente en primaria indígena.	41
Personal docente en secundaria.	298
Personal docente en profesional técnico.	44
Personal docente en bachillerato.	192
Personal docente en formación para el trabajo.	23
Personal Docente en educación especial-	56

Aspectos culturales y estéticos.

Aspectos culturales.

La población de Pátzcuaro juega un papel muy importante en la historia de la región e incluso del país, la fundación esta ciudad se ha fijado en el 1324 y la construcción de la ciudad se asume a indígenas chichimecas, para ese entonces en la zona existan tres grupos indígenas que combatían por el territorio; posteriormente se inaugura el reinado Purépecha con Tariácuri como gobernante, por lo que Pátzcuaro se convierte en la capital del imperio, luego de la muerte del primer gobernante la capital pasa a ser un centro ceremonial y lugar de recreo.

Durante la conquista el primer Obispo Don Vasco de Quiroga quien realizo una amplia labor con los pobladores de la región, quien estableció hospitales, espacios para los pobres y casas de huéspedes para viajeros. Vasco de Quiroga enseño a los indígenas, nuevas técnicas de elaboración artesanal que enriquecieron las prehispánicas. La producción de artesanías de estos pueblos consiste en trabajos de madera, hierro forjado, cobre, hojalata, alfarería y textiles.

Salud.

En el 2010 la población derechohabiente a servicios de salud era de 49,458, cantidad de la que 15,404 pobladores son derechohabientes a servicios de salud del IMSS, mientras que 7,951 pobladores son derechohabientes a los servicios brindados por el ISSSTE; la población sin derechohabiencia a servicios de salud es de 38,015. Con el programa establecido por el gobierno federal denominado Seguro Popular, 37,709 son las personas beneficiadas, mientras que la cantidad de población usuaria de instituciones públicas de seguridad y asistencia social es de 82,651 pobladores.

En el municipio existen 22 unidades médicas de atención pública y en promedio cada una de estas unidades tiene un promedio de 6.30 médicos que brindan atención a la población. Existe una

unidad médica en el IMSS, dos unidades en el IMSS-Oportunidades, dos más en el ISSSTE y el resto son unidades médicas en la Secretaría de Salud del Estado.

Deporte.

La zona urbana de Pátzcuaro puede considerarse una ciudad tanto por la cantidad de habitantes, como por los servicios con que cuentan sus habitantes, desde los servicios de alumbrado, agua potable, drenaje, pavimentación y aseo público, así como por el equipamiento para desarrollar actividades comerciales, deportivas y de recreación.

Pátzcuaro cuenta con una unidad deportiva equipada con campos de fútbol y fútbol rápido, canchas de basquetbol, volibol; además en todo el municipio existen campos de fútbol, canchas de basquetbol y volibol.

Vivienda.

En el año 2010, en la entidad se registraron 16.846 viviendas particulares con piso de material diferente a tierra.

Tabla 5. Características de las viviendas en el municipio de Pátzcuaro.
Fuente: INGEI, México en Cifras.

Viviendas particulares, 2010	20.466
Viviendas particulares que disponen de agua de la red pública.	17.953
Viviendas particulares que disponen de energía eléctrica	20.161
Viviendas particulares que disponen de drenaje.	16.508
Viviendas particulares con piso diferente al de tierra.	16.846
Viviendas particulares que disponen de excusado o sanitario.	20.112
Viviendas particulares que disponen de computadoras.	3.966
Viviendas particulares que disponen de lavadora.	11.491
Viviendas particulares que disponen de refrigerador.	14.261
Viviendas particulares que disponen de televisión.	19.239
Promedio de ocupantes por vivienda particular.	4.3

Dentro del mismo contexto las siguientes cifras tienen que ver con la urbanización del municipio:

Concepto	Total
Inversión pública ejercida, 2010	73,574
Inversión ejercida en programa de vivienda, 2011	29,456
Inversión pública ejercida en obras de electrificación, 2009	0
Inversión pública ejercida en urbanización y medio ambiente, 2010	5,000
Tomas instaladas de energía eléctrica, 2011	29,329

Urbanización.

La cabecera municipal es considerada una zona urbana, por tener las características propias de estas zonas, se tiene que para el año 2010, había registradas en la entidad 20.466 viviendas particulares. El promedio de ocupantes por vivienda particular en el 2010 es de 4.3. Por otra parte, el 84.2% la propiedad de las viviendas del Municipio está en manos de sus habitantes actuales, es decir, solo el 15.8% de las viviendas habitadas actualmente son arrendadas.

Comunicaciones y Transporte.

En el municipio se cuenta con servicio de telefonía domiciliaria en la cabecera municipal y sus comunidades, existen también casetas públicas telefónicas, así como el servicio de telefonía móvil e internet, sin dejar de lado el telégrafo y correo; de este último medio de comunicación el municipio tiene un total de 8 oficinas postales que están distribuidas en sitios prioritarios que requieren el servicio.

En Pátzcuaro (municipio) se tiene el registro, para el 2013, de 15,821 automóviles particulares, los camiones y camionetas para carga registrados en circulación eran 10,737 unidades, mientras que los camiones de pasajeros registrados y en circulación eran 479 unidades, para el mismo año.

El municipio cuenta con central de autobuses con servicio local y foráneo, camiones de servicio urbano y suburbano, transporte público como son combis, taxis y camiones de carga. En la cabecera municipal se puede encontrar el servicio de ferrocarril, aunque actualmente es usado por una empresa privada para el transporte de sus productos; se cuenta también además con pista de aterrizaje.

Uno de los aspectos más importantes es la infraestructura en comunicaciones y transportes que poseen las regiones en las que se planea realizar una inversión, en especial se considera la infraestructura carretera.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS.

En el municipio de Pátzcuaro las principales actividades económicas son: el comercio, las artesanías, la producción de muebles, los servicios turísticos, la ganadería, la fruticultura, la agricultura, la pesca y los recursos forestales; en general, con baja densidad económica, tecnológica y de mercado. La inversión pública ejercida en desarrollo económico para el año 2010 fue de 29,063 miles de pesos.

Tabla 6. Producción bruta total para el municipio de Pátzcuaro, Michoacán. 2008.
Fuente: INEGI, Banco de información.

Indicadores, 2008	**Miles de pesos**
Comercio	550,731
Pesca y acuicultura	854
Agua y gas	8,218
Construcción	27,352
Industrias manufactureras	154,402
Transportes	147,129
Servicios financieros y de seguros	16,323
Servicios privados no financieros	331,282

Tabla 7. Producción agrícola 2010.
Fuente: SEDESOL, Catalogo de Localidades.

Cultivo/Variedad	Superficie sembrada (Ha)	Superficie cosechada (Ha)	Rendimiento Valor de la producción (Miles $)
Acelga	5	5	412.50
Aguacate / Hass	128	128	10,362.88
Alfalfa verde	39	39	1,236.77
Brócoli	2.50	2.5	120
Calabacita	6	6	216
Chirimoya	0.5	0.5	18
Col (repollo)	4	4	238
Durazno / Criollo	12	12	468
Durazno/Diamante	215	215	9,782.5
Ebo (janamargo o veza)	237	237	2,273.5
Frijol/Flor de mayo	11	11	51.7
Haba grano	15	15	52.5
Haba verde	9	9	31.47
Maíz grano/Blanco	2,250	1,980	11,889.33
Papa	13	13	2,112.5
Tomate verde	3	3	52.5

Tabla 8. Producción pecuaria de ganado o ave en pie, 2010.
Fuente: SEDESOL, Catalogo de Localidades.

Especie / Producto	Producción (Toneladas)	Valor de la producción (Miles de pesos)
Ave / Ave en pie	88.73	1,722.87
Bovino / Ganado en pie	562.59	11,932.46
Caprino / Ganado en pie	1.49	46.06
Ovino / Ganado en pie	17.92	558.38
Porcino / Ganado en pie	161.21	3,114.97

Actualmente se ha visto un aumento en la producción de aguacate, la cual ocupa el segundo lugar en el rendimiento del valor de la producción, con un total de 10, 362.88 pesos, detrás del maíz blanco, para el cual el rendimiento del valor de producción es de 11,889.33 pesos. Sin embargo en cuanto al valor de la superficie sembrada el maíz, ocupa el primer puesto, con un total de 2,250 hectáreas, seguido de la siembra de Ebo (janamargo o veza) con 237 hectáreas, en el tercer puesto se encuentra el durazno, que presentó una superficie sembrada de 215 hectáreas; estos datos se obtuvieron del Catálogo de Localidades que maneja la SEDESOL para el año 2013.

La actividad ganadera comúnmente se desarrolla en conjunto con la actividad agrícola, por lo que en el municipio también tienen presencia las actividades ganaderas, destacando la producción de carne en canal de bovino, con un volumen de 293 toneladas anuales durante el 2011, es destacable de igual forma la producción de leche de bovino, con volumen de 3,141 litros para el mismo año. La mayor parte de estos productos son consumidos dentro del mismo municipio y en sitio aledaños al mismo.

*** Población económicamente activa.**

Para el año 2010 la población económicamente activa (PEA) era de 33,569 (50%) y la población ocupada (PO) es de 31,930, es decir, el 95.12% de la población económicamente activa, mientras que la población económicamente activa desocupada era de 1,639 (4.88%). Se tiene que la población no económicamente activa es de 32,020(48.61%), y 288 personas que no especificaron su condición económica, que representa el 0.44% del total de la población de 12 años y más.

*** Salario mínimo vigente.**

Dentro de la nueva clasificación de salarios mínimos realizada por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, el municipio Pátzcuaro está en la zona económica clasificada como "B" y el salario mínimo vigente a la fecha (2015), es de $68.28 (sesenta y ocho con veintiocho centavos).

*** Distribución de la población ocupada.**

De acuerdo con datos del INEGI, para el año 2010, se tiene que el comercio al por menor, es la actividad que mayor número de personas emplea, con un número igual a 6,279, seguida de la industria manufacturera, empleando a 4,399 personas; la agricultura ocupa el tercer puesto en cuanto a población ocupada, con un total de 3,548 personas.

En la tabla siguiente puede apreciarse, que en el municipio se desarrollan actividades en diversos sectores productivos, sin embargo destacan las actividades de manufactura, no solo a nivel municipal sino incluso regional, debido a la belleza y peculiaridad de sus productos:

Tabla 9. Distribución de la Población Ocupada según sector de actividad, 2010.
Fuente: SEDESOL, Catalogo de Localidades.

Primario	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	3,548
Secundario.	Minería	93
	Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	141
	Construcción	2,767
	Industrias manufactureras	4,399
Terciario.	Comercio al por mayor	604
	Comercio al por menor	6,279
	Transportes, correos y almacenamientos	1,640
	Información en medios masivos	91
	Servicios financieros y de seguros	209
	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	69
	Servicios profesionales, científicos y técnicos	449
	Dirección de corporativos y empresas	4
	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y de remediación	458
	Servicios educativos	2,013
	Servicios de salud y de asistencia	843
	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros recreativos	296
	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	2,077
	Otros servicios excepto actividades de gobierno	2,711
	Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	1095
	No especificado	315

Cambios sociales y económicos derivados de las actividades proyectadas.

Observando las características del Municipio, notamos que los pobladores del área suburbana donde se pretende localizar la estación se beneficiarán con la construcción y puesta en marcha de la estación de carburación, al incrementar el número de empleos y la derrama económica. Así mismo se podrá ofrecer el servicio de abasto de un combustible de este tipo, pues los habitantes podrán acceder a un servicio que reduzca el gasto en combustible e incremente las actividades comerciales, al poder desplazar en sus unidades los productos agrícolas de la zona y de las localidades cercanas.

El sector de la economía tendrá una mejora, pues como ya mencionó, se pone en oferta un combustible para los pobladores, en una zona que no cuenta con el servicio actualmente, promoviendo con ello la distribución de sus productos, no solo a nivel local, este combustible también les permite el traslado de sus productos a regiones más distantes, lo que les permite promocionar sus productos y con ello aumentar el mercado de venta.

La instalación de la estación traerá consigo la mejora en los servicios públicos del lugar, esencialmente porque los vehículos de transporte público pueden usar gas L.P. como combustible y ahorrar en esta materia, brindando la oportunidad de invertir este ahorro en otras áreas importantes de los vehículos de transporte urbano.

Por tal motivo resumimos que adicionalmente de que las afectaciones ambientales son de baja importancia, por el aprovechamiento de un terreno e instalaciones ya existentes donde se rellenó la superficie del proyecto, además de ofrecer un combustible de uso extendido en el sector del servicio público y particular de transporte vehicular y el sector residencial, lo cual viene a ser una alternativa para reducir la polución, comparada con el uso de gasolinas diésel o leña.

III.4 INTEMPERIMOS SEVEROS.

¿Los sitios o áreas que conforman la ubicación del proyecto se encuentran en zonas susceptibles a:

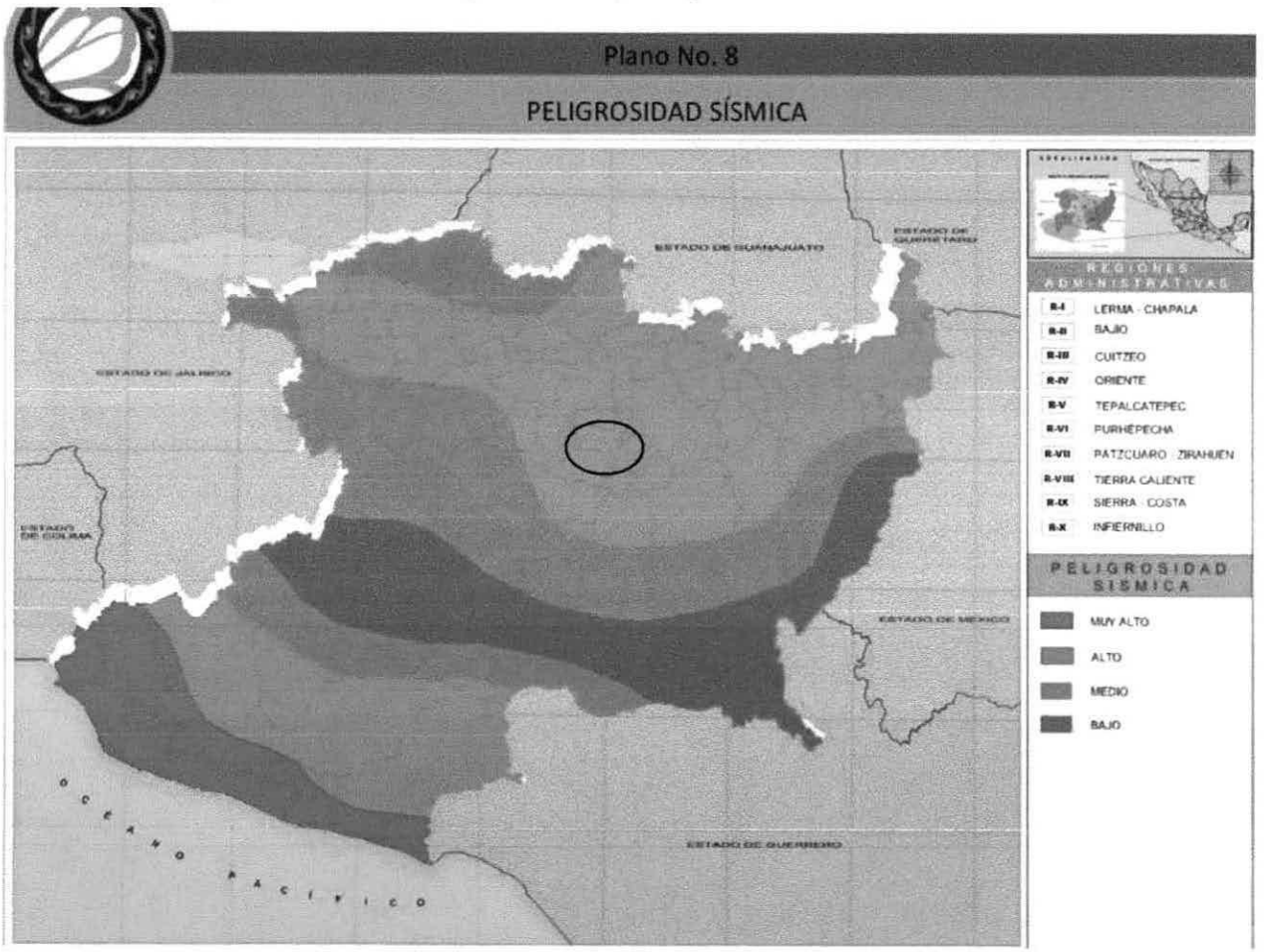
Terremotos, [sismicidad]. **(SI)**

El Estado de Michoacán no sólo es una zona de alto riesgo sísmico, debido a los sismos que se producen por la subducción de la Placa de Cocos y en la Norteamericana, sino también se presentan los Conos Volcánicos que atraviesan todo el territorio, y la presencia de Fallas Locales

potencialmente activas, las cuales representan un peligro latente para los asentamientos más cercanos a éstas.

El terreno para el proyecto se ubica dentro de una región de alta posibilidad de ocurrencia de sismos aun cuando no se reportan eventos con desastres hacia la zona particular de estudio.

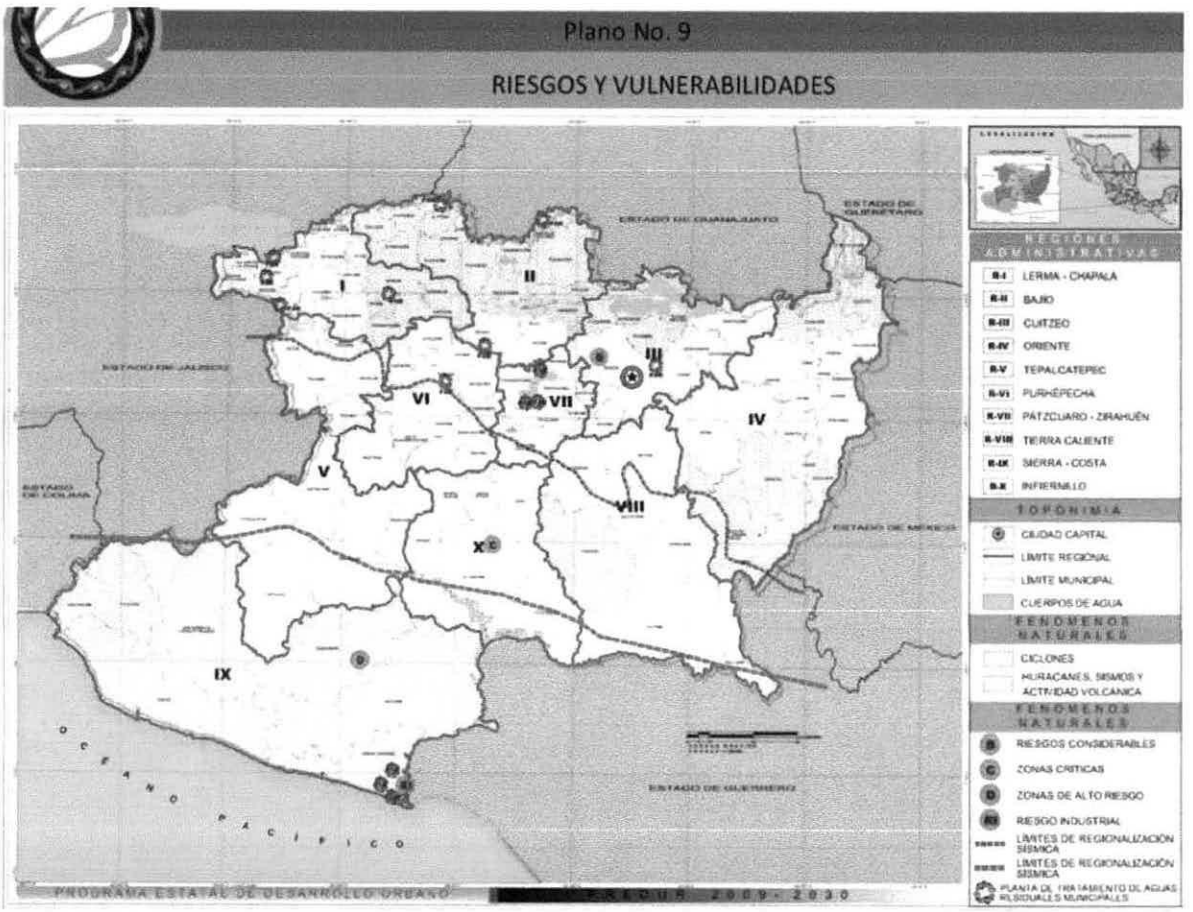
Figura 19. Plano de riesgos sísmicos por regiones en el Estado de Michoacán.



Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2009-2030.

Debido a su importancia geográfica, existen regiones del Estado de Michoacán que son vulnerables a riesgos y fenómenos naturales como ciclones, sismos, incendios; en la región de localización del predio, los riesgos por fenómenos geológicos, meteorológicos y tecnológicos son considerables, tal como puede observarse en el plano de riesgos y vulnerabilidades para el Estado de Michoacán.

Figura 20. Plano de riesgos y vulnerabilidades por regiones en el Estado de Michoacán.



Fuente: Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2009-2030.

Corrimientos de tierra. **(NO)**

Los deslizamientos de laderas y los hundimientos de tierra se comportan de modo distinto, pero en ambos casos es común encontrar asociados a pendientes pronunciadas o fracturamiento geológico. En el caso de la estación de carburación para venta de gas, el grado de vulnerabilidad (entendido como la posibilidad de resultar afectado), de las instalaciones o sus colindancias, es bajo, debido a su ubicación en una zona estable, aun cuando se tiene una formación cerril al sur del terreno; en la zona no se tiene presencia de fallas geológicas o que pudieran derrumbarse.

Derrumbamientos o hundimientos. **(NO)**

En torno al área de la estación no se presentan cañadas que pudieran generar inestabilidad del terreno, a pesar de que en la región si se tienen terrenos accidentados, se excluyen derrumbes.

Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.). **(NO)**

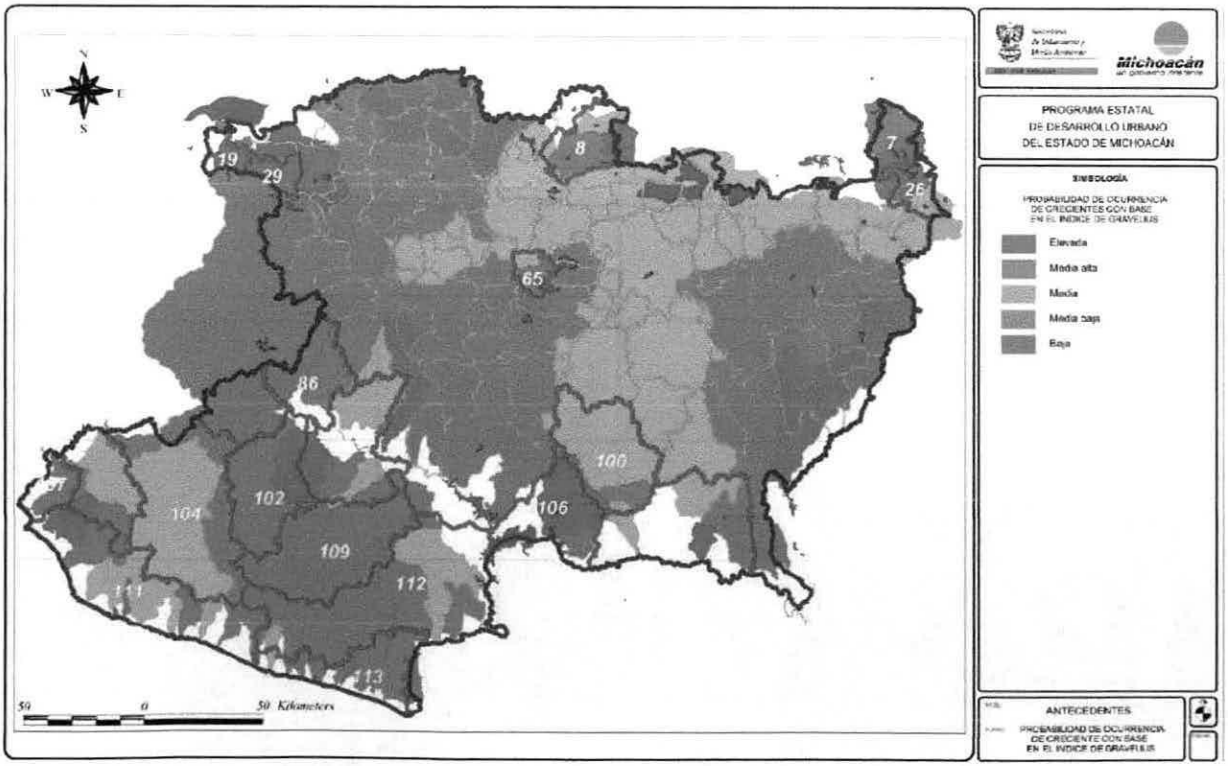
Nuestro estado en general, se ubica en una región del país que presenta baja vulnerabilidad a este tipo de eventos.

Precipitación e inundaciones (historial de 10 años). **(NO)**

La región de Tzurumutaro presenta vulnerabilidad baja a efectos por precipitaciones abundantes que lleguen a formar avenidas extraordinarias, lo cual a su vez ocasiona el arrastre de sólidos, que con las escorrentías, se depositan en cañadas o drenajes; ello puede generar acumulación de agua con inundaciones en colonias o comunidades; hacia la zona donde se ubicará la estación, el riesgo de precipitación es latente, mientras que la posibilidad de inundación es baja, ya que existe pendiente que permitirá el desalojo de agua de lluvia hacia las partes bajas.

De acuerdo a la información del programa estatal de desarrollo urbano del estado de Michoacán de Ocampo, 2008-2025, la probabilidad de inundaciones en la zona es considerada como media alta de acuerdo con registros del sistema meteorológico nacional y de la Comisión Nacional del Agua al año 2000, esto queda demostrado de acuerdo al siguiente mapa.

Figura 21. Mapa de probabilidad de inundaciones para el Estado de Michoacán.



Pérdida de suelos debido a la erosión. **(SI)**

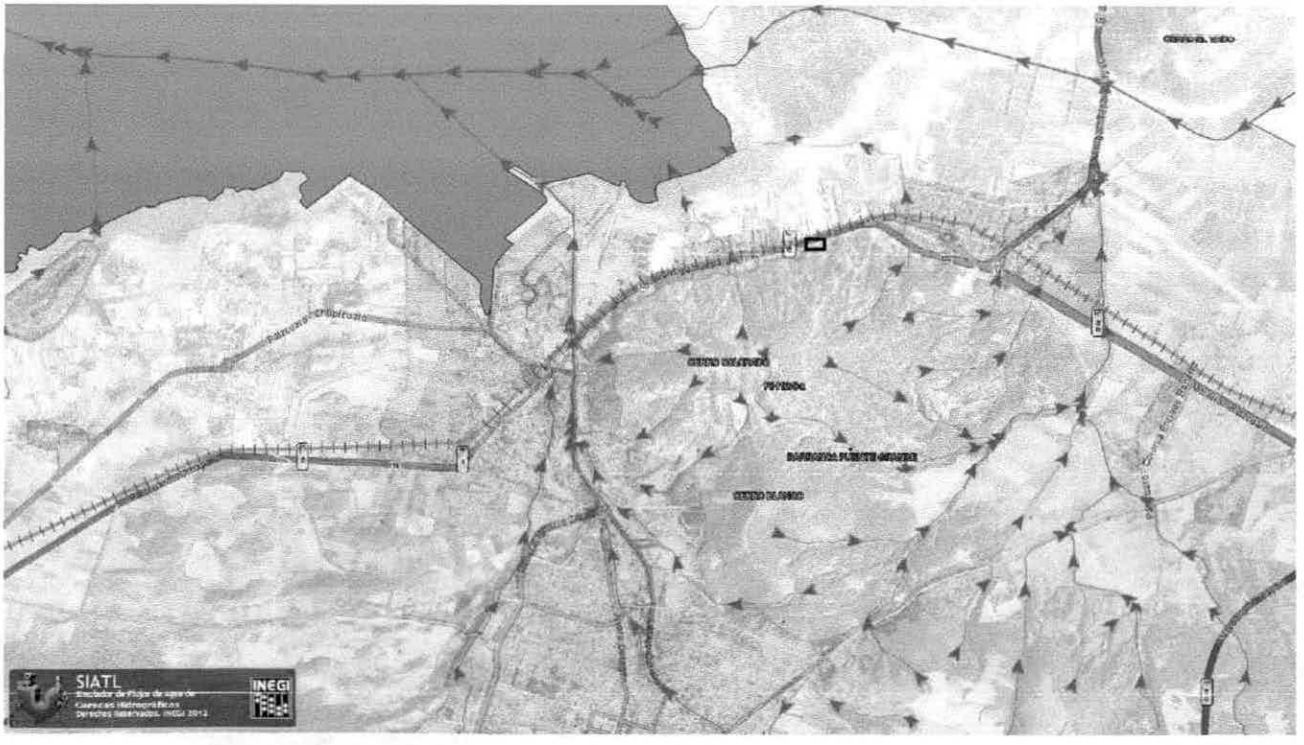
El terreno e instalaciones se ubican en la parte baja del cerro colorado, hacia el norte, donde ciertamente existe riesgo de erosión, sin embargo las prácticas de conservación de suelos presentes con surcado de contorno y la cobertura de vegetación reducen el potencial de que se acelere la erosión, el terreno del proyecto no es susceptible de erosión.

Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión. **(NO)**

En la zona si se dan escorrentías pluviales durante el periodo de lluvias, con un promedio de 90 días al año (INIFAP), sin embargo dado que el nivel de precipitación es moderado (800-900 mm al año), los volúmenes de aporte son reducidos, sin que esas escorrentías puedan trasladar sedimentos a algún cuerpo de agua (Lago de Pátzcuaro), dada la distancia existente desde el terreno al lago, esos escurrimientos van directamente a canales tributarios de dicho lago, dejando sus sedimentos en los terrenos.

La siguiente figura muestra la dirección de escorrentías en la zona de ubicación del terreno e instalaciones de la futura estación de carburación.

Figura 22. Se observa la zona de ubicación de las instalaciones proyectadas y los canales que reciben las escorrentías pluviales que descargan al lago de Pátzcuaro finalmente.



Riesgos radiológicos. **(NO)** No existen riesgos radiológicos en la zona.

Huracanes. **(NO)**

No se tienen registros de que los efectos de huracanes (viento, lluvia), hayan causado pérdidas o desastres hacia la población, los bienes o el ambiente en esta región de la meseta Purépecha de Michoacán; en general la zona presenta baja vulnerabilidad para este tipo de fenómenos naturales, ya que las consecuencias de los huracanes se perciben en la región con lluvias abundantes, que aportan el recurso agua para labores agrícolas de temporal y el llenado de embalses de la región. La siguiente figura, muestra las zonas de incidencia de este tipo de fenómenos para la República Mexicana.

Figura 23. Riesgos por incidencia de huracanes para en el país.
(Fuente: Atlas de Riesgos para la República Mexicana CENAPRED).

Área de influencia para eventos de riesgo y vulnerabilidad dentro del sistema ambiental.

El área de influencia se ha determinado en base a los resultados del análisis de consecuencias, obtenido mediante la aplicación del programa ALOHA, ya que será el área espacial implicada en un evento de riesgo, en virtud de que los daños por radiación térmica o sobrepresión alcanzarían esas distancias.

Esta área de influencia también se ha considerado la vulnerabilidad del entorno, dentro de un radio de 500 metros.

Es conveniente señalar que para la delimitación del área de influencia, se ha analizado a detalle la vulnerabilidad de la zona y el historial de eventos que han ocurrido.

De igual manera se considera que el Sistema Ambiental influenciado por las actividades de la estación, está restringido a esta zona, ya que por las características del proyecto, los eventos de riesgo identificados incidirían exclusivamente sobre la zona de influencia inmersa en el ecosistema terrestre (sistema ambiental), dentro de los radios de afectación modelados mediante el simulador ALOHA.

El Sistema Ambiental se ha definido principalmente en base a los siguientes criterios:

1. Cobertura comercial.
2. Uso de suelo.
3. Delimitación (en virtud a la vulnerabilidad) de zonas urbanas, comerciales o agropecuarias.
4. Probabilidad de interacción de riesgo con otras actividades dentro de la zona.
5. Radios de afectación de los eventos identificados y jerarquizados mediante las metodologías de riesgo y simulados mediante métodos cuantitativos programa (ALOHA).

Una vez aplicados estos criterios, se ha definido el área de influencia en virtud de las actividades para la estación y los efectos en caso de que se presente alguno de los eventos de riesgo identificados.

En la siguiente figura, se observa el sistema ambiental delimitado, sin embargo para el caso de eventos de riesgo el área de consecuencias se ha determinado en un radio de 100 metros en torno al sitio del proyecto; esto considerando que los radios de afectación para distancias con daños considerados de mayor riesgo no sobrepasan los 13 metros (zona de alto riesgo) y los 24 metros para la zona de amortiguamiento.

La siguiente figura muestra la zona vulnerable para consecuencias de un evento peligroso, debido a la ocurrencia de una fuga de gas, seguida de una explosión y/o incendio del combustible conforme fluye desde el punto de fuga.

Figura 24. Imagen satelital con delimitación de la estación; radio de influencia delimitado a 100 metros y radio de consecuencias para eventos de mayor riesgo (13 metros por radiación y 32 metros por sobrepresión).

Ubicación de zonas vulnerables.

La vulnerabilidad de la zona en que se localiza la estación se extiende dentro de un radio de 13 metros, respecto a la ubicación de la zona de almacenamiento, ya que las consecuencias en caso de ocurrir el evento de riesgo de mayores daños, se extienden en esa distancia.

La zona donde se ubica la estación presenta un entorno donde los asentamientos suburbanos más cercanos se localizan a más de 500 metros en dirección Noreste; mientras que en las colindancias al poniente se realizan actividades comerciales, al norte se tienen vías de comunicación con la carretera Pátzcuaro-Morelia y vía del ferrocarril y enseguida terrenos agrícolas; mientras que al sur se tiene un terreno con plantación de reforestación, que realiza su servicio ambiental (hábitat, producción de biomasa, captura de carbono, cadenas tróficas, nichos ecológicos); sin embargo, dentro de la zona de afectación los elementos vulnerables serían:

1. Los transportistas que circulan por la carretera 120, tramo Pátzcuaro-Morelia, hacia el km 20, y que en un determinado tiempo pudiesen circular por el sitio.

2. En la colindancia al poniente, a unos 50 metros de la zona de ubicación del tanque de almacenamiento, se localiza una vivienda campestre, se trata de una instalación vulnerable que pudiese resultar afectada por un evento de riesgo en la estación, la vulnerabilidad de personas es baja, ya que a esa distancia se darían consecuencias dentro de la zona de amortiguamiento, donde el personal expuesto a niveles de radiación puede salir de la zona sin afectaciones.

3. El entorno de las colindancias, al sur de la estación, con sus factores naturales actuales (vegetación forestal (reforestada y fauna).

De acuerdo con los resultados de identificación, jerarquización y evaluación de riesgos al utilizar las metodologías descritas; los radios potenciales de afectación para la zona de alto riesgo, no sobrepasan los límites de la estación, por lo cual se incluyó este espacio dentro de la zona vulnerable.

IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO Y PLANES DE DESARROLLO.

IV.1 Plan de Desarrollo Municipal Pátzcuaro 2012-2015.

El Plan de Desarrollo Municipal presenta los objetivos, estrategias y líneas de acción para cada uno de los siete ejes estratégicos que orientan el trabajo de la actual administración en Pátzcuaro; las estrategias se estructuraron y ordenaron para dar respuesta puntual y efectiva a los problemas que existen en este municipio de Michoacán.

Una de las principales condiciones para impulsar el desarrollo sostenido en una sociedad, radica en la generación de factores, tales como la inversión productiva, que genera un crecimiento económico, con empleos bien reenumerados y por consiguiente el ahorro, dentro de estos factores se encuentra la instalación y funcionamiento de la estación de carburación, abajo se describen los ejes del Plan de Desarrollo Municipal que guardan relación con el proyecto:

Ejes del Plan de Desarrollo Municipal.

- DESARROLLO ECONÓMICO.

Objetivo.

Trabajar de manera coordinada con algunas otras direcciones de la administración municipal y con dependencias, empresas e instituciones de diversos ámbitos a fin de lograr, crear y difundir programas y acciones tendientes a mejorar la economía de los habitantes del municipio.

- COMERCIO.

Objetivo.

Fortalecer la actividad comercial de manera ordenada, pero con bases sustentables, facilitando la operatividad de quienes contribuyen al logro de metas y objetivos dentro de la dirección, optimizando los recursos materiales, financieros y humanos.

Políticas del Plan de Desarrollo Municipal.

ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE.

Objetivo.

Preservar y restaurar el equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el municipio, regulando y promoviendo el manejo integral y sustentable de los recursos naturales, promoviendo la participación social y la difusión de la educación ambiental.

Estrategías.

Evaluar y verificar la política ambiental municipal.

Analizar y evaluar los estudios ambientales que correspondan al municipio, tanto en su estudio como en la realización de la obra proyectada.

Evaluar los cambios de uso de suelo dentro del plan parcial de urbanización

Realizar las inspecciones y verificaciones de impacto ambiental y contaminación en el municipio.

Realizar inspecciones en coordinación con la SEMARNAT, PROFEPA, SUMA y dependencias municipales, tanto en emergencias ecológicas como en contingencias ambientales.

Coordinar programas de inspección y vigilancia en esta materia.

Dar seguimiento a los procedimientos legales en materia ambiental en coordinación con la sindicatura.

Atender las denuncias ciudadanas.

Establecer programas operativos para la regulación de los recursos naturales, en coordinación con las autoridades federales y estatales.

Vinculación.

Uno de los objetivos del proyecto es la creación de nuevos empleos en el municipio de Pátzcuaro, objetivo que va de la mano con lo que establece el Plan de Desarrollo Municipal dentro del apartado de los ejes del Plan.

La actividad de la estación de carburación es meramente comercializar el gas L.P., así mismo al Plan de Desarrollo Municipal plantea el fortalecimiento de la actividad comercial, por lo que el proyecto va acorde a los planteamientos de dicho Plan.

Las políticas de ecología y medio ambiente del Plan, plantean como objetivos el manejo integral y sustentable de los recursos naturales, lo cual coincide con los objetivos de la estación de carburación de gas L.P., toda vez que plantea la venta de un combustible que genera un número menor de emisiones, si se compara con otros, y que mediante su consumo se pueden desarrollar actividades de comercio en la zona.

La instalación de la estación de carburación, en un predio de la zona suburbana, ocasionará un cambio de uso de suelo, ya que actualmente no se desarrolla actividad alguna, esta actividad de cambio de uso de suelo se encuentra dentro de las estrategias de ecología y medio ambiente que se han establecido en el Plan de Desarrollo Municipal de Pátzcuaro, Michoacán.

Dentro de las políticas de ecología y medio ambiente del Plan se habla de preservar y restaurar el equilibrio en el ambiente en el municipio, la instalación de la estación de carburación promoverá el uso de un combustible que genera un número menor de emisiones en comparación con otro, lo cual ayudará a mantener la calidad del aire y por ende a preservar el ambiente de la zona.

Se habla también del manejo integral y sustentable de los recursos naturales, por lo que durante la preparación y construcción del sitio se han tomado en cuenta los efectos posibles que serán generados al medio ambiente, para establecer medidas que involucren el aprovechamiento de los recursos de la mejor manera posible.

IV.2 Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo. *Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Michoacán de Ocampo 26-12-07.*

Artículo 1. Las disposiciones de este Código son de orden público, observancia general e interés social

I. Regular, ordenar y controlar la administración urbana en el Estado, conforme a los principios de los artículos 27, 73 y 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (...)

Vinculación.

