



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

- EMPRESAS EN OPERACIÓN -

“ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL POR INCREMENTO DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. EN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE CORREGIDORA, QUERÉTARO”

UBICACIÓN:

Parcelas 33 y 34 del Ejido de los Ángeles, ubicado a la altura del Km. 0+900 del Libramiento Sur Poniente, Municipio de Corregidora, Estado de Querétaro.

Elaborado por:



ASESORÍA
INTEGRAL

A M B I E N T A L

- ÍNDICE -

CONTENIDO	PAGINA
INTRODUCCIÓN.	4
ANTECEDENTES.	6
JUSTIFICACIÓN.	8
OBJETIVOS.	12
CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	18
I.1 PROMOVENTE.	19
I.2 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	20
CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.	21
II.1 NOMBRE DE LA EMPRESA.	21
II.2 UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.	33
CAPÍTULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.	45
III.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO O ÁREA SELECCIONADA.	45
III.1.1 FLORA.	46
III.1.2 FAUNA.	47
III.1.3 GEOLOGÍA	49
III.1.3.1 EDAFOLOGÍA.	50
III.1.4 HIDROLOGÍA.	51
III.1.4.2 UNIDADES DEL PAISAJE.	53
III.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS EN TORNO A LA INSTALACIÓN.	54
III.2.1 TEMPERATURA.	54
III.2.2 PRECIPITACIÓN PLUVIAL.	55
III.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO.	56
III.4 INTEMPERISMOS SEVEROS.	77
CAPÍTULO IV. INTEGRACIÓN A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO.	88
IV.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO.	88
IV.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO.	93
IV.3 PROGRAMA PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE LA ZONA NORTE DEL MUNICIPIO DE CORREGIDORA.	96
IV.4 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO.	99
IV.5 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.	103
IV.6 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.	103
IV.7 LEY DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS.	106
IV.8 REGLAMENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO.	109
IV.9 NORMAS OFICIALES MEXICANAS QUE SE ANALIZAN Y LAS QUE SE APLICARÁN.	112

CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO (ACTIVIDADES).	115
V.1 BASES DE DISEÑO.	115
V.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES.	140
V.3 HOJAS DE SEGURIDAD.	147
V.4 ALMACENAMIENTO.	155
V.5 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.	156
V.6 CONDICIONES DE OPERACIÓN.	157
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.	159
VI.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.	159
VI.2 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN.	170
VI.3 DETERMINACIÓN DE RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.	272
VI.4 INTERACCIONES DE RIESGO.	295
VI.5 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.	311
VI.5.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD.	312
VI.5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.	318
VI.6 RESIDUOS, DESCARGAS Y EMISIONES GENERADAS DURANTE LA OPERACIÓN DE LA EMPRESA.	322
VI.6.1 CARACTERIZACIÓN.	322
VI.6.2 FACTIBILIDAD DE RECICLAJE O TRATAMIENTO.	324
VI.6.3 DISPOSICIÓN.	325
CAPÍTULO VII. RESUMEN.	325
VII.1 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO.	328
VII.2 RECOMENDACIONES.	330
VII.3 INFORME TÉCNICO.	331
CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.	332
VIII.1 METODOLOGÍA PARA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.	332
VIII.2 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	333
VIII.3 CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE FUENTES DE DATOS.	334
VIII.4 FOTOGRAFÍAS.	334
VIII.5 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.	334
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	335

- ÍNDICE DE ANEXOS -

SECCIÓN DE ANEXOS.
ANEXOS DOCUMENTALES.
I. COPIA SIMPLE DE IDENTIFICACIÓN OFICIAL DEL 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 SIMPLE DE CEDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.
VI. COPIAS SIMPLES DE IDENTIFICACIÓN OFICIAL, Y RFC DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO.
VII. COPIA DEL RESUMEN EJECUTIVO DE ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.
VIII. COPIA SIMPLE Y PRESENTACIÓN DEL ORIGINAL DEL COMPROBANTE DEL PAGO DE DERECHOS.
IX. INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE RIESGO.
X. MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA DE LAS INSTALACIONES.
ANEXOS GRÁFICOS.
XI. PLANO CIVIL EN ESCALA 1:400 Y 1:125.
XII. PLANO ELÉCTRICO ESCALA 1:100.
XIII. PLANO MECÁNICO ESCALA 1:125 Y 1:30.
XIV. PLANO DE ARREGLO GENERAL DE EQUIPOS EN ESCALA 1:400
XV. PLANO ISOMÉTRICO.
XVI. PLANO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO.
XVII. DIAGRAMAS DE PÉTALOS CON ZONAS DE ALTO RIESGO Y DE AMORTIGUAMIENTO EN PLANOS A ESCALA 1:100 DE LOS EVENTOS CRÍTICO, CATASTRÓFICO Y DOS DE LOS MAS PROBABLES.
XVIII. COPIA DE INFORME DE PRUEBA DE ULTRASONIDO EFECTUADA EN LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO POR UNA UNIDAD DE VERIFICACIÓN.
XIX. COPIA DE CARTA TOPOGRÁFICA (F14C82) EN ESCALA 1:50,000, DONDE SE SEÑALA LA LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA EN LA MICRORREGIÓN.
XX. ANEXO FOTOGRÁFICO.

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 México, lo que origina que sea identificada como la nación con el mayor consumo anual con 74 kg per *cápita*. En 2006, más del 75% 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 representaba 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 Express Nieto”, S.A. de C.V. es una organización orgullosamente mexicana con más de 60 años en el mercado de distribución y comercialización de combustibles, siempre comprometidos con el desarrollo de México, evidenciado esto con las constantes inversiones en varios estados del país, generando empleos y modernizando sus equipos de distribución.

“Gas Express Nieto”, S.A. de C.V., 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, y con la finalidad de atender eficazmente la creciente demanda de este insumo por los usuarios de los diferentes sectores sociales, se ha visto en la necesidad de incrementar la capacidad de almacenamiento; ameritando entonces el actualizar su evaluación de riesgo ambiental, razón por la cual se elabora el presente Estudio de Riesgo, con la finalidad de prever el nuevo escenario y conocer la situación general que presentará ahora la planta, ante la evolución de la zona de ubicación de la planta, correlacionadamente con la nueva potencialidad de riesgo que genera el volumen de almacenamiento futuro, y de esta manera considerar las nuevas medidas preventivas y de respuesta a emergencia, que eviten o reduzcan los efectos y alcance de un incidente operativo.

Al margen de lo anterior, partiendo de las condiciones y requisitos que debe cumplir una instalación de este tipo, así como el acondicionamiento y provisión de equipo, edificaciones, instrumentación y medidas de seguridad, contrastando con el hecho que se busca aprovechar la infraestructura actual, y a su vez tomando en cuenta lo reducido de las obras y requerimientos para la instalación de un tanque adicional, se vislumbran amplias expectativas de funcionalidad y viabilidad tanto en materia de impacto ambiental, como en el nivel de riesgo que podría significar un tanque más de almacenamiento, puesto que las instalaciones ya existen y solo significa incorporar un recipiente adicional, minimizando el efecto sobre los factores ambientales, el riesgo ocupacional al personal, hacia la población y sus bienes y finalmente en el propio patrimonio de la empresa.

Mientras que por el contrario el aspecto social y económico de la zona y en general de la región se verá ampliamente beneficiado, ya que se estima influir en un amplio mercado potencial, que considera abarcar en la región unos 500 mil habitantes, con lo que conlleva el contribuir en la generación de empleos, demanda de bienes y servicios y en general al generar mayor flujo comercial.

ANTECEDENTES.

El empleo y manejo inadecuado de sustancias químicas peligrosas en la industria, así como los cambios tecnológicos sin la planeación técnica adecuada, que contemplen la interacción de los procesos con el entorno operativo y el ambiente, han provocado un incremento en los riesgos de accidentes no controlados en las empresas, dando como resultado daños personales, daños a la propiedad y al medio ambiente.