Ya que uno de los objetivos del Código de Desarrollo Urbano de Michoacán es la regulación y planeación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos, y dado que el proyecto no contempla el desarrollo de asentamientos humanos; no existe una vinculación directa con el mismo, sin embargo se analiza este instrumento de regulación de los usos de suelo para el establecimiento de asentamientos humanos, dado que el proyecto no incumple con este Código, ya que no ocupará terrenos con usos habitacionales y no se contrapone con el propio Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Pátzcuaro, Michoacán.

IV.3 Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2012-2015.

En cumplimiento a lo establecido en la Ley de Planeación del Estado de Michoacán, se formula el Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2012-2015, como el instrumento rector del Gobierno del Estado para el impulso al crecimiento económico y al bienestar social, así como para implementar las acciones necesarias para el aseguramiento de la estabilidad financiera.

Se constituye como el marco de referencia para la formulación y ejecución de las políticas y programas para el desarrollo estatal, y es consecuencia de un permanente diálogo ciudadano, que

inició con la Plataforma Electoral del Gobernador Electo y se consolidó con la realización de los Foros Regionales de Consulta Ciudadana.

El Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2012-2015, se ha estructurado en cinco Ejes Rectores: 1) Gobernabilidad con amplia participación social; 2) Sociedad con mayor calidad de vida; 3) Economía sustentable al servicio de los michoacanos; 4) Desarrollo para todos y equidad entre las regiones y, 5) Gobierno eficiente, transparente y al servicio de la gente.

Vinculación.

Se relaciona con los Ejes Rectores 2, 3 y 4 sobre Economía Sustentable al servicio de los michoacanos, y Desarrollo para todos y equidad entre las regiones. Esto debido a que dichos ejes buscan el desarrollo, tanto económico, como social, a nivel estatal y regional, lo cual a su vez implica el desarrollo de los diversos sectores económicos en el estado, donde se incluye el sector energético, en el que cabe la venta y distribución de gas L.P., se brinda también con el proyecto la posibilidad de una mejora en la calidad de vida de los habitantes, toda vez que se generarán ahorros por el consumo de gas L.P. y se crean empleos en la zona.

IV.4 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. *Publicado en el Diario Oficial de la Federación 20-05-13.*

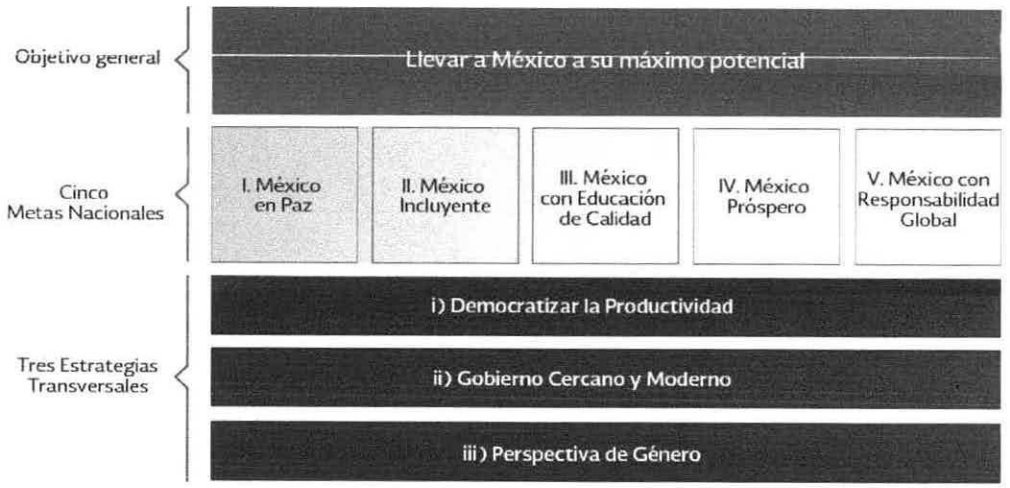
El Plan Nacional de Desarrollo contempla que en la consecución del objetivo de llevar a México a su máximo potencial, además de las cinco Metas Nacionales (I. México en Paz, II. México Incluyente, III. México con Educación de Calidad, IV. México Próspero, y V. México con Responsabilidad Global); la presente Administración pondrá especial énfasis en tres Estrategias Transversales en este Plan Nacional de Desarrollo: i) Democratizar la Productividad; ii) Un Gobierno Cercano y Moderno; y iii) Perspectiva de Género en todas las acciones de la presente Administración.

La realización del presente para el proyecto de la estación de carburación, está vinculado al Plan Nacional de Desarrollo, específicamente con la meta IV. México Próspero, la cual se describe enseguida, así mismo se encuentra vinculado directamente con la primera de las Estrategias Transversales: i) Democratizar la Productividad. A continuación se detalla el contenido de cada uno de los puntos vinculados con el proyecto de la empresa Gas Agra, S.A. de C.V.

4. Un México Próspero que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior

considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para aprovecharlo. Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico, enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.

Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.



i) Democratizar la Productividad. Implica llevar a cabo políticas públicas que eliminen los obstáculos que impiden alcanzar su máximo potencial a amplios sectores de la vida nacional. Asimismo, significa generar los estímulos correctos para integrar a todos los mexicanos en la economía formal; analizar de manera integral la política de ingresos y gastos para que las estrategias y programas de gobierno induzcan la formalidad; e incentivar, entre todos los actores de la actividad económica, el uso eficiente de los recursos productivos.

Democratizar la Productividad significa, en resumen, que las oportunidades y el desarrollo lleguen a todas las regiones, a todos los sectores y a todos los grupos de la población. Así, uno de los principios a seguir en el diseño e implementación de políticas públicas en todas las dependencias de la Administración Pública Federal, deberá ser su capacidad para ampliar la productividad de la economía. Cada programa de gobierno deberá diseñarse en atención a responder cómo se puede elevar la productividad de un sector, una región o un grupo de la población.

La productividad no sólo se incrementa con las grandes reformas estructurales. El proceso de crecimiento del país también se puede y debe impulsar desde los sectores privado, social, y desde todos los órdenes de gobierno. En este sentido, esta estrategia plantea que la Administración Pública Federal busque el incremento de la productividad mediante la eliminación de trabas que impiden el funcionamiento adecuado de la economía, promoviendo la creación de empleos, mejorando la regulación y, de manera especial, simplificando la normatividad y trámites gubernamentales. La eficacia deberá guiar la relación entre el gobierno y la ciudadanía.

Vinculación.

Se han mencionado únicamente el contenido del Plan Nacional que se relaciona directamente con las actividades que se realizarán en la estación de carburación, destacando el siguiente contenido:

Democratizar la Productividad:

-Llevar a cabo políticas públicas que eliminen los obstáculos que limitan el potencial productivo de los ciudadanos y las empresas.

-Incentivar entre todos los actores de la actividad económica el uso eficiente de los recursos productivos.

-Analizar de manera integral la política de ingresos y gastos para que las estrategias y programas de gobierno induzcan la formalidad.

IV.5 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

La estación de gas L.P., se ubica fuera de área naturales protegidas de competencia federal o estatal.

Otros instrumentos legales que aplican a las actividades que se realizan:

IV.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. *Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08-10-03.*

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los

residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para:

I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;

II. Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana;

IV. Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos;

V. Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia;

VI. Definir las responsabilidades de los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores y autoridades de los diferentes niveles de gobierno, así como de los prestadores de servicios en el manejo integral de los residuos;

VII. Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados;

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

IX. Crear un sistema de información relativa a la generación y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial, así como de sitios contaminados y remediados;

X. Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetará su remediación;

Artículo 5. Para los efectos de esta Ley se entiende por:

XXIX. Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;

XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

XXXVIII. Separación Primaria: Acción de segregar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, en los términos de esta Ley; XXXIX. Separación Secundaria: Acción de segregar entre sí los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados en los términos de esta Ley;

Artículo 10. Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades:

I. Formular, por sí o en coordinación con las entidades federativas, y con la participación de representantes de los distintos sectores sociales, los Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos, los cuales deberán observar lo dispuesto en el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos correspondiente;

II. Emitir los reglamentos y demás disposiciones jurídico-administrativas de observancia general dentro de sus jurisdicciones respectivas, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en la presente Ley y en las disposiciones legales que emitan las entidades federativas correspondientes;
III. Controlar los residuos sólidos urbanos;
IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta Ley y la legislación estatal en la materia;
V. Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos urbanos;
VI. Establecer y mantener actualizado el registro de los grandes generadores de residuos sólidos urbanos;
VII. Verificar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, normas oficiales mexicanas y demás ordenamientos jurídicos en materia de residuos sólidos urbanos e imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables;
IX. Participar y aplicar, en colaboración con la federación y el gobierno estatal, instrumentos económicos que incentiven el desarrollo, adopción y despliegue de tecnología y materiales que favorezca el manejo integral de residuos sólidos urbanos;

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

Vinculación.

Las actividades previstas para el proyecto contemplan la generación de residuos, que según las definiciones que marca esta Ley serán residuos sólidos urbanos, de acuerdo a la clasificación establecida en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y los volúmenes que se generarán serán similares a los de una casa-habitación. Se contará en la estación con dos contenedores para la separación de los residuos, se llevará a cabo una separación primaria, según lo definido en dicha Ley.

Se ha establecido también, que el municipio será la autoridad competente en la materia, por lo que se acudirá ante esta autoridad para realizar los trámites que sean requeridos para el funcionamiento adecuado de la estación de carburación.

Debe aclararse que durante el mantenimiento de la maquinaria en la etapa de construcción, se prevé la generación de aceites lubricantes usados, sin embargo el mantenimiento estará a cargo del prestador de servicios que realice las tareas de construcción y se realizará fuera del predio, por lo que será el mismo prestador quien se haga cargo de estos residuos, tal como lo señala el artículo 41 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Referente a la generación de residuos de manejo especial durante el proyecto, estos provendrán de las actividades realizadas durante la construcción, más adelante se menciona la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y los volúmenes de generación para determinar cuáles están sujetos a plan de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado y los elementos y procedimientos para la formulación de dichos planes.

IV.7 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS. (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30/11/06), última reforma DOF: 31/10/2014.

Artículo 1.- El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En la última reforma al reglamento se indica:

La Secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en el presente ordenamiento, incluidas las disposiciones relativas a la inspección, vigilancia y sanción, por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades de dicho sector y, cuando se trate de actividades distintas a dicho sector, la Secretaría ejercerá la atribuciones correspondientes a través de las unidades administrativas que defina su reglamento interior.

Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y

b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y

III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.

Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 36.- Las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar las características de peligrosidad de un residuo, considerarán no sólo los métodos y pruebas derivados de la evidencia científica y técnica, sino el conocimiento empírico que el generador tenga de sus propios residuos, en este caso el generador lo manifestará dentro del plan de manejo.

Artículo 37.- La determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo.

Si con base en el conocimiento empírico de su residuo, el generador determina que alguno de sus residuos no es peligroso, ello no lo exime del cumplimiento de las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 38.- Aquellos materiales en unidades de almacenamiento de materia prima, intermedias y de producto terminado, así como las de proceso productivo, que son susceptibles de considerarse residuo peligroso, no se caracterizarán mientras permanezcan en ellas.

Cuando estos materiales no sean reintegrados a su proceso productivo y se desechen, deberán ser caracterizados y se considerará que el residuo peligroso ha sido generado y se encuentra sujeto a regulación.

Artículo 41.- Las muestras y estudios para evaluar tratamientos se encuentran exceptuados de la caracterización de residuos peligrosos cuando se cumplan los requisitos de etiquetado y empaque.

Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

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

III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.

Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:

a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;
b) Nombre del representante legal, en su caso;
c) Fecha de inicio de operaciones;
d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal;
e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;
f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y

g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo.

ANÁLISIS: Debido a que no se prevén generar residuos peligrosos en la etapa de operación y mantenimiento y para el caso de la etapa de acondicionamiento y construcción de la estación, el mantenimiento en unidades de carga que se utilicen para cada etapa del proyecto, se realizará en talleres autorizados de la cabecera Municipal, donde se realizará el cambio de aceite lubricante.

IV.8 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. (Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28/01/88). Última reforma publicadas DOF 09-01-2015.

Capítulo I, Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;
VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;
VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;
IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y
X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan. En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

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

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

A partir del 2 de marzo del presente 2015, fecha de entrada en vigor del Decreto que contiene las Reformas y Adiciones del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental; la entidad facultada para emitir la

autorización será la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, de acuerdo a lo establecido en la propia Ley de la Agencia, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto del 2014; para lo cual se utilizaran los guías y requisitos establecidos en el tramite COFEMER SEMARNAT-07-008, de acuerdo a lo que establece la ley de la Agencia en su artículo 7o.

VINCULACIÓN. Con base en lo anterior, las actividades del proyecto deben ser sometidas al procedimiento de evaluación en materia de Impacto Ambiental; tal como se establece en el artículo 30 primer párrafo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ya que se incluye dentro de las actividades consideradas en el artículo 28 inciso XIII.

Además de lo anterior, no obstante que la cantidad de gas L.P. que se manejará en la estación de carburación no excede los 50,000 kilogramos que establece el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, como cantidad de reporte para considera este proyecto como una actividad altamente riesgosa, con la finalidad de obtener la autorización respectiva del proyecto por parte de la Agencia, se agrega también para su evaluación, el correspondiente Estudio de Riesgo Ambiental, por el manejo de gas L.P., elaborado conforme a la guía establecida por la SEMARNAT, y acorde a lo establecido en la Ley en sus artículos 5º y 7º. Que señalan lo siguiente:

TÍTULO SEGUNDO

Atribuciones de la Agencia y Bases de Coordinación Capítulo I

Artículo 5o.- La Agencia tendrá las siguientes atribuciones:

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

Artículo 7o.- Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5o (LEY DE LA AGENCIA), serán los siguientes:

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

de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia.

Adicionalmente, en su artículo 3º, señala lo siguiente:

XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

Artículo 3o.- Además de las definiciones contempladas en la Ley de Hidrocarburos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por:

d. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo;

IIV.9 LEY DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS (LEY DE LA AGENCIA). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto del 2014.

Artículo 3o.- Además de las definiciones contempladas en la Ley de Hidrocarburos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por:

XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

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

VINCULACIÓN. A partir de la entrada en vigor de la Ley de la Agencia (día siguiente de su publicación), se incluyeron dentro de las definiciones del sector hidrocarburos las actividades de venta al público del gas L.P.

TÍTULO SEGUNDO

Atribuciones de la Agencia y Bases de Coordinación Capítulo I

Artículo 5o.- La Agencia tendrá las siguientes atribuciones:

III. Regular, supervisar y sancionar en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, en relación con las actividades del Sector, incluyendo las etapas de desmantelamiento y abandono de las instalaciones, así como de control integral de los residuos y las emisiones a la atmósfera;

IV. Regular a través de lineamientos, directrices, criterios u otras disposiciones administrativas de carácter general necesarias en las materias de su competencia y, en su caso, normas oficiales mexicanas, previa opinión de la Secretaría, en materia de protección al medio ambiente y de la Secretaría de Energía, la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la Comisión Reguladora de Energía, en materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;

VIII. Supervisar y vigilar el cumplimiento por parte de los Regulados de los ordenamientos legales, reglamentarios y demás normativa que resulten aplicables a las materias de su competencia. Para ello, podrá realizar y ordenar certificaciones, auditorías y verificaciones, así como llevar a cabo visitas de inspección y supervisión.

- Asimismo, en el ejercicio de sus atribuciones, podrá instruir la comparecencia de representantes de los Regulados.
- Para llevar a cabo la supervisión, la Agencia podrá ordenar visitas de inspección.
- En la sustanciación de las visitas, la Agencia aplicará lo dispuesto en la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y, en su caso, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

X. Instaurar, tramitar y resolver, en los términos de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, los procedimientos administrativos, que correspondan con motivo de sus atribuciones;

XI. Imponer medidas de seguridad, de apremio o sanciones que resulten aplicables conforme a la legislación correspondiente;

XII. Resolver sobre las solicitudes de revocación, modificación y conmutación de multas, en los términos previstos en las disposiciones jurídicas aplicables;

XIII. Establecer los mecanismos a través de los cuales los Regulados deberán informar sobre los siniestros, accidentes, incidentes, emergencias, fugas y derrames vinculados con las actividades del Sector;

XIV. Llevar a cabo investigaciones de causa raíz en caso de incidentes y accidentes operativos, industriales y medioambientales, conforme a los lineamientos que al efecto emita o establecer las bases para que los Regulados lleven a cabo dichas investigaciones, así como la comunicación de riesgos y lecciones aprendidas;

XV. Promover la colaboración entre Regulados con el objetivo de optimizar el uso de recursos para la atención de contingencias, emergencias, prevención y mitigación de riesgos;

XVI. Coordinar un programa de certificación en Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente, en relación con el cumplimiento de la normatividad y estándares de desempeño, con base en el principio de autogestión y conforme a los requisitos técnicos que para tal efecto establezca;

XVII. Autorizar los Sistemas de Administración de los Regulados;

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

XXII. Realizar estudios de valoración económica de las externalidades ambientales y riesgos asociados a las instalaciones, actividades y operación del Sector, con base en una metodología que tome en cuenta las mejores prácticas internacionales;

XXIII. Impulsar un desarrollo regional sustentable y exigir que las actividades relacionadas con el Sector se realicen, entre otras, con apego a la protección, conservación, compensación y restauración de los ecosistemas, flora y fauna silvestres, bienes y servicios ambientales, en coordinación con las unidades administrativas competentes de la Secretaría;

VINCULACIÓN. A partir de la entrada en vigor de la Ley de la Agencia (día siguiente de su publicación), se definieron las atribuciones de la misma; dentro de las cuales se incluyeron la expedición de licencias, autorizaciones y registros en materia ambiental, tal es el caso de la autorización en materia de Riesgo Ambiental.

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

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

II. Autorización para emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera por las Instalaciones del Sector Hidrocarburos, en términos del artículo 111 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia;

III. Autorizaciones en materia de residuos peligrosos en el Sector Hidrocarburos, previstas en el artículo 50, fracciones I a IX, de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y de los reglamentos en la materia;

IV. Autorización de las propuestas de remediación de sitios contaminados y la liberación de los mismos al término de la ejecución del programa de remediación correspondiente, en términos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y de su Reglamento;

V. Autorizaciones en materia de residuos de manejo especial, en términos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y de los reglamentos en la materia;

VI. Registro de planes de manejo de residuos y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valorización y disposición final, conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos;

VII. Autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en términos del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y de su Reglamento, y

VIII. Permisos para la realización de actividades de liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados para bio-rremediación de sitios contaminados con hidrocarburos, así como establecer y dar seguimiento a las condiciones y medidas a las que se deberán sujetar

dichas actividades, conforme a la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados y de su Reglamento.

VINCULACIÓN. Gas Agra, S.A. de C.V. cumple con las disposiciones en materia de seguridad y protección al ambiente, emanadas de la Ley de la Agencia, ya que a través de la presentación de este estudio de riesgo ambiental gestionará la autorización para la realización de operaciones relacionadas con la venta de gas L.P., tal como son atribuciones de la Agencia establecidas en el Artículo Quinto de su Ley.

IV.11 INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN DE USOS DE SUELO (ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS EVALUADOS Y SU RELACIÓN CON EL PROYECTO).

IV.11.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo. *Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Michoacán 11-02-2011.*

La elaboración de este programa se realiza en base a lo que se encuentra establecido en la Constitución Política del País, lo señalado en la LGEEPA, así como la legislación ambiental de competencia estatal que da pauta al establecimiento de un programa que constituya una herramienta de planeación participativa, técnica y política que busque el involucramiento de diversos individuos de la sociedad, con la finalidad de organizar el uso del suelo y ocupación del territorio, acorde a la potencialidad y limitaciones ambientales del mismo, durante el largo plazo. Lo anterior será con la finalidad de cuidar el medio ambiente y la biodiversidad, para lo cual se ha tomado en cuenta las características y aptitudes de cada área que se incluye en este programa de ordenamiento ecológico.

Artículo 1. El presente Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo, es de orden público e interés social, es el instrumento de política ambiental para el Desarrollo Sustentable de la totalidad del territorio del Estado y tiene por objeto planear e inducir el uso del suelo y las actividades productivas en el Estado de Michoacán de Ocampo, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, mediante la ejecución y evaluación de un Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal.

Artículo 2. El área del Ordenamiento Ecológico Estatal está conformada por una superficie de 58,994 km2, misma que está integrada por 113 municipios que forman el Estado.

Artículo 10. El área de ordenamiento está integrada por 2553 Unidades de Gestión Ambiental.

Artículo 11. Las políticas ambientales aplicables a las Unidades de Gestión Ambiental son:

I. Aprovechamiento: Política que promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite su cambio en la totalidad de la Unidad de Gestión Ambiental donde se aplica.

II. Conservación: Política que promueve la permanencia de ecosistemas nativos y su utilización, sin que esto último implique cambios masivos en el uso del suelo en la Unidad de Gestión Ambiental donde se aplique.

III. Protección: Política que promueve la permanencia de ecosistemas nativos que por sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad merezcan ser incluidos en sistemas de Áreas Naturales Protegidas en el ámbito Federal, Estatal o Municipal.

IV. Restauración: Política que promueve la aplicación de programas y actividades encaminados a recuperar o minimizar, con o sin cambios en el uso del suelo, las afectaciones producidas por procesos de degradación en los ecosistemas incluidos dentro de la Unidad de Gestión Ambiental.

En el Decreto del OEEM, se establece lo siguiente:
"QUE EN EL PRESENTE DECRETO SE INCLUYERON LAS UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DECRETADOS A LA FECHA. LO ANTERIOR A EFECTO DE NO CONTRAVENIR LO DISPUESTO EN LOS PROGRAMAS RESPECTIVOS".

POE ESTATAL REGIÓN LERMA-CHAPALA
POE ESTATAL REGIÓN BAJÍO
POE ESTATAL REGIÓN CUITZEO
POE ESTATAL REGIÓN ORIENTE
POE ESTATAL REGIÓN TEPALCATEPEC
POE ESTATAL REGIÓN PURÉPECHA
POE ESTATAL REGIÓN PÁTZCUARO-ZIRAHUÉN
POE ESTATAL REGIÓN TIERRA CALIENTE
POE ESTATAL REGIÓN SIERRA-COSTA
POE ESTATAL REGIÓN INFIERNILLO

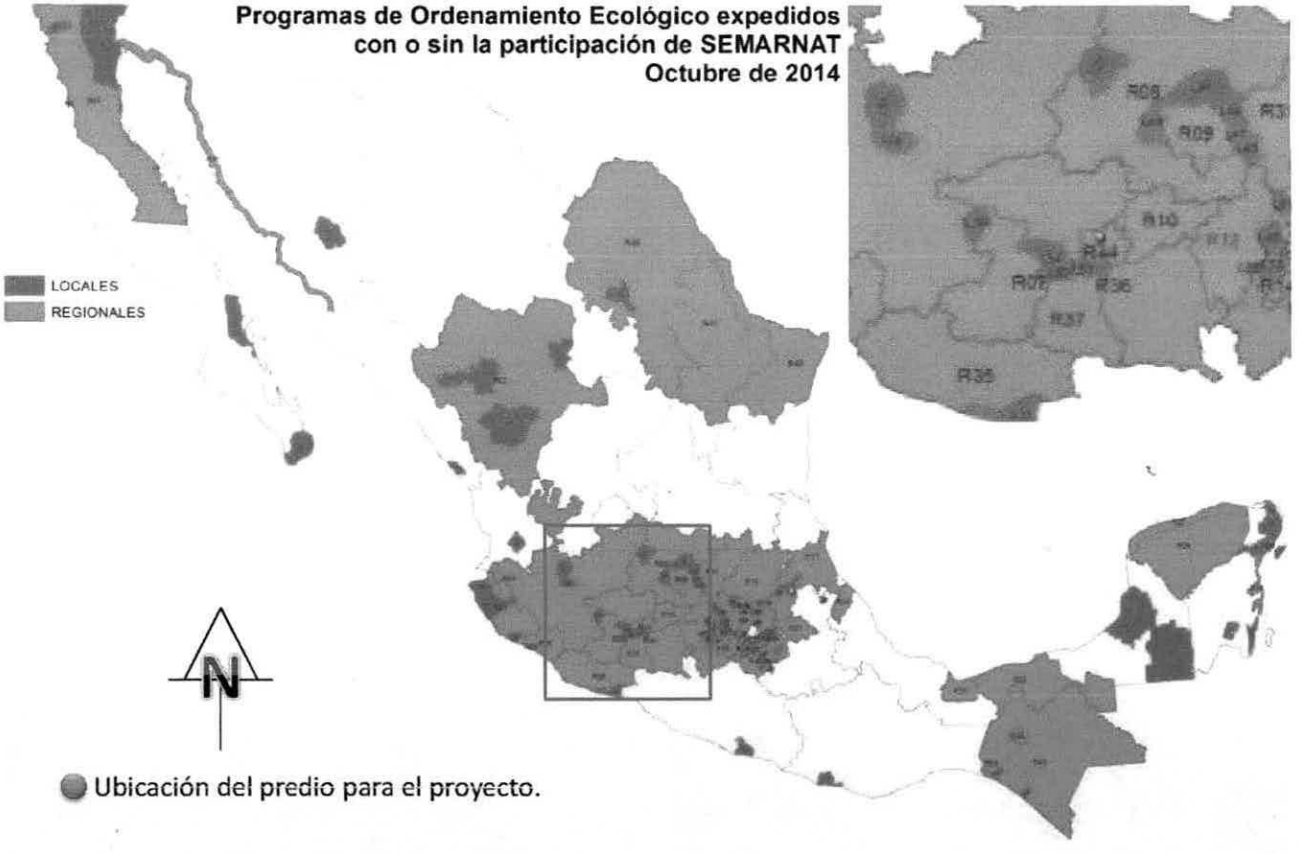
VINCULACIÓN.

El sitio en estudio se localiza en el municipio de Pátzcuaro, el cual se encuentra dentro del POE Estatal Regional "Pátzcuaro-Zirahuén", en virtud de ello se describirá enseguida lo que señala este ordenamiento ecológico:

IV.11.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional Pátzcuaro-Zirahuén, Michoacán de Ocampo. *Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Michoacán 20-05-2014.*

El objetivo del Programa Regional Pátzcuaro-Zirahuén consiste en la regionalización ecológica de la región Pátzcuaro-Zirahuén, identificando las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud territorial, se han ubicado también las zonas donde se presentan conflictos ambientales. Otro de los objeticos del Programa consiste en orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, en concordancia con las disposiciones en la materia. La imagen siguiente muestra la ubicación del predio para el proyecto en referencia del Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Pátzcuaro-Zirahuén.

Figura 25. Programas de Ordenamiento Ecológico expedidos con o sin la participación de la SEMARNAT. **Fuente:** SEMARNAT, 2014.



En la tabla siguiente se puede apreciar que el sitio se encuentra dentro de la UGA con clave PDUCP 80, denominada PDUCP Pátzcuaro, lo cual indica que se encuentra del área que comprende el

Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Pátzcuaro y que se acataran las medidas que se han establecido dentro del mismo.

Tabla 10. Características de la UGA PDUCP 80.

CLAVE UGA	NOMBRE DE LA UGA	USO PROPUESTO/COMPATIBLE/CONDICIONADO/INCOMPATIBLE POLÍTICA – LINEAMIENTOS – CRITERIOS - ESTRATEGIAS
PDUCP 80	PDUCP Pátzcuaro	Se respetará lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Pátzcuaro.

Derivado de este análisis se describirá a continuación el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Pátzcuaro, tomando como referencia lo señalado respecto a la zona de ubicación del predio:

IV.11.3 Programa de Desarrollo Urbano de Centro Población de Pátzcuaro, Michoacán. *Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo 23-01-2008.*

La creación de ese Programa se fundamenta en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo, y surge con el objetivo de contribuir la calidad de la vida de los habitantes de Pátzcuaro, estableciendo las bases para el crecimiento ordenado del Centro de Población, con apego a los criterios de sustentabilidad y protección de sus valores patrimoniales. Para la realización del Programa se contó con la participación del H. Ayuntamiento de Pátzcuaro y la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente del Gobierno el Estado.

Dentro del límite del ámbito espacial de aplicación del programa se ubican 9 localidades y 5 islas que se relacionan a continuación: *San Bartolo, Huecorio, El Manzanillal, San Pedro Pareo, Santa Ana Chapitiro, Tzentzénguaro, Tzurumútaro, Las Trojes, Tzipecua, Isla Yunuén, Isla Tecuén, Isla Urandén de Morelos, Isla Urandén Chico y la Isla de Janitzio.*

Uso actual del suelo.

Al interior del ámbito espacial de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano, el uso predominante es agrícola, ocupando una extensión superficial de 5,241.55 has y que representa el 45.72 % del total, de esta área, 4,297.04 has son de temporal; 888.14 has de riego y 56.37 has de humedad. El área de bosque se ubica al Sur (Cerro de la Cantera) y al Noreste del área urbana (cerros Colorado y Blanco), así como al oriente en la Loma de San José.

El área urbana se ha desarrollado fundamentalmente en zonas de agricultura de temporal, alcanzando una extensión de 1,124.64 hectáreas de usos urbanos en la cabecera municipal. Los usos de suelo identificados, se agruparon de acuerdo con la función urbana que desempeñan. El total de predios es de 18,196, destacando en superficie y número de ellos, la ocupación de tipo habitacional, con el 30.75% de los espacios y una superficie de 336.79 hectáreas.

Figura 26. Polígono establecido para el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Pátzcuaro, se señala también la ubicación del predio para el proyecto.

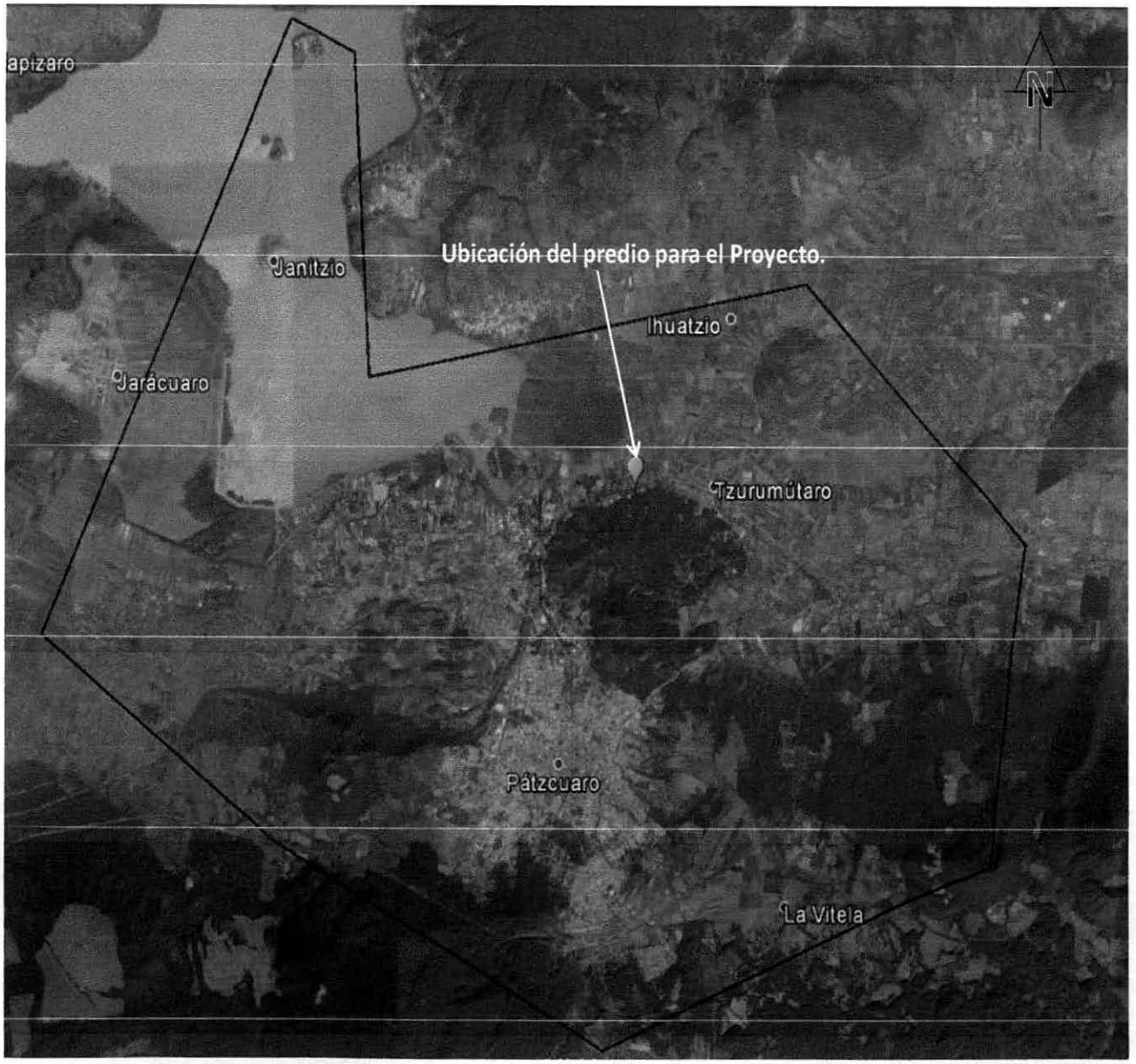


Tabla 11. Uso del suelo en el área urbana de Pátzcuaro, 2007. **Fuente:** PDUCP Pátzcuaro.

Uso del suelo.	Tipo de Predio.	Superficie.	
		Has.	%
Baldíos.	3955	266.95	23.73
Comercial.	840	41.26	3.67
En construcción.	123	3.00	0.27
Equipamiento urbano.	245	77.99	6.93
Industrial.	67	6.66	0.59
Servicios.	204	26.00	2.31
Agropecuario.	34	37.62	3.34
Uso mixto.	1290	48.30	4.29
Vivienda.	11438	336.79	29.94
Total usos dentro del área urbana.	18196	844.57	75.09
Vialidad.		280.07	24.09
Área urbana.	**18196**	**1124.64**	**100.00**

Es posible identificar asentamientos de carácter eminentemente rural, que ocupan en su conjunto una superficie de 440.42 hectáreas, considerada como área suburbana.

Objetivos.

- Encausar y regular de forma ordenada el crecimiento del área urbana.
- Inducir al desarrollo urbano de Pátzcuaro mediante las políticas de conservación, mejoramiento, crecimiento y control.
- Identificar a la ciudad de Pátzcuaro como centro regional, dentro de un sistema urbano.
- Reducir los rezagos sociales, a través de una redistribución de los beneficios del desarrollo urbano, estableciendo una estructura urbana con criterios sociales.
- Introducir los elementos necesarios que propicien la conformación de una estructura urbana racional con menor centralización.
- Distribuir y planear eficientemente la infraestructura, equipamiento y servicios urbanos para realizar adecuadamente las funciones relacionadas con la vida diaria de los pobladores del centro de población de Pátzcuaro.
- Evitar la concentración y consecuente dispersión del equipamiento y servicios urbanos.

Zonificación primaria.

En la determinación de las áreas urbanizadas, urbanizables, respecto de las no urbanizables fueron consideradas bajo principios de sustentabilidad.

Área Urbana: Son los espacios constituidos por los usos y destinos urbanos, áreas para vivienda, servicios, equipamientos e infraestructura urbana; el Centro de Población de Pátzcuaro cuenta con un área urbana de 1,124.64 has.

Área Suburbana: Son espacios que se ubican físicamente separados del área urbana, aunque ligados a través de vías de comunicación; dentro del ámbito espacial de aplicación del Programa se cuenta con un total de 440.42 hectáreas de área suburbana, que es integrada por localidades eminentemente rurales, que aunque dependen, administran, política y económicamente de la cabecera, tienen su propia dinámica y condiciones de desarrollo.

Áreas urbanizables: Están formadas por las reservas programáticas para el desarrollo urbano y las áreas consideradas de provisión urbana futura. Las reservas programáticas son los espacios con los que cuenta la ciudad para su crecimiento en corto, mediano y largo plazo y representan un total de 358.21 hectáreas.

Las provisiones: Las áreas de provisión para el crecimiento futuro, que por primera vez se proponen en este Programa, son las consideradas para el crecimiento más allá del largo plazo y sus límites se determinaron en reconocimiento del umbral físico de crecimiento del área urbana dentro del centro de población sin menoscabo del equilibrio del medio ambiente urbano y ecológico respectivamente. Las Provisiones suman un total de 300.00 hectáreas. De esta manera, se determinan y reconocen los espacios para el crecimiento actual y futuro posible de Pátzcuaro, en su propio centro de población.

Áreas no urbanizables: Son las áreas que deberán considerarse para el equilibrio ecológico del medio que integra el centro de población, para conservar el potencial de aprovechamiento económico, así como para relacionar debidamente el medio natural y urbano de Pátzcuaro con su entorno. Se consideran como tales la zona para la conservación y preservación del área natural protegida del cerro del Estribo; las zonas forestales y las que presentan usos agrícolas, importantes para el desarrollo económico del centro de población.

La zonificación primaria del centro de población se agrega y resume de la siguiente manera:

Tabla 12. Zonificación primaria: áreas urbanizadas, urbanizables y no urbanizables.

Áreas	Has.	%
Área urbana.	1124.64	9.81
Área suburbana.	440.42	3.84
Área urbanizable.	658.21	5.74
Cuerpo de agua.	2151.00	18.77
Espacios de protección ecológica.	7088.19	61.84
Total de áreas de aplicación.	**11462.46**	**100.00**

Zonificación secundaria.

Los usos predominantes son los comerciales, servicios y equipamiento urbano.

A. Los usos predominantes.
Las áreas urbanizadas y las urbanizables:

Habitacional.		
HP	DENSIDAD PRE-EXISTENTE EN MANCHA URBANA ACTUAL	Considera el promedio de lote tipo del área en que se ubica un predio
HB	DENSIDAD BAJA	De 51 a 200
HM	DENSIDAD MEDIA	De 201 a 349
HA	DENSIDAD ALTA	De 350 a 600
HS	DENSIDAD SUBURBANA	Hasta 50
HG	VIVIENDA TIPO GRANJA	Hasta 50

Comercio, servicios o equipamiento.		
CU	CENTRO URBANO	1
SCU	SUBCENTRO URBANO	3
CU	CORREDOR URBANO	2
CD	CORREDOR DISTRITAL	4
CV	CORREDOR VECINAL	6
Centro histórico		
CH	CENTRO HISTÓRICO	
Industria		
MI	INDUSTRIA ARTESANAL MIXTO	
IA	INDUSTRIA AISLADA	
Áreas de provisión		
PF	PROVISIONES PARA EL FUTURO	300 Has

D) Los Usos Condicionados.

En algunos casos los usos específicos están condicionados en algunas zonas debido al impacto que para éstas representan, por lo que se incluye y enlistan las normas complementarias para los usos condicionados del suelo; los cuales deberán contar con el análisis de las autoridades correspondientes.

VINCULACIÓN.

El predio se localiza dentro del área suburbana, por encontrarse fuera de la zona urbana, ubicándose a un costado de una vía de comunicación que comunica a la cabecera municipal con la comunidad de Tzurumútaro, la capital del estado y lo municipios colindantes.

Se ha expuesto anteriormente en qué consiste cada área que se ha establecido en el Programa, respecto a las zonas urbanas se menciona que son áreas destinadas para vivienda, servicios, equipamiento e infraestructura urbana, dentro de estas actividades cae las que se ejecutarán en la

estación de carburación, actividad que consiste en comercializar gas L.P. y ofrecer a los habitantes un servicio, como lo es el suministro de un combustible que permita a sus vehículos ponerse en marcha.

En la clasificación secundaria se aprecian distintos usos, el sitio de estudio se localiza sobre un área Mixto habitacional/comercios/servicios, esto según la licencia de uso de suelo expedida por el ayuntamiento, por lo que las actividades a ejecutar durante el proyecto son compatibles con lo que establece el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Pátzcuaro, Michoacán.

IV.12 NORMAS OFICIALES MEXICANAS QUE SE ANALIZAN Y LAS QUE SE APLICARÁN.

Las normas oficiales mexicanas que a continuación se mencionan, son con las que las actividades del proyecto, durante las distintas etapas, tienen una relación; toda vez que la actividad principal de la estación será el manejo del gas L.P., se mencionan primeramente las normas en la materia, las cuales de tomaron en cuenta para el diseño y buen funcionamiento de la estación.

Seguidamente se mencionan las normas oficiales en materia de medio ambiente, ya que al momento de elegir el sitio para la instalación, éstas se han tomado en cuenta, a fin de identificar si existen especies de flora o fauna protegidas y en su caso, tomar las previsiones necesarias; se han tomado en cuenta también las normas referentes a la emisión de contaminantes y ruido, puesto que durante la construcción se contempla el uso de maquinaria que genere este tipo de emisiones.

Debido a que el proyecto requiere del empleo de personal durante las distintas etapas, se han tomado en cuenta los requerimientos que señala la Secretaria de Trabajo y Previsión Social, en cuestión de condiciones de seguridad, higienes y relativas al bienestar de los empleados, dentro de las instalaciones de la estación de carburación.

SECRETARÍA DE ENERGÍA. Subsecretaría de Hidrocarburos. Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos.	
CLAVE	**DESCRIPCIÓN**
NOM-003-SEDG-2004	Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción.
NOM-007-SESH-2010	Vehículos para el transporte y distribución de gas L.P.- Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento.
NOM-011/1-SEDG-1999	Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener gas L.P. en uso.
NOM-012/2-SEDG-2003	Recipientes a presión para contener gas L.P., tipo no portátil, destinados a ser colocados a la intemperie en plantas de almacenamiento, estaciones de gas L.P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación.

NOM-012/3-SEDG-2003	Recipientes a presión para contener gas L.P., tipo no portátil, destinados a ser colocados a la intemperie en estaciones de Gas L.P. para carburación e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación
NOM-012/4-SEDG-2003	Recipientes a presión para contener gas L.P., tipo no portátil, para uso como depósito de combustible en motores de combustión interna. Fabricación.
NOM-012/5-SEDG-2003	Recipientes a presión para contener gas L.P., tipo no portátil, destinados a vehículos para el transporte de gas L.P., Fabricación.
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.
NOM-016-SEDG-2003	Válvula utilizada en recipientes portátiles para contener gas licuado de petróleo.- Especificaciones y métodos de prueba
NOM-018/3-SCFI-1993	Distribución y consumo de gas L.P.- Recipientes portátiles y sus accesorios parte 3, Cobre y sus aleaciones-conexión integral (cola de cochino) para uso en gas L.P.
NMX-B-177-1990	Tubos de acero al carbono con o sin costura, negros o galvanizados, por inmersión en caliente.
NMX-X-29-1985	Mangueras con refuerzos de alambre o fibras textiles para gas L.P.
NMX-B-010-1986	Productos siderúrgicos.- Tubos de acero al carbono con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente para usos comunes.
NMX-X-52	Calidad y funcionamiento para válvulas de seguridad tipo resorte interno, empleadas en recipientes no portátiles uso de gas L.P.
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones Eléctricas (utilización).

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.	
CLAVE	**DESCRIPCIÓN**
NOM-059-SEMARNAT-2010	Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Norma Oficial Mexicana, Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de planes de manejo.

Revisando la NOM-161-SEMARNAT-2011 se encontró lo siguiente, dentro del listado de los residuos de manejo especial sujetos a presentar Plan de Manejo:

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m^3.

El campo de aplicación para la norma menciona a *los grandes generadores de residuos de manejo especial, los grandes generadores de residuos sólidos urbanos, los grandes generadores y productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos de manejo especial sujetos a plan de manejo;* es evidente

que la estación no tiene ninguna de esas características, sin embargo se generarán residuos de manejo especial, los cuales solo se generarán durante las etapas de preparación de instalaciones y construcción, sin embargo el volumen a generar en la estación será de 20 m^3, lo cual es un volumen menor que el señalado en la norma oficial mexicana, por lo que no es aplicable al proyecto.

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL.	
CLAVE	**DESCRIPCIÓN**
NOM-001-STPS-2008.	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - condiciones de seguridad.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad - prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
NOM-005-STPS-1998.	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-018-STPS-2000.	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NOM-022-STPS-2008.	Electricidad estática en los centros de trabajo, condiciones de seguridad.
NOM-026-STPS-2008.	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
NOM-029-STPS-2005.	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad

VINCULACIÓN:

El proyecto se vincula con las normas y acuerdos normativos anteriores, en el sentido de que cumplirá a cabalidad con lo establecido en cada uno de ellos. Asimismo, porque atiende los criterios y especificaciones contenidas en las diferentes Normas Oficiales Mexicanas reguladas por la Secretaría de Energía. En el mismo sentido, atiende las disposiciones contenidas en las Normas Oficiales Mexicanas reguladas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en distintos rubros; así como por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO (ACTIVIDADES).

V.1. BASES DE DISEÑO.

Los criterios que se tomaron en cuenta para la construcción y operación de la Estación fueron:

Cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004 "Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción", con la finalidad de supervisar, evaluar y revisar las obras y acciones referentes a la construcción y operación de la misma.

Aunado a esto, los siguientes factores fueron determinantes para en su momento instalar la Estación por parte de Gas Agra, S.A. de C.V.:

- ☑ Ubicación estratégica del predio.
- ☑ Fácil acceso.
- ☑ Que está localizada fuera de zonas residenciales o lugares densamente poblados.
- ☑ Que el predio ya presentaba obras, de lo que pretendía instalar una actividad comercial, por lo que serían aprovechadas, reduciendo la presión sobre el ambiente y los impactos ambientales, al no utilizar un predio en condiciones naturales.
- ☑ Que no existen líneas de alta tensión que crucen el predio, ya sea aéreas o por ductos bajo tierra.
- ☑ Que las actividades o uso del suelo en las colindancias son compatibles con las actividades de la estación proyectada.
- ☑ Que ya se cuenta con licencia de uso de suelo para la construcción y operación de la estación pretendida y por ubicarse en una zona para actividades comerciales de acuerdo al programa de desarrollo urbano de Quiroga, Michoacán.
- ☑ Que no está ubicada dentro de un área natural protegida.
- ☑ Que existe disponibilidad de energía eléctrica.
- ☑ Que no existen ductos conductores de gas o de derivados petrolíferos cruzando el predio.
- ☑ Que se cumple con las especificaciones de descritas en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo publicado en día 5 de diciembre del 2007 y a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-003 SEDG-2004 vigente. El perito responsable del diseño del proyecto es el Ing. Alvarado Pineda de la Rosa, con la acreditación como UNIDAD DE VERIFICACIÓN No. UVSELP-119, otorgada por la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA), y la aprobación vigente de la Secretaria de Energía otorgada en el oficio No. 513.- DNO/712/12.

V.1.1 DETALLES DE LAS EDIFICACIONES E INSTALACIONES GENERALES DE LA ESTACIÓN.

Las instalaciones y operaciones a realizar se encuentran en etapa previa de autorización, tanto en materia de impacto, como de riesgo ambiental; el objetivo de presentar el presente estudio de riesgo ambiental cumple con dos objetivos primordiales, en primer término cumplir con las disposiciones legales en la materia, tal como se ha expuesto en el capítulo IV.

Adicionalmente, se pretende conocer aquellas operaciones que representen peligros o riesgo ambientales, así como cuáles serían sus consecuencias y poder determinar desde la etapa constructiva aquellas posibles desviaciones que pueden conducir a un riesgo, de esta manera se podrá prevenir cualquier situación de riesgo que pueda desencadenar consecuencias hacia el entorno a las instalaciones.

Una vez que se hayan identificado los riesgos ambientales mediante una metodología apropiada y que incluye el análisis desde diseño, se podrá continuar con la aplicación de un modelo de evaluación de consecuencias, para determinar las distancias hacia los cuales pueden extenderse las afectaciones por una fuga y/o fuga con explosión o incendio durante las operaciones futuras.

Con esta base se podrá determinar si las operaciones a realizar son seguras o implementar las medidas necesarias para minimizar cualquier situación peligrosa al entorno.

CONSTRUCCIONES, ÁREAS, MAQUINARIA Y EQUIPOS PROYECTADOS.

El siguiente apartado relata las construcciones a desarrollar, áreas de que constará la estación y sus superficies, al igual que el tipo de maquinaria, equipos e instalaciones a desarrollar y operar; así mismo en la sección de anexos se incluye copia de la memoria técnica descriptiva del proyecto que muestra a detalle el tipo de proyecto ejecutivo.

El proyecto de la estación de carburación requiere un área de 2,250 m^2, el predio se ha distribuido según se muestra en el cuadro siguiente, esto con el objeto de que las superficies sean las adecuadas para cada una de las áreas donde se realizará trasiego de gas y venta; el resto del terreno permanecerá libre:

Cuadro 4. Distribución de áreas a desarrollar y superficies.

DESCRIPCIÓN.		SUPERFICIE	
		(m²)	%
Áreas para recepción de auto tanque de abasto y para suministrar a clientes.	Área de recibo (descarga de auto tanque).	70.00	3.111
	Área para suministrar a clientes (asfaltada).	70.00	3.111
Construcciones.	Área de tanque de almacenamiento.	59.73	2.655
	Área de isla para despacho de gas (techada).	69.56	3.092
	Sanitarios públicos y de empleados.	6.00	0.267
	Oficinas.	17.84	0.793
	Fosa séptica.	15.60	0.693
	Cisterna.	3.30	0.147
Subtotal con construcciones y/o techumbres.		172.03	7.65
Áreas libres compactadas, niveladas y/o asfaltadas (para recepción y suministro de gas, estacionamiento, áreas libres)		1377.97	61.24
Área para amortiguamiento con terreno natural al sur del terreno		700.0	31.11
Área total.		2,250.00	100

La superficie de terreno de la estación se encuentra rellenada y asfaltada; las áreas tendrán las siguientes características:

Área de recibo (descarga de auto tanque).	Terreno asfaltado previamente rellenado, compactado y nivelado.
Área para suministrar a clientes (asfaltada).	Terreno asfaltado previamente rellenado, compactado y nivelado.
Área de tanque de almacenamiento.	Plataforma de concreto con su techumbre a base de vigueta y láminas de acero, delimitado con malla, con escalera y debidamente pintado.
Área de isla para despacho de gas (techada).	Una trinchera que sale del área del tanque de almacenamiento con rejilla metálica base de concreto y murete de protección, también de concreto con su techumbre a base de vigueta y láminas de acero, debidamente pintado
Sanitarios públicos y de empleados.	Construcción con tabique y losa de cono debidamente terminada y piso de concreto más loseta.
Oficinas.	Construcción con tabique y losa de concreto debidamente terminada y piso de concreto más loseta. Construcción con tabique y losa de cono debidamente terminada y piso de concreto más loseta.
Fosa séptica.	Construcción con tabique y losa de concreto debidamente terminada firme de concreto.
Cisterna.	Construcción con tabique y losa de concreto debidamente terminada firme de concreto.
Cercado perimetral con malla.	Murete que delimita el terreno, anclaje de postes (tubos), y cerca con malla en la periferia.
Zona de amortiguamiento.	Terreno con suelo natural rellenado.

V.1.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO E INSTALACIONES OPERATIVAS.

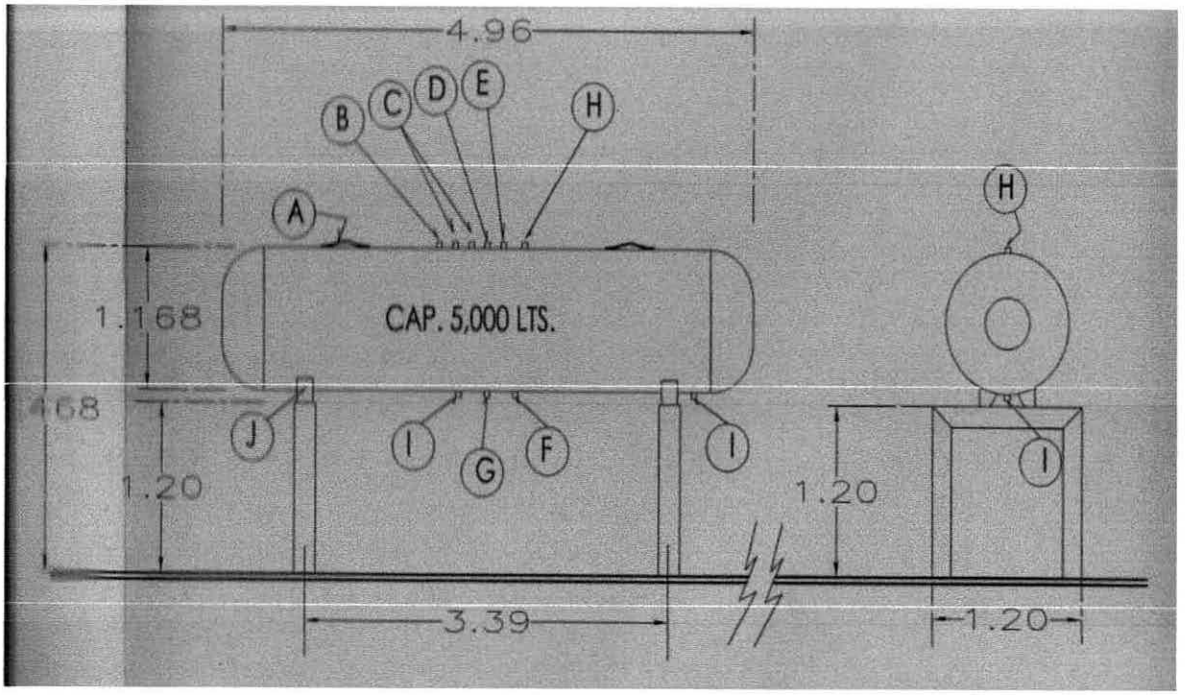
El tanque que será instalado tendrá las siguientes características:

Marca.	TATSA
Bajo norma.	NOM-012/3-SEDG-2003
Año de fabricación.	En fabricación.
Capacidad.	5000 litros base agua
Diámetro exterior.	1.168 metros
Longitud total.	4.96 metros
Presión de trabajo.	14.00 kg/m^2
Factor de seguridad.	4
Forma de las cabezas.	Semielípticas
Eficiencia.	100 %
Espesor lámina del cabezal.	4.45 mm
Espesor lámina del cuerpo.	6.19 mm
Coplees.	210 kg/cm^2

El tanque contará con los siguientes accesorios:

Letra	Φ mm	Tipo de accesorio
I	50.1	Válvula de exceso de flujo modelo A 3292 50 GPM
D	31.7	Válvula de llenado Rego
C	19.1	Válvula de seguridad Rego
E	50.8	Medidor de nivel magnético, MEDS. INTS. S.A.
H	19.1	Válvula de servicio precisión
B	19.1	Válvula check lock Rego niple
F	19.1	Válvula retorno vapor Rego
G	31.2	Válvula de exceso de flujo, retorno de líquido Rego
A		Orejas de maniobras
J		Patas de sustentación

Figura 27. Accesorios del tanque de almacenamiento.



Para el funcionamiento de la estación de carburación es necesario que se cuente con una bomba para ejecutar el trasiego del tanque a los vehículos, y también la del auto-tanque que abastezca al tanque fijo de la estación, dicha bomba se localizará dentro de la zona de almacenamiento, junto al motor eléctrico que requiere, lo cuales se encontrarán cimentados a una base metálica, la cual a su vez estará fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto. Los datos de la bomba que se instalará en la estación son los siguientes:

Número.	1
Operación básica.	Llenado de tanques.
Marca.	Smith
Modelo.	MC-2
Motor eléctrico.	5 H.P.
R.P.M.	1750
Capacidad nominal.	60 G.P.M.
Presión diferencial de trabajo.	5 Kg/cm^2
Diámetro de succión.	63 mm.
Diámetro de descarga.	63 mm.

El motor eléctrico acoplado a la bomba es el apropiado para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuenta con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentra conectado al sistema general de tierra.

* Tuberías, conexiones y mangueras.

Tuberías y Conexiones: las tuberías para conducir gas L.P. serán de acero al carbón cedula 40, con conexiones soldables de acero forjado, para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2, donde existan accesorios roscados, serán para una presión de trabajo de 140-210 kg/cm^2 y con una tubería de acero cédula 80. Los diámetros que tendrán las tuberías a instalar son:

Trayectoria	Líquido	Retorno líquido	Vapor
Del tanque a alimentación de la bomba.	50.8 mm	31.88 mm	0
De la descarga de la bomba a los medidores de llenado.	50.8 mm	31.88 mm	19.1

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que puede existir líquido atrapado entre dos o más válvulas de cierre manual, se tendrán instaladas válvulas para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28 kg/cm^2, marca Rego, Modelo 3129K y una capacidad de descarga de 55 m^3/min, y serán de 13 mm de Ø.

Mangueras: todas las mangueras que se usarán para conducir gas L.P. deben estar construidas de hule de neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del mismo gas L.P., estarán diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 kg/cm^2, las cuales se encuentran protegidas contra daños mecánicos.

* Válvulas de control manual y automáticas.

Válvulas de control manual: en diferentes puntos de la instalación se tendrán válvulas globo de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/cm^2, las cuales permanecerán "abiertas" o "cerradas", según el sentido del flujo que se requiera de acuerdo a la operación a realizar.

Válvulas de control automáticas: a la descarga de la bomba, se contará con una válvula de control automático de 31.8 mm de diámetro para retorno de gas-líquido excedente, este control consistirá en una válvula automática, que la protegerá de sobrepresiones, la válvula actuará por presión diferencial y vendrá calibrada de fábrica para una presión de apertura de 5 kg/cm^2.

* Toma de suministro.

Las tomas para cargar los recipientes de los clientes estarán localizadas al lado norte de la zona de almacenamiento y para su protección estarán ubicadas dentro de una zona de protección.

Las líneas de tubería que conducen gas-líquido del tanque de almacenamiento a la toma de suministro y el Φ de su trayectoria es de 50.8 mm, reduciéndose en su boca terminal a 25 mm de diámetro, la tubería que conduce gas-vapor que viene del tanque será de 31.7 mm Φ.

Todas las bocas terminales tienen una válvula de exceso de flujo de cierre automático, dos válvulas de globo rectas y un tramo de manquera especial para gas L.P., así como acoplador de llenado, siendo estos accesorios de igual diámetro al de la tubería que los contiene, solo en las tomas para gas líquido se tiene instalada una válvula de relevo de presión hidrostática de 13 mm de ø.

Las líneas de tubería que hacen recorrido de la zona de almacenamiento al medidor de llenado van en forma visible, permitiendo la ventilación y mantenimiento de estas, además en las tomas de líquido y vapor para cargar y descargar cuentan con una válvula de control remoto neumática.

Accesorios de la toma:

- Válvula exceso de flujo
- Válvula esfera o cierre remoto.
- Válvula cierre rápido.
- Válvula relevo hidrostático
- Codos 90 grados o tee
- Niple
- Niple con punto de ruptura
- Coplee soldado a marco
- Acoplador de llenado
- Abrazadera boss
- Brida
- Tuerca unión
- Manguera flexible.

* Toma de recepción.

No habrá toma de recepción ya que el abasto del gas al tanque de almacenamiento se dará desde el auto tanque con su manguera a la válvula de servicio instalada en la.

* Medidor de suministro.

La estación de carburación contará con un medidor de la marca Neptune de 25.4 mm de diámetro.

Se contará con tablero de control eléctrico, así como red de extintores para casos de incendio y señalización de seguridad y de operaciones para prevenir y/o enfrentar situaciones de riesgos ambientales.

El tanque de almacenamiento y la tubería ira pintada en base a un código de colores de la siguiente forma:

El tanque del establecimiento se tendrá pintado de color blanco brillante y en sus casquetes tendrá un círculo de color rojo. Todas las tuberías tendrán que estar pintadas con material anticorrosivo con los colores reglamentarios, son los siguientes:

Color.	**Tipo de tubería.**
Blanco.	Conducen gas líquido.
Blanco con franjas verdes.	Retornan gas líquido al tanque de almacenamiento.
Amarillo.	Conducen gas vapor.
Negro.	Ductos eléctricos.
Rojo.	Conducen agua contra incendio.
Azul.	Aire o gas inerte.
Blanco.	Tubos de desfogue.

V.1.3 PROYECTO ELÉCTRICO.

Materiales para la instalación eléctrica.

Independientemente de la clasificación del lugar donde se encuentre la instalación eléctrica, el cableado será alojado en su totalidad dentro de los ductos eléctricos.

Las instalaciones que queden ubicadas dentro de las áreas clasificadas dentro de las divisiones 1 y 2, se harán en tubo metálico rígido de pared gruesa roscada, tipo 2, calidad A, de acuerdo con la NMX-B.208 o cualquier otro tipo de material que cumpla con el requisito de ser a prueba de explosión.

La sección transversal del tubo será de diámetro nominal mínimo de 21 m (3/4")

Las canalizaciones se encofraran debidamente con concreto de 5.0 cm de espesor mínimo.

Los accesorios de unión roscada de tubos quedaran bien ajustados y sellados con un compuesto espacial, que asegure una continuidad efectiva en todo el sistema de canalizaciones y que evite acceso de materias extrañas a las mismas.

La conexión de las canalizaciones a dispensarios, bombas sumergibles y compresores, deberán efectuarse con conduits flexibles a prueba de explosión, para evitar roturas o agrietamientos por fallas mecánicas.

No se permitirá la instalación de canalizaciones no metálicas dentro de las áreas peligrosas, fuera de estas áreas, donde lo permitan las NOM, podrán instalarse registros donde se efectúe la transición a canalizaciones no metálicas, previa instalación de un sello eléctrico tipo "EYS" o similar que mantenga la hermeticidad dentro de la áreas peligrosas.

Soportes de canalizaciones: En las estructuras de acero se utilizaran espaciadores, ganchos, charolas u otros elementos apropiados para asegurar rígidamente las canalizaciones metálicas de acuerdo al espaciamiento y condiciones establecidos en la NOM-001-SEDE-2012.

CONDUCTORES.

En la instalación de conductores eléctricos dentro de áreas clasificadas en las divisiones 1 y 2, se deberá observarse lo siguiente:

Cuidado de los conductores: Ningún cable deberá introducirse en las canalizaciones, hasta que todos aquellos trabajos o maniobras de colocación del sistema de canalizado se concluya.

Rotulado e identificación: Todos los circuitos deberán empaquetarse y rotularse en los registros y tableros donde se conecten, así como los conductores en tableros de alumbrado, fuerza, instrumentación y control, empleando etiquetas y cintillos de vinil aprobados.

Los conductores no estarán expuestos a líquidos, gases o vapores inflamables que les produzcan efectos dañinos, ni a temperaturas excesivas. Cuando esto sea posible que ocurra, su aislamiento deberá ser del tipo aprobado para dichas condiciones, O estar protegido por una cubierta de plomo u otros dispositivos aprobados.

Los conductores de un circuito intrínsecamente seguro no se instalarán en el mismo dueto, caja de conexiones o de salidas y otros accesorios, con conductores de otros circuitos, a menos que pueda instalarse una barrera adecuada que separe los conductores de los respectivos circuitos.

Tamaño y tipo de cable: No se permitirán conductores de tamaño menor al Cal. 12 AWG o menores de 600 Volts. Los de control serán del Cal. 14 AWG, y deberán presentar marcado que identifique al fabricante.

Código de colores: Deberá observarse el código de colores para los conductores eléctricos, de acuerdo con lo especificado por la **NOM-001-SEDE-2012.**

Cajas de conexiones de paso y uniones:

Los accesorios dentro de las áreas clasificadas en las divisiones 1 y 2 deberán ser a prueba de explosión, roscados para su conexión, no permitiendo el uso de las roscas corridas y se les aplicará un compuesto sellador. Los accesorios no deberán presentar deterioro en su constitución física debiendo ser productos aprobados para su uso.

REGISTROS SELLOS E INTERRUPTORES

Registros: Los registros de los ductos subterráneos no deberán localizarse dentro de las áreas peligrosas clasificadas en las divisiones 1 y 2, deberán ser lo suficientemente amplios y accesibles para trabajos de mantenimiento.

Ambiente húmedo o de condensación: En lugares donde exista humedad excesiva o condensación, se deberá prever un sistema de drenaje y respiraderos en los registros y/o los puntos bajos del sistema.

Sellos eléctricos a prueba de explosión: En la acometida a los dispensarios, interruptores y en general a cualquier equipo eléctrico que se localice en áreas peligrosas, se colocarán sellos tipo

"EYS" o similar en los ductos eléctricos para impedir el paso de gases, vapores o flamas de un área a otra de la instalación eléctrica.

Se aplicara al sello eléctrico un sellador adecuado para impedir la filtración de fluidos y de humedad al aislamiento exterior de los conductores eléctricos.

Cuando los ductos entren o salgan de áreas con clasificaciones diferentes, el sello eléctrico se tendrá que colocar en cualquiera de los dos lados de la línea límite, de tal manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubería dentro del lugar peligroso no pasen al ducto que está más allá del sello. No existirá ningún tipo de unión, accesorio o caja entre el sello y la línea límite.

Cuando los ductos crucen áreas clasificadas en las divisiones 1 y 2, se instalarán sellos fuera de las áreas peligrosas.

En los dispositivos del sello no se harán empalmes o derivaciones de los conductores eléctricos.

El tapón formado por el compuesto sellador no podrá ser afectado por la atmósfera o los líquidos circundantes y tendrá un punto de fusión de 93° C como mínimo. El espesor del compuesto sellante será por lo menos igual al diámetro del conduit, pero en ningún caso menor a 16 mm.

Tableros y centro de control de motores: Los tableros para el alumbrado y el centro de control de motores estarán localizados en una zona exclusiva para instalaciones eléctricas, la cual por ningún motivo deberá estar ubicada en el cuarto de máquinas y procurando que no se ubique en las áreas clasificadas de las divisiones 1 y 2.

Si por limitaciones de espacio del cuarto donde queden alojados los tableros y el centro de control de motores se localizara en cualquiera de las áreas peligrosas, los equipos eléctricos que se instalen serán aprueba de explosión, con clasificación NEMA 7.

INTERRUPTORES: La instalación eléctrica para la alimentación a motores y la del alumbrado, se efectuará utilizando circuitos con interruptores independientes, de tal manera que permita cortar la operación de áreas definidas sin propiciar un paro total de la Estación de Servicio.

Medios de desconexión de los circuitos.

a) Generalidades. Cada circuito que termine o pase a través de un equipo surtidor, incluyendo sistemas de bombeo remoto, deberán estar provistos con un desconectador claramente identificado y de fácil acceso u otro equipo adecuado, localizado remotamente del surtidor, para desconectar simultáneamente de la fuente de suministro todos los conductores de circuito, incluyendo el conductor puesto a tierra, si existe.

No se permitirá utilizar desconectadores monopolares enlazados manualmente.

En cada circuito deberá instalarse un interruptor automático con disparo por protección de falla a tierra.

b) Control de emergencia. La Estación de Carburación de Gas L.P. deberá tener obligatoriamente como mínimo, tres controles para el paro de emergencia del tipo contacto sostenido (de golpe), que desconecten de la fuente de energía a todos los circuitos especificados en el inciso (a) anterior.

Los controles de emergencia se deberán localizar, uno en el interior de la oficina de la Estación donde habitualmente exista personal, otro en la fachada principal del edificio de oficinas y otro en cada grupo de surtidores. Los controles instalados en la zona de surtidores (dispensarios), deberán estar aprobados para Clase 1 Grupo D. Los controles deberán ser restablecidos manualmente de una manera aprobada.

SISTEMA DE TIERRAS

El sistema de tierras se diseñará e instalará de acuerdo a las características y requerimientos propios del proyecto.

PUESTA A TIERRA

Las partes metálicas de los surtidores de combustible, canalizaciones metálicas, cubiertas metálicas y todas las partes metálicas del equipo eléctrico que no sean conductoras corriente, independientemente del nivel de tensión , deberán ser puestas a tierra.

Las conexiones deberán ser en todos los casos con cable de cobre desnudo suave y conectores aprobados para los diferentes equipos, edificios y elementos que deban ser aterrizados, de acuerdo a las características y los calibres mínimos que se mencionan a continuación:

Los electrodos (VARILLAS COPPERWELD) que se utilicen en el sistema de tierras serán de 2.40 m de longitud y se enterrarán verticalmente. Si se utiliza otro sistema deberá cumplir con las disposiciones normativas vigentes y aplicables.

La conexión de la estructura de los edificios a la red general de tierras se hará mediante cable calibre 2 AWG o si existe un cálculo previo se podrá utilizar el conductor del diámetro que indique el estudio; asimismo se conectarán todas las columnas de las esquinas e intermedias que sean necesarias para tener las conexiones a distancias que no excedan los 20.0 m.

Las cubiertas metálicas que contengan o protejan equipo eléctrico, tales como tableros, carcazas de motores, generadores, estaciones de botones, bombas para suministro de combustibles y dispensarios, serán conectadas a la red de tierras mediante cable calibre 2 AWG.

El cuerpo de los equipos irá conectado exclusivamente en el sistema de tierras y no podrá ser aterrizado en los tanques de almacenamiento, ni a las estructuras metálicas. Opcionalmente el tanque de almacenamiento podrá tener provista una junta o empaque dieléctrico no menor de 3. 18 mm de espesor.

El auto tanque en proceso de descarga estará debidamente aterrizados mediante cable aislado flexible calibre 2 AWG, y por pinzas previstas para dicha conexión.

Las tuberías metálicas que conduzcan líquidos o vapores inflamables en cualquier área de la Esta ion de Carburación de Gas L. P. estarán también conectadas a la red general de tierras mediante cable calibre 2 AWG.

Todos los aparatos eléctricos e instalaciones que tengan partes metálicas estarán aterrizados.

Los conductores que formen la red de tierras serán de cobre en calibre 4/0 AWG o del calibre resultante del cálculo correspondiente.

Cuando el tipo de suelo posea un nivel freático alto, humedad excesiva y una alta salinidad, el cable será aislado para protegerlo de la corrosión, en concordancia con las disposiciones que apliquen al respecto.

ILUMINACIÓN.

La iluminación de cada una de las áreas exteriores que compondrán la estación de carburación, se efectuará a base a lo dispuesto en el instructivo de especificaciones técnicas para

construcción que corresponda vigente en el que se indican luminarias de características particulares sobre todo a prueba de explosión.

Alumbrado de emergencia: La estación de carburación deberá contar con un sistema de alumbrado de emergencia con baterías, para los casos en que falle el suministro eléctrico normal o cuando por situaciones de riesgo se tenga que interrumpir el mismo.

Ubicación de luminarias: Estas luminarias se ubicaran en la zona de tanques de almacenamiento, en las áreas de despacho y en las circulaciones interiores de la estación de carburación y estarán distribuidas de tal manera que proporcionen una iluminación uniforme a las áreas mencionadas.

Instalación: Los equipos de alumbrado serán instalados adecuadamente y tendrán fácil acceso para permitir su mantenimiento.

V.1.4 PROYECTO SISTEMA CONTRA INCENDIO.

Lo que se describe a continuación es solo un resumen, para más detalle ver memoria técnica descriptiva en la sección de anexos.

1. COMPONENTES DEL SISTEMA:

Extintores manuales clase A.B.C.
Alarma sonora.
Vigilancia y mantenimiento.
Accesorios de protección.
Comunicaciones.

SISTEMA DE SEGURIDAD POR MEDIO DE EXTINTORES.

La protección por medio de extintores es a base de equipos manuales de polvo químico seco clase ABC de 9 kg de capacidad y un extintor de CO_2 en el tablero eléctrico.

La determinación de la cantidad de extintores necesarios en las diferentes áreas que integran la Estación, se hizo siguiendo el procedimiento de cálculo de unidades de riesgo "UR" presentes en cada área, dando los siguientes resultados:

Ubicación	Cantidad
Área de almacenamiento.	3
Área de auto-tanque (descarga).	1
Área de suministro.	2
Linderos.	2
Oficina y baños.	3
Tablero eléctrico.	1

Los lugares donde estarán colocados los extintores estarán señalados de acuerdo a la Norma NOM-026-STPS-2008, y la ubicación de estos extintores será visible, de fácil acceso y a una altura máxima de 1,50 m y mínima de 1,30 m medidas del piso a la parte más alta del extintor, de fácil sujeción y colocación para ser usados. Contarán con registro de fecha de adquisición, inspección, recarga y prueba hidrostática en su caso, en la estación se colocarán a una altura de 1.40 metros.

EQUIPO DE SEGURIDAD.

La estación de carburación contará, para su seguridad, con un sistema de alarma a base de sirena eléctrica, conectada en forma independiente desde el tablero de control de energía eléctrica. Se contará también con las suficientes retrancas para colocar en las llantas de los vehículos a los que se les está suministrando. Por último se cuenta con rótulos descriptivos de los procedimientos que deben seguir las operaciones para el suministro de gas L.P. a los vehículos y de recepción de gas L.P. en los tanques de almacenamiento.

***NOTA:** Por la capacidad de almacenamiento total de la estación comercial de gas L.P. (5,000 litros en 1 recipiente), no se requiere protección mediante agua de enfriamiento, de acuerdo a la tabla del punto "10.1 Protección mediante agua de enfriamiento", de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004 "Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción", que dice:

Protección mediante agua de enfriamiento.

Capacidad de almacenamiento total (litros de agua)	Autoconsumo	Comercial
Hasta 10 000	No	No
10 000 a 31 000	No	Si
Más de 30 000	Si	Si

V.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO (OPERACIONES).

V.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO POR LÍNEAS DE PRODUCCIÓN, DEBIENDO ANEXAR DIAGRAMA DE BLOQUES.

Las actividades en la estación de carburación consistirán básicamente en la comercialización del gas L.P., sin requerir de ningún proceso de transformación o reacción química, las actividades que se desarrollarán consisten en el abastecimiento mediante auto-tanques, almacenamiento temporal del gas L.P. en el tanque de almacenamiento de 5,000 litros, base agua, de capacidad; pero que por especificaciones de diseño y operaciones seguras, solo se almacenará el combustible a un máximo de 85% o 4,250 litros; el recipiente contará con instrumental de seguridad como válvulas de apertura en caso de sobrepresión, válvulas de desfogue y todos los materiales que se utilizarán para el trasiego serán a prueba de explosión y con materiales especiales para el tipo de combustible que se comercializará; del tanque de almacenamiento el gas fluirá a través de tuberías protegidas, mediante una trinchera hacia la isla de suministro, en donde se contará con una bomba y medidor para el suministro a clientes que pidan el servicio. Para realizar estas tareas se cuenta con una serie de procedimientos o fases, para asegurar el buen manejo del gas L.P., que serán:

1. <u>Descarga de gas L.P., almacenamiento y atención al público.</u>

Una vez que se tengan instalados todos los componentes de la estación de carburación, y posterior a que se hayan realizado las pruebas al tanque y equipos que se instalen, se procederá al abastecimiento de gas L.P. a la estación, para almacenarlo y ponerlo a disposición de los consumidores, cuando lo soliciten.

Esta etapa es donde se desarrolla propiamente la actividad de la empresa Gas Agra, S.A. de C.V.; la comercialización del gas L.P. en la estación de carburación, se llevará a cabo específicamente mediante el suministro del combustible a los particulares que lo soliciten, siempre y cuando cumplan con las especificaciones de seguridad en los recipientes donde habrá de suministrarse.

Enseguida se describen las actividades que se realizarán en la estación a manera de resumen:

La estación de carburación recibirá el gas L.P. mediante auto-tanques, cuya capacidad total es de 10,000 litros al 100%, pero que por lo regular vendrán al 50% de su capacidad y para abastecer al tanque de almacenamiento a un nivel del 85% (4,250 litros), requerirán de un tiempo de 20 minutos, para realizar la operación.

Existirá un área para descarga a un costado de la plataforma del tanque de almacenamiento mediando una distancia de 3 metros, donde se estacionará el auto-tanque y mediante una manguera se conectará a la toma de la parte superior del tanque de almacenamiento para la descarga, se trata de una zona que estará delimitada, ya que el área de almacenamiento contará con plataforma elevada de 1.0 metros de altura de concreto, así como malla perimetral.

Los auto-tanques de abastecimiento, se estacionarán en el área de descarga, apagan el motor, luces y cualquier accesorio eléctrico, se colocan las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.

El llenador verifica su contenido, presión y temperatura, acopla las mangueras de llenado, abre válvulas y arranca la bomba. Al alcanzar el volumen de 85%, apaga la bomba, cierra válvulas, desconecta mangueras, quita cuñas y cable de aterrizaje e indica al operador que puede abandonar las instalaciones.

A continuación se indican cuáles son los pasos que deben seguirse, al momento que llegue el auto-tanque para suministrar al tanque de almacenamiento fijo de la estación de carburación:

Procedimientos a seguir para la descarga de auto-tanques.

1) Al inicio del turno el personal de descarga revisará el espacio disponible del tanque de almacenamiento.

2) Al llegar a la estación de carburación, el auto-tanque se dirigirá al área de recepción, donde será recibido por el personal de descarga, éste se cerciorará de la presión del recipiente, así como de los dispositivos de medición instalados en el vehículo.

3) Indica al operador del auto-transporte donde deberá estacionarse y verificará que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.

4) Toma la lectura en porcentaje del contenido, así como de la presión a la que viene.

5) Coloca las cuñas metálicas, en las ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo, también coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.

6) Acoplará la manguera de líquido (normalmente de 31 mm), misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y color rojo.

7) Posteriormente abrirá la válvula de la manguera, así como la de la unidad.

8) Acoplará la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, abrirá la válvula tanto de la manguera como de la unidad.

9) Abrirá las válvulas, tanto de líquido como de vapor del tanque de almacenamiento.

10) En la línea del tanque hasta la de descarga, se abrirán las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.

11) Accionará el interruptor que pone a funcionar la bomba por medio de su motor eléctrico.

12) Durante la operación de descarga, el descargador por ningún motivo se retira del área de descarga y periódicamente verificará el contenido restante en el auto-transporte, mediante el medidor rotatorio, hasta que alcance el valor que sea requerido.

13) En cuanto el medidor rotatorio marque el volumen seleccionado, el descargador apagará el motor de la bomba.

14) Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras, así como del auto-transporte y las retirará de la unidad.

15) Se cerrará la válvula de vapor como en el apartado anterior y desacoplará todas las líneas.

16) Coloca los tapones respectivos en la toma de líquidos y vapor del auto-transporte, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.

17) Informará al operador que la unidad ha sido descargada y podrá retirarse.

Principios básicos para el funcionamiento de vehículos que usan gas L.P. como combustible.

El principio de operación del equipo de carburación está basado en el vacío que ejerce el interior del motor mediante los pistones del mismo, para lo cual se ilustra mediante un diagrama típico de su instalación.

El gas contenido en el tanque de carburación del vehículo pasa a través de la manguera de alta presión hasta la válvula interruptora de gas L.P., que en este caso provee el equipo con una válvula de vacío, la cual se abre en el momento que recibe la señal de vacío del mezclador, esto quiere decir que se utiliza la caída de presión relativamente constante para succionar el combustible al carburador desde el encendido hasta su aceleración total.

La caída de presión necesaria para abrir la válvula de vacío es de 1.5 pulgadas columna de agua; durante el encendido, el vacío está comunicado al convertidor vaporizador para permitir el flujo de combustible, con la máquina apagada el combustible está sellado fuera del carburador, así como dentro del convertidor y de la válvula de vacío, dando un sellado triple para máxima seguridad, esto es, mientras el motor no esté funcionando, no habrá paso de gas L.P. al mismo, aunque el interruptor esté abierto.