La información generada por las empresas en el manejo de sustancias peligrosas es fundamental, para que en conjunto con las autoridades locales y federales se puedan establecer los mecanismos de manejo, transporte y disposición final de estas para que, en caso de accidente, éste se pueda atender en forma conjunta y se minimicen los riesgos que ponen en peligro a la comunidad, el ambiente y los bienes materiales de las empresas.

Asimismo, la magnitud del daño que pudiera provocar un accidente causado por sustancias químicas peligrosas, está en relación directa con la presencia de una serie de factores tales como: las características de las instalaciones, los procesos utilizados o actividades, las condiciones meteorológicas existentes en el área en el momento del accidente y los volúmenes y cantidad de sustancia liberada al ambiente, por lo que el Gobierno Federal en conjunto con los Gobiernos Estatales, han establecido disposiciones legales y emprendido acciones para disminuir los riesgos en las actividades de servicios e industriales y enfrentar contingencias derivadas de las Actividades Consideradas como Altamente Riesgosas, una de estas acciones consiste en la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental por parte de quienes realicen tales actividades.

El criterio empleado para su realización se basa en la posibilidad que ocurran siniestros provocados por el manejo de sustancias peligrosas y la necesidad de estudios y programas adecuados para evitar que éstos puedan tener consecuencias de desastre o calamidad.

La planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. que nos ocupa, se encuentra operando actualmente, en la zona comercial y de servicios del municipio de Corregidora, Querétaro; estas instalaciones iniciaron operaciones desde el año 2002 con el nombre comercial de Plus Gas y razón social como Gas San Luis, S.A. de C.V., con 2 tanques de almacenamiento de 250,000 litros cada uno; para lo cual se tramitó y obtuvo en su momento, la autorización de impacto y riesgo ambiental ante la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), mediante Oficio No. **S.G.P.A.DGIRA.- 3878**, de fecha 31 de octubre del 2001, la cual se adjunta al presente.

De la misma manera, ahora al verse en la necesidad de incrementar nuevamente la capacidad de almacenamiento, para atender eficazmente la creciente demanda de este insumo por los usuarios de distintas actividades productivas (comercial, industrial, e incluso por el crecimiento población y uso doméstico), se elabora ahora el Estudio de Riesgo Ambiental, actualizado a este 2018 para el almacenamiento de gas L.P. en 3 tanques cilíndrico-horizontales, con capacidad de 250,000 litros, base agua, cada uno (lo que sumaría una capacidad máxima total de setecientos cincuenta mil litros, aunque por seguridad solo se llenen al 90%); con lo cual se logrará conocer el grado de riesgo actualizado (nivel de riesgo), de las instalaciones relacionado con las operaciones implicadas en el manejo de gas L.P., lo que permitirá a su vez el poder cumplir con todas las obligaciones que dispongan las diferentes dependencias que rigen la operación de las empresas industriales y de servicios en el país, en las cuales se manejen sustancias altamente riesgosas; inclusive, posibilitará contar con los medios de prevención y respuesta que minimicen las consecuencias en caso de presentarse un evento riesgoso durante las actividades en planta, ello coadyuvará a salvaguardar la integridad del sistema en su conjunto (área de influencia e instalaciones de servicios), dando paso a su vez al Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), que se actualizará también, en consecuencia.

No obstante la simpleza en la modificación de las instalaciones y en el manejo de gas L.P., siguiendo los principios y políticas de la empresa, y 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; considerando incluso, **que en la autorización inicial en materia de impacto y riesgo ambiental ya se había prefigurado el aumento de volumen de gas a manejar para una etapa futura**; es por ello que en este año 2018, al verse en la necesidad de incrementar la capacidad de almacenamiento de gas L.P. en su planta ubicada en Corregidora, Querétaro; ha decidido conocer el estado actual de sus instalaciones en materia de riesgo y de prevención y respuesta a emergencias [también se gestionará el correspondiente Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)]; por lo que se presenta el actual estudio de riesgo ambiental, como una actualización necesaria en virtud de la antigüedad del anterior estudio de riesgo; reconociendo además la autoridad específica de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos para otorgar las autorizaciones en materia de riesgo ambiental en este tipo de instalaciones.

De esta manera, aun cuando el incremento de la capacidad de almacenamiento **no implique transformaciones que generen impacto ambiental por construcción de obras**, si implica un incremento de riesgo ambiental, puesto que la modificación radica sólo en añadir la infraestructura

consistente en el tanque, líneas de tubería, una bomba adicional e instrumentación, que permitan interconectar el nuevo sistema de almacenamiento a la red general de suministro; en virtud de que la evaluación inicial realizada para el volumen de quinientos mil litros como capacidad total de diseño, no corresponde ya a la realidad y situación actual de las instalaciones y su entorno, por lo que se hace necesario un nuevo diagnóstico en materia de riesgo que permita la identificación y dimensionamiento del grado de riesgo, para revisar las probabilidades de que se presenten eventos que pudiesen tener consecuencias hacia las propias instalaciones y el exterior (nivel de riesgo), lo que posibilitará contar con los medios de prevención y respuesta que minimicen las consecuencias en caso de presentarse un evento riesgoso, durante las actividades que se realicen en las instalaciones, coadyuvando a salvaguardar la integridad del sistema en su conjunto (sistema ambiental e instalaciones de servicios), lo cual permitirá diseñar un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), que responda a las necesidades de las instalaciones y sea apropiado para enfrentar las situaciones de riesgo que arroje el presente estudio.

El estudio en su contexto, objeto y alcance considera sólo el manejo de gas L.P., de manera específica, ya que es la única sustancia de riesgo, que además por sus características, representa riesgos de explosividad e incendio, constituyendo un potencial peligro cuando su manejo no se realice bajo los lineamientos operacionales y de seguridad, de acuerdo a los programas establecidos por la organización. Lo anterior, sin descuidar la posibilidad de cualquier otra sustancia o actividad que pudiera interaccionar con las operaciones y el manejo de gas L.P., en el interior y las colindancias de las instalaciones, para conocer el efecto dominó y en su caso prever planes y programas tanto a nivel interno como externo.

JUSTIFICACIÓN.

Dentro de los valores organizacionales de la empresa, se encuentra la responsabilidad y la seguridad, entendiendo esto, como el cumplimiento de aquellas regulaciones aplicables al tipo de actividades que se desarrollan en sus instalaciones, que para el presente caso consiste de la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P. ubicada en Corregidora, Querétaro; donde se conoce y se sabe que se realizan actividades consideradas altamente riesgosas, ya que el combustible manejado sobrepasa la cantidad de reporte que es de 50,000 kilogramos, mientras que la capacidad de la planta oscila entre los 637,500 litros o 573,750 kilogramos (capacidad base agua de 750,000 litros, pero que se maneja a un promedio del 85% de esa capacidad), con lo cual se le clasifica como una actividad altamente riesgosa, al rebasar la cantidad de reporte señalada en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 04 de mayo de 1992.

Basándose en lo anterior, y atendiendo lo señalado en el artículo 147 de la Ley General del equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, es que se presenta la actualización del estudio de riesgo ambiental, con la idea que permita conocer el estado actual de la organización, referente al nivel de riesgo potencial, identificando las áreas, equipos, actividades o procedimientos que puedan ocasionar eventos de consecuencias graves o catastróficas, bajo la nueva capacidad de almacenamiento.