El convertidor vaporizador es una combinación de un regulador de 2 etapas, recibe combustible líquido a la presión del tanque, pasa por el filtro de la válvula de vacío y reduce la presión en 2 etapas, la 1ra hasta 2.5 psi y la 2da a 1.5 pulgadas columna de agua.

En el proceso de reducir la presión del flujo ascendente de aproximadamente 180 psi en el tanque, a presión de trabajo el gas L.P., se expande para convertirse en vapor, causando congelación durante el proceso físico, para compensar esto y para ayudar en la vaporización, el agua del sistema de enfriamiento de la máquina se hace circular a través de un intercambiador de calor dentro del convertidor vaporizador.

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

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

Procedimiento para abastecimiento a vehículos que usen gas L.P. como combustible.

El procedimiento de abastecimiento en la operación de la estación de carburación de gas L.P., con almacenamiento fijo, se puede definir en las siguientes etapas:

1). Los vehículos que utilizan gas como combustible se estacionan junto a la toma de suministro.

2). Apagar el motor antes de iniciar la carga y todo sistema eléctrico de la unidad.

3). Se le colocan cuñas y tierra estática y la manguera de carga al vehículo,

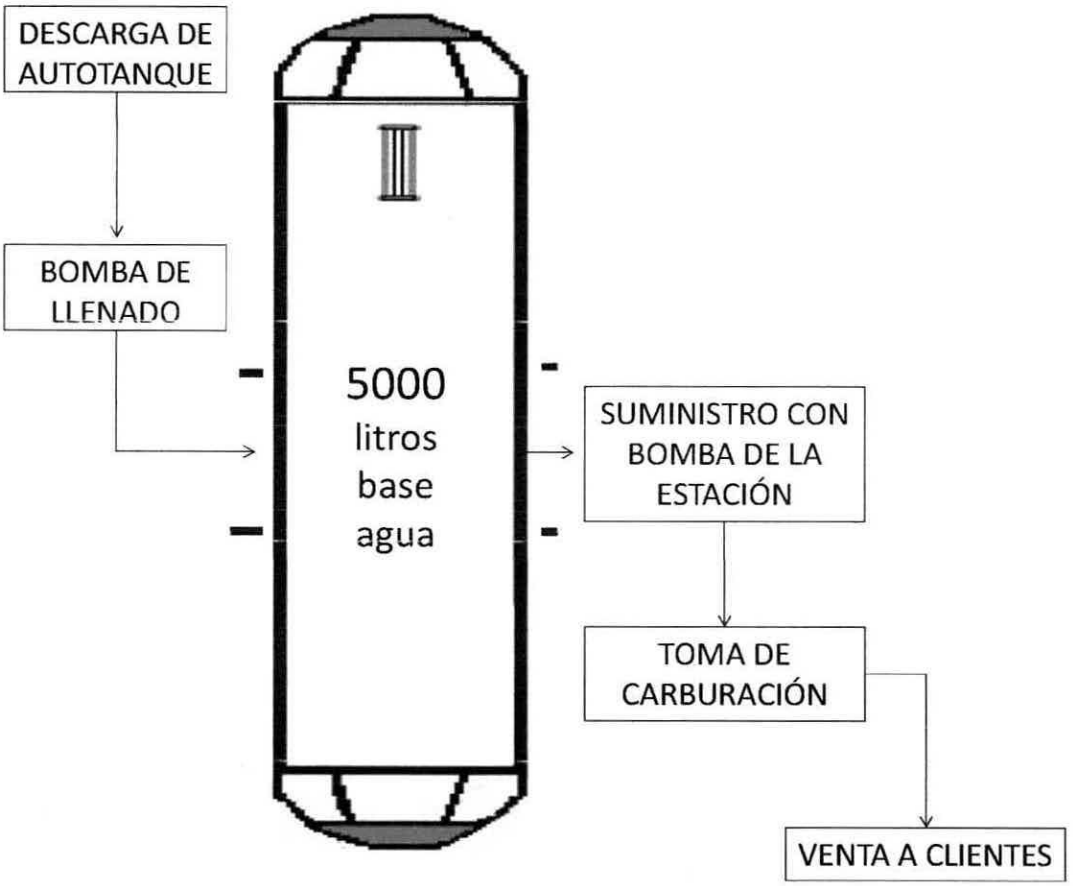
4). Se dota de combustible, se desconectan los accesorios instalados y se retira la unidad.

5). Salida del vehículo demandante del combustible.

Cantidad de Gas L.P. a manejar.

Durante la operación de la estación de carburación se plantea que el desplazamiento semanal de 12,500 litros, equivalente a que se maneje un volumen mensual de ventas de 50,000 litros (27,000 Kg), por lo que la estación será suministrada mediante carro-tanques de dos a tres veces por semana.

Figura 28. Diagrama de flujo de las principales actividades durante la operación de la estación de carburación.



V.2.2 <u>Inspección y vigilancia de las instalaciones, mantenimiento, pruebas de corrosión y presión.</u>

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.

El Programa de mantenimiento y Supervisión de Instalaciones, se describe a continuación:

Debido a las previsiones del Reglamento de Gas Licuado de Petróleo y Normas de la Secretaria de Energía, las cuales están orientadas al manejo seguro de la sustancia combustible, y de esta

manera minimizar las probabilidades de ocurrencia de eventos indeseables, que pudiesen significar efectos ambientales nocivos o daños hacia las instalaciones y el personal laboral o población que pueda ser vulnerable, se dispone de un amplio programa de mantenimiento, el cual será de rigurosa aplicación, una vez que se inician las actividades en la estación.

El mantenimiento preventivo y correctivo de equipos se realizará conforme a un programa calendarizado y su ejecución será a través de una empresa especializada.

Por otra parte se tendrán adicionalmente las siguientes actividades:

- Inspecciones diarias de rutina por parte del personal de mantenimiento.
- Visita de inspección de la Unidad de Verificación en materia de gas L.P. (cada 12 meses).
- Inspecciones y auditorias por parte de la Secretaría de Energía o en su caso la ASEA.

V.2.2 Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas. Especificando sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en Kg, flujo en m^3/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento y equipo de seguridad.

La materia prima para la operación de una estación de este tipo es el gas licuado de petróleo, definido como el combustible que se almacena, trasiega y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas.

El gas que se encuentra "contenido" en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 Kg/cm^2.

Cuando el número de moléculas que se libera del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y la gaseosa están en equilibrio.

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

En una estación de gas las operaciones se limitan al trasiego de gas; es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados. Por ejemplo, las mangueras empleadas son

de hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del gas L.P., diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 Kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 Kg/cm^2.

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

Para poder quemar gas L.P., necesita estar mezclado con cierta cantidad de aire; si la mezcla tiene demasiado aire, no encenderá, y si la mezcla tiene demasiado gas tampoco encenderá. El gas se quema totalmente sin dejar residuos ni cenizas, no produce humo ni hollín, su llama es muy caliente. La temperatura de ignición del propano es de 466 °C y del butano 405 °C.

Características técnicas más importantes del gas L.P.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL GAS L.P.		
PARÁMETRO	PROPANO	BUTANO
FÓRMULA	C3H8	C4H10
PUNTO DE EBULLICIÓN °C	-42.1	0
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL GAS (AIRE=100)	1.53	2.00
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO (AGUA=100)	0.51	0.58
LB/GAL DE LÍQUIDO A 60 °F	4.24	4.81
BTU/GAL DE GAS A 60 °F	91,69	102,032
BTU/LB DE GAS	21,291	102,032
BTU/ PIE^3 DE GAS A 60 °F	2,516	3,28
PIE^3 DE VAPOR A 60 °F/GAL DE LÍQUIDO A 60 °F	36.39	31.26
PIE^3 DE VAPOR A 60 °F/LB DE LÍQUIDO A 60 °F	8.547	6.506
CALOR LATENTE DE VAPORIZACIÓN AL PUNTO DE EBULLICIÓN BTU/GAL	785.0	808.0
DATOS DE COMBUSTIÓN:		
PIE^3 DE AIRE REQUERIDOS PARA QUEMAR 1 PIE^3 DE GAS	23.86	31.02
TEMPERATURA DE IGNICIÓN EN EL AIRE °F	920-1020	900-1000
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD:	3,595	3,615
% DE GAS EN MEZCLA DE AIRE		
AL LÍMITE MÁS BAJO %	2.4	1.9
AL LÍMITE MÁS ALTO %	9.6	8.6
NÚMERO DE OCTANOS:		
(ISO-OCTANO=100)	MÁS DE 100	92

Por su naturaleza, el gas L.P., carece de olor y de color. Sin embargo, para anunciar su presencia se ha optado por odorizarlo utilizando para ello un aroma penetrante y molesto conocido con el nombre de mercaptano, sustancia también carente de color, que corroe el cobre y el bronce.

Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes y es inofensiva a los diafragmas de los medidores. Su peso por litro es de 0.813 Kg. y su olor es tan penetrante que basta agregar medio kilo en 37,850 l. (10,000 gls.) para que la presencia del gas odorizado se sienta tan repulsivo como se conoce. Considerando lo anterior, en cada litro de gas líquido, solo hay una gota de mercaptano.

Dado el porcentaje tan insignificante de mercaptano que hay en los volúmenes de gas, no produce ninguna variante en el poder combustible de los gases. Sin embargo, se tiene especial cuidado en que nunca exceda a la quinta parte del nivel inferior de combustibilidad.

MERCAPTANO
Incoloro
No corrosivo
Olor muy fuerte
Mezcla libremente con gas l. p.
No venenoso
No reacciona con metales comunes.
No daña diafragma a medidores.
Peso por litro 0.813 Kg.
ODORIZACIÓN
Cantidad: ½ Kg. por 37,850 l

En la estación no se producirán materiales o productos, ni se obtendrán subproductos o residuos del gas.

V.3. HOJAS DE SEGURIDAD.

V.3.1. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD) de acuerdo al formato del anexo No. 1, de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.

Se incluyen las hojas de seguridad del gas L.P., a continuación:

PEMEX

GAS Y PETROQUIMICA BASICA
Av. Marina Nacional No 329, Col. Huasteca
Pisos 15 y 17 Torre Ejecutiva, y Edificio B1,
Oficinas Centrales. México, D.F. C.P. 11311.

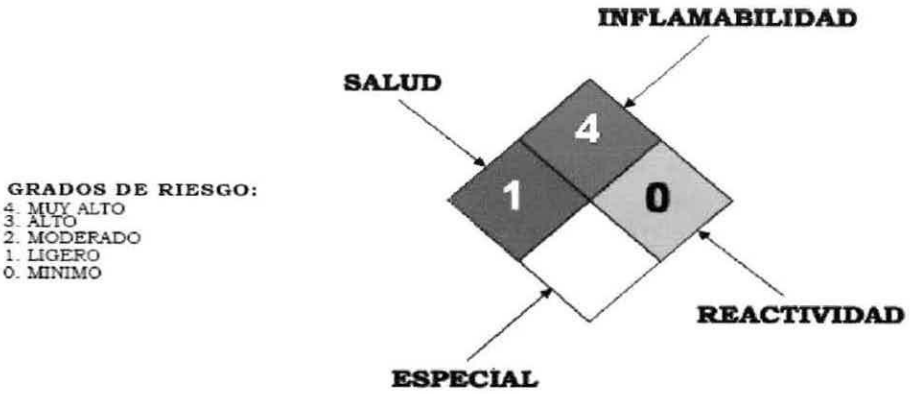
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS

GAS LICUADO DEL PETRÓLEO

TELÉFONOS DE EMERGENCIA (LAS 24 HORAS):

'EMEX *Centro de Control del Sistema Nacional de Ductos:* ***'1-800-012 2900 '1-800-839 8000 944-6090, 1944-6091 · 1944-6092***	***CENTRAL DE FUGAS DE GAS LP*** *D.F. y Área Metropolitana:* ***5353-2515, 5353-2823, 5353-2763***	***SETIQ*** *Sistema de Emergencia de Transporte para la Industria Química D.F. y Área Metropolitana:* ***5559-1588*** *En la República Mexicana:* ***01-800-0021400***	***CENACOM*** *Centro Nacional de Comunicaciones D.F. y Área Metropolitana* ***51280056, 51280000, Ext. 11470-11476***	***COATEA*** *Centro de Orientació para la Atención de Emergencias Ambier tales (PROFEPA)* ***2615-2045, 5449-6391, 5449-6300 Ex 16296***

Rombo de Clasificación de Riesgos



GRADOS DE RIESGO:
4. MUY ALTO
3. ALTO
2. MODERADO
1. LIGERO
0. MINIMO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

1. Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas No: HDSSQ-LPG	**4. Familia Química:** Hidrocarburos del Petróleo
2. Nombre del producto: Gas licuado comercial, odorizado	**5. Fórmula:** C_3H_8 + C_4H_{10}
3. Nombre Químico: Mezcla Propano-Butano.	**6. Sinónimos:** Gas LP, LPG, gas licuado del petróleo.

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES

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	74-98-6	1075	Asfixiante Simple	2100 ppm	1	4	0	
Butano	40	106-97-8	1011	PPT: 800 ppm	---	1	4	0	
Etil-mercaptano (odorizante)	0.0017 – 0.0028	75-08-1	2363	PPT: 0.95 ppm CT: 2 ppm	500 ppm	2	4	0	

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

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 LC_{50} (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

SITUACIÓN DE EMERGENCIA

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 explosivas, 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).

EFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

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/m^3; CL 1800 mg/m^3/15 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: *Occupational Safety and Health Administration.*
PEL: *Permissible Exposure Limit.*
CL: *Ceiling Limit: En TLV y PEL, la concentración máxima permisible a la cual se puede exponer un trabajador.*
TWA: *Time Weighted Average: Concentración en el aire a la que se expone en promedio un trabajador durante 8h, ppm ó mg/m^3*
NIOSH: *National Institute for Occupational Safety and Health.*
REL: *Recommended Exposure Limit.*
ACGIH: *American Conference of Governmental Industrial Hygienists.*

TLV: *Threshold Limit Value.*

Ojos: La salpicadura de una fuga de gas licuado nos provocará congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.

Piel: El contacto con este liquido vaporizante provocará quemaduras frias.

Inhalación: Debe advertirse que en altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxigeno 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.

Ingestión: En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase liquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Ojos: La salpicadura de este líquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría; aplicar de inmediato y con precaución agua tibia. Busque atención médica inmediata.

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. Quitese la ropa y los zapatos impregnados. Solicite atención médica inmediata.

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 victima no respira, inicie de inmediato la reanimación o respiración artificial (RCP = reanimación o respiración cardio-pulmonar). Si presenta dificultad al respirar, personal calificado debe administrar oxígeno medicinal. Solicite atención médica inmediata.

Ingestión: La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.

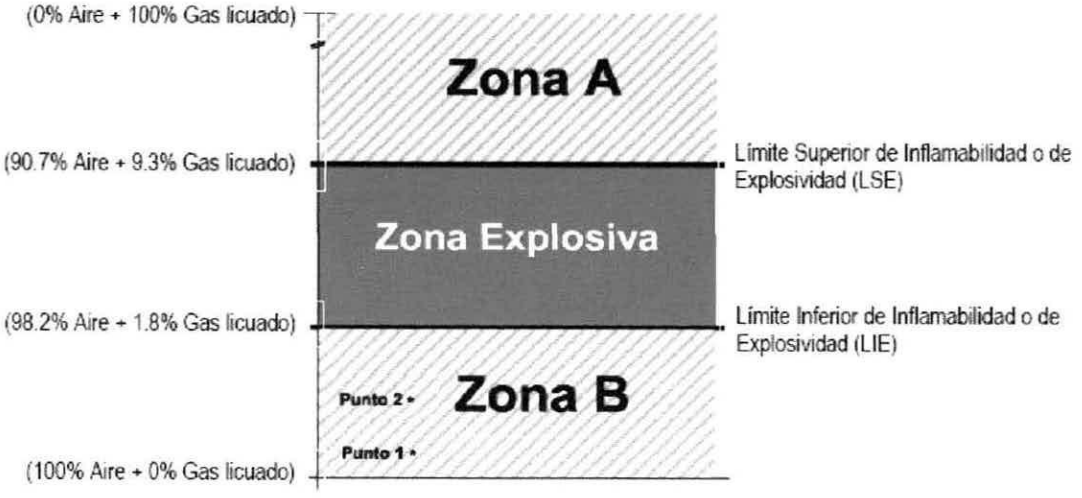
5. PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIO

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 ó 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 espreada para enfriamiento. Apague el fuego, solamente después de haber bloqueado la fuente de fuga.

Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios.

a) 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 aún 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 contraincendio permanentemente presionadas, con los sistemas de aspersión, hidrantes y monitores disponibles, con revisiones y pruebas frecuentes.
  - Extintores portátiles.

- Personal de operación, mantenimiento, seguridad y contraincendio altamente entrenado y equipado para atacar incendios o emergencias.
- Simulacros operacionales (falla eléctrica, falla de aire de instrumentos, falla de agua de enfriamiento, rotura de manguera, rotura de ducto de transporte, etc.) y contraincendio.
- 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. Pero deberá enfriar con agua rociada los equipos o instalaciones afectadas por el calor del incendio.

b) 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 desfogues 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.

6. RESPUESTA EN CASO DE FUGA

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

7. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Almacene los recipientes en lugares autorizados, (NOM-002-SEDG-1999, "Bodegas de Distribución de Gas LP en Recipientes Portátiles: Diseño, Construcción y Operación"), 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").

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.

8. CONTROLES CONTRA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

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").

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 ó 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.

9. PROPIEDADES FÍSICAS / 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 odorizante que le proporciona un olor característico, fuerte y desagradable.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

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.

Peligros de Polimerización: No polimeriza

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El gas licuado no es tóxico; es un asfixiante simple que, sin embargo, tiene propiedades ligeramente anestésicas y que en altas concentraciones produce mareos. No se cuenta con información definitiva sobre características carcinogénicas, mutagénicas, órganos que afecte en particular, o que desarrolle algún efecto tóxico.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

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

13. CONSIDERACIONES PARA DISPONER DE SUS RESIDUOS

Disposición de Residuos: No intente eliminar el producto no utilizado o sus residuos. En todo caso regréselo al proveedor para que lo elimine apropiadamente.

Los recipientes vacíos deben manejarse con cuidado por los residuos que contiene. El producto residual puede incinerarse bajo control si se dispone de un sistema adecuado de quemado. Esta operación debe efectuarse de acuerdo a las normas mexicanas aplicables.

14. INFORMACIÓN SOBRE SU TRANSPORTACIÓN

Nombre comercial:	Gas Licuado del Petróleo
Identificación *DOT:	UN 1075 (UN: Naciones Unidas)
Clasificación de riesgo *DOT:	Clase 2; División 2.1
Etiqueta de embarque:	GAS INFLAMABLE
Identificación durante su transporte:	Cartel cuadrangular en forma de rombo de 273 mm x 273 mm (10 ¾" x 10 ¾"), con el número de Naciones Unidas en el centro y la Clase de riesgo DOT en la esquina inferior.

*DOT: (Departamento de Transporte de los Estados Unidos de América).

15. REGULACIONES

Leyes, Reglamentos y Normas: La cantidad de reporte del LPG, por inventario o almacenamiento, es de 50,000 kg, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

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

1. Registro y permiso vigente para transporte de materiales peligrosos.
2. El operador deberá contar con licencia vigente para conductores de materiales peligrosos.
3. La unidad deberá estar identificada de acuerdo con la NOM-004-SCT-2-1994.
4. Contar con información para emergencias durante la transportación de acuerdo a la NOM-005-SCT-2-1994.
5. Revisión diaria de la unidad de acuerdo con la NOM-006-SCT-2-1994.
6. Revisión periódica de auto-tanque de acuerdo con la NOM-X59-SCFI-1992
7. Revisión periódica de semirremolques de acuerdo con la NOM-X60-SCFI-1992.

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

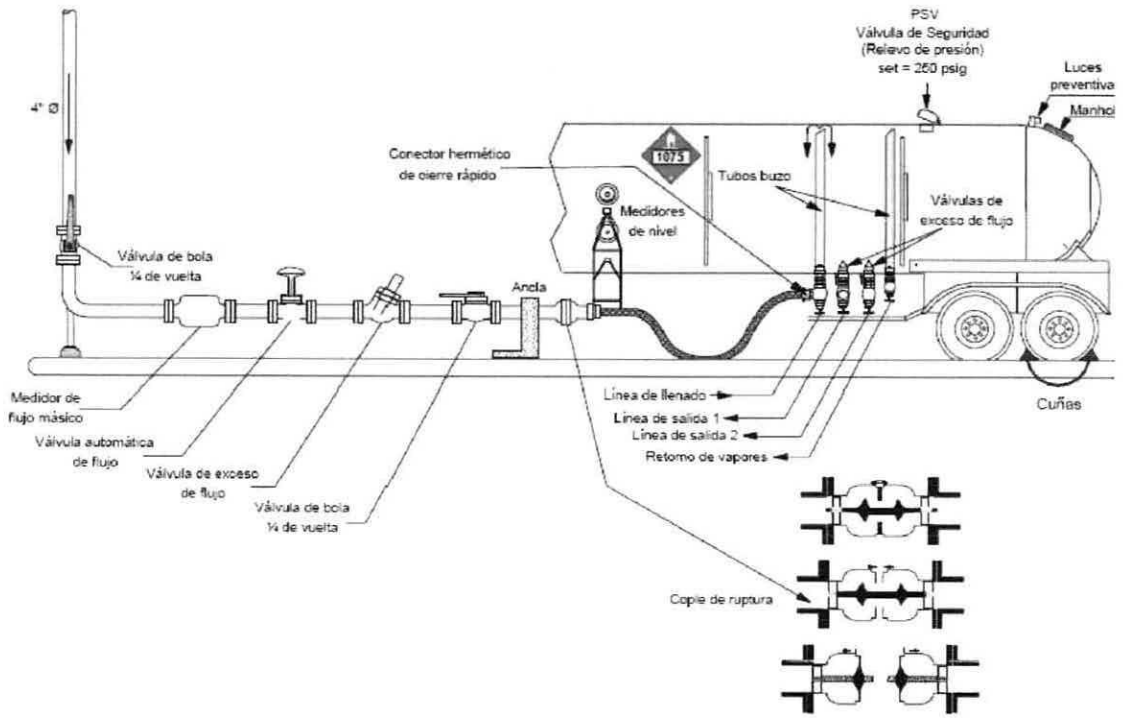
Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, dispositivos de seguridad, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte del gas licuado deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables. En el Anexo 1 se muestra el dibujo de una instalación típica para llenado de autotanque de gas licuado.

El personal que trabaja con gas licuado debe recibir capacitación y entrenamiento en los procedimientos para su manejo y operación, reafirmándose 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.

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.

ANEXO 1 Instalación típica para llenado de auto-tanque de gas licuado



V.4. ALMACENAMIENTO.

Listar el tipo de recipiente y / o envases de almacenamiento, especificando:

a) Cantidad.

En la estación de carburación proyectada se tendrá un tanque cilíndrico horizontal fijo a la plataforma con capacidad de 5,000 litros, base agua para almacenar el combustible a un máximo del 85% por cuestiones de diseño y seguridad.

b) Características.

El tanque que será instalado tiene las siguientes características:

Marca.	TATSA
Bajo norma.	NOM-012/3-SEDG-2003
Año de fabricación.	En fabricación.
Capacidad.	5000 litros base agua
Diámetro exterior.	1.168 metros
Longitud total.	4.96 metros
Presión de trabajo.	14.00 kg/m^2
Factor de seguridad.	4
Forma de las cabezas.	Semielípticas
Eficiencia.	100 %
Espesor lámina del cabezal.	4.45 mm
Espesor lámina del cuerpo.	6.19 mm
Coplees.	210 kg/cm^2
No. de serie.	———

c) Dispositivos de seguridad instalados en el tanque de almacenamiento y accesorios para la estación.

Contará también con los siguientes accesorios:

Letra	Φ mm	Tipo de accesorio
I	50.1	Válvula de exceso de flujo modelo A 3292 50 GPM
D	31.7	Válvula de llenado Rego
C	19.1	Válvula de seguridad Rego
E	50.8	Medidor de nivel magnético, MEDS. INTS. S.A.
H	19.1	Válvula de servicio precisión
B	19.1	Válvula check lock Rego niple
F	19.1	Válvula retorno vapor Rego
G	31.2	Válvula exc. De flujo, retorno de líquido Rego
A		Orejas de maniobras
J		Patas de sustentación

V.5. EQUIPOS Y PROCESOS AUXILIARES.

Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación o proyecto.

Para el funcionamiento de la estación de carburación es necesario que se cuente con una bomba para ejecutar el trasiego del tanque a los vehículos, dicha bomba se localizará dentro de la zona de almacenamiento, junto al motor eléctrico que requiere, lo cuales se encontrarán cimentados a una base metálica, la cual a su vez estará fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto. Los datos de la bomba que se instalará en la estación son los siguientes:

Número.	1
Operación básica.	Llenado de tanques.
Marca.	Smith
Modelo.	MC-2
Motor eléctrico.	5 H.P.
R.P.M.	1750
Capacidad nominal.	60 G.P.M.
Presión diferencial de trabajo.	5 Kg/cm^2
Diámetro de succión.	63 mm.
Diámetro de descarga.	63 mm.

El motor eléctrico acoplado a la bomba es el apropiado para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuenta con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentra conectado al sistema general de tierra.

Medidor de suministro.

La estación de carburación contará con un medidor de la marca Neptune de 25.4 mm de diámetro. El tiempo de vida útil de estos equipos será de unos 20 años, con el debido mantenimiento. (Ver arreglo general de los equipos en el plano en civil y mecánico).

V.6. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Describir las condiciones de operación de la planta (flujo, temperatura y presiones de diseño y operación), así como estado físico de las sustancias.

V.6.1. Balance de materia.

En una estación de carburación, no se realiza proceso alguno, ya que las actividades pueden resumirse en almacenaje, trasiego y suministro del combustible en unidades vehiculares que cuentan con los dispositivos adecuados para su utilización, durante esta operación no existe reacción química por lo cual de cada kilo que ingresa sale la misma cantidad.

V.6.2. Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

Tomando como base los datos presentados en el Anuario Estadístico del Municipio de Pátzcuaro, Michoacán; la temperatura promedio anual que se presenta es de 20 °C, permitiendo con ello un manejo adecuado de los combustibles en este rango de temperatura.

La presión máxima que se puede generar en la operación del sistema es de 6 a 12 Kg/cm^2

V.6.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

En una estación de carburación, el trasiego de dicho gas involucra la fase líquida y la fase vapor, por variación de presión y temperatura en el proceso.

El gas L.P., es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas (6-9 Kg/cm^2) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, pero cuando se libera a presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas.

El gas que se encuentra "encerrado" en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 Kg/cm^2. Cuando el número de moléculas que se libera del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y la fase gaseosa están en equilibrio.

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

V.6.4. Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).

Las actividades se realizarían a intervalos, ya que depende de los clientes que acudan al servicio y será cuando se realice el trasiego del gas.

- RECEPCIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE GAS.

El gas provendrá de una de las plantas de almacenamiento de gas L.P., propiedad de la promovente y que se ubican en el mismo Municipio de Pátzcuaro, se trata de una actividad que se realizará conforme se requiera del producto, siendo discontinua.

V.6.5. Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI´s) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

En el plano mecánico que se incluye en la sección de anexos gráficos se puede observar el plano isométrico de flujo.

VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

VI.1. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.

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

Desde luego que existirá el riesgo potencial de un accidente durante el manejo del gas L.P. Precisamente debido a las condiciones de peligrosidad de éste combustible, se justifica que existan regulaciones estatales, municipales y federales que implica el cumplimiento de normas, reglamentos, leyes, etc., tendientes en primer término a la prevención de situaciones de riesgo durante el manejo.

Durante los últimos 30 años, no se ha tenido noticias de eventos relevantes ocurridos con respecto a alguna estación de carburación de gas L.P. (del sector privado), que haya significado peligro o haya puesto en riesgo la vida de personas, los bienes materiales (instalaciones) y el ambiente.

Sin embargo, precisamente debido a las características de inflamabilidad del gas L.P., existen riesgos de eventos accidentales que puedan a su vez derivar en consecuencias hacia el exterior de las instalaciones.

Algunas de las actividades que pueden generar riesgo serán:

1) Durante el trasiego del gas dentro de la estación. (errores durante procedimientos)
2) Durante el almacenamiento. (falta de mantenimiento)
3) Durante el abastecimiento a clientes. (errores durante procedimientos)
4) Eventos concomitantes de origen externo. (fenómenos naturales)

Otra situación que debemos de tomar en cuenta, involucra el que un vehículo sin control ingresara a las instalaciones, con una consecuencia en la que provoque algún riesgo mayor. Otros tipos de situaciones se consideran en la descripción de fallas y cálculo de consecuencias.

Los siguientes apartados abordan la identificación de riesgos, tomando como base la aplicación de metodologías que han sido probadas como idóneas para conocer el grado de riesgo de instalaciones comerciales o industriales donde se manejan sustancias riesgosas.

A nivel industrial se tiene una referencia de ocurrencia de eventos de riesgo por manejo de gas L.P., las estadísticas son un apoyo valioso para determinar la posibilidad de situaciones riesgosas

en una estación de carburación en operación; sin embargo para estaciones de carburación de gas L.P., no existen estadísticas.

De acuerdo con los reportes de accidentes históricos, en plantas industriales, así como sus causas y consecuencias, se observa que el evento causal predominante ha sido falla humana, esto se deduce ya que en la mayoría de los casos el evento es propiciado por falla de conexión en tubería, sobrellenado, seguido de fallos de equipos e instrumental de seguridad, y luego de accidentes durante el transporte de la sustancia, en consecuencia será oportuno identificar tres áreas u operaciones clave de manejo de gas L.P., en una estación de carburación:

1. El abasto de gas desde el auto tanque que surtirá el tanque cilíndrico horizontal con capacidad de 5,000 litros base agua; situación que implica el acople de mangueras con toma de la válvula de servicio del tanque de almacenamiento y las operaciones de trasiego, donde una desviación de procedimientos puede derivar en desacople del sistema, sobrellenado, error de acoplamiento e incluso ruptura de manguera (caso extremo).

2. El almacenamiento del gas en el tanque de la estación, esto implica mantener el área del tanque libre de residuos, libre de vehículos en su perímetro, constante verificación de instrumental de seguridad, la falta de mantenimiento en ésta área y sus equipos generaría potenciales fallos en la apertura de válvulas de seguridad o que se abriera cuando la presión no llega al límite de calibración.

3. Las operaciones de suministro del gas desde la isla del dispensador (medidor con su bomba), a través de una manguera con boquilla en su punta para adaptarla al cilindro en las unidades de los clientes, estas operaciones implican también el acople de mangueras y trasiego donde una desviación de procedimientos puede derivar en desacople del sistema, sobrellenado, error de acoplamiento e incluso ruptura de manguera.

Para cada situación o nodo a analizar y evaluar, se añade otra probabilidad de situación fortuita, esta sería que al momento de la fuga no se atendiera en corto tiempo y se emitiera una masa de gas desde el punto de fuga; adicionalmente, se considera para fines de peligros; otra situación fortuita que será el hecho que esa masa fugada alcanzará una fuente de ignición (baja probabilidad que sin embargo existe), ello podría generar la explosión de la masa fugada y/o el incendio permanente del combustible desde el punto de fuga (tipo dardo de fuego), en ambas situaciones las consecuencias serán efectos por radiación térmica y en el caso de explosión por la sobrepresión

instantánea y los radios de afectación a los cuales las consecuencias serían graves para el entorno (personas, propiedades, equipos y factores del ambiente presentes).

GENERALIDADES PARA IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS.

En todo estudio de riesgo se deben cumplir las siguientes etapas, tendientes a identificar las situaciones de riesgo de una determinada actividad:

1. **Identificación de Peligros**. Que se originan durante las actividades, analizando las operaciones y áreas que involucran la sustancia manejada, equipos, procedimientos (factor humano) y factores externos como fenómenos naturales.
2. **Probabilidad de un evento**. En base a la identificación de los peligros se determina la probabilidad y frecuencia en que puede presentarse un evento.
3. **Consecuencias de un evento**. Cuáles serían los efectos a causa de una emergencia, cuantificando los daños hacia el personal, las instalaciones, el sistema ambiental regional y en la productividad.

Por ello el primer paso en el análisis de riesgos consiste en la identificación de los posibles sucesos no deseados que pueden ocurrir en la instalación. Este primer paso es fundamental, y de él depende el éxito posterior de todo el estudio. Una buena identificación, rigurosa y detallada, de todos los posibles peligros que pueden suceder en la actividad en estudio, es un requisito indispensable y básico para llegar a buen fin en el análisis de riesgos.

Las instalaciones cuya actividad de servicios es la comercialización de gas L.P., por sus características de alta inflamabilidad y explosividad, implica contar con las medidas necesarias desde el diseño mismo de las instalaciones, esta planeación principal es determinante, ya que la probabilidad de riesgos por errores de diseño serán mínimas.

VI.2 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN.

Con base en los DTI´s de la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP); Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

Para la identificación y evaluación de los posibles riesgos que pudieran ocurrir durante las actividades de manejo de gas L.P., a través de las áreas de manejo en estación, tales como: área de auto-tanque para abasto de gas al tanque estacionario, área de tanque de almacenamiento, área de suministro a clientes y áreas generales de la estación; se utilizaron los métodos ya descritos, donde conjugan los cualitativos y cuantitativos bajo el siguiente esquema:

De la revisión del Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, se aprecia que en la estación se manejará gas L.P., el cual se encuentra listado, pero **no** se rebasará la cantidad de reporte (50,000 kg); de acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, por lo que es considerada sólo como una actividad riesgosa.

El gas L.P., se almacena en estado líquido por presión y con el fin de cumplir con los objetivos de presente estudio, se considera como la sustancia de interés.

En la siguiente tabla se presenta la sustancia involucrada en el análisis de riesgo ambiental:

Sustancia	Fórmula o familia química	Concentración de Interés (ERPG1)	Estado físico	Capacidad Máxima de almacenamiento	Cantidad de reporte
GAS L.P.	Hidrocarburos de petróleo en mezcla de butano y propano	2100 ppm (IPVS) PPT: 800 ppm	Líquido a presión inducida	4.25 toneladas	50 Toneladas

Para la identificación y evaluación de los posibles riesgos que pudieran ocurrir durante el manejo de la sustancia de riesgo (gas L.P.), se incluye en este estudio la recepción, almacenamiento y suministro.

No existen otras sustancias de riesgo durante las actividades a desarrollar en la futura estación.

Metodologías de identificación y jerarquización de riesgos.

A continuación se muestran de manera general, las metodologías para un análisis de riesgos y de éstas se seleccionan y describen aquellas que se aplican para el estudio de la estación de carburación proyectada por parte de Gas Agra, S.A. de C.V.

Los métodos de identificación de riesgos pueden dividirse; (de acuerdo con la clasificación BATELLE COLUMBUS), en los siguientes grupos:

- ❑ **MÉTODOS CUALITATIVOS (C)**
- ❑ **MÉTODOS SEMICUALITATIVOS (S)**
- ❑ **MÉTODOS CUANTITATIVOS (Q)**
- ❑ **OTRAS METODOLOGÍAS**

La "Guía de Procedimientos para el Análisis del Riesgo" de la División Battelle Columbus del Instituto Americano de Ingenieros Químicos, identifica once métodos para identificación de riesgos usados habitualmente en la industria química para análisis de riesgos y los clasifica en los siguientes grupos:

1. Lista de chequeo (Checklist) (C)
2. Análisis de seguridad (Safety review) (C)
3. Análisis preliminar de peligros (Preliminary hazard analysis) (C)
4. ¿Qué pasa si? (¿What if?) (C)
5. Análisis funcional de operatividad (Hazard and Operability Studies – (HAZOP) (C)
6. Árbol de fallas (Fault tree) (C)
7. Análisis de errores humanos (Human-error analysis) (C)
8. Modos de fallas y efectos (Failure modes, effects and criticality analysis - FMEA) (S)
9. Árbol de sucesos (Event tree) (S)
10. Ranking relativo (Relative ranking) (S)
11. Causas y consecuencias (Cause-consequence analysis) (Q)

A estos podemos agregar:

12. Análisis Histórico de Riesgos (HRA) (C)
13. Análisis del Riesgo Intrínseco (S)
14. Método de la Union des Chambres Syndicales de l'Industrie du Pétrole en France (UCSIP) (S)
15. Árbol de Fallas Cuantitativo (Q)
16. Árbol de Sucesos Cuantitativo (Q)

17. Análisis cuantitativo del Riesgo (Quantitative Risk Analysis – QRA) (Q)

Criterios de selección de las metodologías:

a) Tipo de actividades que se desarrollará en las instalaciones.
b) Dimensiones de la instalación.
c) Equipos de proceso existentes.
d) Tipo y volumen se sustancias que se manejan y los sistemas de almacenamiento.
e) Ubicación y entorno de las instalaciones.

VI.2.1. Consideraciones para la evaluación de riesgos.

Como se ha reiterado, las operaciones de la estación de carburación para venta de gas L.P. implican una actividad comercial que se limita a la recepción, almacenamiento y suministro de gas, todo a través de un sistema de tubería, las actividades son riesgosas, independientemente del número de operaciones que se ejecuten por día o semana.

La estación de carburación para venta de gas L.P. se ubica prácticamente confinada en un espacio central, bordeado de terreno propiedad de la empresa y que se mantiene sin actividades productivas o de servicios, el cual funge como zona de amortiguamiento para casos de emergencias ambientales durante el manejo de gas L.P.

La operación de la estación de carburación de gas L.P. es relativamente simple, ya que no se tiene ningún proceso de transformación, siendo que el gas L.P. sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a clientes.

La sustancia manejada es el gas L.P., el cual tiene un grado de riesgo a la salud bajo (grado 1); su principal característica de peligrosidad es por **inflamabilidad** (Grado 4, las sustancias que entran en esta clasificación son cualquier sustancia líquida o gas licuado, cuyo punto de inflamación es menor que 22.8 °C y cuyo punto de ebullición es menor a 37.8 °C).

Cuando el gas L.P. se escapa de su recipiente presenta riesgos, tanto de explosión por combustión, como de incendio, este riesgo se acentúa cuando el gas L.P. se emplea en interiores en su fase líquida, ya que un galón (3.78 litros) de butano o propano líquido, produce entre 245 y 275 galones (927 a 1041 litros) de gas. Por esta razón, las normas y códigos de seguridad son muy severos respecto al empleo de gas L.P. en fase líquida.

Una vez que se ha analizado la unidad en que se maneja el gas L.P., adicionalmente se han

identificado las edificaciones existentes, así como la maquinaria y equipos base de la actividad, con este escenario productivo valorado, enseguida se han identificado aquellas áreas y/o actividades que representan un potencial riesgo durante el manejo del gas L.P., las cuales son:

1. El abastecimiento que implica la actividad de transvasado, es decir, en el paso de un recipiente a otro, como por ejemplo, de un auto tanque al tanque de almacenamiento.
2. El almacenamiento del combustible que se realizará en 1 tanque de almacenamiento tipo intemperie, cilíndrico, con capacidad de 5,000 litros, base agua, incluyendo los procedimientos de mantenimiento en las instalaciones.
3. El suministro de gas desde el tanque de almacenamiento hacia la isla para suministro a clientes, a través de un dispensador.

Estos problemas pueden ocasionarse por errores humanos o por falla en los equipos y/o accesorios del sistema de manejo, como son las válvulas de seguridad, sensores o por falla en suministro de energía eléctrica, que corte el suministro de gas durante alguna actividad de trasiego.

De acuerdo a lo anterior, se expresan las fallas más comunes en una serie de eventos que son los que podrían tener lugar durante el manejo del gas L.P., en la estación de carburación. A estos eventos se les asigna una probabilidad de ocurrencia, que puede ser alta, media, baja, hasta prácticamente improbable, esto de acuerdo a la Guía para Análisis de Riesgo del Centro de Seguridad para Procesos de *"The American Institute of Chemical Engineers"*.

Una vez asignada la probabilidad, se identifica cuáles son los eventos que tienen mayor posibilidad de ocurrencia, así como el evento que puede generar consecuencias graves, aun cuando su probabilidad de ocurrencia sea mínima.

Finalmente, se aplicarán las diferentes metodologías de evaluación, para los eventos seleccionados según se indica en el párrafo anterior.

VI.2.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Con la finalidad de continuar una secuencia lógica de identificación de situaciones de riesgo que implica el manejo de gas L.P., durante las actividades proyectadas en la estación de carburación; se han seleccionado dos métodos de identificación, con lo cual se podrá enseguida jerarquizar la probabilidad de ocurrencia y la gravedad de consecuencias, posteriormente se empleará un tercer método cuantitativo de evaluación, que consiste en un modelo matemático a través del programa ALOHA, para establecer las zonas de alto riesgo y salvaguarda, en caso de un evento; ello tendiente a complementar con posteridad, un efectivo Plan de Prevención de Accidentes en los niveles interno y externo, con la prudente comunicación de riesgos.

METODOLOGÍAS UTILIZADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, JERARQUIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS.

Sustancia	Metodología empleada en el análisis de riesgos ambientales				
	Identificación		Jerarquización	Evaluación	
	HAZOP	Análisis de Modo y Efecto de los Fallos	Matriz de Jerarquización	ALOHA	Índice DOW
Gas L.P.	X	X	X	X	X

VI.2.2.1 Descripción y aplicación del método HAZOP. (Análisis funcional de operatividad).

El método se aplica por su utilidad ya que en la estación se tomará en cuenta como unidad de proceso, el manejo del combustible.

Descripción.

El método nació en 1963 en la compañía ICI (Imperial Chemical Industries), en una época en que se aplicaba en otras áreas las técnicas de análisis crítico. Estas técnicas consistían en un análisis sistematizado de un problema a través del planteamiento y respuestas a una serie de preguntas (¿cómo?, ¿cuándo?, ¿por qué? ¿Quién?, etc.).

La aplicación de estas técnicas al diseño de una planta química nueva, puso de manifiesto una serie de puntos débiles desde el diseño de instalaciones.

El método se formalizó posteriormente y ha sido hasta ahora ampliamente utilizado en el campo químico, como una técnica particularmente apropiada a la identificación de riesgos en una instalación industrial, comercial o de servicios.

El HAZOP o AFO (Análisis Funcional de Operatividad) es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto de los parámetros normales de operación.

La característica principal del método es se realiza por un equipo multidisciplinario. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas »palabras guías».

1. Definición del área de estudio.

La primera fase del estudio HAZOP consiste en delimitar las áreas a las cuales se aplica la técnica. En una instalación, considerada como el sistema objeto de estudio, se definirán para mayor comodidad una serie de subsistemas o unidades que corresponden a entidades funcionales propias, como por ejemplo: preparación de materias primas, reacción, separación de disolventes, pudiéndose adoptar otras unidades como son el trasiego de combustibles y manejo de sustancias peligrosas.

2. Definición de los nodos.

En cada subsistema se identifican una serie de nodos o puntos claramente localizados en las operaciones o instalaciones. Ejemplos de nodos pueden ser: tubería de alimentación de una materia prima, impulsión de una bomba, superficie de un depósito, etc. Cada nodo será numerado correlativamente dentro de cada subsistema y en el sentido de proceso para mayor comodidad. La técnica HAZOP se aplica a cada punto.

Cada nodo vendrá caracterizado por unos valores determinados de las variables de proceso: presión, temperatura, caudal, nivel, composición, viscosidad, estado, etc.

Los criterios para seleccionar los nodos toman básicamente en consideración los puntos del proceso en los cuales se produzca una variación significativa de alguna variable de proceso.
Es conveniente, a efectos de la reproducibilidad de los estudios reflejar en unos esquemas simplificados (o en los propios diagramas de tuberías e instrumentación), los subsistemas considerados y la posición exacta de cada nodo y su numeración en cada subsistema.

Es de notar que por su amplio uso la técnica tiene variantes en cuanto a su utilización que se consideran igualmente válidas. Entre estas destacan, por ejemplo, la sustitución del concepto de nodo por él de tramo de tubería o la identificación nodo-equipo.

3. Definición de las desviaciones a estudiar:

Para cada nodo se planteará de forma sistemática las desviaciones de las variables de proceso aplicando a cada variable una palabra guía. En la tabla 13, se indican las principales palabras guía y su significado.

El HAZOP puede consistir en una aplicación exhaustiva de todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, descartándose durante la sesión las desviaciones que no tengan sentido para un nodo determinado. Alternativamente, se puede fijar "a priori" en una fase previa de preparación del HAZOP la lista de las desviaciones esenciales a estudiar en cada nodo. En el primer caso se garantiza la exhaustividad del método, mientras que en el segundo el estudio »más dirigido» puede resultar menos laborioso.

4. Sesiones HAZOP:

Las sesiones HAZOP tienen como objetivo inmediato analizar las desviaciones planteadas de forma ordenada y siguiendo un formato de recogida similar al propuesto; En la tabla 14 se describe el contenido de cada una de las columnas.

El documento de trabajo principal utilizado en las sesiones son los diagramas de tuberías e instrumentación aunque puedan ser necesarias consultas a otros documentos: diagramas de flujo o flow sheet, manuales de operación, especificaciones técnicas, etc.

Para plantas de proceso discontinuo, al ser secuencial el proceso, el planteamiento difiere y la reflexión tiene que llevarse a cabo para cada paso del proceso (Tabla 15).

Tabla 13. Palabras guías del HAZOP.

Palabra guía	Significado	Aplicación	Observaciones
No	Se plantea para estudiar la ausencia de la variable a la cual se aplica.	Caudal. Nivel (vaciado de un equipo)	Esta variable en algunos casos se omite ya que su efecto se contempla con la anterior.
Inverso	Analiza la inversión en el sentido de la variable.	Caudal	
Más	Se plantea para estudiar un aumento cuantitativo de la variable.	Temperatura, presión, caudal (composición constante). Nivel	
Menos	Se plantea para estudiar una disminución cuantitativa de la variable	Temperatura, presión, caudal (composición constante). Nivel	

Más Cualitativo	Estudia el aumento o presencia de un componente de una mezcla.	Caudal (mayor cantidad de un producto en una mezcla, presencia de impurezas.	
Menos cualitativo	Estudia la reducción de un componente en una mezcla.	Caudal (menor cantidad de un producto en una mezcla, alta de un componente.	Ambos términos corresponden a los originales Part of. Cambio de composición. More Than: Más componentes presentes en el sistema (vapor, sólidos, impurezas).
Otro	Estudia el cambio completo en la variable.	Caudal, (cambio completo de producto). Estado	El termino original other than) se aplica a cambios respecto de la operación normal (mantenimiento, cambio, catalizador)

Las sesiones son llevadas a cabo por un equipo de trabajo multidisciplinario.

5. Informe final.

El informe final de un HAZOP constará de los siguientes documentos:

- Esquemas simplificados con la situación y numeración de los nodos de cada subsistema.
- Formatos de recogida de las sesiones con indicación de las fechas de realización y composición del equipo de trabajo.
- Análisis de los resultados obtenidos. Se puede llevar a cabo una clasificación cualitativa de las consecuencias identificadas.
- Lista de las medidas a tomar obtenidas. Constituyen una lista preliminar que debería ser debidamente estudiada en función de otros criterios (impacto sobre el resto de la instalación, mejor solución técnica, coste, etc.) y cuando se disponga de más elementos de decisión (frecuencia del suceso y sus consecuencias).
- Lista de los sucesos iniciadores identificado.

Tabla 14. Contenido de las columnas del formato HAZOP.

COLUMNA	CONTENIDO
Causas	Describe numerando las distintas causas que pueden conducir a la desviación.
Consecuencias	Para cada una de las causas planteadas, se indican con la consiguiente correspondencia en la numeración las consecuencias asociadas.
Respuesta del sistema	Se indicarán en este caso: 1.- los mecanismos de detección de la desviación planteada según causas o consecuencias (ejemplo, alarmas). 2.- los automatismos capaces de responder a la desviación planteada según causas (ejemplo lazo de control).
Acciones a tomar	Respuestas preliminares de modificaciones a la instalación en vista a la gravedad de la consecuencia identificada o a una desprotección flagrante de la instalación.
Comentarios	Observaciones que complementan o apoyan algunos de los elementos reflejados en las anteriores columnas.

Tabla 15. Formato de recogida del HAZOP (proceso discontinuo).

Planta: Unidad: Subsistema:									
Nodo	Operación	Palabra guía	Desviación de la variable	Posible causa	Consecuencia	señalización	Actuaciones	Acción requerida	observaciones

Ámbito de aplicación.

El método encuentra su utilidad, principalmente, en instalaciones de proceso de relativa complejidad, o en áreas de almacenamiento con equipos de regulación o diversidad de tipos de trasiego.

Es particularmente provechosa su aplicación en plantas nuevas porque puede poner de manifiesto fallos de diseño, construcción, etc. que han podido pasar desapercibidos en la fase de concepción. Por otra parte, las modificaciones que puedan surgir del estudio pueden ser más fácilmente incorporadas al diseño.

Aunque el método esté enfocado básicamente a identificar sucesos iniciadores relativos a la operación de la instalación, por su propia esencia, también puede ser utilizado para sucesos iniciadores externos a la misma.

Recursos necesarios.

La característica principal de la técnica es que se realiza en equipo, en sesiones de trabajo a cargo de un coordinador. El equipo de trabajo debe estar compuesto, como mínimo, por:

Responsable de proceso.
Responsable de la operación de la estación.
Responsable de seguridad.
Responsable del mantenimiento.
Coordinador.

Adicionalmente se puede recurrir a consultas puntuales a técnicos de otras áreas. En una planta en fase de diseño se completará el equipo con un responsable del diseño, uno de proyecto y el futuro responsable de la puesta en marcha.

Las personas que toman parte en las sesiones deberán de ser personas:

- Muy conocedoras de la instalación y expertas en su campo.
- Dispuestas a participar activamente.

No es necesario que tengan un conocimiento previo del método en sí.

Una de las personas que formen parte del equipo de trabajo tendrá encomendada la labor de trascripción de las sesiones de forma precisa y lo más completa posible. Deberá tener capacidad de síntesis y un buen conocimiento tanto de la instalación como del método.

Destaca en el método el papel del coordinador quien conduce las sesiones. Deberá de ser una persona:

- Relativamente «objetiva».
- Con un buen conocimiento del método.
- Con amplia experiencia industrial.
- Con capacidad de organización (debe potenciar la participación de todos los presentes, cortar disquisiciones improductivas, estimular la imaginación, favorecer un ambiente de colaboración y competencia «sanos», etc.).

En promedio se podría evaluar en tres horas el tiempo de dedicación necesario para cada nodo a estudiar repartidas en partes iguales en:

- Preparación.
- Sesión.
- Revisión y análisis de resultados.

Siendo las actividades primera y última las realizadas por el coordinador.

APLICACIÓN DEL MÉTODO PARA LA ESTACIÓN DE CARBURACIÓN.

Para la identificación de los riesgos en las áreas de proceso y almacenamiento de gas, se empleó la metodología de Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP), en la cual se integra la metodología para sistemáticamente revisar el diseño, operación de la instalación y su proceso, para identificar la ocurrencia potencial de impactos hacia el personal, las propiedades o el medio ambiente. La metodología se empleó de acuerdo a sus propias especificaciones, incluyendo no solo las acciones establecidas por la instalación en cada una de las áreas analizadas; sino también las acciones

recomendadas y orientadas a instalar o en su caso mejorar los dispositivos que actualmente se tienen previstos para el control o prevención de cualquier eventualidad.

Para la ejecución de la metodología HAZOP se emplearán palabras guías específicas, que al combinarse con los principales parámetros de operación se estima cualitativamente el riesgo operativo y/o ambiental de la instalación que conforma el sistema.

Para jerarquizar los eventos de riesgo en base a sus probabilidades de ocurrencia de recurrió al uso de la técnica de cuantificación de riesgos en su parte 1, basada en el Análisis de Modos de Falla y Efecto (FMEA), publicada por la Institución de Ingenieros Eléctricos en su boletín No. 26ª de septiembre del 2004.

Se trata de una técnica analítica que explora los efectos causados por fallos o malfuncionamiento de los componentes individuales de un sistema.

En principio debe definirse el sistema a considerarse o analizar en este caso con las operaciones de manejo de gas en las cuales se ha identificado un punto o nodo de riesgo. Luego se deben considerar algunos principios base a manera de preguntas como:

¿Cómo puede fallar cada componente o parte de operaciones?	Se ha determinado en base a la determinación de los nodos.
¿Cuáles pueden ser las causas de que los fallos?	Se identifican al aplicar el método HAZOP
¿Cuáles pueden ser las consecuencias en caso de ocurrir los fallos?	Se identifican al aplicar el método HAZOP
¿Qué tan graves pueden ser esos fallos?	Se determina al aplicar el FMEA
¿Cómo se puede detectar cada modo de fallo?	En base a las características de la actividad (volumen de flujo, operaciones, equipos de seguridad, etc.)
¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia?	Se recurre a la tabla de probabilidades del FMEA

Con las anteriores bases es posible determinar el nivel de riesgo:

RIESGO =PROBABILIDAD DEL FALLO * LAS CONSECUENCIAS (SEVERIDAD).

De tal manera que el riesgo queda simplificado al obtener un nivel del mismo, para su determinación, sin embargo, es necesario contar con experiencia previa o un análisis histórico de las estadísticas que determinan cuales son las probabilidades de que ocurra un determinado caso, de tal manera que la técnica se auxilia de los criterios de severidad de consecuencias y probabilidades tal como se ha señala a continuación.

- Determinación de Niveles de Riesgo y probabilidad.

El proceso para determinar Niveles de Riesgos es el siguiente:

1. Si sale mal, cuán serio será? (**consecuencia**).
2. Cuál es la probabilidad de que salga mal? (**probabilidad**).

El Nivel de Riesgo es una combinación de estos dos criterios.

- Consecuencias.

Al analizar las consecuencias, deben entrar en consideración los siguientes factores:

Seguridad. Lesiones a personas, grado de las mismas, e.j. fatal, mayor, menor.

Ambientales. Pérdida de contención, grado del mismo, e.j. mayor, serio, menor.

Operativas. Daño a las instalaciones, y grado del mismo, e.j. pérdida total, mayor, menor.

A continuación, el cuadro 5- *Consecuencias*; Muestra las descripciones de las consecuencias con un valor numérico asignado (el valor más alto no siempre será aplicado):

Cuadro 5: Consecuencias.

Valor	Descripción	Seguridad Pérdida de vida	Medio Ambiente Pérdida de contención	Operativo Pérdida de planta o equipo
5	Catastrófico	Múltiples muertes.	Pérdida mayor de contención con escapes severos al ambiente.	Pérdida de activos. Abandono de recipientes. Pérdida de estructura.
4	Severo	Posibles muertes. Múltiples heridas severas.	Pérdida de contención con escapes severos al ambiente.	Daño severo a los activos / pérdida de operaciones.
3	Significante	Posibles heridas severas. Múltiples heridas menores.	Pérdida de contención con escapes significantes al ambiente.	Daño significante a equipos / retraso de varios días en las operaciones.
2	Menor	Posibles heridas menores.	Pérdida de contención con escapes menores al ambiente.	Daño menor a equipos / retraso hasta un día en las operaciones.
1	Insignificante	Improbables heridas personales	Pérdida de contención sin escape al ambiente.	Daño menor a equipos / No hay retraso en las operaciones.

Como podemos observar, los criterios de consecuencias toman en cuenta factores como:

- Seguridad y salud o integridad de las personas.
- Ambiente.
- Costos de operación y mantenimiento.
- Tiempo promedio para reparar.

- Probabilidad.

Al juzgar la probabilidad, (posibilidad de que algo salga mal) los factores en el cuadro 6 (*Probabilidades),* debe ser considerado en función al daño hipotético.

Cuadro 6. Probabilidades.

Valor	Descripción	Definición
5	Frecuente (10^{-1})	Un evento común que es probable que ocurra una vez por año o más.
4	Probable (10^{-2})	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
3	Posible (10^{-3})	Un evento probable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
2	Poco probable (10^{-4})	Un evento improbable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
1	Altamente improbable (10^{-5})	Un evento posible pero nunca experimentado. Hay extremadamente remotas posibilidades de que ocurra.

- Nivel de Riesgo.

El Nivel de Riesgo es el producto de la consecuencia, multiplicada por la probabilidad. El resultado es un valor de 1 a 25, que se puede observar en el cuadro *7 - Matriz de Nivel de Riesgo.*

Cuadro 7: Matriz de nivel de riesgo.

↓ Consecuencia					
5 Catastrófico	5	10	15	20	25
4 Severo	4	8	12	16	20
3 Significante	3	6	9	12	15
2 Menor	2	4	6	8	10
1 Insignificante	1	2	3	4	5
Probabilidad →	1 Altamente Improbable	2 Improbable	3 Posible	4 Probable	5 Frecuente

Luego de determinar el Nivel de Riesgo y adoptar las medidas necesarias para reducirlos, el proceso deberá reiterarse, obteniendo una evaluación de Riesgo Residual.

Riesgo residual. Se considera como tal al nivel de riesgo evaluado para el proceso o actividad de las instalaciones, más las medidas que se tienen disponibles o aquellas que será necesario adoptar.

El Riesgo Residual para cada acción deberá ser menor que el previamente calculado. Si éste no es el caso, el estudio deberá ser revisado.

- Criterios de Aceptabilidad.

Los riesgos son categorizados como altos, medios o bajos, dependiendo del valor obtenido al multiplicar consecuencia por probabilidad. Cuanto más bajo es el valor obtenido, más alto el riesgo de aceptabilidad para el riesgo.

La aceptabilidad para las categorías de riesgos es explicada en el cuadro *8 - Criterios de Aceptabilidad.*

Cuadro 8. Criterio de Aceptabilidad.

15-25	**ALTO RIESGO.** Las operaciones no deben continuar. Se deben desarrollar métodos alternativos para la reducción de riesgos.
8-12	**MEDIO RIESGO.** Pueden ser necesarias algunas consideraciones. Recomendación de aplicación de medidas de reducción de riesgos y/o planes de contingencias.
1-6	**BAJO RIESGO.** Las operaciones pueden continuar sin mayores controles. Considerar relaciones costo beneficio que se puedan alcanzar.

Con las consideraciones anteriores se seleccionan los equipos, líneas de procesos u otros que se desean evaluar, llenando los formatos o cédulas apropiadas para tener un seguimiento ordenado de las evaluaciones.

Para la aplicación de dicha metodología se consideran que los principales riesgos potenciales de la instalación se encuentran localizados en áreas específicas y dadas las operaciones a efectuar en la estación de carburación, se consideran las siguientes áreas/actividades, como nodos a evaluar para la instalación.

Tabla 16. Nodos a evaluar para la estación de carburación de gas L.P., en el km 20+000 de la carretera Pátzcuaro-Morelia, de la zona Suburbana de Pátzcuaro, Michoacán.

NODO	DESCRIPCIÓN
01	Recepción de gas L.P. de auto-tanque en toma de abasto en tanque de almacenamiento (válvula de llenado), de 1 1/4" de Ø para gas-líquido y toma de 1" de Ø para gas-vapor a 5 kg/cm^2.
02	Envío de gas L.P. desde área del auto tanque de abasto al tanque de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 1 3/8" de Ø, a una presión de 5 kg/cm^2.
03	Almacenamiento de gas L.P., un tanque cilíndrico horizontal de 4.96 m de longitud y 1.168 m de Ø y con capacidad de diseño de 5,000 lt, base agua.
04	Envío de gas L.P. del tanque de almacenamiento a la isleta de la toma de carburación para suministro de 19 mm de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 19 mm de Ø, a una presión de 3 kg/cm^2.

Se emplearán palabras guías específicas, que al combinarse con los principales parámetros de operación se estima cualitativamente el riesgo operativo y/o ambiental.

Los indicadores considerados para efectuar el análisis de riesgo empleando la metodología; serán los empleados comúnmente de acuerdo al tipo de actividades y entre ellos se encuentran los siguientes: Presión, Corrosión, Flujo, Temperatura, Nivel, Instrumentación, etc.

Las hojas de trabajo para la realización de análisis de riesgo empleando la metodología HAZOP se muestran a continuación:

ESTACIÓN DE CARBURACIÓN EN EL KM 20+000 CARRETERA PÁTZCUARO-MORELIA. (ZONA SUBURBANA DE PÁTZCUARO).
Nodo/Paso: 1.- Recepción de gas L.P. de auto-tanque en toma de abasto a tanque de almacenamiento de 32 mm de Ø para gas-líquido a 5 kg/cm².

#	Nodo/Paso	Parámetro	Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Salvaguarda	C	P	Recomendación
1	1.- Recepción de gas L.P. de auto-tanque en toma de abasto directa del tanque de almacenamiento de 32mm de Ø para gas-líquido a 5 kg/cm² de presión.	Flujo Intención: Recepción de gas L.P. a 5 kg/cm² de presión	No	No hay flujo	Cierre de válvulas de alimentación de las líneas de llegada.	No hay alimentación de gas L.P. y posible incremento de presión en las líneas de descarga del auto-tanque.	Procedimiento operativo de la instalación y capacitación al personal operativo de la estación.	2	2	Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación.
2	1.- Recepción de gas L.P. de auto-tanque en toma de abasto directa del tanque de almacenamiento de 32 mm de Ø para gas-líquido a 5 kg/cm² de presión.	Flujo Intención: Recepción de gas L.P. a 5 kg/cm² de presión	Menos	Menos flujo	Mala conexión accidental de la línea de descarga del auto-tanque.	Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Acoplador de llenado para líquido y vapor en tomas de recepción.	2	2	Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación.
3	1.- Recepción de gas L.P. de auto-tanque en toma de abasto directa del tanque de almacenamiento de 32 mm de Ø para gas-líquido a 5 kg/cm² de presión.	Presión Intención: Recepción de gas L.P. a 5 kg/cm² de presión	Menos	Menor Presión	Fuga de gas por poro en tuberías de 1" de Ø de llegada o en accesorio de la toma de abasto al tanque.	Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	No hay salvaguarda	2	2	Instalación de indicadores de presión en isleta de recepción de gas. Instalación de equipos anti chispa. Efectividad del Sistema de tierras.

4	1.- Recepción de gas L.P. de auto-tanque en toma de abasto directa del tanque de almacenamiento de 32 mm de Ø para gas-líquido a 5 kg/cm² de presión.	Presión Intención: Recepción de gas L.P a 5 kg/cm² de presión	Más	Mayor presión	Incremento de la presión por cierre de válvulas de alimentación a tanque de almacenamiento de gas L.P.	Se registra mayor presión en la manguera que va de auto tanque al tanque estacionario.	Revisar procedimientos de abasto al tanque	3	2	Instalación de indicadores de presión en isleta de recepción de gas. Inspección periódica de válvulas de relevo hidrostáticas.

ESTACIÓN DE CARBURACIÓN EN EL KM 20+000 CARRETERA PÁTZCUARO-MORELIA. (ZONA SUBURBANA DE PÁTZCUARO).
Nodo/Paso: 2.- Envío de gas L.P. desde el área de auto tanque de abasto a la válvula de llenado del tanque de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 32 mm de Ø, a una presión de 5 kg/cm².

#	Nodo/Paso	Parámetro	Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Salvaguarda	C	P	Recomendación
1	2.- Envío de gas L.P. desde el área de auto tanque de abasto a la válvula de abasto al tanque de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 32 mm de Ø, a una presión de 5 kg/cm².	Flujo Intención: Envío de gas L.P. a tanque de almacenamiento por línea de 32 mm de Ø, a una presión de 5 kg/cm²	No	No hay flujo	Problema operativo en la toma de abasto al tanque.	No hay alimentación de gas L.P. al tanque de almacenamiento de gas L.P.	No hay salvaguarda	2	2	Verificar condiciones de operación de la toma de abasto al tanque.

2	2.- Envío de gas L.P. desde el área de auto tanque de abasto a la válvula de abasto al tanque de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 32 mm de Ø, a una presión de 5 kg/cm^2.	Flujo Intención: Envío de gas L.P. a tanque de almacenamiento por línea de 32 mm de Ø, a una presión de 5 kg/cm^2	Menos	Menos flujo	Fuga de gas L.P. debido a una perforación o ruptura por golpe en las líneas expuestas de 1 ¼ y 2" de Ø, de alimentación a tanque de almacenamiento	Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión	Tubería en trinchera de concreto con rejilla metálica	2	2	Identificación de la tubería expuesta. Instalación de guardas de protección para tubería expuesta cercana a áreas de circulación de vehículos o maquinaria móvil
3	2.- Envío de gas L.P. desde el área de auto tanque de abasto a la válvula de abasto al tanque de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 32 mm de Ø, a una presión de 5 kg/cm^2.	Flujo Intención: Envío de gas L.P. a tanque de almacenamiento por línea de 32 mm de Ø, a una presión de 5 kg/cm^2	Retro-ceso	Flujo inverso	Falla en la operación de la bomba	Retroceso en el flujo de gas en las líneas de 1" y 1 ¼" de Ø de alimentación a tanque de almacenamiento.	No hay salvaguarda	2	2	Instalación de Válvulas check para evitar retrocesos
4	2.- Envío de gas L.P. desde el área de auto tanque de abasto a la válvula de abasto al tanque de almacenamiento de gas, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 32 mm de Ø, a una presión de 5 kg/cm^2.	Flujo Intención: Envío de gas L.P. a tanque de almacenamiento por línea de 32 mm de Ø, a una presión de 5 kg/cm^2	Menos	Menor Presión	Fuga de gas por poro en las líneas o conectores flexibles de 1" y 1 ¼" de Ø, de alimentación a tanque de almacenamiento.	Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión	Protección anticorrosiva	2	2	Instalación de indicadores de presión en áreas específicas. Inspección periódica de líneas. Rigor en el programa de mantenimiento a la protección anticorrosiva.

ESTACIÓN DE CARBURACIÓN EN EL KM 20+0 CARRETERA PÁTZCUARO-MORELIA. (ZONA SUBURBANA DE PÁTZCUARO) **Nodo/Paso:** 3.- Almacenamiento de gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal de 4.73 m de longitud y 1.18 m de Ø y con capacidad de 5,000 lt.										
#	Nodo/Paso	Parámetro	Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Salvaguarda	C	P	Recomendación
1	3.- Almacenamiento de gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal de 4.73 m de longitud y 1.18 m de Ø y con capacidad de 5,000 lt.	Flujo Intención: Almacenar gas L.P. en el tanque.	Mas	Mas flujo	Falla en la operación de la bomba del auto tanque.	Incremento en el flujo de llenado del tanque de almacenamiento de gas L.P.	1 Válvula de exceso de flujo para gas-líquido 1 Válvula para exceso de flujo gas vapor	2	2	Mantenimiento a válvulas de exceso de flujo.
2	3.- Almacenamiento de gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal de 4.73 m de longitud y 1.18 m de Ø y con capacidad de 5,000 lt.	Flujo Intención: Almacenar gas L.P. en el tanque.	Más	Más presión	Sobrellenado del tanque de almacenamiento de gas L.P.	Liberación de gas L.P. a través de válvulas de seguridad.	1 Válvulas de máximo llenado, al 90 %	2	2	Inspección de la integridad del tanque a través de pruebas de espesores y costuras en soldadura.
3	3.- Almacenamiento de gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal de 4.73 m de longitud y 1.18 m de Ø y con capacidad de 5,000 lt.	Flujo Intención: Almacenar gas L.P. en el tanque.	Menos	Menos Nivel	Fuga de gas L.P. por instrumento, poro o fisura en el cuerpo del tanque de almacenamiento de gas L.P.	Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión	Sistema contra incendio. Medidor magnético para nivel de gas-liquido	2	2	Aplicación del programa de mantenimiento preventivo y correctivo a tanque y accesorios. Instalación de equipos anti chispa. Efectividad del Sistema de tierras.
4	3.- Almacenamiento de gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal de 4.73 m de longitud y 1.18 m de Ø y con capacidad de 5,000 lt.	Flujo Intención: Almacenar gas L.P. en el tanque.	Más	Mayor nivel	Omisión al revisar el nivel del líquido en el tanque de almacenamiento de gas L.P.	Sobrellenado del tanque de almacenamiento	Indicador de nivel magnético 1 Válvulas de máximo llenado en el tanque al 90 %	2	2	Asignar como prioritaria la revisión del nivel del tanque de almacenamiento.

ESTACIÓN DE CARBURACIÓN EN EL KM 20+0 CARRETERA PÁTZCUARO-MORELIA. (ZONA SUBURBANA DE PÁTZCUARO)

Nodo/Paso: 4.- Envío de gas L.P. del tanque de almacenamiento a la toma de carburación para suministro de 1" de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 19 mm de Ø, a una presión de 3 kg/cm².

#	Nodo/Paso	Parámetro	Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	Salvaguarda	C	P	Recomendación
1	4.- Envío de gas L.P. de tanque de almacenamiento a la toma de carburación para suministro 1" de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 19 mm de Ø, a una presión de 3 kg/cm².	Flujo Intención: Transferir el gas L.P. a la toma de carburación para Abasto de vehículos, a una presión de 3 kg/cm².	Menos	Menos flujo	Mala conexión accidental de la toma de suministro de carburación para Abasto de 1" de Ø	Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Acoplador de llenado para líquido y vapor en tomas de suministro.	2	2	Verificar condiciones y procedimientos de operación de la instalación. Instalación de equipos anti chispa. Efectividad del Sistema de tierras.
2	4.- Envío de gas L.P. de tanque de almacenamiento a la toma de carburación para suministro 1" de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 19 mm de Ø, a una presión de 3 kg/cm².	Flujo Intención: Transferir el gas L.P. a la toma de carburación para Abasto de vehículos, a una presión de 3 kg/cm².	Menos	Menos flujo	Fuga de gas por poro en tubería de 1" y 1 ¼" de Ø de llegada o en accesorio de la isleta de toma de carburación para Abasto	Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Tuberías dentro de especificación. Programa de mantenimiento a tuberías. Medidor de flujo.	2	2	Inspección preventiva de las tuberías y accesorios de la toma de suministro de gas L.P. Instalación de equipos anti chispa. Efectividad del Sistema de tierras.
3	4.- Envío de gas L.P. de tanque de almacenamiento a la toma de carburación para suministro 1" de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 19 mm de Ø, a una presión de 3 kg/cm².	Presión Intención: Transferir el gas L.P. a la toma de carburación para Abasto de vehículos, a una presión de 3 kg/cm².	Más	Más presión	Incremento de la presión por cierre de válvulas de alimentación en vehículos.	Se registra mayor presión de gas L.P. en líneas de suministro de carburación para Abasto	Válvula de relevo hidrostática	2	2	Mantenimiento a válvula de relevo hidrostática

4	4.- Envío de gas L.P. de tanque de almacenamiento a la toma de carburación para suministro 1" de Ø, a través de tuberías de acero cédula 40, sin costura de 19 mm de Ø, a una presión de 3 kg/cm^2.	Corrosión Intención: Transferir el gas L.P. a la toma de carburación para Abasto de vehículos, a una presión de 3 kg/cm^2.	Más	Más corrosión interna	Termino de la vida útil de la tubería	Mayor probabilidad de fugas por tubería en mal estado	Programa de mantenimiento	2	2	Inspección rigurosa de tuberías de suministro de gas L.P.

Resultado de la aplicación del método HAZOP y jerarquización utilizando la matriz de riesgo.

En base al análisis HAZOP elaborado, se identificaron y clasificaron las situaciones de riesgo para cada actividad previamente definida; de lo observado en este análisis, se determinó que se encontraron riesgos clasificados con un grado de aceptación, por el bajo riesgo en 15 sucesos del total evaluados (valor de 4), el cual indica que los mismos se aceptan considerando las condiciones actuales, es decir las condiciones operativas desde el diseño indican que serán aceptables, mediante la implantación efectiva de las medidas de seguridad que se señalan en la memoria técnica descriptiva, uno de los eventos identificados resulto con valor de 6, ya que se estimaron consecuencias significantes, por daños en equipos del mismo tanque y paro de operaciones durante días, se considera que el escape al ambiente del gas es significante (de acuerdo a la matriz de riesgo), en caso de darse este peligro.

De cualquier manera, se procederá a evaluar los riesgos identificados mediante el programa ALOHA; con lo cual podremos conocer las potenciales consecuencias, en caso de presentarse algunos eventos de los que fueron identificados y determinar si las distancias propuestas al interior de la estación y con respecto al entorno, son adecuadas para salvaguardar instalaciones en el exterior, bienes de terceros, centros de reunión y el ambiente.

Es preciso mencionar que los riesgos determinados, están basados en la suposición de la existencia de errores humanos o fallas derivadas de falta de aplicación de procedimientos de seguridad y en menor grado por una falla de las propias actividades (falta de aplicación en los procedimientos); estas situaciones pueden ocurrir de acuerdo con la estimación de probabilidad, sin embargo tomando en cuenta los resultados, y a sabiendas que la empresa consideró aquellas bases de diseño constructivo para la actividad propuesta y que el equipo utilizado en sus operaciones cumple con especificaciones del fabricante referente a la seguridad y operabilidad, además de contar con la debida planeación para instaurar los programas, procedimientos y equipos de seguridad orientados a la prevención de peligros; se tiene que es posible reducir al mínimo la ocurrencia de dichos eventos.

RESULTADOS DE LA CALIFICACIÓN DE RIESGOS (TABLAS DE RESULTADOS).

EMPRESA: GAS AGRA, S.A. DE C.V.
ANÁLISIS DE RIESGO Y OPERATIVIDAD.
INSTALACIÓN: ESTACIÓN DE CARBURACIÓN EN EL KM 20+000 CARRETERA PÁTZCUARO-MORELIA, MUNICIPIO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN.
ACTIVIDAD GENERAL: MANEJO DE GAS L.P.

CONSECUENCIA	SALVAGUARDA	C	P	NIVEL DE RIESGO
No hay alimentación de gas L.P. y posible incremento de presión en las líneas de descarga del carro tanque.	Procedimiento operativo de la instalación y capacitación al personal operativo de la Estación.	2	2	4
Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Acoplador de llenado para líquido y vapor en toma de abasto.	2	2	4
Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	No hay salvaguarda	2	2	4
Se registra mayor presión en línea de alimentación a tanque de almacenamiento por sobrellenado debido a error humano al no verificar nivel y sobrecargar el recipiente (no abre válvula de seguridad automática).	Válvula de relevo hidrostática en líneas de recepción	3	2	6
No hay alimentación de gas L.P. desde línea de auto tanque al tanque de almacenamiento de gas L.P. por ruptura de manguera y fuga	Procedimientos de corte de abasto.	2	2	4
Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión, por desacople de manguera.	Tubería en trinchera de concreto con rejilla metálica	2	2	4
Retroceso en el flujo de gas en la línea de 1 ¼" de Ø de alimentación a tanque de almacenamiento.	Procedimientos de corte de abasto.	2	2	4
Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión, debido a fallo en válvula que sale del tanque de almacenamiento	Protección anticorrosiva	2	2	4
Incremento en el flujo de llenado de los tanque de almacenamiento de gas L.P.	1 Válvula de exceso de flujo para gas-líquido 1 Válvula para exceso de flujo gas-vapor	2	2	4
Liberación de gas L.P. a través de válvulas de seguridad.	1 Válvulas de máximo llenado, al 90 %	2	2	4
Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Sistema contra incendio. Medidor magnético para nivel de gas-liquido.	2	2	4
Sobrellenado del tanque de almacenamiento.	Indicador de nivel magnético 1 Válvulas de máximo llenado en el tanque al 90%	2	2	4
Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Acoplador de llenado para líquido y vapor en tomas de suministro.	2	2	4
Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Tuberías dentro de especificación. Programa de mantenimiento a tuberías. Medidor de flujo.	2	2	4
Se registra mayor presión de gas L.P. en líneas de suministro de carburación.	Válvula de relevo hidrostática.	2	2	4
Mayor probabilidad de fugas por tubería en mal estado.	Programa de mantenimiento.	2	2	4

El mayor riesgo identificado sería por fuga de gas en la manguera que abastece al tanque estacionario de la estación, dado que no se habría abierto la válvula de llenado en tanque y si se abrió la del auto-tanque, situación que recarga la manguera y por sobrepresión se da ruptura y emisión de gas.

Los restantes eventos identificados suponen un fallo en instrumental de seguridad; fallo operativo al momento de suministrar gas, con ruptura de manguera o por desacople accidental de mangueras, ya sea durante el abasto al tanque estacionario o durante el suministro a clientes, lo que ocasiona que se dé una emisión de gas de bajo volumen, ya que existen controles eléctricos para detener flujo y supervisión de las operaciones, así como revisión del programa de mantenimiento para asegurar su aplicación.

Finalmente; las operaciones cotidianas en la estación, al involucran al factor humano, en el transvase desde un sistema móvil a uno fijo, que es del auto-tanque al tanque fijo y de éste al sistema de suministro a la toma de carburación, donde los riesgos son reducidos, de acuerdo a los resultados obtenidos.

De acuerdo a los objetivos del presente estudio se recurrió al uso de un simulador (ALOHA), para la evaluación de consecuencias, de los eventos antes descritos. Lo anterior con el fin de establecer las actividades o acciones adicionales por parte de la empresa, con el fin de reducir aún más los riesgos de ocurrencia de dichos eventos.

Al evaluar los resultados obtenidos al aplicar esta metodología, se obtiene como conclusión que se trata de riesgos aceptables, siempre y cuando se sigan los controles previstos, que incluyen el mantenimiento de instalaciones y equipos, supervisión de operaciones y programación de pruebas de hermeticidad en tanque de almacenamiento, complementariamente habrá de efectuarse un plan de prevención de incidentes y accidentes, una vez que entre en operación la estación.

IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.

POSIBLE ORIGEN	TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD
FALLAS DE CONTENCIÓN EN:		
Red de Tuberías (Tuberías, Conexiones y Uniones).	Fuga Incendio Explosión	Muy baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Tanque de Almacenamiento	Fuga Incendio Explosión	Extremadamente baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Mangueras de Recepción del Gas.	Fuga Incendio Explosión	Baja Muy baja Prácticamente improbable
FALLAS DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO:		
Bomba	Fuga Incendio Explosión	Baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Válvulas	Fuga Incendio Explosión	Muy baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
FALLAS POR ERRORES HUMANOS:		
Diseño y Construcción (NOM-003-SEDG-2004 y las demás relacionadas)	Fuga Incendio Explosión	Extremadamente baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Operaciones de Recepción y Carburación.	Fuga Incendio Explosión	Baja Muy baja Prácticamente improbable
Mantenimiento de equipos e instalaciones de la estación.	Fuga Incendio Explosión	Baja Muy baja Muy baja
FALLAS POR EVENTOS EXTERNOS:		
Condiciones Climatológicas Extremas.	Fuga Incendio Explosión	Prácticamente improbable Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Temblores.	Fuga Incendio Explosión	Muy baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Accidentes cercanos Vandalismo sabotajes	Fuga Incendio Explosión	Extremadamente baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable

Análisis de modo y efecto de los fallos, FMEA.

Corresponde al acrónimo anglosajón del "Failure Mode and Effects Analysis". Una descripción de una aplicación completa del método se incluye en el artículo de King y Rudd publicado en el AIChE J. (American Institute of Chemical Engineers Journal) en 1971.

Descripción.

Este método consiste en la tabulación de los equipos y sistemas de instalaciones donde se manejan sustancias químicas, estableciendo las diferentes posibilidades de fallo y las diversas influencias (efectos) de cada uno de ellos en el conjunto del sistema o de la Estación.