Asimismo, considerando que el 2 de marzo del año 2015, entró en vigor la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; donde se establece que a partir de esa fecha, la entidad facultada para regular los diferentes aspectos ambientales del Sector Hidrocarburos (a donde pertenece el almacenamiento y manejo de gas L.P.), será la ASEA; por lo que para el presente caso, se utilizan las guías y requisitos establecidos en el trámite ASEA-00-032, de acuerdo a lo que establece la Ley de la Agencia en su artículo 7º, y debiendo presentar el estudio de riesgo ambiental, tal como se establece en la LGEEPA artículo 5 párrafo VI, que señala como facultades de la Federación “”VI.- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias”””;

Con base en lo anterior, las actividades en las instalaciones se someten al procedimiento de evaluación en materia de Riesgo Ambiental ante la ASEA; tal como se establece en el artículo 7º de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

La cantidad de gas L.P. que se maneja en la planta de almacenamiento se exceden los 50,000 kilogramos que establece el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, como cantidad de reporte, por lo cual se considera como actividad altamente riesgosa; debiendo entonces contar con Estudio de Riesgo que identifique las condiciones y actividades potencialmente peligrosas; y siendo el caso que las instalaciones han sufrido cambios desde la presentación del anterior estudio, es que se actualiza y presenta el actual estudio de riesgo, con la finalidad de asegurar que corresponda la evaluación de los riesgos potenciales y verificar las medidas propuestas, de tal manera que la ASEA valide tal estudio, por el manejo de gas L.P., elaborado conforme a la guía establecida; 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:

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:

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

Se considerará además la vulnerabilidad en torno de la empresa para posteriormente correlacionar las consecuencias en base a los potenciales radios de afectación determinados mediante un programa de computo que simula un escenario con fuga de gas y explosión; posteriormente se establecerá si existe posible interacción con otras instalaciones ubicadas dentro del o los radios de afectación, para finalmente concluir con el resultado de nivel de riesgo de la planta y proponer las medidas adicionales de seguridad tendientes a la minimización y prevención de riesgos.

En tal sentido, no obstante que las instalaciones cuentan con estudio de riesgo, el incremento de capacidad en volumen de almacenamiento justifica técnicamente la necesidad de actualizar el estudio de riesgo ambiental.

OBJETIVOS.

El objetivo es contar con un estudio actualizado que permita identificar y evaluar las situaciones de riesgo, así como cuantificar las consecuencias en espacio, tipo y efectos que pueden presentarse, como consecuencia de sus operaciones comerciales y de distribución (manejo) de gas L.P., bajo la nueva capacidad de almacenamiento, lo que le permitirá definir aquellas acciones, procedimientos u obras encaminadas a minimizar las consecuencias en caso de que se presente uno de los eventos considerados en el estudio (recomendaciones técnico-operativas), y de esta manera, propiciar un ambiente de seguridad, tanto para la zona alrededor de la planta, como en el área de trabajo, permitiendo con esto que los trabajadores desarrollen una conciencia de alerta continua ante cualquier contingencia, y de esta forma evitar accidentes que alcancen niveles de desastre.

Otro de los objetivos que da origen a un Estudio de Riesgo, 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 medir las consecuencias de una posible fuga de combustible en el área colindante a las instalaciones de la planta de gas L.P. De esta manera se podrá detectar aquellas desviaciones de diseño, procedimientos o errores operativos causales de potenciales riesgos que pudieran surgir en la operación y/o mantenimiento de la planta.

El análisis y evaluación de las condiciones, características y procedimientos conlleva a la etapa consecencial 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 del Estudio son:

I. El objetivo principal es actualizar la evaluación de riesgo, para establecer medidas acordes al riesgo potencial de las nuevas condiciones, de tal manera que permita realizar sus actividades de manera segura y ambientalmente adecuada, para asegurar la continuidad en sus operaciones.

II. No menos importante resulta garantizar la integridad de sus instalaciones para mantener la fuente de empleo y de beneficios socioeconómicos de esta región y minimizar la amenaza de incidentes o accidentes que pudieran afectar al personal, en su caso la población vulnerable y la calidad ambiental.

III. Adicionalmente se tiene como objetivo comercial para la realización del estudio, conocer el nivel de riesgo actualizado para la optimización de la atención de los potenciales accidentes que pueden derivarse de las actividades y cubrir; de manera que se privilegia la seguridad en la atención a la demanda del combustible, en esta región del Estado de Querétaro.

IV. Así mismo se tiene como propósito técnico-legal, la aprobación del Estudio de Riesgo Ambiental para la empresa “Gas Express Nieto”, S.A. de C.V., Planta Corregidora, Querétaro, por la ASEA, y de esta manera ajustarse al cumplimiento de las regulaciones en materia de riesgo ambiental a nivel federal.

Los objetivos particulares son:

1. Identificar y medir los riesgos que representa la operación de las instalaciones de la planta de gas L.P., para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.
2. Identificar y determinar las áreas de riesgo potencial.
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 continuidad de las operaciones con las medidas y equipos de seguridad disponibles, o la aceptabilidad de las propias instalaciones 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 las instalaciones, por el manejo del combustible, que ponga en riesgo la integridad de las personas, el medio ambiente, así como los bienes e instalaciones.

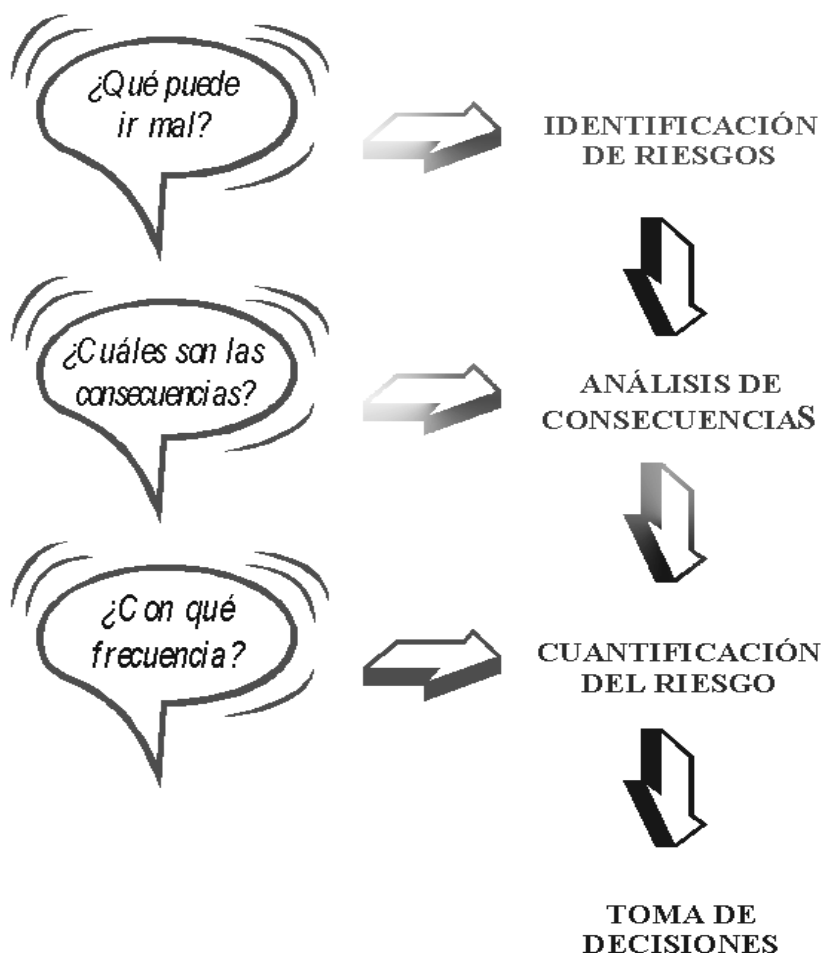
9. Cumplir estrictamente los requisitos de las leyes, reglamentos y normas nacionales que persiguen los mismos objetivos.

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.

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



ALCANCE.

Las sustancias químicas se encuentran por doquier en el planeta, por lo que en la actualidad es difícil concebir alguna actividad en la cual no intervengan o hayan intervenido productos químicos, tanto en el hogar, como en los lugares de trabajo e incluso en las actividades de recreación. De ahí que se considere que numerosas sustancias son o han sido la base del progreso y su aprovechamiento, en una gran variedad de procesos productivos, es identificado como un factor que genera negocios, ingresos y empleos.

Sin embargo, aunados a todos estos beneficios, también se han descubierto un gran número de efectos indeseables, asociados con el manejo de algunas de las sustancias que poseen propiedades que las hacen peligrosas ya sea de origen natural, o producidas a través de procesos de síntesis.