Los fallos que se consideran son, típicamente, las situaciones de anormalidad tales como:

- Abierto cuando normalmente deba estar cerrado.
- Cerrado cuando normalmente deba estar abierto.
- Marcha cuando normalmente deba estar parado.
- Paro cuando normalmente deba estar en marcha.
- Fugas cuando normalmente deba ser estanco.
- Otros.

Los efectos son el resultado de la consideración de cada uno de los fallos identificados individualmente sobre el conjunto de los sistemas o de la Estación. El método FMEA establece finalmente, qué fallos individuales pueden afectar directamente o contribuir de manera acumulada al desarrollo de accidentes mayores en la estación.

Este método no considera los errores humanos directamente, sino su consecuencia inmediata de mala operación o situación de un componente o sistema. Tampoco establece las diferentes combinaciones de fallos de equipos o secuencias de los mismos que pueden llegar a provocar un accidente final de mayores consecuencias.

El FMEA es un método cualitativo que establece una lista de fallos, sistemática, con sus consiguientes efectos y puede ser de fácil aplicación para cambios en el diseño o modificaciones de la Estación.

Ámbito de aplicación.

El método FMEA puede ser utilizado en las etapas de diseño, construcción y operación.

En la etapa de diseño es útil para la identificación de protecciones adicionales, que puedan ser fácilmente incorporados para la mejora de equipos y sistemas.

En la etapa de construcción puede ser utilizado para una evaluación de modificaciones que puedan surgir por cambios inducidos en campo.

En período de operación el FMEA es útil para la evaluación de fallos individuales que puedan inducir a accidentes potenciales.

Su uso puede ser, con limitaciones, alternativo a un HAZOP, aunque encuentre su mayor aplicación como fase previa a la elaboración de árboles de fallos, ya que permite un buen conocimiento de los sistemas.

Recursos necesarios.

Normalmente, el método FMEA puede llevarse a cabo por un equipo de dos analistas que conozcan perfectamente las funciones de cada equipo o sistema, así como la influencia de estas funciones en el resto de la línea o proceso. Para sistemas complejos, el número de analistas deberá ser incrementado en función de la complejidad y especialidades a ser cubiertas. Para garantizar la efectividad del método, debe disponerse de:

Lista de equipos y sistemas.

- Conocimiento de las funciones de los equipos.
- Conocimiento de las funciones de los sistemas y la Estación.

La dedicación ya se ha comentado que es proporcional a la complejidad, y es muy poco significativo intentar establecer un índice promedio de dedicación.

Es posible incluir en la última columna de la tabla de trabajo lo que se denomina índice de gravedad, que representa mediante una escala del 1 al 4 un valor que describe la gravedad de los posibles efectos detectados.

El valor 1 representaría un suceso sin efectos adversos; el 2 efectos que no requieren paro del sistema; el 3 riesgos de cierta importancia que requieran paro y el 4 peligro inmediato para el personal e instalaciones, por lo que se requiere paro de emergencia.

En este caso, el análisis se denomina Análisis del Modo de Fallos, Efectos y Criticidad, FMECA (AMFEC). En la tabla siguiente, se presenta el análisis realizado por esta metodología en la descarga de auto tanques y en la carga a vehículos particulares.

Tabla 17. Análisis del Modo de Fallo, Efectos y Criticidad.

Fecha: 06 de mayo del 2015.			Página: 1		De: 1
Estación: km 20+000 carretera Pátzcuaro-Morelia. Sistema: Almacenamiento y suministro de gas L.P.			Analista: Ing. Ángel Juárez Medina Referencia: Estación de carburación.		
Identificación del elemento	Designación	Modo de fallo	Detección	Efectos	Índice de gravedad
1	Manguera flexible	Agujereada	Visual	Fuga ¿Incendio?	2
		Taponada-aplastada	Visual	Falta o reducción de caudal	2
		Tipo equivocado.	Visual (marcas)	Corrosión, rotura o contaminación	2
2	Manguera de suministro	Con fisura.	Visual	Fuga	2
		No corta válvula Pull-a-Way (punto de ruptura)	Visual	Escape	2
		Aplastada por el vehículo	Visual	Reducción de flujo y mayor presión	2

c. MÉTODOS SEMICUANTITATIVOS.

ÍNDICES DE RIESGO.

Los índices de riesgo son métodos de evaluación de peligros semicuantitativos directos y relativamente simples que dan como resultado una clasificación relativa del riesgo asociado a un establecimiento industrial o a partes del mismo. No se utilizan para estimar riesgos individuales, sino que proporcionan valores numéricos que permiten identificar áreas o instalaciones de un establecimiento industrial en las que existirá un riesgo potencial y valora su nivel de riesgo. Sobre estas áreas o instalaciones, puede realizarse posteriormente un análisis más detallado del riesgo mediante otros métodos generalizados.

Los métodos desarrollados de mayor difusión a nivel internacional son dos:

- Índice de Dow de incendio y explosión
- Índice de Mond

Se entiende por métodos de evaluación de riesgo semicuantitativos, aquellos que sin llegar al detalle y rigor de una evaluación cuantitativa del riesgo, suponen un avance hacia ello desde los métodos cualitativos, en el sentido que son métodos que dan como resultado una clasificación relativa del riesgo asociado a una planta química o a partes de la misma.

Los métodos desarrollados en este sentido y que son de mayor difusión y conocimiento general son los denominados «Índice de DOW de fuego y explosión» y el «Índice de Mond».

El primero de ellos fue desarrollado por la compañía Dow Chemical y el segundo por el grupo ICI-Imperial Chemical Industries PLC.

Ambos métodos se basan en la asignación de penalizaciones y/o bonificaciones a las instalaciones de una Estación.

- Las penalizaciones son asignadas en función de las sustancias presentes y las condiciones de proceso.
- Las bonificaciones tienen en cuenta las instalaciones de seguridad que pueden mitigar o prevenir los efectos accidentales.

La combinación de ambas lleva a la determinación del índice con el que se afecta una determinada parte de la instalación, pudiendo examinar, a la vista de estos índices, la importancia relativa de las partes estudiadas en función del riesgo asociado.

Para comprender mejor la aplicación del Índice DOW, se procede a su descripción:

Índice de Dow de incendio y explosión.

Con el título original de DOW's Fire & Explosion Index, publicado por primera vez en 1966, llegó a su sexta edición en el año 1987, en el que se incorpora por primera vez una penalización específica a los productos tóxicos.

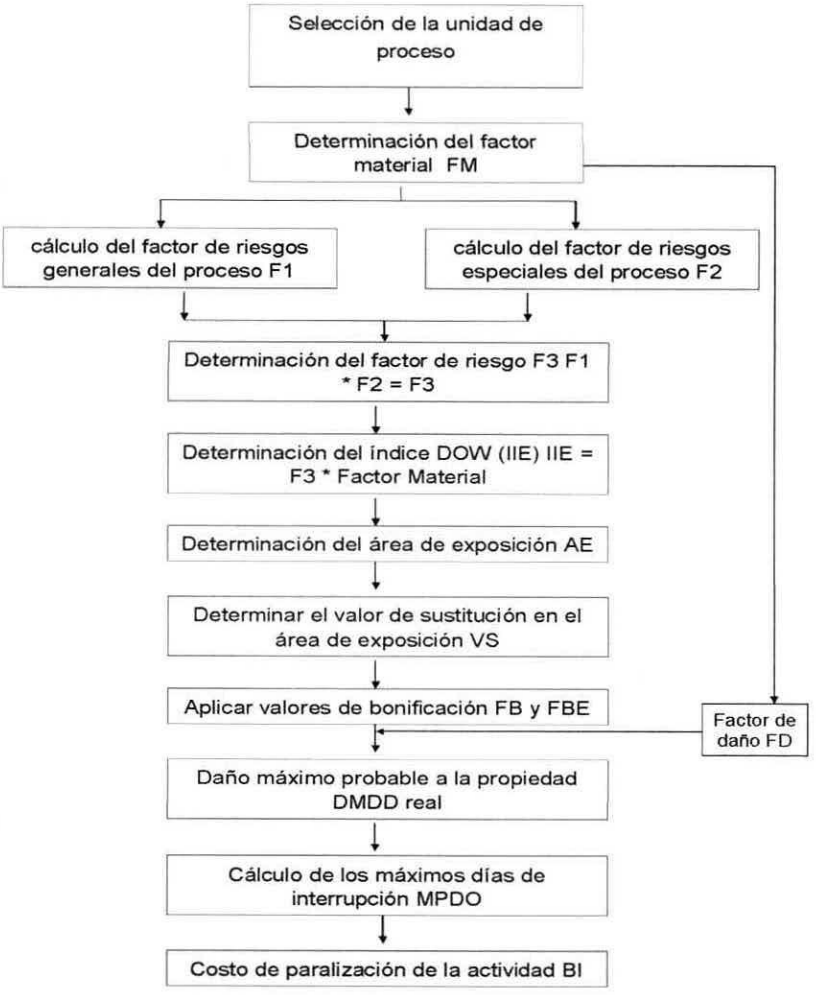
Con los principios básicos que se comentarán a continuación, y ya apuntados en el preámbulo de este capítulo, las ediciones sucesivas han ido acumulando las experiencias adquiridas en las aplicaciones del método.

En estas líneas por ejemplo, la sexta edición incluye, entre otras, la novedad de considerar la toxicidad de los productos como una posible complicación en las respuestas frente a emergencias.

Descripción.

El método se desarrolla siguiendo las etapas que a continuación se comentarán brevemente y que se exponen de forma gráfica y resumida en la figura siguiente:

Figura 29. Procedimiento para calcular el índice DOW.
Fuente: DOW's Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide. Sexta edición 1987.



METODO DOW PROCEDIMIENTO DE CALCULO

A. Dividir las instalaciones en estudio en «unidades de proceso» para cada una de las cuales se determinará su «Índice de Incendio y Explosión>> (IIE) (ver Índice de Incendio y Explosión).
B. Determinar el <<Factor de Material>> (FM) para cada Unidad (ver Factor de Material).
C. Evaluar los factores de riesgo, considerando las condiciones generales de proceso (reacciones exotérmicas o endotérmicas, transporte de material, accesos, etc.) (F1) y los riesgos específicos del proceso/producto tóxico peligroso, operación en vacío, operación dentro o cerca del rango de inflamabilidad, y otra (F2) (ver Factores de Riesgo).
D. Calcular el «Factor de Riesgo» (F3) y el «Factor de Daño» (FD) para cada unidad determinada en a).

E. Determinar los Índices de Incendio y Explosión (IIE) y el Área de Exposición para cada Unidad de Proceso seleccionada (AE) (ver Índice de Incendio y Explosión).
F. Calcular el valor de sustitución del equipo en el área de exposición (VS) (ver Índice de Incendio y Explosión).
G. Calcular el Daño Máximo Probable a la Propiedad (MPPD) (1), tanto básico como real, por consideración de los factores de bonificación (FB y FBE) (ver índice de Incendio y Explosión y ver Factores de Bonificación).
H. Determinar los Máximos Días de Interrupción (MPDO) (2) y los costes por Paralización de la Actividad (B1) (3) en estos días (ver Factores de Bonificación (MPDO)).

(1) Se ha mantenido la sigla original del manual de aplicación del método correspondiente a Maximum Probable Property Damage.
(2) Se ha mantenido la sigla original del manual de aplicación del método correspondiente a Maximum Probable Days Outage.
(3) Se ha mantenido la sigla original del manual de aplicación del método correspondiente a Business Interruption.

Para tener una idea básica de los parámetros que el desarrollo del Índice de DOW obliga a considerar, se estudia con un mínimo de detalle el contenido de cada una de las etapas indicadas anteriormente. Como consideración general, no se pretende en este punto sustituir el contenido de las Guías de Aplicación del índice de DOW, que son claras y precisas para la aplicación del método.

Unidades de proceso.

Las instalaciones en estudio se dividen en «Unidades de Proceso» que pueden consistir en equipos individuales de proceso (columnas, reactores, tanque, etc.) o líneas de proceso que presenten condiciones operatorias semejantes y con implicación de las mismas sustancias.

El criterio básico de adopción para seleccionar estas unidades será, por un lado, el nivel de detalle del estudio pretendido y, por otro, la homogeneidad necesaria que permita la aplicación correcta del método.

Factor de Material.

Es el denominado «Material Factor» (FM) en la versión original y da una medida de la intensidad de liberación de energía de una sustancia o mezcla de las mismas.

Este valor es un índice variable de 1 a 40, y el método facilita la forma de determinarlo directamente para una lista de más de 300 sustancias, así como los criterios para determinar el correspondiente a sustancias no incluidas en la lista o las mezclas de multicomponentes, o la

corrección necesaria en caso de operación a temperaturas diferentes de la temperatura ambiente.

Factores de Riesgo.

Para tener en cuenta las especiales condiciones de proceso que modifiquen el riesgo de las instalaciones en estudio se consideran dos tipos de «Factores» de riesgo:

I. Factor de Riesgos Generales del Proceso (General Process Hazards) (F1).

II. Factor de Riesgos Especiales del Proceso (Special Process Hazards) (F2).

Ambos suponen unas penalidades a aplicar al FM, que tienen en cuenta los siguientes aspectos:

F1: Reacciones exotérmicas (ligeramente exotérmicas, moderadamente exotérmicas, exotérmicas con control crítico, exotérmicas particularmente sensibles).

- Procesos endotérmicos (calcinación, electrólisis, pirolisis).
- Transferencia de producto (carga o descarga de sustancias altamente inflamables, mezcla, introducción de aire, atmósferas no inertes, etc.).
- Condiciones de ventilación (filtros, manipulación en locales cerrados, ventilaciones mecánicas).
- Condiciones de acceso a las áreas de proceso.
- Características de los sistemas de drenaje y de control de derrames (cubetos, distancias de tanque a instalaciones y otros).

F2: Toxicidad de las sustancias, considerada como complicación adicional en caso de intervención en emergencias, no desde el punto de vista de seguridad e higiene ni medioambiental.

- Operación en presiones inferiores a la atmosférica (por posible entrada de aire y formación de atmósferas inflamables o explosivas).
- Operación en temperaturas cercanas al punto de inflamabilidad.
- Presencia de polvos explosivos.
- Sistemas de alivio de presión y presiones de operación.
- Bajas temperaturas.
- Cantidades de sustancias inflamables o inestables.
- Corrosión y erosión.
- Condiciones de estanqueidad (juntas, sellos, empaquetaduras).
- Utilización de generadores de calor con combustión (generadores de fluido térmico y otros).
- Equipos rotativos (compresores, bombas, agitadores).
- Calentadores con llama directa.

Determinados los valores de F1 y F2, se calcula el Factor de Riesgo (Unit Hazard Factor) F3, por el producto entre ambos: F3 = F1. F2

Donde:

F1: Factor de riesgos generales del proceso.

F2: Factor de riesgos especiales.

F3: Factor de riesgo.

Índice de Incendio y Explosión.

El valor del Índice DOW de Incendio y Explosión, se calcula mediante la siguiente expresión:

IIE = FM. F3

Donde:

FM: Factor de material.

F3: Factor de riesgo.

IIE: Índice de Incendio y Explosión.

Según el valor calculado para este índice, y a través del proceso que facilita la propia Guía, se determina el Radio (RE) o Área de Exposición (AE) que representaría, o daría una idea de la parte afectada por un incendio o una explosión generada en la Unidad de Proceso estudiada.

Paralelamente, y en función del Factor de Material (FM) y del Factor de Riesgo (F3) se determina, asimismo, el denominado Factor de Daño (FD). El valor de sustitución (VS) se puede calcular de acuerdo con:

VS = Valor de la instalación x 0.82 x FE

Donde:

FE es el factor de escalado, relación del área afectada o de exposición (AE) con respecto del área total de la instalación.

El Factor de Daño (FD), unido a la consideración del Radio de Exposición (RE), proporciona el Máximo Daño Probable a la Propiedad (MPPD).

Factores de Bonificación.

Hasta aquí se han considerado todos los factores (material y riesgos) que en algún aspecto incrementan el riesgo global de la Estación y a través de ellos se ha determinado el Máximo Daño Probable a la Propiedad.

Una interpretación de este valor podría ser el considerar que sería el daño producido cuando fallasen absolutamente todas las medidas de prevención y protección existentes en una instalación industrial.

El hecho es que estas instalaciones existen y, por lo tanto, el estudio de la realidad debe considerarlas. Por ello, una vez determinados todos los valores de riesgo, se introducen los Factores de Bonificación que tienen tres aspectos principales:

C1: por control de proceso

C2: por aislamiento material

C3: por protección contra el fuego

Brevemente, estos factores consideran:

C1: Energía de emergencia, refrigeración, control de explosiones, paro de emergencia, control por ordenador, disponibilidad de gas inerte, procedimientos de operación, programas de revisión de procesos y operaciones.

C2: Válvulas de control remoto, drenajes, enclavamientos, tanque para vertidos de emergencia.

C3: Detectores, protección de estructuras, tanque de doble pared, suministro de agua contra incendios, sistemas especiales (Halón, CO_2, detectores de humos y de llama), rociadores, cortinas de agua, espuma contra incendios, extintores manuales, protección de cables eléctricos y de instrumentación.

Los factores C1, C2 y C3 siempre poseen valores menores que la unidad y variables desde 0,74 a 0,99.

El Factor de Bonificación FB se obtiene como producto de los valores anteriormente citados.

FB = Cl x C2 x C3

Partiendo de este valor se calcula el factor de bonificación efectivo (FBE) recurriendo a la gráfica correspondiente del manual. Con este valor se puede corregir el MPPD (Daño Máximo Probable a la Propiedad), para obtener el valor real:

MPPD (real) = MPPD x FBE

Con este valor se puede obtener, recurriendo a la gráfica correspondiente del manual, el MPDO o número de días de interrupción de la actividad que supondría un accidente en la instalación en una situación real (considerando los sistemas de seguridad de la misma).

Por último con este valor y el valor de la producción mensual (expresado en unidades monetarias) se calcula el coste asociado a la interrupción de la actividad industrial, BI, durante estos días de acuerdo con:

$$\frac{MPDO}{30} \times VPM \times 0{,}7 = BI$$

Donde:

VPM: es el valor de la producción mensual.

MPDO: número de días máximos probables de interrupción de la actividad.

Ámbito de aplicación.

El índice de Incendio y Explosión encuentra su empleo como método de clasificación previa principalmente en grandes unidades o complejos (refinerías, complejos petroquímicos con varias unidades) en orden a identificar las áreas con mayor riesgo potencial, a las que se deben aplicar otro tipo de técnicas de identificación y cuantificación de riesgos.

Recursos necesarios.

Para el correcto desarrollo de la metodología expuesta, es imprescindible la siguiente documentación:

- Planos de implantación de la unidad.
- Diagrama de flujo.
- Diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID).
- Hojas de especificaciones de equipos.
- Guía de cálculo del índice DOW de Fuego y Explosión (actualmente en su sexta edición).

En función del gran número de parámetros que hay que manejar, y en función, asimismo, del número de unidades que el analista vaya a definir como objeto de estudio, puede ser recomendable la utilización de un sistema informático de apoyo.

Para la aplicación del método es necesario el conocimiento detallado de la mencionada Guía, así como el apoyo de personal cualificado conocedor de las condiciones de proceso y físicas de las instalaciones en estudio.

Soportes informáticos.

Existen modelos informáticos que facilitan y aceleran la elaboración del Índice de Incendio y Explosión evitando los posibles errores en la consulta de las numerosas tablas y gráficos. Un ejemplo de este tipo de programa lo constituye el modelo ALOHA.

Ventajas/Inconvenientes.

Como se ha comentado inicialmente, la aplicación del método permitirá una ordenación, en función del riesgo asociado, de las unidades en que se haya dividido la instalación.

El método puede ser de gran utilidad como paso previo para centrar la atención del analista en las unidades más críticas del proceso y decidir posteriormente las que deban ser analizadas con mayor profundidad.

En cualquier caso, es conveniente no confundir la exactitud con la que el índice de DOW facilita valores tales como el Área de Exposición o el Máximo Daño a la Propiedad, con los valores que pueden determinarse por aplicación de herramientas mucho más complejas y avanzadas, como pueden ser los modelos de simulación y vulnerabilidad.

- Resultados del cálculo de índice DOW para la estación de carburación en proyecto:

EMPRESA	PLANTA/AREA		UNIDAD O SECCIÓN DE PROCESO		FECHA
GAS AGRA, S.A. DE C.V.	P_PATZCUARO		ESTACIÓN DE CARBURACIÓN		08/05/2015
KM 20+0 CARR A URUAPAN	MATERIALES Y PROCESO		MANEJO DE GAS L.P.		
MATERIAL EN LA UNIDAD DE PROCESO O ACTIVIDAD					
OPERACIÓN ANALIZADA	RECEPCIÓN	X	ALMACENAMIENTO X	SUMINISTRO X	
CATALIZADORES		SOLVENTES			
FACTOR MATERIAL (TABLA 1) ·	VALOR DE FM=	19	MATERIAL CLAVE		VALOR
1.- RIESGOS GENERALES DE PROCESO			1.- PATIO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO (0.50)		
BASE DEL FACTOR		1.00	2.- DERRAMES Y FALLA DE PURGA (0.30)		0.30
A) REACCIÓN EXOTERMICA (0.30 A 1.25)			3.- OPERACIONES EN RANGO INFLAMABLE (0.80)		
B) PROCESO ENDOTERMICO (0.20 A 0.40)			4.- DESCARGA DE PIPAS Y AUTOTANQUES (0.40)		
C) MANEJO DE MATERIALES (0.25 A 1.05)		0.25	D) POLVOS EXPLOSIVOS (0.25 A 2.0)		
D) PROCESO BAJO TECHO (0.25 A 0.90)			E) PRESIÓN		0.20
E) ACCESO A EQUIPO DE EMERGENCIA (0.35)			F) BAJA TEMPERATURA (0.20 A 0.30)		
F) CONTROL DE FUGAS Y DRENAJES (0.25 A 0.50)			G) MATERIAL TÓXICO. (0.2 A 0.8)		0.10
SUMA DE FACTORES POR R.G.P.	F_1=	1.25	G1) CANTIDAD DE MATERIAL		
2.- RIESGOS ESPECIALES DE PROCESO			1.- MATERIALES EN PROCESO		
BASE DEL FACTOR		1.00	2.- LIQUIDOS O GASES EN ALMACENAMIENTO.		0.30
A) TEMPERATURA DE PROCESO (USE SOLO UNA)			3.- SOLIDOS ALMACENADOS/POLVOS EN PROCESO		
1.- SOBRE PUNTO DE FLAMA (0.30)			H) CORROSION Y EROSION (0.10 A 0.75)		0.10
2.- SOBRE PUNTO DE EBULLICIÓN (0.60)		0.00	I) FUGAS DE JUNTAS Y EMPAQUES (0.10 A 0.75)		
3.- SOBRE PUNTO DE AUTOIGNICIÓN			J) EQUIPO CALENTADO CON FUEGO DIRECTO		
B) BAJA PRESIÓN SUBATMOSFERICA (0.50)			K) CALENTAMIENTO CON ACEITE (0.15 A 1.15)		
C) OPERACIÓN CERCA DEL LIMITE INFLAMABLE			L) EQUIPO ROTATORIO (0.50)		
			SUMA DE FACTORES POR R.E.P.	F_2=	2.00
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD F1x F2 = F3 F3=		2.50	INDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSION FM x F3 = IFE=		47.50
CORRECCIÓN POR MEDIDAS DE SEGURIDAD					
1.- CONTROL DE PROCESO			D) INTERLOCK (0.96)		0.96
A) ENERGIA DE EMERGENCIA (0.97)			PRODUCTO DE FACTORES POR CONFINAMIENTO	C_2=	0.96
B) ENFRIAMIENTO (0.95 A 0.98)			3.- PROTECCION CONTRA INCENDIOS		
C) CONTROL DE EXPLOSIONES (0.75 A 0.96)			A) DETECCIÓN DE FUGAS (0.90 A 0.97)		
D) PARO DE EMERGENCIA (0.94 A 0.98)		0.94	B) ACERO ESTRUCTURAL (0.92 A 0.97)		
E) CONTROL POR COMPUTADORA (0.89 A 0.98)			C) TANQUES SUBTERRANEOS (0.75 A 0.85)		
F) GAS INERTE (0.90 A 0.94)			D) SUMINISTRO DE AGUA (0.90 A 0.95)		0.90
G) PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN (0.86 A 0.96)		0.90	E) SISTEMAS ESPECIALES (0.85 A 0.97)		
H) REVISIÓN DE REACTIVOS QUÍMICOS (0.85 A 0.96)			F) SISTEMAS DE ROCIADORES ((0.60 A 0.90)		0.90
PRODUCTO DE FACTORES POR C.P.	C_1=	0.85	G) CORTINAS DE AGUA (0.95 A 0.97)		
2.- AISLAMIENTO DE MATERIALES			H) ESPUMA (0.87 A 0.90)		
A) VALVULAS DE CONTROL REMOTO (0.94 A 0.98)		0.94	I) EXTINGUIDORES Y MONITORES (0.92 A 0.97)		0.94
B) CARGA Y DESCARGA (0.85 A 0.95)		0.90	J) PROTECCIÓN A LINEAS ELECTRICAS (0.90 A 0.96)		0.92
C) SISTEMAS DE DRENAJES (0.85 A 0.95)		0.00	PRODUCTO DE FACTORES POR P.C.I.	C_3=	0.70
PRODUCTO DE FACTORES DE SEGURIDAD C1 x C2 x C3		0.57	REDUCCIÓN DEL INDICE DOW PARA FUEGO Y EXPLOSIÓN		27.02
SUMARIO DE ANÁLISIS DE RIESGOS					
A1) INDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSIÓN (F3*FM)		47.50	C) DMPP BASE (A3 x B)	$	
A2) RADIO DE EXPOSICIÓN	42 pies	13 metros	D) FACTOR DE SEGURIDAD DEFINITIVO		
A3)VALOR DEL ÁREA DE EXPOSICIÓN)	$		E) DMPP CORREGIDO (CxD)	$	
B) FACTOR DEL DAÑO			F) M D P F O	DIAS	

IV.3 DETERMINAR LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN, A TRAVÉS DE APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS DE SIMULACIÓN, DEL O LOS EVENTOS MÁXIMOS PROBABLES DE RIESGO, IDENTIFICADOS EN EL PUNTO 6.2, E INCLUIR LA MEMORIA DE CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS GASTOS, VOLÚMENES Y TIEMPOS DE FUGA UTILIZADOS EN LAS SIMULACIONES, DEBIENDO JUSTIFICAR Y SUSTENTAR TODOS Y CADA UNO DE LOS DATOS EMPLEADOS EN DICHAS DETERMINACIONES.

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.

Se entiende por análisis de consecuencias la evaluación cuantitativa de la evolución espacial y temporal de las variables físicas representativas de los fenómenos peligrosos en los que intervienen sustancias peligrosas, y sus posibles efectos sobre las personas, el medio ambiente y los bienes, con el fin de estimar la naturaleza y magnitud del daño.

Los análisis de consecuencias estudian los diferentes tipos de accidentes potenciales en establecimientos industriales que pueden producir fenómenos peligrosos para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales. Los tipos de accidentes potenciales seleccionados a partir de un correcto análisis e identificación de riesgos, son los siguientes:

a) Fugas o derrames incontrolados de sustancias peligrosas: líquidos o gases en depósitos y líneas.
b) Evaporación de líquidos derramados.
c) Dispersión de nubes de gases, vapores y aerosoles.
d) Incendios de charco o "Pool Fire".
e) Dardos de fuego o "Jet Fire".
f) Deflagraciones no confinadas de nubes de gases inflamables o "UVCE".
g) Estallido de depósitos o "BLEVE".
h) Explosiones físicas y/o químicas.
i) Vertido accidental al medio ambiente de sustancias contaminantes, procedente de fugas o derrames incontrolados.

Normalmente, un accidente de estas características se produce a partir de algún suceso menor que trae como consecuencia la pérdida de estanqueidad de algún recipiente, depósito o tubería que contiene alguna sustancia, lo que produce la fuga o derrame de esta sustancia al exterior.

También es posible un incendio previo o simultáneo a una fuga o incluso, una explosión previa a la fuga o al incendio. No obstante, en la mayoría de los casos el primer suceso consiste en una fuga incontrolada de producto.

En el caso del gas L.P. un derrame líquido, se vaporiza total o parcialmente, según cuál sea el volumen de acuerdo su temperatura respecto a su punto de ebullición y ésta respecto al ambiente. En el caso de que reste alguna fracción en fase líquida, ésta se extiende al mismo tiempo que se evapora con más o menos intensidad según que su temperatura sea inferior o superior a la del sustrato sobre el que se extiende.

Si consideramos además que se trata de un líquido inflamable, existirá la posibilidad de que, por encontrarse una fuente de ignición en las proximidades del punto de fuga, se produzca un incendio del charco. Si éste es de grandes proporciones, provoca un flujo de calor radiante peligroso hasta distancias apreciables. También se producen grandes cantidades de humo y productos tóxicos y contaminantes.

Si el incendio envuelve o rodea un depósito que contenga algún líquido inflamable bajo presión y dura el tiempo suficiente, puede ocasionar una explosión por expansión de vapor del líquido en ebullición, conocida como BLEVE según su acrónimo en inglés. La rotura catastrófica de un depósito provocando la fuga masiva de una sustancia inflamable, puede originar lo que se denomina bola de fuego, en el caso de que se produzca la ignición de la misma. Por otra parte, una BLEVE genera una serie de proyectiles de todas dimensiones, procedentes del depósito siniestrado que pueden causar graves daños en el entorno si las distancias de seguridad son demasiado pequeñas o las protecciones inadecuadas.

De igual manera al vaporizarse el gas L.P., la nube de gas se diluye en el aire existente, haciendo que en determinados instantes y zonas existan mezclas de combustible y comburente en condiciones de efectuar la combustión. Si en una de estas zonas se encuentra un punto de ignición, puede desprenderse la cantidad de calor necesaria para acelerar la velocidad de combustión de forma que se produzca una explosión, denominada explosión de vapor no confinada o UVCE en su acrónimo inglés. También es posible si la cantidad premezclada es muy grande, que se produzca una llamarada o "flash fire", sin efectos explosivos, pero con una intensa radiación.

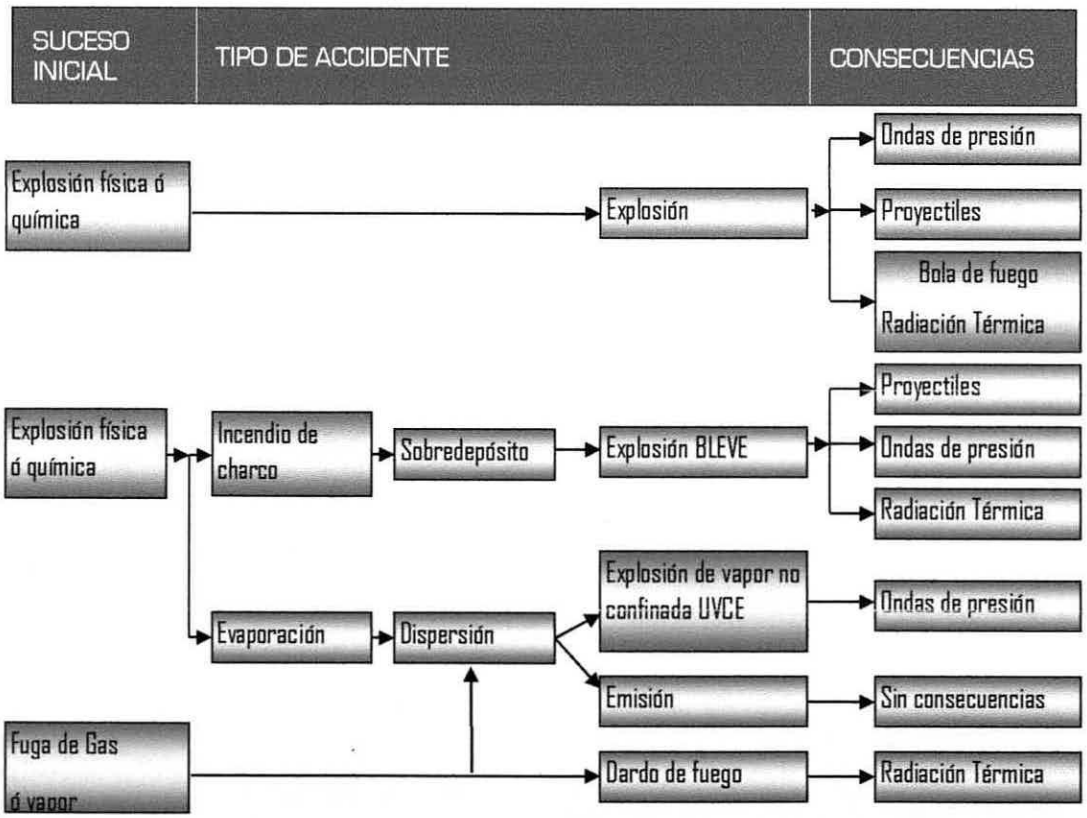
También puede presentarse una fuga a alta presión en tanque o tubería de gas, produciéndose un chorro o fuga inercial que ocupa una larga zona muy limitada transversalmente, con concentraciones de la sustancia progresivamente decrecientes al alejarse del origen de la fuga,

por lo que si se produce su ignición se forma un dardo de fuego o "jet fire" análogo a un soplete de grandes dimensiones, aunque de alcance limitado.

Además de todo esto, existe la posibilidad de que todos estos fenómenos afecten, no solo a los elementos vulnerables exteriores; también otros tanques, tuberías o equipos de la instalación siniestrada (en este caso no existen), por lo que no existe el riesgo, de una concatenación de sucesos con la propagación sucesiva de consecuencias es lo que se denomina efecto dominó.

Todo este conjunto de accidentes posibles a partir de una fuga de gas vapor o gas líquido se representa en el esquema de sucesos y consecuencias siguiente:

Figura 30. Análisis de Consecuencias.



La finalidad de este análisis es proporcionar las adecuadas herramientas y métodos matemáticos para la correcta determinación de las consecuencias de los accidentes que se pueden producir durante el manejo de gas L.P.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS USANDO EL MODELO ALOHA.

Para cada escenario (fuga de gas sin incendio, fuga de gas con incendio y BLEVE), se realizaron sus respectivas simulaciones con el software ALOHA® recreando un escenario normal en el área en cuanto a las características atmosféricas.

El modelo ALOHA® (*Aereal Locations of Hazardous Atmospheres*), es un modelo de dispersión aérea desarrollado por la *United States Environmental Protection Agency* (EPA) y por la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

Este modelo puede usarse para predecir el movimiento y dispersión de gases. Predice concentraciones de contaminantes que fluyen a favor del viento desde una fuente de derrame o fuga, tomando en consideración las características físicas del material derramado o fugado. ALOHA® también da cuenta de algunas de las características del sitio del derrame, las condiciones meteorológicas, y las circunstancias de la fuga.

ALOHA® modela la dispersión de una nube de gas contaminante en la atmósfera y presenta un diagrama que muestra una visión desde arriba de la zona en que predice que las concentraciones de gas alcanzarán niveles peligrosos.

El diagrama se llama la huella de la nube. Para obtener el trazo de una huella, primero hay que identificar una concentración límite de una sustancia contaminante aérea, usualmente aquella concentración por encima de la cual el gas puede representar un riesgo para la gente o para las instalaciones. Este valor se llama nivel de preocupación (level of concernation). La huella representa una zona de riesgo, mostrando una o más áreas donde los peligros por toxicidad, flamabilidad, radiación térmica o sobrepresión, dentro de la cual predice que la concentración a ras de suelo de un gas contaminante excederán de su nivel de preocupación en algún momento después de empezar una descarga.

ALOHA® despliega las zonas de riesgo en colores; rojo, naranja y amarillo. El perímetro rojo representa el peor riesgo y el naranja y amarillo las zonas donde decrece este riesgo. ALOHA® modela tres categorías de peligros: Dispersión de Gases Tóxicos, Fuegos y Explosiones.

Nuestro interés radica en conocer las distancias a las cuales existen consecuencias por elevados niveles de radiación y sobrepresión básicamente; para ello se imitan los escenarios semejantes a

los probables que pueden ocurrir dentro de una estación de carburación con las características que se pretende construir y con los volúmenes de gas que normalmente encontraríamos en la estación.

En primer término describiremos el evento identificado y probable; donde incluiremos las condiciones meteorológicas más comunes (estabilidad de la zona), para posteriormente presentar los resultados de manera gráfica.

Los resultados obtenidos usando el simulador ALOHA, se muestran a continuación:

EVENTO 1. Se supone que ocurre una fuga a partir de una apertura en una válvula del tanque de almacenamiento la cual abre por sobrepresión y/o sobrellenado o mal funcionamiento.

SITE DATA:

Location: PATZCUARO, MICHOACAN
Building Air Exchanges Per Hour: 8 (user specified)
Time: Mayo 5, 2015: 10:00 hours DST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE 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: -47.2° C
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 meters/second from W at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 20° C Stability Class: B
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

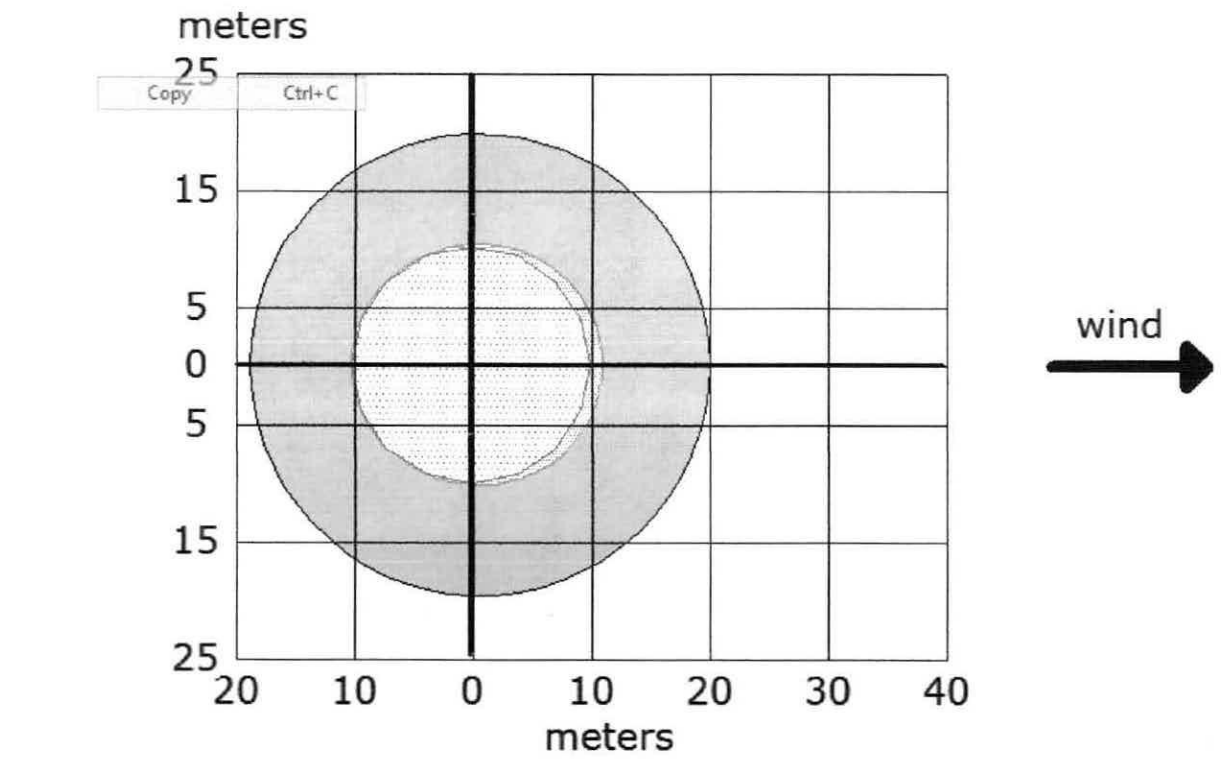
Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 1.16 meters Tank Length: 4.86 meters
Tank Volume: 5.14 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
Chemical Mass in Tank: 1100 kilograms
Tank is 41% full
Circular Opening Diameter: 0.5 inches
Opening is 1.13 meters from tank bottom
Max Flame Length: 5 meters Burn Duration: 43 minutes

Max Burn Rate: 49.9 kilograms/min
Total Amount Burned: 909 kilograms
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red: 10 meters – (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 11 meters – (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 20 meters – (1.4 kW/(sq m))

GRAFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN EN TORNO AL SITIO DE FUGA.