Para poder entender los efectos que las sustancias químicas pueden causar al ambiente, debemos establecer una distinción entre la peligrosidad de las mismas [asociada a sus características fisicoquímicas] y su riesgo, el cual es un evento probabilístico que depende de la posible exposición de receptores humanos o de la biota a dichas sustancias.

Por lo anterior, el manejo ambientalmente adecuado de las sustancias químicas peligrosas debe estar basado en cuatro premisas básicas:

- ☐ La determinación de su peligrosidad y de la relación entre la exposición y sus efectos.
- ☐ La evaluación o caracterización de la magnitud de sus riesgos ambientales, tanto derivados de su liberación súbita como continua o intermitente.
- ☐ La administración o manejo de los riesgos para prevenirlos o reducirlos.
- ☐ La comunicación de los riesgos.

A través del tiempo un número de diferentes, algunas veces conflictivos y más recientemente complejos significados, se han atribuido a la palabra riesgo, sin embargo, en general se puede utilizar como definición de la palabra “riesgo” la probabilidad de ocurrencia de un evento o efecto indeseable.

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 requieren 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 riesgos.

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.

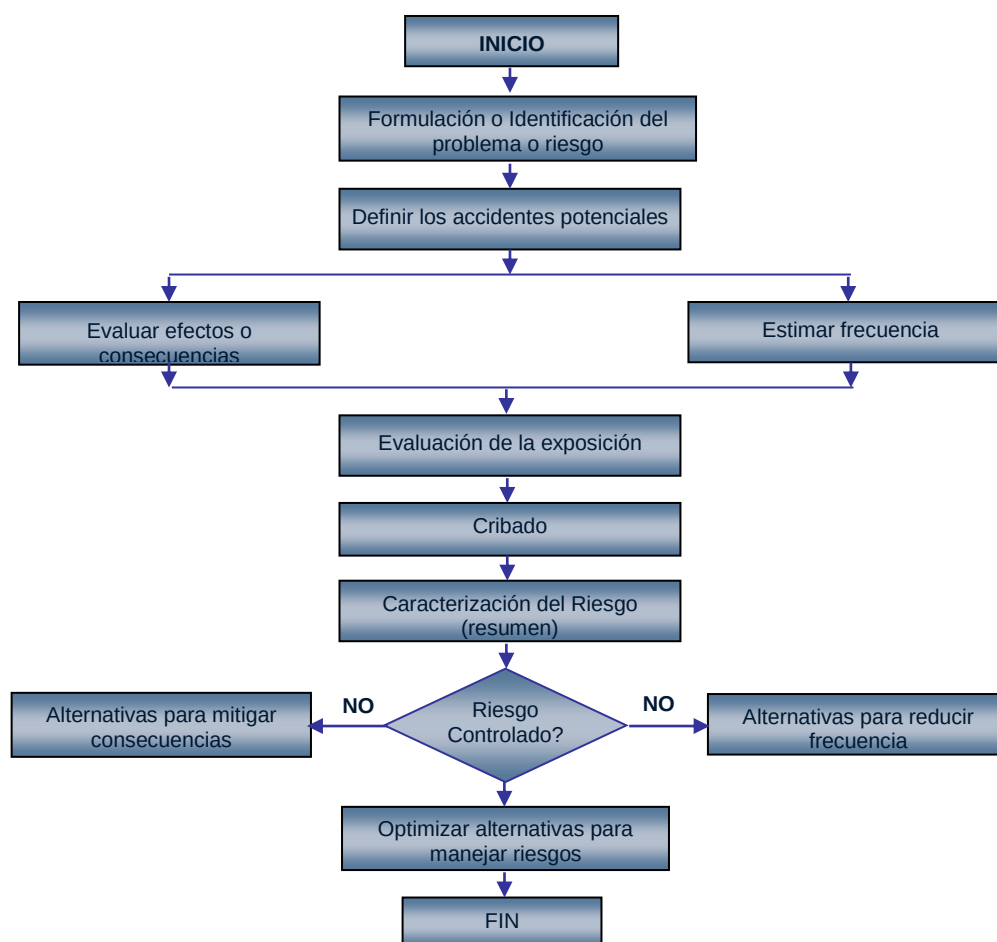
Una vez que se han caracterizado los riesgos derivados de la exposición a una sustancia peligrosa y establecido la magnitud e intensidad de los mismos, se procede a diseñar y poner en práctica una variedad de medidas tendientes a prevenir o reducir tales riesgos, entre las que se encuentran las citadas a continuación:

1. Clasificación y etiquetado
2. Límites máximos permisibles
3. Normas de manejo.
4. Prohibiciones o restricciones
5. Información y capacitación obligatorias de los trabajadores
6. Medidas de seguridad para abatir los peligros.
7. Procedimientos de respuesta en caso de eventos riesgosos.
8. Comunicación de riesgos
9. Diseño de programas de prevención de riesgos.

El estudio de riesgo aplicable a esta empresa es el análisis de riesgo en su Nivel II, para instalaciones en operación, y se elabora tomando como base la Guía emitida por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la SEMARNAT (tramite ASEA-00-032 y guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/343905/GUIA_ANALISIS_DE_RIESGO.pdf).

Su estructuración iniciará con descripción de la situación general de la empresa referente a los riesgos identificados como resultados de la revisión de sus operaciones relacionadas con el trasiego y almacenamiento de gas L.P., posteriormente se evalúan las consecuencias de los riesgos en caso de presentarse una situación y las áreas de afectación en el entorno de la planta, para finalmente proponer las recomendaciones para eliminar, corregir, reducir o mitigar los riesgos identificados que puedan desencadenar efectos indeseables, cuyas consecuencias puedan alterar tanto la integridad de las instalaciones, como su entorno.

Figura 2. FLUJOGRAMA DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS.



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.

Las actividades de la planta se realizan contando con 40 personas, entre los que se encuentran: Gerente de planta, operarios, contador, personal de mantenimiento, cajera, secretaria y personal de vigilancia, el número de trabajadores equivalente queda de la siguiente forma:

N° DE EMPLEADOS	N° DE OBREROS	TURNOS	HORAS POR TURNO	TOTAL DE HORAS TRABAJADAS ANUALMENTE	NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE
16	45	2	8	168,000 (50 semanas)	73

1.1.8. Inversión estimada en moneda nacional.

Se estima que la inversión actual en la planta es de [REDACTED]

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

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.

Registro Federal de Contribuyentes del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 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 Poblacional del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 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]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

II DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.

II.1. NOMBRE DE LA EMPRESA.

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

La planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., se ubica, en el municipio de Corregidora, Querétaro, ya se encuentra operando; se trata de una empresa que inicio operaciones desde el año 2002, bajo el nombre comercial de Plus Gas, y posteriormente fue adquirida por Gas Express Nieto, S.A. de C.V.

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

Las actividades de la planta incluyen la recepción, almacenamiento, abasto de unidades distribuidoras de gas en cilindros portátiles o camiones de distribución para tanques estacionarios y venta al público, con ello se cubre el mercado de gas para la mayor parte de la región de Corregidora, Querétaro.

La operación de la planta en el municipio de Corregidora, Querétaro cuenta con las siguientes instalaciones de manejo de gas:

- ✓ ÁREA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.
- ✓ MUELLE DE LLENADO DE CILINDROS PORTÁTILES.
- ✓ TOMA PARA CARBURACIÓN Y LLENADO DE AUTOTANQUES.
- ✓ TOMAS PARA REMOLQUES TANQUE.
- ✓ ÁREAS DE OFICINAS Y ADMINISTRACIÓN.
- ✓ ÁREAS DE SERVICIOS.
- ✓ ÁREA DE ESTACIONAMIENTO DE VEHÍCULOS REPARTIDORES DE GAS L.P.
- ✓ ÁREAS PARA CIRCULACIÓN.

La planta, se ubica en a la altura del km. 0+900 del Libramiento Sur Poniente, en el municipio de Corregidora, Querétaro.

La superficie total del terreno que ocupa la planta cubre un área de 9,454.8 m², según consta en las medidas de la propiedad, contenidas en la memoria técnica justificativa de la planta de gas (Ver documentos en la sección de Anexos al final del estudio). De esa superficie total, las áreas internas se dividen de la siguiente forma:

Áreas de administración y servicios a empleados:	329.86 m ² .
Área con Infraestructura para operaciones:	1,190.47 m ² .
Área con Infraestructura de mantenimiento y servicios de operaciones:	660.06 m ² .
Área de estacionamiento:	400.00 m ² .
Área para circulación interna (vialidades y estacionamientos):	6,874.41 m ² .

SUPERFICIES Y ÁREAS TOTALES:

DESCRIPCIÓN	LONG. m ²	ANCHO m ²	ÁREA m ²
Muelle de llenado de cilindros	21.00	12.40	260.40
Descarga de remolques tanques para abasto	5.00	15.00	75.00
Toma de carburación y llenado de autotanques	9.22	10.40	95.89
Zona de tanques de almacenamiento	22.14	34.29	759.18
Zona de almacén posterior	9.00	5.00	45.00
Zona para almacenamiento diesel (12,119 litros)	4.50	4.50	20.25
Taller de reparación, bodega y almacén de refacciones	15.40	10.27	158.16
Vigilancia	3.20	5.26	16.83
Gerencia, oficinas, caja y comedor	19.17	10.00	191.70
Cuarto de máquinas, subestación, tablero y ECI (bombas de equipo contra incendio)	4.34	16.00	69.44
Sanitarios, bodega, oficina auxiliar y cisterna 112,500 l	6.63	18.30	121.33
Taller de reparación de cilindros	7.10	15.20	107.92
Zona de almacenamiento de cilindros rechazad	7.10	16.97	120.49
Área de equipo y herramienta	7.10	19.55	138.81
Estacionamiento para unidades de reparto	10.00	40.00	400.00

Las áreas se encuentran en buen estado de construcción como puede verse en las series de fotos que se incluyen en este ERA.

De tal manera que la planta dispone de amplias instalaciones para realizar sus actividades, incluyendo en la parte posterior, alejada de áreas administrativas, el área de los tanques de almacenamiento con su equipamiento de seguridad; equipamiento de operaciones y sistema de espreado para manejo de agua del sistema contra incendio, sistemas de seguridad en las diferentes áreas antes listadas y con suficiente espacio.

RESUMEN DE OPERACIONES DE TRASIEGO QUE SE REALIZAN.

a) Trasiego de gas L.P. (Recepción). De semirremolques a cada tanque fijo a través de la tomas de descarga de remolques tanques.

b) Trasiego de gas L.P.

- 1) De tanques (sistema fijo a cilindros portátiles).
- 2) De tanques (sistema fijo a pipas repartidoras).
- 3) De tanques (sistema fijo a tanques de unidades en toma de carburación).
- 4) La actividad que se realiza hacia el exterior es la distribución del gas L.P. en la región.

EQUIPAMIENTO DENTRO DE LA PLANTA PARA LAS OPERACIONES.

Recepción de gas.

La operación se lleva a cabo en la zona de recepción. Las tomas para descarga de remolques (recepción) están localizadas al lado este de los recipientes de almacenamiento y para su protección se tiene plataforma de concreto de 0.60 m de altura, estando éstas a 12.00 m del recipiente de almacenamiento más cercano.

Los compresores utilizados para las operaciones básicas de trasiego con que cuenta esta planta son de las características siguientes:

Compresores Número: I - IV.

Número:	I y II
Operación:	Descarga de semirremolques y auto-tanques para transporte
Marca:	Blackmer
Modelo:	361
Motor eléctrico:	15 HP
R.P.M.	740
Capacidad nominal de transferencia de gas L.P. líquido:	678 L.P.M. (179 G.P.M.)
Desplazamiento:	32 cfm
Tubería de gas líquido:	Ø101 mm (4") / Ø 76 mm (3") / Ø 51 mm (2")
Tubería de gas vapor:	Ø 76 mm (3") / Ø 51 mm (2")

Del boletín de Blackmer® "BULLETIN 501-001 Positive Displacement Pumps and Oil-Free Gas Compressors For Liquified Gas Applications" en su página 14 "Compressor Selection Data" en la tabla "Propane and Anhydrous Ammonia" se comprueba que la selección del modelo del compresor, capacidad del motor y diámetro de tuberías para gas L.P. líquido y vapor es adecuada.

Cálculo en el cual se basan las especificaciones de los compresores del sistema de trasiego de gas L.P.

El trasiego de Gas L.P. en estado líquido se lleva a cabo mediante un compresor que inyecta Gas L.P. en estado vapor a un recipiente de un semirremolques o auto-tanques para transporte lleno de Gas L.P. en estado líquido y ésta sobre-presión empuja el Gas L.P. en estado líquido hacia el recipiente de

almacenamiento de la planta de distribución. Después de que el Gas L.P. en estado líquido ha sido transferido en su totalidad, se lleva a cabo la maniobra de recuperación de Gas L.P. en estado vapor mediante el mismo compresor, simplemente cambiando la posición de la válvula de 4 vías de este.

Cabe mencionar que dichos compresores cuentan con válvula de alivio de presión, tubería para su desfogue y la descarga no está dirigida a ningún elemento de la planta y cuenta con altura mínima reglamentaria. Las bombas y los compresores se encuentran ubicados dentro de una zona de protección, las bombas en la zona de protección de los recipientes de almacenamiento y los compresores en la zona de protección de las cada toma de recepción a semirremolques, la protección consiste en el caso de las bombas en murete de concreto de 0.60 m, y en el caso de los compresores en plataforma de concreto de 0.60 m, además cumplen con las distancias mínimas que especifica la norma.

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

Los motores eléctricos son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra". Se cuenta con el equipo necesario para realizar, en condiciones de seguridad, los trasiegos de emergencia, para trasegar a recipientes vacíos, el gas contenido en recipientes que por cualquier motivo no cumplan las debidas condiciones de seguridad.

1.- Accesorios y Equipo

Todos los equipos y accesorios utilizados para el trasiego de gas L.P., son resistentes a la acción de este hidrocarburo y adecuados para la presión y temperatura que se indican en esta norma (NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación).

Se encuentran protegidos contra la corrosión del medio ambiente todos los equipos, recipientes de almacenamiento, tuberías y conexiones utilizados en el trasiego del gas L.P., utilizando para dicho fin, primario y recubrimiento anticorrosivo compatible a la superficie donde se aplica.

Tabla 1. Lista de recipientes de almacenamiento tipo intemperie y sus datos de placa de identificación.

RECIPIENTES	1	2	3
Construidos por:	TATSA	TATSA	TATSA
Según Norma:	NOM-021/2-SCFI-1993	NOM-021/2-SCFI-1993	NOM-X-12-69

Capacidad lts. agua:	250 000	250 000	250 000
Año de fabricación:	2001 (30-04-01)	2001 (27-04-01)	1984
No. de Serie	TP-1744	TP-1746	TB-249
Tara:	40 346	40 346	41 100
Diámetro exterior:	338,0 cm	338,0 cm	337,8 cm
Longitud total:	2 984,0 cm	2 984,0 cm	2 984,5 cm
Presión de diseño:	14.00 Kg/cm ²	14.00 Kg/cm ²	14.00 Kg/cm ²
Forma de las cabezas:	Semiesféricas	Semiesféricas	Semiesféricas
Eficiencia:	100%	100%	100%
Espesor lámina cabezas:	9.50mm	9.50 mm	9.52 mm
Material cabezas:	SA-612	SA-612	SA-612
Espesor lámina cuerpo:	16,50 mm	16,50 mm	16,58 mm
Material cuerpo:	SA-612	SA-612	SA-612
Radiografiado cabezas:	100%	100%	100%
Radiografiado cuerpo:	85%	85%	85%

Se cuenta con los ultrasonidos de los 3 taques a efecto de garantizar su integridad y segura operación, los cual se adjuntan al presente estudio.

Salidas de líquido.