EVENTO 2 No me Identifica el evento a Simular

SITE DATA:

Location: PATZCUARO, MICHOACAN
Building Air Exchanges Per Hour: 8 (user specified)
Time: Mayo 5, 2015: 11:00 hours DST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE 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: -47.2° C
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 meters/second from W at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 20° C Stability Class: B
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 1.16 meters Tank Length: 4.86 meters
Tank Volume: 5.14 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
Chemical Mass in Tank: 1 tons Tank is 33% full
Circular Opening Diameter: 0.25 inches
Opening is 1.05 meters from tank bottom
Max Flame Length: 2 meters
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Burn Rate: 12.5 kilograms/min
Total Amount Burned: 633 kilograms
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red: less than 10 meters (10.9 yards) – (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: less than 10 meters (10.9 yards) – (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: less than 10 meters (10.9 yards) – (1.4 kW/(sq m))

EVENTO 3 No me Identifica el evento a Simular

SITE DATA:

Location: PATZCUARO, MICHOACAN
Building Air Exchanges Per Hour: 8 (user specified)
Time: Mayo 5, 2015; 13:30 hours DST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE 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: -47.2° C
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 meters/second from W at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 20° C Stability Class: B
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

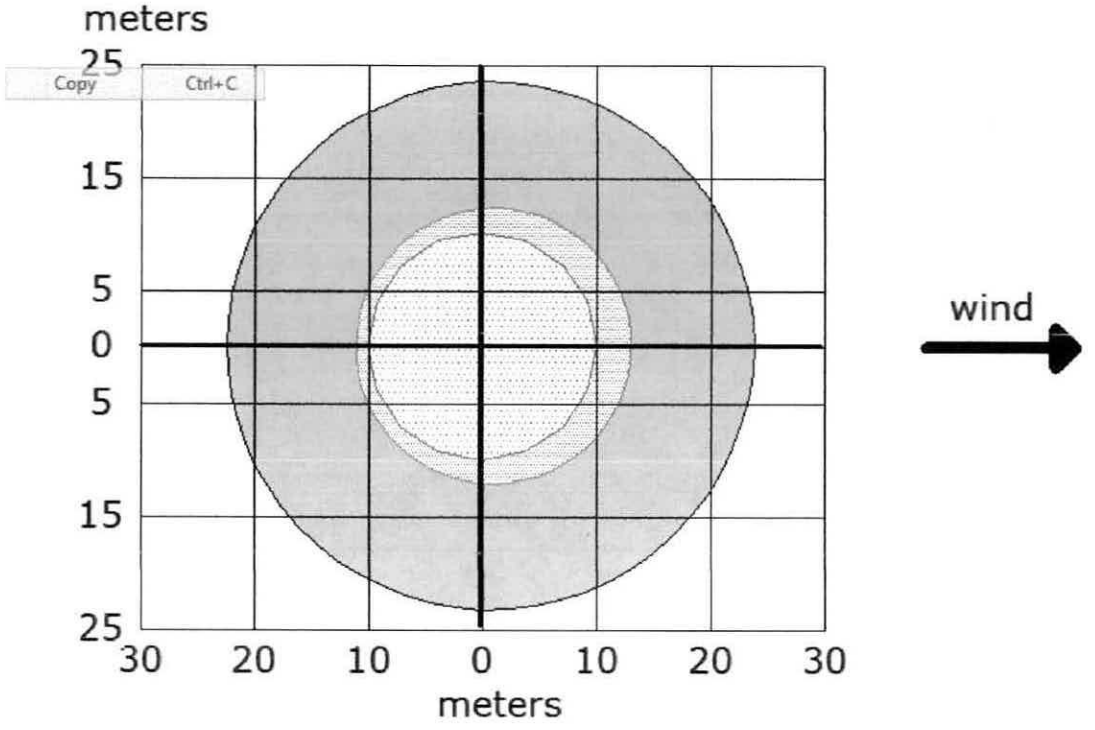
SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 1.16 meters Tank Length: 4.86 meters
Tank Volume: 5.14 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
Chemical Mass in Tank: 800 kilograms
Tank is 29% full
Circular Opening Diameter: 0.5 inches
Opening is 1.13 meters from tank bottom
Max Flame Length: 6 meters Burn Duration: 34 minutes
Max Burn Rate: 71.2 kilograms/min
Total Amount Burned: 608 kilograms
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red: 10 meters – (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 13 meters – (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 24 meters – (1.4 kW/(sq m))

GRAFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN EN TORNO AL SITIO DE FUGA.



EVENTO 4 No me identifica el evento a Simular

SITE DATA:

Location: PATZCUARO, MICHOACAN
Building Air Exchanges Per Hour: 8 (user specified)
Time: Mayo 5, 2015; 16:00 hours DST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE 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: -47.2° C
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: 1.0 meters/second from W at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 20° C Stability Class: A
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

Justificar porque esta utilizando Velocidad del viento diferente y estabilidad diferente

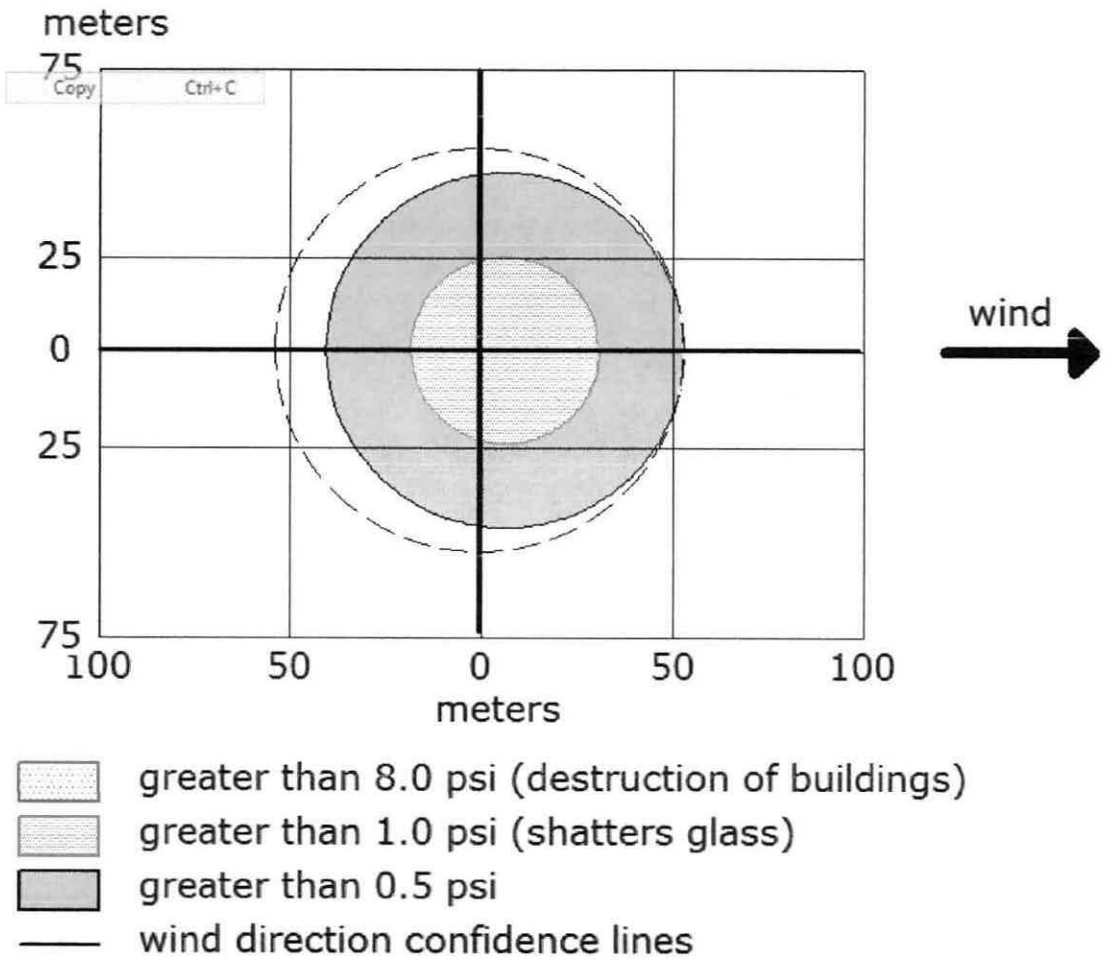
SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 20 pounds/min Source Height: 0
Release Duration: 10 minutes
Release Rate: 9.07 kilograms/min
Total Amount Released: 90.7 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
Type of Ignition: ignited by spark or flame
Level of Congestion: congested
Model Run: Heavy Gas
Red: LOC was never exceeded – (8.0 psi = destruction of buildings)
Orange: 32 meters – (1.0 psi = shatters glass)
Yellow: 54 meters – (0.5 psi)

GRAFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN EN TORNO AL SITIO DE FUGA.



EVENTO 5 No me Identifica el ~~evento~~ a Simular

SITE DATA:

Location: PATZCUARO, MICHOACAN
Building Air Exchanges Per Hour: 8 (user specified)
Time: Mayo 5, 2015; 16:30 hours DST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE 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: -47.2° C
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 meters/second from W at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 20° C Stability Class: B
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

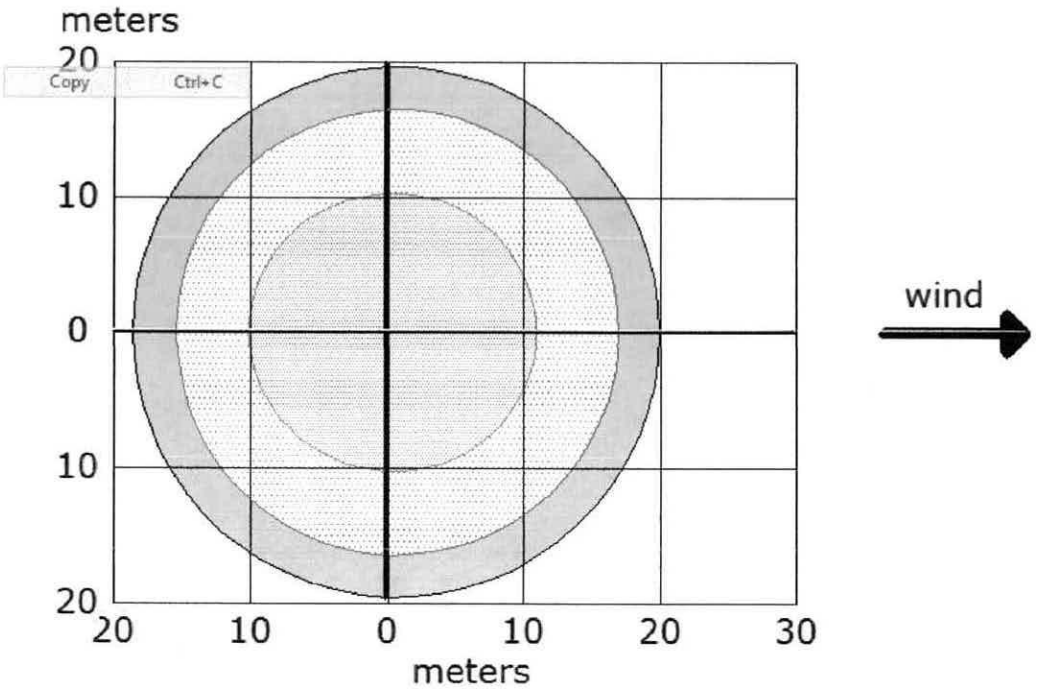
SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 1.16 meters Tank Length: 4.86 meters
Tank Volume: 5.14 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
Chemical Mass in Tank: 400 kilograms
Tank is 16% full
Circular Opening Diameter: 0.5 inches
Opening is 1.10 meters from tank bottom
Max Flame Length: 5 meters Burn Duration: 29 minutes
Max Burn Rate: 49.9 kilograms/min
Total Amount Burned: 211 kilograms
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red: 17 meters – (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
Orange: 11 meters – (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 20 meters – (1.4 kW/(sq m))

GRAFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN EN TORNO AL SITIO DE FUGA.



greater than 2.0 kW/(sq m) (pain within 60 sec)
greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
greater than 1.4 kW/(sq m)

TRADUCCIÓN AL ESPAÑOL DE LOS DATOS ORIGINALES DE UNA MODELACIÓN MEDIANTE EL PROGRAMA ALOHA. Que evento esta traduciendo??

altura 2,063 msnm

SITE DATA:	DATOS DEL SITIO
Location: EL KM 20+000 CARRETERA PATZCUARO-MORELIA (ESTACIÓN DE CARBURACIÓN)	LOCALIDAD: MUNICIPIO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN.
Building Air Exchanges Per Hour: 8 (user specified)	Circulación del aire 8 veces por hora. Se usa el que fue especificado.
Time: 15, junio 2015 1540 hours ST (user specified)	Fecha 15/06/2015 Se usa el que fue especificado.
CHEMICAL DATA:	Datos de la sustancia
Chemical Name: PROPANE	Nombre: Propano
Molecular Weight: 44.10 g/mol	Peso Molecular: 44.10 g/mol
TEEL-1: 2100 ppm	TEEL-1: 2100 ppm
TEEL-2: 2100 ppm	TEEL-2: 2100 ppm
TEEL-3: 2100 ppm	TEEL-3: 2100 ppm
IDLH: 2100 ppm	IDLH: 2100 ppm
LEL: 20000 ppm	LEL: 20000 ppm
UEL: 95000 ppm	UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -46.6° C	Punto de ebullición a temperatura ambiente: -46.6 °C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm	Presión de vapor a temperatura ambiente: 1 atm.
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%	Concentración en el ambiente al 100%
ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)	DATOS DE CONDICIONES ATMOSFÉRICAS (especificados manualmente).
Wind: 1.38 meters/second from NW at 3 meters	Velocidad del viento 1.40 m/s provenientes del suroeste, sobre el suelo a los 3 metros.
Ground Roughness: open country	Características del sitio: Población con espacios libres
Cloud Cover: 3 tenths	Nubosidad: 3.0 por ciento.
Air Temperature: 20° C	Temperatura ambiente: 20 °C 293.15 °K
Stability Class: B	Estabilidad atmosférica tipo B
No Inversion Height	No hay capa de inversión térmica.
Relative Humidity: 40%	Humedad relativa al 50%
SOURCE STRENGTH:	DATOS DE LA FUENTE
Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank	Fugas de la manguera, tubería o válvula del tanque horizontal.
Flammable chemical is burning as it escapes from tank	El gas flamable se quema conforme se escapa del tanque
Tank Diameter: 1.16 meters	Diámetro del tanque: 1.16 metros
Tank Length: 4.75 meters	Longitud del tanque: 4.75 metros
Tank Volume: 5.02 cubic meters	Capacidad del tanque en volumen: 5.02 metros cúbicos
Tank contains liquid	El gas se contiene como líquido a presión.
Internal Temperature: 20° C	Temperatura interna: 20° C

Chemical Mass in Tank: 400 kilograms	La cantidad de gas en el tanque es de 1000 kg (1900 lt)
Tank is 13% full	El tanque está al 13% de su capacidad
Circular Opening Diameter: 0.5 inches	La abertura es de ½ pulgada
Opening is 1.10 meters from tank bottom	La ruptura es sobre la superficie del tanque (donde se conectan válvulas)
Max Flame Length: 5 meters	Longitud máxima de la flama: 5 metros
Burn Duration: 26 minutes	Duración del evento: 26 minutos
Max Burn Rate: 49.9 kilograms/min	Máximo rango de descarga:
Total Amount Burned: 211 kilograms	Cantidad total que se quema: 211 kg.
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.	Nota: el gas escapado desde el tanque se quema en forma de dardo de fuego
THREAT ZONE:	ZONA DE CONSECUENCIAS (POR RADIACIÓN)
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire	Tipo de consecuencias: radiación térmica en forma de dardo
Red: 20 meters – (1.4 kW/(sq m))	Zona de alerta (amortiguamiento): 20 metros (sin daños en instalaciones o personas)
Orange: 11 meters – (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)	Zona de alto riesgo: 11 metros (con quemaduras de segundo grado si la exposición es de hasta 60 segundos
Yellow: 17 meters – (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)	Zona de daños intermedios.

IV.3.1 RADIOS DE CONSECUENCIAS.

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

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de alto riesgo	IDLH	5 KW/m^2 o 1,500 BTU/Pie^2h	1.0 lb/plg^2
Zona de Amortiguamiento	TLV8 o TLV15	1.4 KW/m2 o 440 BTU/Pie^2h	0.5 lb/plg^2

Como se mencionó, para determinar los radios potenciales de afectación se utilizó el modelo matemático cuantitativo ALOHA, que puede simular incluso un cálculo con el modelo de BLEVE´S (Boiling Liquid Vapor Explotion); sin embargo dada la reducida posibilidad de un evento de tal naturaleza y para fines prácticos de realidad técnica, durante el manejo de gas en la estación de carburación proyectada; se han considerado las posibles eventos que pudieran suscitarse en las instalaciones de la estación de carburación, ya sea en equipos, tanque de almacenamiento o durante el trasiego del gas L.P.

Los criterios para definir y justificar las zonas de seguridad en torno a la estación (zonas de alto riesgo y amortiguamiento), se basan en la estimación de daños ocasionados por la radiación térmica en diferentes intensidades y los niveles de radiación recomendados para diseño por el "American Petroleum Institute" Recomended Practice- 521.

Tabla 18. Niveles de radiación recomendados para diseño por (API-RP-521).

INTENSIDAD (Kw/m^2)	CONDICIONES
9.46	La exposición debe ser de tan solo unos segundos
6.31	Intensidad de calor en donde pueden realizarse acciones de emergencia hasta por un minuto con ropa apropiada
4.73	Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada
01.58	Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida
Daño ocasionado por radiación térmica	
INTENSIDAD (Kw/m^2)	EFECTO OBSERVADO
35.5	Causa daño a equipos de proceso
25.0	Energía mínima necesaria para incendiar la madera, sin fuente de ignición directa
12.5	Energía mínima necesaria para incendiar la madera, con fuente de ignición directa
9.5	Daño a personas con una exposición de 8 seg. Produciendo quemaduras de primer orden. Y quemaduras de segundo orden con exposición de 20 seg.
4.0	Sin protección, existen quemaduras de segundo grado a exposición de 20-30 seg.
1.6	No se presentan molestias con exposición indefinida a este nivel

A continuación, se presenta en la tabla siguiente, la radiación máxima tolerable para determinados materiales que se utilizan habitualmente en la construcción:

Tabla 19. Radiación Máxima Tolerable.

Material	Radiación máxima tolerable (kW/m^2)
Cemento	60
Hormigón armado	200
Acero	40
Madera	10
Vidrio	30-300
Pared de ladrillo	400

Los efectos sobre las personas se pueden ver en la tabla siguiente:

Tabla 20. Efectos sobre las personas.

Personas	Radiación máxima tolerable (kW/m²)
Exposición durante 20 segundos sin quemaduras.	6,5
Bomberos y personas protegidas.	4,7
Personas desprotegidas.	4,0

Otro ejemplo es la tabla siguiente, en la que se presentan los daños producidos por explosiones en función de la sobre presión a la que se ven expuestas personas y bienes materiales.

Tabla 21. Daños producidos por explosiones en función de la sobrepresión.

Sobrepresión (kPa)	Tipo de daño
0,204	Rotura ocasional de cristales grandes
0,275	Ruido fuerte. Rotura de cristales por la onda sonora
0,681	Rotura de cristales pequeños sometidos a tensión
2,04	Límite de proyectiles
2,04	95% de probabilidad de no sufrir daños importantes en personas
2,04	Daños menores en techos y casas. Rotura del 10% de cristales
3,4 - 6,9	Destrucción de ventanas con daño en los marcos
4,8	Daños estructurales menores en las casas
5	Umbral de "Zona de Alto Riesgo" según la Directriz Básica
6,8	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables
6,8 - 13,6	Fallo de paneles y mamparas de madera, aluminio, etc.
12,5	Umbral de "Zona de amortiguamiento" según la Directriz Básica
13,6	Colapso parcial de paredes y techos de casas
13,1 - 20,4	Destrucción de paredes de cemento de 20 a 30 cm. de espesor
16,3	Umbral (1%) de rotura de tímpanos en personas
17	Destrucción del 50% de una obra de ladrillo en edificaciones
17	Distorsiones en estructuras de acero
20,4 - 27,2	Ruptura de depósitos y/o tanque de almacenamiento
34 - 47,6	Destrucción prácticamente completa de casas
47,6	Vuelco de vagones de tren cargados
47,7 - 54,4	Rotura de paredes de ladrillo de 20 a 30 cm. de espesor
68,1	Probable destrucción total de edificios
68,1	Máquinas pesadas (3.500 kg) desplazadas y muy dañadas
83,1	90% probabilidad de rotura de tímpanos en personas

Resultados obtenidos de acuerdo con la aplicación del modelo ALOHA, para los eventos supuestos probables (Análisis de Consecuencias).

Evento 1.

	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)	RESULTADO	CONSECUENCIAS
Zona de alto riesgo	5 KW/m²		11 metros	El personal expuesto sufre intensidad de calor con ardor en zonas del cuerpo expuestas. Puede soportar unos minutos con traje de bombero.
Zona de Amortiguamiento	1.4 KW/m²		20 metros	El personal expuesto puede permanecer de manera indefinida a este nivel de radiación dentro de la zona.

Evento 2.

	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)	RESULTADO	CONSECUENCIAS
Zona de alto riesgo	5 KW/m²		10 metros	El personal expuesto sufre intensidad de calor con ardor en zonas del cuerpo expuestas. Puede soportar unos minutos con traje de bombero.
Zona de Amortiguamiento	1.4 KW/m²		10 metros	El personal expuesto puede permanecer de manera indefinida a este nivel de radiación dentro de la zona.

Evento 3.

	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)	RESULTADO	CONSECUENCIAS
Zona de alto riesgo	5 KW/m²		13 metros	El personal expuesto sufre intensidad de calor con ardor en zonas del cuerpo expuestas. Puede soportar unos minutos con traje de bombero.
Zona de Amortiguamiento	1.4 KW/m²		24 metros	El personal expuesto puede permanecer de manera indefinida a este nivel de radiación dentro de la zona.

Evento 4.

	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)	RESULTADO	CONSECUENCIAS
Zona de alto riesgo		1.0 psi	32 metros.	Daños menores en techos y cristales dentro de un radio de 32 metros.
Zona de Amortigua-miento		0.5 psi	54 metros	Rotura de cristales dentro de la zona de menos de 54 metros.

Evento 5.

	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)	RESULTADO	CONSECUENCIAS
Zona de alto riesgo	5 KW/m^2		11 metros	El personal expuesto sufre intensidad de calor con ardor en zonas del cuerpo expuestas. Puede soportar unos minutos con traje de bombero.
Zona de Amortigua-miento	1.4 KW/m^2		17 metros	El personal expuesto puede permanecer de manera indefinida a este nivel de radiación dentro de la zona.

De acuerdo con los resultados, obtenemos la distancia de daño probable para el evento de **mayor** probabilidad de ocurrencia, resultando un radio de afectación de 11 metros (Evento 5); mientras que, para el evento más catastrófico (de mayores consecuencias), pero de **menor** probabilidad, la distancia alcanza los 13 metros, respecto del área en que ocurre (Evento 3); ya que se trata de la zona de alto riesgo, donde, sin embargo, no hay consecuencias sobre el escenario ambiental o la población.

En el caso de consecuencias a causa de la energía liberada, durante el hipotético evento de explosión y ondas de sobrepresión (Evento 4), a pesar de la distancia simulada (32 metros), se trata de daños que no inciden directamente sobre las personas, que sería el factor más vulnerable en las inmediaciones de la estación en proyecto.

Es oportuno aclarar que en el caso del Evento 3, se toma en consideración que se tratará de una situación de la más baja probabilidad, sin embargo es necesario realizar así la modelación, para definir la máxima zona de afectación probable y establecer las medidas para esta potencial circunstancia; de tal manera que con esto, los demás casos quedarían cubiertos ampliamente.

IV.4 REPRESENTAR LAS ZONAS DE ALTO RIESGO Y AMORTIGUAMIENTO EN UN PLANO A ESCALA ADECUADA DONDE SE INDIQUEN LOS PUNTOS DE INTERÉS QUE PUDIERAN VERSE AFECTADOS (ASENTAMIENTOS HUMANOS, CUERPOS DE AGUA, VÍAS DE COMUNICACIÓN, CAMINOS, ETC.)

Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la industria o instalación.

Los diversos tipos de accidentes a considerar en este tipo de estaciones, pueden producir determinados fenómenos peligrosos para las personas, el ambiente y los bienes materiales, como pueden ser:

A. Fenómenos de tipo mecánico: ondas de presión y proyectiles.
B. Fenómenos de tipo térmico: radiación térmica.
C. Fenómenos de tipo químico: fugas o derrames incontrolados de sustancias tóxicas o contaminantes.

Para cada uno de estos fenómenos peligrosos, se establecen una serie de variables físicas, que definen unos criterios de vulnerabilidad, cuyas magnitudes se consideran representativas para la evaluación del alcance del fenómeno peligroso considerado.

De la aplicación de estos criterios de vulnerabilidad, a partir de las variables físicas y químicas que caracterizan los fenómenos peligrosos generados, según los tipos genéricos de accidentes potenciales que se pueden producir, se delimitan una serie de zonas objeto de planificación, es decir, áreas alrededor del foco del accidente, en las que es preciso tomar alguna medida de protección para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales porque, en alguna medida, sufrirán las consecuencias del propio accidente.

Estas zonas son las siguientes:

Zona de alto riesgo: Las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.

Zona de amortiguamiento: Las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos de población.

Analizando los datos obtenidos del simulador ALOHA, mediante la aplicación del método de radiación, considerando la ignición de la masa de gas y el tipo de fuego en forma de dardo, que se describieron en el punto VI.3.1, para la simulación de escenarios de nubes explosivas; concluimos

que la **zona de alto riesgo** estará aproximadamente a **13 metros** a la redonda y la **zona de amortiguamiento** a **24 metros** a la redonda.

Las figuras 31 y 32, muestran los diagramas de pétalos representados a través de una sobreposición del plano y sus radios de afectación, sobre una imagen satelital con las distancias de las zonas de afectación en caso presentarse los eventos evaluados:

Figura 31. Radios potenciales de afectación (Diagrama de pétalos), para la simulación de ocurrencia del evento de riesgo número 5.

GAS AGRA, S.A.. DE C.V. PROYECTO DE ESTACIÓN DE CARBURACIÓN EN EL KM 20+00 DE LA CARRETERA PATZCUARO – MORELIA
RADIOS DE AFECTACIÓN EN CASO DE OCURRENCIA DEL EVENTOS POTENCIAL MÁS PROBABLE IDENTIFICADO EN EL ESTUDIO

PROGRAMA UTILIZADO: ALOHA.	IDENTIFICACIÓN:	ZONA DE ALTO RIESGO (5.0 KW/m^2) = 11 metros
EVENTO No. 5		ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (1,4 KW/m^2) = 17 metros

Figura 32_a. Radios potenciales de afectación (Diagrama de pétalos), para la simulación de ocurrencia del evento de riesgo número 3.

GAS AGRA, S.A. DE C.V. PROYECTO DE ESTACIÓN DE CARBURACIÓN EN EL KM 20+00 DE LA CARRETERA PATZCUARO – MORELIA
RADIOS DE AFECTACIÓN EN CASO DE OCURRENCIA DEL EVENTOS POTENCIAL MÁS GRAVE IDENTIFICADO EN EL ESTUDIO

PROGRAMA UTILIZADO: ALOHA.	IDENTIFICACIÓN:	ZONA DE ALTO RIESGO (5.0 KW/m^2) = 13 metros
EVENTO No. 3		ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (1,4 KW/m^2) = 24 metros

Figura 32-b. Radios potenciales de afectación (Diagrama de pétalos), para la simulación de ocurrencia del evento de riesgo número 5.

GAS AGRA, S.A. DE C.V. PROYECTO DE ESTACIÓN DE CARBURACIÓN EN EL KM 20+00 DE LA CARRETERA PATZCUARO – MORELIA
RADIOS DE AFECTACIÓN EN CASO DE OCURRENCIA DEL EVENTOS POTENCIAL PROBABLE IDENTIFICADO EN EL ESTUDIO

PROGRAMA UTILIZADO: ALOHA.	IDENTIFICACIÓN:	ZONA DE ALTO RIESGO (5.0 KW/m^2) = 11 metros
EVENTO No. 1		ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (1,4 KW/m^2) = 20 metros

VI.5 INTERACCIONES DE RIESGO.

Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otros, equipos o instalaciones próximas a la instalación o proyecto que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

En este estudio, con oportunidad se describieron las colindancias del terreno que ocupará la estación de carburación (capítulo II), así mismo las figuras que se incluyen muestran su ubicación en la zona suburbana del centro de Población de Pátzcuaro, Michoacán, a unos 500 metros del poblado de Tzurumútaro; esta zona presenta actividades productivas (agricultura, comercios, servicios y asentamientos humanos), se trata de parte de la zona al oriente, a un costado del punto del km 20+000 de la carretera Pátzcuaro-Morelia.

Considerando las actividades que se desarrollan en la zona, se puede afirmar que **no** existirá posibilidad de que se concatenen efectos acumulativos o efecto dominó, entre un potencial evento peligroso dentro de la instalación y otras instalaciones de la zona, fuera de la estación de carburación e incluso ni dentro de las propias instalaciones.

El efecto más probable en caso de presentarse el evento de mayor daño, sería la desviación del tránsito vehicular de la zona, puesto que éste se vería afectado temporalmente, ya que sería necesario acordonar y restringir el acceso; sin embargo no existe riesgo de causar daños ambientales hacia esa orientación o por esas causas.

Como se ha reiterado, la probabilidad de que ocurra un evento con consecuencias que pueden derivar en situaciones de riesgo hacia las personas, los bienes o el ambiente inmediato, serán reducidas, clasificándose como estado de riesgo aceptable.

Por la localización del predio no existen riesgos de movimientos del terreno, inundaciones, quemazones de plantíos, y no es necesario encauzar la ventilación hacia una zona determinada, ya que esta se encontrará al descubierto minimizando la acumulación de gas.

Incluso el tanque de almacenamiento está ubicado a una distancia mayor a 30 metros con respecto a centros hospitalarios, educativos y de reunión, cumpliendo con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004, también se cumple con bastante amplitud referente a la distancia a oficinas, comercios y otras instalaciones de almacenamiento de combustible, ya que la

norma marca 7.50 metros, existiendo en nuestro caso distancias de más de 100 metros hacia una gasolinera ubicada al oriente.

Todas las especificaciones de diseño en su construcción se cumplen, de acuerdo con lo estipulado en el punto 7 de la Norma Oficial Mexicana referida.

Los eventos de riesgo identificados y evaluados para la estación, están referidos a las actividades con los equipos, el tanque de almacenamiento y las operaciones de trasiego de gas L.P., en concordancia con ello, las interacciones de interés se dan hacia el interior, durante las actividades involucradas en el manejo del comburente.

De acuerdo con la ubicación de la estación, no existe en el área de consecuencias de la misma, otras actividades de servicios o comerciales que involucren el manejo de sustancias riesgosas o altamente riesgosas, deducción que resulta del análisis del escenario ambiental y social en que se incrusta la estación, dentro de la región municipal en un radio de 100 metros (las consecuencias modeladas mediante el sistema ALOHA no alcanzan esta distancia).

Uno de los objetivos del estudio es precisamente conocer los probables riesgos en las instalaciones proyectadas y los factores internos y externos que podrían generarlos, con la finalidad de prever medidas de seguridad, el adecuado mantenimiento y medidas de respuesta a emergencias adicionales a las existentes, sin embargo, para el presente caso no se identificaron probabilidades de interacción de eventos riesgosos que se concatenen, entre los ya descritos para la empresa y algún evento externo; ya que como se mencionó anteriormente, no existen en la zona de influencia, ni la de alto riesgo, actividades que puedan representar tal escenario de riesgo combinado (efecto dominó).

La cuantificación de los principales eventos de riesgo identificados, ha generado escenarios que nos indican las distancias a las cuales se tendrían consecuencias graves por la radiación emitida o energía liberada en el caso de un incendio y/o explosión.

En los diagramas de pétalos se identifican las zonas de alto riesgo y amortiguamiento de las áreas evaluadas, sin probabilidad de que existan interacciones de riesgo que pudieran incrementar las consecuencias hacia el ambiente, los bienes y población civil fuera de la estación.

Colindancias. De acuerdo a la visita de campo realizada por personal el equipo evaluador, el escenario actual en los alrededores presenta las siguientes características:

Al Norte se localiza el tramo de la carretera Pátzcuaro-Morelia y terrenos agrícolas, esta colindancia da al frente de las instalaciones, por donde se tendrá acceso. Los radios de afectación en caso de presentarse el evento más probable, **no** alcanzan esta distancia, para la zona de alto riesgo.

Al Sur se localizan terrenos de propiedad privada sin actividades productivas, solo el servicio ambiental por soportar vegetación natural e inducida. No existen elementos vulnerables para el caso de un evento en el interior de la estación.

Al Este se localiza un terreno en propiedad privada sin actividades, sin que existan elementos vulnerables en caso de que se presentara el evento crítico, identificado para las actividades de la estación.

Al Oeste se localiza una propiedad tipo vivienda campestre y comercios a más de 30 metros de la colindancia de la estación, sin que se observen actividades que puedan interactuar con las de la estación, en caso de que un evento riesgoso ocurriese.

Los elementos del medio natural y socioeconómico, ya fueron descritos para la zona donde se ubica la estación; para sintetizar los aspectos del escenario, baste mencionar que se trata de una zona suburbana, donde no existen asentamientos urbanos densos dentro de un radio de 200 metros respecto a las instalaciones.

Mientras que, en el escenario natural, la zona se incluye dentro de un ecosistema terrestre, donde el medio abiótico no representa elementos vulnerables por las actividades y los componentes bióticos, dentro de un radio de 200 metros, están representados por vegetación de tipo secundaria e inducida, incluso por la presencia de arbolado forestal al Sur, el cual fue producto de una plantación forestal (SIGEIA-SEMARNAT), la fauna es escasa debido al tipo de hábitat predominante y solo es común encontrar aves por el tipo de desplazamiento.

Interacción con otras instalaciones.- Como se puede observar en las colindancias descritas alrededor de la estación, no existen actividades de tipo comercial, de servicios y/o industrial, que se encuentren próximas al proyecto o dentro de la zona de alto riesgo, esto se puede corroborar

con la foto área que se anexa en la sección de anexos gráficos que se integra en el presente estudio.

Finalmente, en el caso de la vulnerabilidad de la zona para interacciones entre fenómenos naturales, tecnológicos y/o por eventos socio-organizativos; la probabilidad de que se den este tipo de interacciones, asociadas a las actividades de la estación, es reducida, considerando la topografía del terreno y su ubicación dentro de la zona socialmente estable.

Por lo que respecta a la vulnerabilidad del ecosistema actual en las colindancias de la instalación y la intensidad o magnitud de los daños ambientales que pueden presentarse por un evento no deseado, se realizó un análisis de vulnerabilidad, en base a los efectos de un accidente por un evento inesperado, descritos a través de las metodologías HAZOP, de donde se obtuvieron los escenarios de mayor riesgo: radiación térmica e índice de incendio a través del Índice DOW, sobre los componentes ambientales más relevantes.

Para la estimación de las consecuencias y la magnitud de los daños que pudieran actuar sobre personas, el medio o sobre edificios o equipos; además del método cuantitativo utilizado, mediante el uso del programa ALOHA, se utilizó también un método semicuantitativo, que da la vulnerabilidad del entorno como un "Factor de vulnerabilidad".

Análisis de vulnerabilidad usando el método de vulnerabilidad del entorno.

Se trata de un método semicuantitativo basado en índices globales, derivados de situaciones como el tipo del entorno, frente a los accidentes más graves y en las condiciones meteorológicas peores que pueden darse en la estación.

El factor de vulnerabilidad FV, se establece mediante el llenado de un cuestionario que involucra factores de vulnerabilidad y se le asigna valores conforme al siguiente criterio:

Escala	Nulo	Ligero	Medio	Grave
Valor	0	5	7	10

Preguntas	**No (Valor)**	**Si (Valor)**	**Observación**
A. ¿Existe riesgo de contaminación de aguas destinadas al consumo humano o agrícola?	0	-	No, el proceso no lo involucra.

B. ¿Existe riesgo de que un vertido afecte a áreas recreativas, de producción, pesquera o de interés ecológico?	0	-	No, En la zona de interés no existen el tipo de áreas indicadas en este apartado.
C. ¿Existe concentración de población mayor de 10,000 personas en un área de 1 Km. de radio?	0	-	No existe.
D. ¿Existe densidad de población mayor de 3,000 habitantes por Km^2 en un área de 2 Km. de radio?	0	-	No, ya que la localidad más cercana se localiza a más de 500 m del predio donde se desarrollan las actividades, siendo está la comunidad de Tzurumutaro con menos de 1500 habitantes.
E. ¿Existen instalaciones afectadas a distancia menor a 1 Km?	0	-	No existen afectadas o deterioradas cercanas al sitio donde se instalará el proyecto.
F. ¿Existen los servicios públicos que se indican a continuación?	0	-	No se encuentran actividades de este tipo.
-Concentraciones de población de alto riesgo (hospitales, escuelas, residencias) a distancia menor a 2 Km.	0	-	Los locales o centros de concentración masiva de personas se ubican a más de 1000 metros de la estación proyectada.
-Puntos de concentración transitoria de población (estadios deportivos, terminales de autobuses, estaciones de ferrocarril, centros comerciales de gran superficie) a distancia menor a 2 Km.	0	-	No se ubican a menos de esa distancia.
G. ¿Existen áreas protegidas de patrimonio público a distancias menores a 2 Km?	0	-	No, el proyecto se ubica fuera de asentamientos o áreas protegidas.
H. ¿Hay sistemas de carreteras y vías de transporte (carreteras con gran volumen de tráfico o líneas férreas) a una distancia menor a 500 metros?		5	La carretera mencionada, se ubica dentro de la distancia.
I. ¿Hay un aeropuerto a distancia menor a 5 Km?	0	-	No existe ningún aeropuerto a esta distancia.
J. ¿Se trata de una zona crítica por motivos políticos-sociales?	0	-	No, el proyecto se localiza en una zona destinada con uso de suelo compatible para las actividades.
K. ¿Se trata de una zona de clasificación sísmica?	0	-	Según lo establecido en el Diagnostico de Riesgos de CENAPRED (2001) el municipio se ubica en una zona clasificada como B, es decir de mediano riesgo sísmico donde la presencia de sismos es poco frecuente.
L. ¿Se trata de una zona inundable?	0	-	No, el predio se ubica en una zona con bajo riesgo de inundación (Plan Estatal de Desarrollo Urbano 2008/2025).

$i = L$

$FV = \sum_{} P_i$

$I = a$

Siendo Pi la puntuación resultante para el factor i.

La clasificación de entornos según su factor de vulnerabilidad se obtiene de la siguiente tabla:

Rango	Tipo de entorno
FV< 10	Entorno poco vulnerable
10<=FV=<30	Entorno medianamente vulnerable
FV=>30	Entorno muy vulnerable

CONCLUSIÓN.