Todas las salidas de líquido de los tres tanques se encuentran ubicadas en su parte inferior.

Accesorios de los recipientes.

Cada recipiente de almacenamiento cuenta con dispositivos de seguridad y medición, con indicación local o remota, que permiten:

- Conocer que la fase líquida del gas L.P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible.
- Indicar el nivel de la fase líquida del gas L.P. contenido.
- Indicar la presión interior en la zona de vapor del recipiente de almacenamiento.
- Indicar la temperatura de la fase líquida en la zona de líquido del recipiente de almacenamiento.

Indicador de nivel.

El indicador de nivel de líquido de cada tanque es del tipo rotatorio.

Manómetros.

- Están instalados precedidos de una válvula de aguja.
- Son amortiguados por líquido.
- Registran lecturas comprendidas entre 0 a 2.75 MPa (0 a 28 kgf/cm²).
- Se utilizan manómetros graduados en kgf/cm².

Termómetros.

La medida nominal de su carátula no es menor de 50.8 mm de diámetro y registra temperaturas entre 253.15 K [-20 °C] y 323.15 K [50 °C], con escala graduada en Celsius.

VÁLVULAS EN CADA RECIPIENTE DE ALMACENAMIENTO.

Requisitos generales.

Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas son de acero.

Las válvulas internas, de exceso de flujo y de no retroceso son adecuadas para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa [24.47 kgf/cm²].

Válvulas de alivio de presión.

- ✚ Las válvulas de alivio de presión instaladas en cada recipiente de almacenamiento están calibradas por el fabricante para una presión de apertura de 1.72 MPa [17.58 kgf/cm²].
- ✚ Los elastómeros en las válvulas de alivio de presión son resistentes a la acción del Gas L.P.
- ✚ Las válvulas de alivio de presión tienen capacidad de descarga mayor a 62.5 m³ estándar de aire por minuto, por lo que tienen tubos metálicos de descarga con una longitud mínima de 2 m, colocados verticalmente.
- ✚ Los tubos son de acero al carbono, de cédula menor a la 40, con costura, y se colocan roscados directamente a la válvula.
- ✚ Como la rosca en la válvula está colocada en el diámetro interior, el diámetro exterior del tubo de descarga es igual al interior de la descarga de la válvula.
- ✚ La rosca en la válvula no está colocada en el diámetro exterior.

Los tubos de desfogue cuentan con capuchones protectores.

La válvula de alivio de presión, en donde se coloca el tubo de descarga, cuenta de fábrica con un punto de fractura.

El cuerpo del aditamento porta múltiple para válvulas con el que cuenta el recipiente de almacenamiento, es resistente al gas L.P., y para una presión de trabajo mínima de 1.72 MPa [17.58 kgf/cm²].

Válvulas en los coples.

Los coples destinados al trasiego de Gas L.P., cuentan con válvulas internas; en los que no estén en uso, se coloca directamente en el cople del recipiente de almacenamiento, únicamente, tapón macho sólido.

En los coples para drenado se usa válvula de exceso de flujo seguida en el sentido del flujo por una válvula de globo, la cual está obturada por un tapón macho.

Las válvulas de exceso de flujo están integrados en válvulas internas, estas últimas están equipadas con actuadores de acción neumática con accionamiento remoto.

Después de las válvulas de exceso de flujo colocadas en el recipiente, se instalan en la tubería, válvulas de cierre manual. Aunque se usan válvulas internas, se tienen colocadas válvulas de cierre manual.

Válvulas de exceso de flujo

Las válvulas de exceso de flujo que se utilizan en los coples de drenado son indicadas para el tipo medio cople en el que se colocan.

El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo independientes y en las válvulas internas no es mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación.

Son adecuadas para una presión de trabajo mínima de 2.4 MPa [24.47 kgf/cm²].

Válvulas de máximo llenado.

Los recipientes de almacenamiento cuentan con válvulas de máximo llenado, que cumplen con las siguientes especificaciones:

- a) Estar claramente identificadas en el recipiente de almacenamiento con respecto al porcentaje que indican.
- b) Estar instaladas directamente a los coples del recipiente de almacenamiento.
- c) Sus elastómeros sean resistentes a la acción del Gas L.P.

Accesorios de los recipientes.

ACCESORIO	RECIPIENTE		
	1	2	3
Medidor rotatorio de nivel de líquido, Marca Rego Modelo A-9095RS de 25,4 mm de diámetro	1	1	1

Medidor magnético de nivel de líquido magnetel, marca Rochester modelo C6342 de 64 mm de diámetro.			
Termómetro Marca Métrica con graduación de -50 a 50°C de 12,7 mm de diámetro	1	1	1
Manómetro Marca Metron con graduación de 0 a 28 kg/cm ² de 6,4 mm de diámetro	1	1	1
Válvula de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6,4 mm de diámetro. 1)	2	2	2
Válvula interna con exceso de flujo integrado para líquido Marca Rego Modelo A3213A400 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 1512 L.P.M. (400 G.P.M.)	3	3	3
Válvula interna con exceso de flujo integrado para líquido Marca Rego Modelo A3212A250 de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 945 L.P.M. (250 G.P.M.)	1	1	1
Válvula interna con exceso de flujo integrado para vapor Marca Rego Modelo A3213A400 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 1512 L.P.M. (400 G.P.M.)			
Válvula interna con exceso de flujo integrado para vapor Marca Rego Modelo A3212A250 de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 945 L.P.M. (250 G.P.M.)	2	2	2
Válvula de exceso de flujo para líquido Marca Rego Modelo A-3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 462 L.P.M. (122 G.P.M.)	1	1	1
Aditamento multiport bridado Marca Rego Modelo A8574G, de 102 mm (4") de diámetro	2	2	2
Válvula de seguridad Marca Rego Modelo A-3149-MG de 64 mm (2½") de diámetro, con capacidad de 262 m ³ /min [9 250 s.c.f.m.] cada una. 2)	8	8	8
Conexión soldable al tanque para cable a "tierra"	1	1	1

1) Localizadas una al 85% y otra al 90% del nivel del tanque.

2) Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior de cada tanque cuentan con tubos de descarga de 76 mm (3") de diámetro y 2,00 m de longitud.

Las válvulas de exceso de flujo de los tanques y en las tomas cumplen con la norma mexicana NMX-X-013-SCFI-2005.

La cantidad de válvulas de seguridad de los tanques se tomaron de la TABLA 8 de la norma oficial mexicana NOM-012/1-SEDG- 2003, dado que S=316,859 m² para cada tanque, que excede el valor mayor mostrado en dicha tabla, se utiliza la fórmula: (Los cálculos se incluye dentro de la memoria técnica constructiva de la planta en la sección de anexos)

Pintura y letreros de los recipientes de almacenamiento.

Los recipientes están pintados de color blanco y rotulados con caracteres no menores a 15 cm, indican el producto contenido, capacidad en litros de agua y número económico. Están rotulados con la razón social. La planta ya estaba en funcionamiento, por lo que no se aplicó la evaluación de los recipientes de almacenamiento.

Bombas y Compresores.

GENERALIDADES.

- Son para manejo de gas L.P.
- Los compresores están instalados entre cople flexibles. Las bombas están instaladas con cople flexible en la línea de succión.

Bomba.

- Está instalada precedida de un filtro en la tubería de succión.
- Cuenta con válvula automática de retorno en la tubería de descarga; esta tubería retorna el producto al almacenamiento.

Compresor.

- 1) Cuenta con válvula de alivio de presión.
- 2) Cuenta con tubería de desfogue y la descarga no se dirige a ningún elemento de la planta de distribución.

Cálculo en el cual se basan las especificaciones de las bombas del sistema de trasiego de gas L.P.

La mecánica de flujo dentro de un sistema conteniendo un fluido encerrado, donde existen diferentes alturas y presiones en sus puntos extremos, se resuelve mediante un balance de energía de mecánica de flujo como sigue y en función de la distancia más critica que se muestra acotada en el plano mecánico correspondiente.

Las Bombas utilizadas para las operaciones básicas de trasiego con que cuenta esta planta son de las características siguientes:

Número:	I y II	III	IV
Operación:	Carga de recipientes transportables.	Carga de Auto tanques	Carga de Auto tanques / Carburación de autoconsumo
Marca:	Blackmer	Blackmer	Blackmer
Modelo:	LGL-3E	LGL-3E	LGL-3E
Motor eléctrico:	10 HP	10 HP	10 HP
R.P.M.	640	640	640
Capacidad nominal:	378 L.P.M. (100 G.P.M.)	378 L.P.M. (100 G.P.M.)	189 L.P.M. (50 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo [Máximo]	5.00 kg/cm ²	5.00 kg/cm ²	5.00 kg/cm ²
Tubería de succión:	76 mm (3")	76 mm (3")	76 mm (3")
Tubería de descarga:	76 mm (3")	76 mm (3")	76 mm (3") / 51 mm (2")
Marca y Modelo de la válvula de retorno automático	Blackmer BV2 [51 mm (2") x 51 mm (2")]	Blackmer BV2 [51 mm (2") x 51 mm (2")]	Blackmer BV2 [51 mm (2") x 51 mm (2")]

Del boletín de Blackmer® "BULLETIN 501-001 Positive Displacement Pumps and Oil-Free Gas Compressors For Liquified Gas Applications" en sus páginas 8 "LGLD2, LGLD3 & LGLD4 Pumps" en la tabla "Performance curves" y 9 "Selection Data" se comprueba que la selección del modelo de las bombas, capacidad del motor y diámetro de tuberías para gas L.P. líquido y líquido en retorno es

adecuada, la memoria de cálculo del flujo en la tubería de alimentación y de descarga del sistema de bombeo se incluye en la memoria técnica de diseño de la planta, misma que se integra en la sección de anexos.

Cabe mencionar que estas bombas están precedidas de un filtro en la tubería de succión y un conector flexible, además cuentan con una válvula automática de retorno de gas líquido a los recipientes de almacenamiento en la tubería de descarga.

Los compresores utilizados para las operaciones básicas de trasiego con que cuenta esta planta ya se han descrito con anterioridad.

Cabe mencionar que dichos compresores cuentan con válvula de alivio de presión, tubería para su desfogue y la descarga no está dirigida a ningún elemento de la planta y cuenta con altura mínima reglamentaria.

Las bombas y los compresores se encuentran ubicados dentro de una zona de protección, las bombas en la zona de protección de los recipientes de almacenamiento y los compresores en la zona de protección de las cada toma de recepción a semirremolques, la protección consiste en el caso de las bombas en murete de concreto de 0.60 m, y en el caso de los compresores en plataforma de concreto de 0.60 m, además cumplen con las distancias mínimas que especifica la norma.

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

Los motores eléctricos son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra".

Se cuenta con el equipo necesario para realizar, en condiciones de seguridad, los trasiegos de emergencia, para trasegar a recipientes vacíos, el gas contenido en recipientes que por cualquier motivo no cumplan las debidas condiciones de seguridad.

Medidores.

Se usan medidores volumétricos y son como mínimo para la presión de diseño del sistema de trasiego.

No se utilizan medidores en el múltiple de llenado, el instalado en la toma de carburación de autoconsumo se protege contra tránsito vehicular.

El complemento en la descripción de instalaciones, diseño ejecutado y equipamiento, con que opera la planta y el régimen de actividades se presenta en el apartado V. Descripción del proceso (actividades) y los planos con detalles se incluyen en la memoria técnica constructiva que se anexa al presente ERA.

II.1.2. Fecha de inicio de operaciones (únicamente para instalaciones en operación).

La Planta ya se encuentra operando. Se trata de una empresa que inicio operaciones desde el año 2002 como se ha reiterado, bajo el nombre comercial de PLUS GAS y que fue adquirida posteriormente por Gas Express Nieto, S.A. de C.V.

II.1.3. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.

No se tiene contemplado crecimiento de actividades o ampliación de instalaciones de manejo de gas L.P., distintos a los que se señalan en el presente Estudio de Riesgo Ambiental.

II.1.4. Vida útil de las instalaciones.

La planta puede seguir operando por otros 30 años en el sitio actual, ya que se trata de una actividad contemplada para un periodo de vida útil de al menos 50 años, siempre y cuando se proporcione el mantenimiento preventivo y correctivo oportuno, tanto a las instalaciones como a los equipos.

II.1.5. 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.

La planta se adquirió por Gas Express Nieto, S.A. de C.V. ya operando, considerando que en su momento se tramitaron y obtuvieron los permisos respectivos de las dependencias competentes, donde se incluye el de uso de suelo, el de construcción y operación; por lo que se cuenta con la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental obtenida para las instalaciones de la planta con dos tanques de almacenamiento; la cual fue emitida por la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), mediante Oficio No. **S.G.P.A.DGIRA-3878**, de fecha 31 de octubre del 2001.

El criterio para la adquisición de esta planta atendió principalmente a las cuestiones de mercado, ya que la empresa no contaba con planta de almacenamiento en esta región y buscaba su expansión abarcando ahora otras zonas y con mejores coberturas en el servicio.

Para el año 2018 el uso de suelo establecido para el terreno e instalaciones de la planta en operación es compatible para almacenamiento de combustibles y se ubica en un área de instalaciones de riesgo, en concordancia con lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Pueblito, municipio de Corregidora, Querétaro.

En conclusión, puede establecerse que el uso de suelo es compatible, pues se trata de una empresa en operación, que previamente obtuvo la autorización en materia de impacto ambiental para establecerse y operar y que además cumple desde el diseño de las diferentes secciones en apego a los lineamientos que señala la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, en su ramo del Petróleo, al Reglamento de gas licuado de Petróleo de fecha 05 de diciembre de 2007 y a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana que le compete a cada una de estas secciones: Civil, Mecánica, Eléctrica y Contra Incendio, y que para el caso es la NOM-001-SESH-2014, *"Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación"*, emitida por la Secretaría de Energía y publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de Octubre de 2014. Cabe mencionar que estas memorias técnico-descriptivas, así como sus planos, están debidamente firmadas por Unidades de Verificación, tanto en la norma antes comentada, como en la de instalaciones eléctricas.

b) La potencialidad para abastecerse de materias primas y fácil desplazamiento de los combustibles hacia los principales mercados en la región.

Uno de los factores favorables para operar la planta en el lugar, sigue siendo precisamente su ubicación dentro de una región de alta concentración de usuarios potenciales y múltiples actividades productivas y comerciales, requiriendo del combustible para los usos domésticos, comerciales industriales y para el desplazamiento en vehículos particulares de carga, principalmente.

En la zona la infraestructura carretera presenta adecuada comunicación vía terrestre, se trata de una región de alta concentración de población y con numerosas colonias que disponen de calles, bulevares y otras vialidades, que posibilitan el oportuno desplazamiento de los habitantes para realizar sus actividades; a nivel macro, se dispone del Libramiento Norponiente, a la altura de residencial La Vida, que posibilita el desplazamiento tanto de unidades de abasto a la planta, como de unidades de distribución de gas hacia la zona de alta concentración poblacional del municipio de Querétaro [al Sur], incluyendo la región de El Pueblito, San José de los Olvera, Venceremos, La Negreta y en la zona urbanizada del municipio de Corregidora.

c) Se cumple con los planes y programas de desarrollo regional.

La planta fue construida desde hace 16 años, encuadrada adecuadamente en las políticas de desarrollo a nivel estatal y recurriendo la gestión de las autorizaciones y regulaciones que le aplicaban en relación con su actividad, sobre todo atendiendo especificaciones de la Secretaría de Energía, de las dependencias de Medio Ambiente y del Trabajo y Previsión Social, en lo que se refiere a manejo de combustibles en condiciones de seguridad, tanto ambiental, como civil y laboral; por lo que en la actualidad se sigue cumpliendo estrictamente con las regulaciones ambientales, de seguridad, protección civil y de tipo legal que le son aplicables a las actividades.

d) Condiciones adicionales de viabilidad para seguir operando.