De acuerdo a Las características del entorno en que se ubica la estación: Se corrobora que el entorno es POCO vulnerable.

VI.6 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.

La experiencia en el tipo de instalaciones de una estación de carburación, donde se maneja el gas L.P., muestra que no es frecuente tener accidentes de gran magnitud, debido al bajo volumen de gas a manejar, que será de un máximo de 4,250 litros, sin embargo, este estudio presenta los resultados esperados, en caso de una potencial fuga en las zonas de recepción, almacenamiento y suministro.

Cabe aclarar que algunos de los eventos evaluados son sobrestimados y se consideran de baja probabilidad de suceder, aun así se consideraron, con la finalidad de tener una visión objetiva del alcance y así definir las medidas de prevención, adicionales y adecuadas, para prevenir riesgos.

Derivado de la identificación y jerarquización de riesgos en la instalación y de las simulaciones de los posibles eventos, se presentan las siguientes recomendaciones técnico-operativas, con la finalidad de eliminar o disminuir el grado de probabilidad de ocurrencia de alguno de los eventos anteriormente señalados:

a) Verificar que, previo a la operación de la estación, se realicen pruebas de hermeticidad a la tubería que conducirá el gas L.P., y al tanque de almacenamiento.

b) Verificar y supervisar que el sistema de tierras de las instalaciones tenga las características de diseño, requeridas para asegurar su funcionamiento idóneo, así como del equipo, efectuando anualmente las pruebas de resistividad, como lo señala la NOM-022-STPS- 2008.

c) Investigación de accidentes/incidentes, cuando ocurran durante el manejo de este combustible dentro de la instalación.

d) Inspección de tuberías, equipos y accesorios de manera cotidiana.

e) Revisión y actualización de las condiciones y procedimientos de operación de la instalación, con la finalidad de identificar posibles desviaciones.

f) Utilizar dispositivos anti-chispa.

g) Cumplir con programa de mantenimiento preventivo y correctivo a todos los sistemas que conforman la estación.

h) Supervisión de la aplicación de los procedimientos operativos de abasto y suministro.

i) Se deberá formar una brigada interna de atención de emergencias y realizar simulacros de control de fugas e incendios, una vez al año.

j) Se deberá evitar la acumulación de basura y todo material combustible dentro de las áreas consideradas de manejo de gas. Es necesario orden y limpieza en las diversas zonas.

k) Durante el abasto de gas en el tanque de almacenamiento de la estación, colocar siempre calzas y tierra física a los auto-tanques cuando estén cargando o descargando.

l) Elaborar y cumplir un programa de carga de los extintores.

m) Restringir el acceso a personal no autorizado.

n) Realizar simulacros de evacuación para el personal; analizar aquellas situaciones no consideradas en el plan elaborado, discutiéndolas con el personal encargado.

o) Registrar mediante uso de bitácora, las actividades que se ejecutan de acuerdo al Programa de mantenimiento, para todas las instalaciones y equipos.

p) Actualizar los conocimientos del personal, mediante cursos de seguridad, prevención y control de incendios, cada 2 años o antes si existe reemplazo de empleados.

Dentro de las medidas preventivas adicionales se tienen las siguientes:

APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA PARA:

1. Fenómenos Naturales. La localización geográfica del sitio tiene la característica de presentar un clima templado, donde la precipitación pluvial anual es menor a 900 mm, sin embargo, será oportuno contar con un procedimiento para casos de lluvias torrenciales de corta duración y alta intensidad. Estos fenómenos se tomarán en cuenta también dentro de los procedimientos de emergencia.

2. Fugas de gas. Sin duda, los mayores riesgos se dan en este renglón. Se tendrá una serie de procedimientos para revisar tuberías y la manera de actuar en los casos en que se presenten fugas.

3. Evacuación. En caso de una conflagración mayor, es necesario poner a salvo a los empleados y usuarios de la instalación. Con este fin se ha instrumentado un plan que permite notificar y evacuar a los empleados y usuarios, de tal forma que se pueda tener la certeza de que se encuentran a salvo, o si requieren alguna acción de rescate.

4. Sabotaje. La incidencia de la criminalidad en todos los aspectos de la vida social es una realidad de nuestro tiempo. En este renglón, se indican las posibles situaciones que pueden derivarse de actos vandálicos, así como las medidas de prevención y mitigación necesarias, que deberán estar incluidas en el mismo plan.

5. Directorio de cuerpos de emergencia. Los cuerpos de emergencia de las poblaciones más cercanas (Pátzcuaro, Quiroga), tales como protección civil, bomberos, policía, rescatistas, paramédicos, etc., necesitan enterarse oportunamente en caso de accidentes o siniestros serios dentro de la instalación. La notificación a estos cuerpos es una de las funciones esenciales integradas dentro del plan.

Procedimientos para vuelta a la normalidad. Una vez controlada la situación de siniestro, es necesario establecer criterios que califiquen el grado de seguridad de la instalación, antes de reiniciar las labores normales, estos quedarán asentados en el plan.

VI.6.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Debido a que se trata de un proyecto a desarrollar, aprovechando un terreno con construcciones que serán acondicionadas para las actividades de venta de gas L.P., así como desarrollando otras obras para una segura etapa operativa; no se han realizado revisiones de seguridad; sin embargo el propio diseño de áreas, selección de equipos e instrumental de seguridad, atiende ya lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004, "Estaciones de gas L.P. para carburación", así como el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, de fecha 05 de diciembre de 2007; adicionalmente, el diseño fue realizado por una Unidad de Verificación en la materia, debidamente acreditada.

Una estación de carburación a gas L.P. con almacenamiento fijo se construye, opera y mantiene bajo supervisión y normatividad de la Secretaría de Energía a nivel federal, (ahora ASEA), y bajo los lineamientos, en cuanto a su ubicación, de los planes o programas de desarrollo urbano en aquellos municipios en que existen o bien en concordancia con los ordenamientos ecológicos locales, regionales o estatales aplicables.

Adicionalmente existe un marco legal a cumplir para poder obtener las autorizaciones que se requieren para operar una estación de carburación, tal como se ha expuesto en el **capítulo IV**.

Desde luego también se cumplen especificaciones de diseño para las construcciones y distancias en las áreas de manejo de gas, especificaciones de materiales y características del tipo de maquinaria, equipos y recipientes de almacenamiento; existirán medidas de seguridad con un sistema de señalización y red de extintores para casos de incendio, así como un adecuado programa de mantenimiento, lo cual se ha expuesto ampliamente en el estudio en el **capítulo V**.

VI.6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.

Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona potencialmente afectada en caso de accidente.

Con el fin de reducir la probabilidad de ocurrencia de cualquiera de los eventos identificados y evaluados en el presente estudio; se han implementado desde el diseño, medidas preventivas de seguridad y operación en las diferentes áreas de la estación y durante las actividades, como las que se describen a continuación:

En las áreas de la estación.

-Se colocará un cono para detectar la dirección del viento.

-Se contará con rutas de evacuación visibles y puerta de emergencia debidamente señalizada.

Área de recepción.

El tanque de almacenamiento se ubicará sobre una base de concreto; las celdas o paredes del tanque tendrán un sensor instalado, con el objeto de mandar una señal de alarma hacia el tablero de control, en caso de que exista una fuga. Al estar sobre la base de concreto, en caso de fuego o explosión la afectación se daría con ondas en sentido vertical, con lo que se reduce la afectación a las instalaciones y personal que laborará en la estación.

El tanque de almacenamiento además, contará con un sistema de control de inventarios, que reportará el nivel, temperatura y volumen del combustible, con informes de producto para cargar, pruebas programables de fuga, sistema actualizable modular, monitoreo continuo del tanque instalado, historial rodante de localización y solución de problemas de eventos, modo de detección automática de robo (cuando la estación está cerrada) y alarma programable. Adicionalmente, el tanque contará con instrumental de seguridad, consistente en un sistema de válvulas de apertura en caso de sobrepresiones.

Área de suministro a clientes.

La manguera de llenado estará provista con un sistema mecánico-automático, que ayudará a prevenir una fuga, en caso de que el vehículo avance con la manguera de combustible conectada al tanque del vehículo.

El sistema de transvase del tanque de almacenamiento a la isla de suministro a clientes quedará integrado en su totalidad con tuberías rígidas, que van bajo el nivel del piso con su rejilla y amplio espacio para mantenimiento, contando también con las mangueras flexibles para la presión de trabajo requerido y de longitud adecuada.

Las tuberías roscadas instaladas en la estación serán sin costura, de acuerdo a la norma NMX-B-SCFI-1993 *"Productos siderúrgicos, tubos de acero al carbón con o sin costura, negros o galvanizados por inmersión en caliente para usos comunes"*. Las conexiones soportarán una presión de 13.74 Mpa (149 Kg/cm^2) como mínimo, debiéndose efectuar el empaque con selladores que no sean afectados por el gas.

Las tuberías del sistema se instalarán sobre el nivel de piso terminado, dentro de canaletas de concreto con rejillas metálicas, sostenidas por muretes de concreto; donde se protegerá contra la corrosión, la parte que tenga contacto con dicho soporte.

Medidas generales de seguridad.

La prevención y control de accidentes en la estación de gas para carburación comprende diferentes aspectos:

- El diseño y construcción cumplirá con las normas de seguridad que fijan las diversas dependencias.
- El personal que laborará en este tipo de instalaciones recibirá capacitación específica en materia de seguridad y atención a contingencias.
- Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalarán extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 Kg de capacidad, cada uno; en la memoria técnica descriptiva que se anexa al presente estudio se detalla la red del sistema contra incendio.
- Se contará con rótulos descriptivos de los procedimientos que deben seguir los operadores pera el suministro de gas L.P. a los vehículos.
- Las instalaciones donde se manejará y almacenará el gas L.P., estarán edificadas con materiales incombustibles.

Se establece el uso del manual de operación para estaciones de carburación, editado por la empresa, donde se incluyen los siguientes aspectos:

- Estructura y operaciones de las estaciones de carburación.
- Instrucciones de seguridad en el almacenamiento y trasiego de gas L.P.
- Instrucciones para el manejo de gas L.P.
- Qué hacer cuando se presenta una fuga.
- Elementos de seguridad de la estación.
- Dentro del manual se incluirá el plan de emergencias interno que integra las acciones a ejecutar en caso de siniestro, uso de equipo de protección personal, etc.

Mantenimiento general:

Como se ha señalado; se contará con un programa de mantenimiento específico para la estación, el cual contempla tanto equipos, como instalaciones.

Este programa tiene por objetivo el servir como guía y base para la recopilación de información acerca del funcionamiento, condiciones y tiempo de uso de las instalaciones que constituyen la estación de carburación. Dicha información es usada para prevenir o en su defecto combatir cualquier clase de anomalía que pudiera traducirse a desgaste o mal funcionamiento de las instalaciones y de sobremanera, para evitar cualquier clase de riesgo que, bajo ciertas circunstancias adversas, pudiera ocasionar algún suceso no deseado.

El programa estará enfocado a cada sección de la estación hasta el mínimo detalle, dividiéndola en diversas zonas y a su vez éstas en sus componentes, de esta forma se obtiene un sólido campo de inspección, que viene reforzado por la frecuencia de las revisiones que, para cada caso específico, se establece en base a la experiencia.

Así pues, se contará con un documento confiable y preciso que certifica que, en esta estación de carburación, se cumplirá con el deber civil de prevenir riesgos hasta el límite de capacidad y responsabilidad, para salvaguardar la integridad del entorno.

Código de colores.

Este código establece los colores diferentes para las tuberías de acuerdo al tipo de fluido que se transporta y su estado, de tal forma que los trabajadores identifiquen el estado de tipo de sustancia que está manejando.

Señalización.

En la estación se contará con señalamientos suficientes, colocados en los lugares estratégicos y visibles, para que el personal interno y visitantes puedan localizar y detectar las áreas seguras en caso de una emergencia, incluyendo en ésta: accesos, salidas, circulación, rutas de evacuación, salidas de emergencia, puntos de reunión, equipo de protección, etc.

Existirán sitios que serán de acceso restringido, donde solo tiene acceso personal autorizado; y que contarán con los letreros necesarios que indiquen "PROHIBIDO EL PASO", PROHIBIDO EL ACCESO A TODA PERSONA NO AUTORIZADA", etc.

En el acceso a las instalaciones, el servicio de vigilancia será dependiente de la estación, el cual funcionará las 24 horas del día, los 365 días del año, siendo responsable de registrar la entrada de todas las personas, evitando el acceso a personas ajenas.

A las instalaciones del cuarto de control eléctrico sólo podrán tener acceso personal capacitado y autorizado.

En las instalaciones de Almacenamiento, Área de Recepción, de Carburación y Suministro, etc., solo podrá estar personal autorizado.

Toda la señalización, cumplirá con los colores, formas y símbolos establecidos en NOM-003-SEGOB-2002 y la NOM-026-STPS-2008.

Capacitación.

Los supervisores y jefe de la estación contarán con un programa permanente de capacitación y adiestramiento, dirigido principalmente al personal de nuevo ingreso, o cuando se requiera actualizar los conocimientos en la materia.

4. Equipamiento.

EQUIPOS Y SERVICIOS DE EMERGENCIA.

Los equipos para atención de situaciones de emergencias se describen a detalle en la memoria técnico-descriptiva que se puede consultar en el anexo documental.

Rutas de Evacuación y Centros de Concentración.

La estación contará con rutas de evacuación, con la finalidad de que en caso de una emergencia por fuga, incendio, o explosión, etc., los trabajadores o personal externo que se encuentre en el

interior, identifique rápidamente las alternativas adecuadas para abandonar el inmueble y logre llegar a un lugar seguro en el menor tiempo posible.

De igual forma se contará con el sistema de señalización adecuada, que indica la dirección de la ruta de evacuación, la cual debe seguirse hasta llegar al lugar seguro, que se define como zona de seguridad o punto de reunión.

Independiente de la capacitación del personal que atenderá la estación (encargado), se tendrá un directorio de instituciones como protección civil, emergencia, etc. Así como mantener líneas de contacto con las autoridades correspondientes, logrando de esta manera, reducir la probabilidad de que se presente alguna contingencia en la estación.

Las medidas específicas para evitar el deterioro de los diferentes factores del ambiente presentes en el área de influencia, son las siguientes:

a) Aire.

- El programa de mantenimiento evitará emisiones elevadas de ruido en el motor de la bomba.
- Para evitar contaminación por olores será establecido un programa de recolección continua de la basura, la cual será entregada de forma periódica a los servicios de recolección municipal.
- Señalización de velocidad. Al interior de la estación solo se permitirá una velocidad máxima de 10 km/hr, para lo cual se colocará señalización y se contará con un vigilante permanente.
- Existirá la prohibición para generar fuego o chispa, mediante señalización.
- Todo el personal está obligado a mantener su área de trabajo ordenada y limpia diariamente.
- En la realización de trabajos de mantenimiento que requieren un permiso autorizado, deberán de cumplirse todas las condiciones que ahí se especifiquen.

b) Suelo.

Actividades de limpieza del área afectada, que conlleva a la colecta y separación de residuos para su posterior disposición de acuerdo a su naturaleza, esto a través de empresas autorizadas para su recolección.

c) Recurso agua.

- Los residuos sólidos urbanos serán captados en contenedores con tapa, para evitar que alcancen corrientes pluviales durante la temporada de lluvias.

- Las aguas residuales, serán enviadas a una fosa séptica, con un proceso de tratamiento primario, contando con un programa de mantenimiento cada 3 meses y registros que avalen su correcta disposición.
- Se aplicará un programa de ahorro de agua.

VI.6.3 RESIDUOS, DESCARGAS Y EMISIONES ESPERADAS DURANTE LA OPERACIÓN.

VI.6.3.1 Caracterización.

Debido al tipo de actividades, los residuos que se generarán en la estación proyectada consisten en residuos sólidos no peligrosos, residuos sanitarios y emisiones fugitivas de gas.

Durante el proceso de almacenamiento y trasiego de gas L.P. a través de las distintas áreas: zona de almacenamiento, recepción del gas y suministro a vehículos, se generan pequeñas cantidades de residuos tales como:

RESIDUOS GENERADOS	ÁREA DENTRO DE LA ESTACIÓN
Residuos Sólidos domésticos	Oficinas, sanitarios, área de suministro, Franja de amortiguamiento.
Descargas de efluentes	Sanitarios y pluviales.

Las áreas de almacenamiento e isla de suministro a clientes constituyen áreas de la estación donde, dentro de sus actividades normales de operación, no se tendrá ningún tipo de residuo sólido. Sin embargo, con motivo de las actividades administrativas y servicios brindados al personal y a los clientes de la estación (servicios sanitarios), se generarán residuos como:

- Papel de oficina y baños, cartón, latas, plásticos.
- Residuos de comida.

Volumen de residuos sólidos que se generarán durante la operación.

Residuos Sólidos 5 Kg/día, la disposición será a través del Sistema de Recolección Municipal o mediante el servicio que otorgan particulares autorizados en el municipio.

Residuos peligrosos.

Dentro de la Estación, no se generarán residuos peligrosos.

Descargas de efluentes.

Las aguas residuales serán generadas por los servicios para el personal que labore en la

estación, así como de los sanitarios para uso del público que acude a la estación a adquirir el combustible; durante la temporada de lluvias también se tendrá descarga de aguas pluviales.

Las aguas residuales serán vertidas desde la red de drenaje interna hacia la fosa séptica. Las aguas producto de la precipitación pluvial, serán desalojadas para reducir al máximo el efecto sobre las escorrentías naturales del sitio; la red de drenaje sanitario, en su trayecto, contará con registros para el mantenimiento, antes de verter las aguas a la fosa.

Los volúmenes de descarga de aguas residuales se calculan en 10 m^3 por mes, equivalente a 0.33 m^3 por día.

Emisiones atmosféricas.

Por su naturaleza el gas L.P. carece de olor y color; sin embargo, para advertir su presencia se ha optado por odorizarlo con mercaptano de amilo. Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes y es inofensiva a los diagramas de los medidores.

En el trasiego del gas L.P., principalmente en la zona de la toma de suministro se presentarán emisiones casi despreciables de dichos gases (gas L.P. y mercaptano), las cuales no son tóxicas.

En el cuadro 9, se muestra la identificación del principal equipo que generará emisiones a la atmósfera durante la operación y el mantenimiento.

Cuadro 9. Identificación de fuentes de emisiones

No.	Fuente Emisora (equipo)	Tipo de emisión	Volumen
01	Operación de estación de gas LP.	Emisiones fugitivas eventuales	N.D.
02	Autos que acuden a la estación de carburación	gases de combustión	ND
03	Autos que acuden a la estación	Ruido	ND
04	Recepción de combustible a tanque	Vapores de combustible y ruido	ND
05	Despacho de combustible al cliente	Vapores de combustible	ND

De igual forma, en el cuadro 10, se identifica el equipo generador de emisiones de ruido a la atmósfera durante la operación de la estación comercializadora de gas L.P.

Cuadro 10. Equipo generador de emisiones de ruido (etapa de operación)

No.	Maquinaria/equipo	Generador de ruido	Se mitigará o controlará con:
01	Unidades de paso (clientes)	Si	Ninguno (solo cuando llega y se va)
02	Auto-tanque de Gas Agra, S.A. de C.V.	Si	Ninguno (solo cuando llega y se va)

El compresor genera ruido de más de 65 Db, sin embargo se trata de ruido temporal y mitigado por su ubicación en un cuarto con protección.

VI.6.3.2 Factibilidad de reciclaje de los residuos, descargas de efluentes y emisiones atmosféricas generadas durante la operación de la instalación.

Residuos sólidos tipo domésticos.

La estación de carburación no producirá un elevado nivel de desechos sólidos, algunos de los residuos que se generan serán principalmente: cartón, papel, latas, plástico y residuos de comida, los cuales serán recolectados por el sistema de limpia pública municipal o concesionarios autorizados; por el volumen a generar no es factible el reciclado por parte de la empresa promovente; serán los recolectores de residuos quienes los destinen a posible reciclado, con empresas especializadas.

Aguas residuales.

No es factible reutilizar las aguas residuales que se generan.

Emisiones atmosféricas.

No aplica, debido a que la actividad que realiza la estación de carburación, es únicamente el almacenamiento y suministro de gas L.P. a vehículos que tienen esta conversión y que lo utilicen para su propulsión o el destino que decidan los clientes, siempre en recipientes adecuados.

VI.6.3.3 Disposición final de los residuos, señalando volumen y composición.

Residuos sólidos domésticos.

Para el control de la basura a generar, se hará uso de una clasificación conforme a lo estimado. Se propone un programa de clasificación de basura para su disposición temporal dentro de las instalaciones, identificando los cestos (tambos) de la siguiente manera:

Amarillo	Cartón y papel
Verde	Vidrio
Azul	Plásticos y hules

La recolección de residuos se hará mediante un contrato con un particular que éste autorizado por el Ayuntamiento o bien, como ya se ha reiterado, a través del sistema de recolección municipal.

VII. RESUMEN.

VII.1 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO.

Las instalaciones de la estación de gas L.P. para carburación, se localizarán en una zona que cuenta con la infraestructura necesaria para su actividad, tales como vías de comunicación, servicio de energía eléctrica, teléfono, agua y servicios de transporte de personal, se trata de una zona compatible para la actividad, sin que existan riesgos de deslaves, deslizamientos o inundaciones; ni por la interacción con otras instalaciones de riesgo (efecto dominó).

Se realizó una identificación de riesgos por métodos cualitativos y cuantitativos, esto con el fin de identificar y recomendar una respuesta inmediata ante algún evento indeseado inminente (no se identificó para el presente caso un potencial peligro inminente).

La posibilidad de que se presente un evento por fuga cuantiosa del gas es mínima; siendo las posibles causas para que se presente la eventualidad de una fuga, aquellas derivadas de un error humano, ya sea por negligencia en la aplicación de procedimientos de manejo del gas, o por falta de mantenimiento en equipos implicados en el transvase del combustible; como tercera causa potencial, de baja probabilidad, se incluyen los fallos de equipos, como son una válvula de sobrepresión o de servicio, así como un fallo en el dispensador del combustible a clientes, por lo que no se debe de economizar en la seguridad en los equipos, pero sobre todo en el adiestramiento y capacitación del factor humano.

La posibilidad de fugas por fenómenos de origen natural es mínima, pues la normatividad aplicable a la construcción de las instalaciones y operatividad de los equipos es de carácter internacional, comprobada en diversos países, en los que no se ha dado un evento de este tipo.

Se concluye que las operaciones proyectadas para la estación de carburación no representan un riesgo ambiental inminente, aunque si referente (existe), ya que las consecuencias en caso de presentarse un evento identificado y supuesto, mediante las técnicas apropiadas, no afectarían a la población o elementos del ecosistema de la zona, debido a los bajos volúmenes de gas a manejar y la existencia de medidas, dispositivos y procedimientos de seguridad, que coadyuvan a minimizar, prevenir y en su caso atender una contingencia dentro de las instalaciones, sin que los efectos trasciendan más allá de las colindancias de la estación, por lo cual se puede concluir que el proyecto de la estación de carburación a nombre de la empresa "Gas Agra", S.A. de C.V., a ubicarse en un terreno a la altura del kilómetro 20+000 de la Carretera Pátzcuaro-Morelia, en la población y municipio de Pátzcuaro, Michoacán; podría operar con los controles de seguridad proyectados.

VII.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA LA INSTALACIÓN O PROYECTO, EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL, SEÑALANDO LAS DESVIACIONES ENCONTRADAS Y POSIBLES ÁREAS DE AFECTACIÓN.

El presente estudio de identificación y evaluación de riesgos, derivados de las actividades que se realizarán en la estación de carburación para venta de gas L.P. en Pátzcuaro, Michoacán, propiedad de Gas Agra, S.A. de C.V.; permite la determinación de las condiciones peligrosas que podrían representar un riesgo de daños al entorno natural, civil y de infraestructura, dentro de la estación y en el entorno.

La zona donde se ubicará la estación corresponde a la zona suburbana de Pátzcuaro, Michoacán, hacia el oriente de la zona urbanizada central, donde predominan las actividades comerciales, de servicios, agrícolas y artesanales.

El diseño y construcción de la estación fue planeado observando y aplicando diferentes normas y códigos de diseño, de construcción y de pruebas; asimismo, se aplican las medidas de seguridad y se mantienen funcionales los sistemas y dispositivos para prevenir riesgos.

De acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar las metodologías de identificación y jerarquización de riesgos (HAZOP, y matriz de jerarquización), los escenarios de riesgo de la estación infieren resultados que se califican como de riesgo aceptable, debido a que en ningún caso las consecuencias se consideran catastróficas para el personal, las instalaciones o el

ambiente, debido a las consecuencias y distancias de afectación, así como la ubicación de la empresa y baja vulnerabilidad.

Atendiendo cuestiones prácticas, uno de los objetivos del estudio es precisamente conocer los probables riesgos en las instalaciones y los factores internos y externos que podrían generarlos, con la finalidad de prever medidas de seguridad, el adecuado mantenimiento y medidas de respuesta a emergencias.

Es necesario aclarar que algunos de los eventos están sobrestimados y son poco probables que sucedan, pero para efectos del presente estudio, se toman los sucesos que puedan provocar una contingencia mayor, para poder así predecir los posibles escenarios de afectación, así como las medidas de mitigación con las que debe contar la empresa.

Para la identificación y evaluación de los posibles riesgos, se utilizaron diferentes métodos entre los cuales se desarrollaron los siguientes:

- Identificación y jerarquización de riesgos, indicando los posibles orígenes de accidentes potenciales en cualquier tipo de actividad que involucra el manejo de sustancias altamente riesgosas.
- Identificación de sucesos iniciadores no deseados, que pueden llevar a la materialización de un peligro.
- Identificación de peligros y evaluación de riesgos por métodos de evaluación semicuantitativa y cualitativa.
- Con lo anterior se definieron los eventos máximos probables y los más adversos para las áreas de la estación.
- Posterior a esto, se realizó la evaluación del riesgo con cálculos de los eventos propuestos, por medio del simulador ALOHA.
- Se proporciona una tabla con resultados de los radios de afectación en las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento.

En lo referente a la simulación de los modelos de explosividad, se muestran las consecuencias que ocurrirían en las diferentes situaciones propuestas (simulación de eventos mediante el programa ALOHA), que están directamente relacionadas con las distancias a las que se suscitarían los posibles eventos. Si se comparan los resultados con el modelo de cálculo de

consecuencias, éstos concuerdan en gran medida con los resultados obtenidos de la simulación de escenarios.

Por lo que confrontando los datos de los diferentes métodos con los de la simulación de escenarios de nubes explosivas concluimos que: la zona de alto riesgo estará aproximadamente a 13 metros a la redonda y la zona de amortiguamiento a 24 metros a la redonda (promediando el evento más probable con el de mayores consecuencias).

Por otra parte, es importante recordar que en caso de existir un evento riesgoso, los motores de combustión interna se deben mantener alejados, cuando menos a 100 metros de la nube de vapores. Mantenerse a favor del viento y aislar el área de peligro.

Es importante mencionar que la estación de carburación de gas L.P., debe coordinarse con las autoridades locales, para que conozcan las medidas de seguridad con las que contará en sus instalaciones y, en su caso, puedan auxiliar, si se presentase una contingencia mayor.

De la identificación de las áreas en la estación de carburación de gas L.P., tanto para el tanque de almacenamiento, como en la toma de suministro, prácticamente no existirá proceso alguno, únicamente se realizará trasvase del gas L.P., por lo que se tiene lo siguiente:

ÁREA	POSIBLE FALLA	POSIBLE ÁREA DE AFECTACIÓN
Red de Tuberías (Tuberías, conexiones y uniones)	- Sobrepresión - Falla en la válvula de acción "pop"	Interno; es controlable
Tanque de almacenamiento	- Sobre presión - Error de operación - Fenómeno natural	13 m a la redonda
Mangueras de recepción y suministro de gas	- Fisuras y / o fracturas - Desgaste - Mala conexión - Error de operación	24 m interno y controlable
Bomba	- Fugas en el rotor - Mala operación - Falla en el motor - Falla en la succión	Interno; es controlable
Carburación	- Mala conexión de la punta de llenado - Error de operación, falla del motor - Falla en el diseño del tanque de carburación - Mangueras desgastadas y/o fisuradas	24 m; interno y controlable. Posible incendio.

Se concluye que las operaciones proyectadas para la estación de carburación no representan un riesgo ambiental inminente, aunque si referente (existe), ya que las consecuencias en caso de presentarse un evento identificado y supuesto, mediante las técnicas apropiadas, no afectarían a la población o elementos del ecosistema de la zona, debido a los bajos volúmenes de gas a manejar y la existencia de medidas, dispositivos y procedimientos de seguridad que coadyuvan a minimizar, prevenir y en su caso atender una contingencia dentro de las instalaciones, sin que los efectos trasciendan más allá de las colindancias de la estación, por lo cual se puede concluir que el proyecto de la estación de carburación; podría operar con los controles de seguridad proyectados.

Una vez que se percibe el escenario anterior, referente a los riesgos potenciales que pueden acontecer durante las actividades en la estación y dado que no existe ningún componente ambiental de interés con riesgo en la zona; asimismo, tampoco se encuentra dentro de las distancias de afectación, en caso de un accidente, actividades comerciales o productivas con alta concentración de personas o núcleos y centros de población, que pudieran verse afectadas por las actividades, la zona es de baja susceptibilidad al desarrollo de fenómenos naturales o sociales. Por lo anterior, no hay posibilidad de interacción con otras instalaciones en la zona.

VII.2.1 Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

Las recomendaciones adicionales sugeridas para adoptarse por parte del personal a cargo de las operaciones en la estación son las siguientes:

a) Evitar la acumulación de basura y todo material combustible dentro de las áreas consideradas como de actividades. Es necesario orden y limpieza en las diversas zonas, tal como lo establece el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.
b) Supervisar que se coloquen siempre las calzas y aterrizaje a los auto-tanques cuando estén cargando o descargando.
c) Verificación y mantenimiento de sistemas y dispositivos contra incendio y de respuesta a emergencia. NOM-002-STPS-2010.
d) Se deberá continuar con la capacitación al personal que forma parte de brigadas respecto de combate a incendios, primeros auxilios, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad y

Salud en el Trabajo; así como la NOM-002-STPS-2010. Asimismo continuar con la capacitación del personal en temas alusivos a las propiedades y cuidados y peligros asociados con el manejo de gas L.P., así como en el manejo del equipo del que se compone la instalación.

e) Evitar conexiones eléctricas improvisadas.

f) Revisar las bitácoras de mantenimiento para detectar oportunamente el tiempo de sustitución de equipos, piezas o instrumentos de seguridad.

g) Elaborar un plan de prevención de accidentes y difundirlo entre el personal involucrado en el plan de emergencias.

h) Colocar un dispositivo indicador de la dirección del viento.

i) Cumplir con programa de mantenimiento preventivo y correctivo a todos los sistemas que conforman la estación de almacenamiento.

j) Inspección de tuberías, equipos y accesorios de manera cotidiana.

k)Revisión y actualización de las condiciones y procedimientos de operación de la instalación con la finalidad de identificar posibles desviaciones.

l) Utilizar dispositivos anti-chispa.

m)Verificar las condiciones y estado de equipo y accesorios del vehículo que abastece el gas, antes de iniciar la descarga.

n) Investigación de accidentes/incidentes ocurridos durante el manejo de este combustible dentro de la instalación.

o) Continuar con la comunicación con protección civil de la región.

p) Cumplir con programa de simulacros.

q) Supervisión de la aplicación de los procedimientos operativos de carga y descarga de gas en el interior de la estación.

r)Mantenimiento de la señalización preventiva y restrictiva alusiva al riesgo.

s) Supervisión del uso de equipo de uniformes que eviten la generación de chispas.

t) Realizar la verificación de espesores del tanque de almacenamiento de gas L.P.

u) Difundir y mantener disponible para el personal, la hoja de seguridad para el gas L.P.

VII.3. Presentar el informe Técnico de Riesgo.

En la sección de anexos documentales, se incluye el informe técnico.

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

VIII.1. METODOLOGÍA PARA RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

1. Se solicitó información a la estación referente al manejo del gas L.P., así como de los planos existentes con arreglo de instalaciones generales.

2. Se acudió a las instalaciones de la estación en el municipio de Pátzcuaro, Michoacán, con la finalidad de corroborar en campo la información proporcionada. Durante la visita se incorporó información sobre las condiciones ambientales, actividades y uso de suelo en la zona de ubicación de las instalaciones y de aspectos relevantes relacionados con el manejo de la sustancia de riesgo.

3. Se realizaron dos recorridos físicos hacia las instalaciones en las colindancias de la estación, para observar elementos del medio natural y socioeconómico.

4. Se consultaron diversas fuentes bibliográficas para establecer la interrelación existente entre las actividades desarrolladas por la estación y su integración con las políticas marcadas en los programas de desarrollo urbano, tanto a nivel municipal y estatal; consultando a la vez, información de INEGI, CENAPRED y SEMARNAT, para incorporar o corroborar la información referente al medio socioeconómico, ambiental y de protección civil, que es fundamental para establecer el grado de vulnerabilidad del entorno a las instalaciones, así como el grado de desarrollo e infraestructura existente en el municipio y zona de influencia de la estación.

5. Se procesó la información obtenida para incorporarla al formato preestablecido por la SEMARNAT para el Estudio de Riesgo Ambiental, ya que es el que debe utilizarse, de acuerdo a las recientes reformas en materia de hidrocarburos, con la aparición de la ASEA y su Ley, así como las modificaciones y reformas a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, para proyectos en estaciones de carburación que han de realizarse.

VIII.2. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

a) Se utilizó el programa de modelación de escenarios de riesgo, durante eventos que implican el manejo de sustancias químicas peligrosas y combustibles, denominado ALOHA.

Los métodos de identificación, evaluación y jerarquización de riesgos utilizados, corresponden a los de tipo cualitativo, cuantitativo, semicualitativos y otras metodologías; de acuerdo con la clasificación de BATELLE COLUMBUS, los métodos usados fueron:

Análisis preliminar de riesgos (APR): Preliminary Hazard Analysis (PHA).
Análisis funcional de operabilidad, HAZOP
Matriz de jerarquización para determinar el nivel de riesgo.
Análisis por Árboles de Sucesos, AAS: Event Tree Analysis, ETA.
Análisis de modo y efecto de los fallos, FMEA.
Índice de Dow de incendio y explosión.
Análisis de Consecuencias.

b) Se recurrió a consultas bibliográficas a través de ediciones de INEGI, para el Estado de Michoacán, así mismo se consultaron sitios Web de SEMARNAT, INEGI y dependencias Estatales, así como la página del Gobierno del Estado de Michoacán.

c) Para corroborar físicamente las condiciones del predio, sus colindancias y las actividades en la zona, dentro de un radio de influencia de 500 metros, respecto a la localización, se realizaron dos recorridos por la zona, hasta una distancia de 500 metros en dirección de los cuatro puntos cardinales, durante este recorrido se realizó un inventario de vegetación y fauna con registros por avistamiento directo y se tomaron fotografías de las condiciones del terreno y la zona.

d) Se consultó por medio electrónico la página de Google Earth, para obtener imágenes satelitales del área de influencia dentro de la zona en que se ubica la estación de carburación.

VIII.3. FOTOGRAFÍAS.

Se anexa una memoria fotográfica, la cual es propiedad intelectual de ASAI.

VIII.5. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

El estudio se presenta con fuente tipo *Eurostile*, siguiendo los lineamientos de la Guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental, establecida por la SEMARNAT. Impreso y en disco de respaldo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. EDIT. MARCOMBO ADOLFO RODELLA LISA. BARCELONA, ESPAÑA. (1988)
2. INDUSTRIAL SAFETY AND HEALTH. IN THE AGE OF HIGHTECHNOLOGY EDIT. MCMILLAN INTERNATIONAL DAVID L. GOETSCH FIRST EDITION. USA(1993)
3. GUÍA DE RESPUESTAS INICIALES EN CASO DE EMERGENCIA, OCASIONADAS POR MATERIALES PELIGROSOS ANIQ/SETIQ MÉXICO. (1992)
4. LA SEGURIDAD INDUSTRIAL SU ADMINISTRACIÓN GRIMALDI-SIMONDS EDITORIAL ALFAOMEGA. QUINTA EDICIÓN MÉXICO, D.F. (1991).
5. OCCUPATIONAL HEALTH. RECOGNIZING AND PREVENTING WORK - RELATED DISEASE BARRY S. LEVY, M: D: DAVID H: WEGMAN., M. D. EDITORIAL LITTLE BROWN. SEGUNDA EDICIÓN. E.U. (1988)
6. CAMEO BASE DE DATOS USA (1988)
7. FIABILIDAD Y SEGURIDAD DE PROCESOS INDUSTRIALES. EDITORIAL MARCOMBO. ANTONIO CREUS SOLE. BARCELONA, ESPAÑA. (1991).
8. ENVIROMENTAL RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT EDIT. PANAMERICACN CENTER FOR HUMAN ECOLOGY AND HEALT. LARRY W. CARTER. METEPEC, EDO. MEX. (1989)
9. CONTROL DE RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES. MANUAL PRÁCTICO. EDIT. ALFAOMEGA. CONTRIBUCIÓN DEL OIT AL PROGRAMA INTERNACIONAL PNUMA/OIT/OMS DE SEGURIDAD EN LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS (IPCS). MÉXICO. (1993).
10. DESIGN AND CONSTRUCTION OF LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG) INSTALLATIONS. API STANDARD 2510 AMERIN PETROLEUM INSTITUTE SIXT EDITION, APRIL 1989 WASHINGTON, DC.
11. ANUVEGAS. ASOCIACIÓN NACIONAL DE UNIDADES DE VERIFICACIÓN EN MATERIA DE GAS. AÑO 6 No. 15 MÉXICO, D.F. JULIO 1996
12. DIPLOMADO EN GESTIÓN Y ANÁLISIS DE POLÍTICAS AMBIENTALES. MODULO II INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL RIESGO AMBIENTAL. INSTITUTO NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA. JUNIO DE 1994. MÉXICO, D.F.
13. CURSO SUPERIOR DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA EMPRESA MODULO I. INCENDIO Y OTROS DAÑOS. ITSEMAP. MÉXICO, 22 - 26 DE MARZO DE 1993.
14. GUÍA DE ACCIONES DE EMERGENCIA PARA SUSTANCIAS PELIGROSAS. ASOCIACIÓN MEXICANA DE

HIGIENE Y SEGURIDAD, A. C. MÉXICO, D.F. (1989).

15. MANEJO Y USO DE GAS L.P. Y NATURAL FERNANDO F. BLUMENKRON. MÉXICO. (1994).

16. ENGINEERED CONTROLS INTERNATIONAL, INC. REGO LP-GAS AND ANHYDROUS AMMONIA EQUIPMENT. CATALOGO L-500 PRINTED USA (1994).

17. CURSO DE CAPACITACIÓN SOBRE LA METODOLOGÍA DE SGS PARA LA EJECUCIÓN DE AUDITORÍAS DE SEGURIDAD. MÉXICO. DF. (1994)

18. MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS Y PETROLERAS, STROCH DE GRACIA, J. M. ED. MC-GRAW HILL, VOL. I, 1998. PAG. 88-89

19. CONTROL DE RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO ED. ALFAOMEGA, 1993, PAG. 123-130

20. HAZARD ASSESSMENT AND RISK ANALYSIS TECHNIQUES, IMP, 1993. PAG. (9-8)-(9-11)

21. MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS Y PETROLERAS J.M. STORCH DE GRACIA. PÁGS. 325-329.

22. FIABILIDAD Y SEGURIDAD DE PROCESOS INDUSTRIALES. ANTONIO CREUS SOLÉ. PRODUCTICA MARCOMBO BOIXAREU EDITORES. PÁGS. 117-120.