La zona donde se ubica la empresa cumple satisfactoriamente con los requisitos de ubicación, referente a condiciones ambientales, ya que no se encuentra cercana a un área natural protegida, no existen ecosistemas especiales, ni hábitat únicos o excepcionales, ni se ha identificado endemismo de flora o fauna.

Se cumple con la NOM-001-SESH-2014, que indica el diseño y construcción de este tipo de plantas, así como la Ley Reglamentaria del Artículo 27 constitucional en el ramo del Petróleo y en el Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petróleo de fecha 12 de septiembre de 1997.

II.2. UBICACIÓN DE LA PLANTA.

II.2.1 Ubicación de la instalación en operación.

De acuerdo la imagen satelital de Google Earth, se puede observar que la empresa se encuentra ubicada en una zona cuyas actividades son mixtas, encontrando actividades comerciales, industriales, agrícolas, urbanas y de servicios; particularmente la planta, se localiza fuera de la zona urbana al poniente de la población del Pueblito colindando con terrenos sin uso actual y hacia la ubicación poniente se localiza el libramiento sur- poniente en el punto de su ubicación y a unos 2.5 kilómetros al este se inicia la mancha urbana de la localidad de El Pueblito; mientras que la colonia La Vida, inicia en dirección Suroeste, a unos 450 metros de la planta..

Localización y coordenadas.

La planta se localiza a la altura del kilómetro 0+900 del Libramiento Sur- Poniente, Municipio de Corregidora, Querétaro.

II.2.2. Coordenadas del predio donde se asienta la planta.

El predio presenta las coordenadas UTM DATUM WGS84 ZONA 14:

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN					
VÉRTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	6.61	89°38'4"	345707.97	2272749.64
P2	P2 - P3	7.10	268°4'29"	345714.58	2272749.86
P3	P3 - P4	51.72	91°55'31"	345714.58	2272756.96
P4	P4 - P5	7.10	88°4'29"	345766.27	2272758.70
P5	P5 - P6	59.60	271°55'31"	345766.27	2272751.60
P6	P6 - P7	75.70	90°25'6"	345825.84	2272753.60
P7	P7 - P8	83.76	89°34'55"	345828.93	2272677.96
P8	P8 - P9	10.27	268°4'29"	345745.22	2272675.15
P9	P9 - P10	15.40	91°55'31"	345745.22	2272664.88
P10	P10 - P11	10.27	88°4'29"	345729.83	2272664.36
P11	P11 - P12	18.84	271°55'31"	345729.83	2272674.63
P12	P12 - P1	75.70	90°21'55"	345711.00	2272674.00

Área: 0.94548 hectárea.

Perímetro: 422.07 ml

La superficie total del terreno donde se asienta la planta es de 9,454.80 m².

Las siguientes figuras muestran la ubicación de la planta y sus coordenadas identificando las actividades que se realizan en un radio de 1000 metros:

©2018 INEGI

92 m

Google Earth

VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	6.61	89°38'4"	345707.97	2272749.64
P2	P2 - P3	7.10	268°4'29"	345714.58	2272749.86
P3	P3 - P4	51.72	91°55'31"	345714.58	2272756.96
P4	P4 - P5	7.10	88°4'29"	345766.27	2272758.70
P5	P5 - P6	59.60	271°55'31"	345766.27	2272751.60
P6	P6 - P7	75.70	90°25'6"	345825.84	2272753.60
P7	P7 - P8	83.76	89°34'55"	345828.93	2272677.96
P8	P8 - P9	10.27	268°4'29"	345745.22	2272675.15
P9	P9 - P10	15.40	91°55'31"	345745.22	2272664.88
P10	P10 - P11	10.27	88°4'29"	345729.83	2272664.36
P11	P11 - P12	18.84	271°55'31"	345729.83	2272674.63
P12	P12 - P1	75.70	90°21'53"	345711.00	2272674.00

Area: 9454.81 m²
 Area: 0.94548 ha
 Perimetro: 422.07 m

Figura 3-b. Imagen satelital a través de Google Earth, de la ubicación; detalles y coordenadas del área ocupada por la planta.

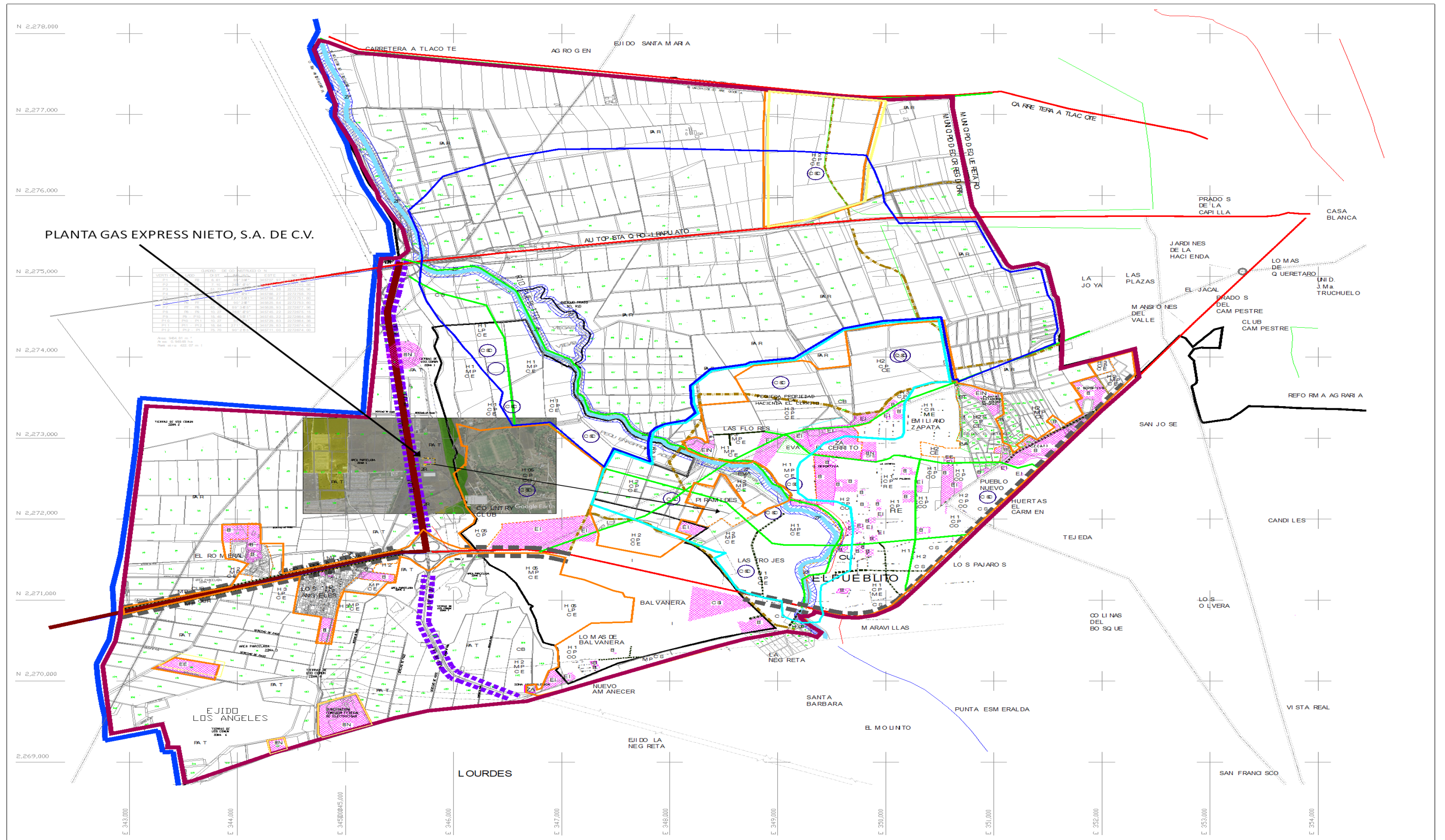
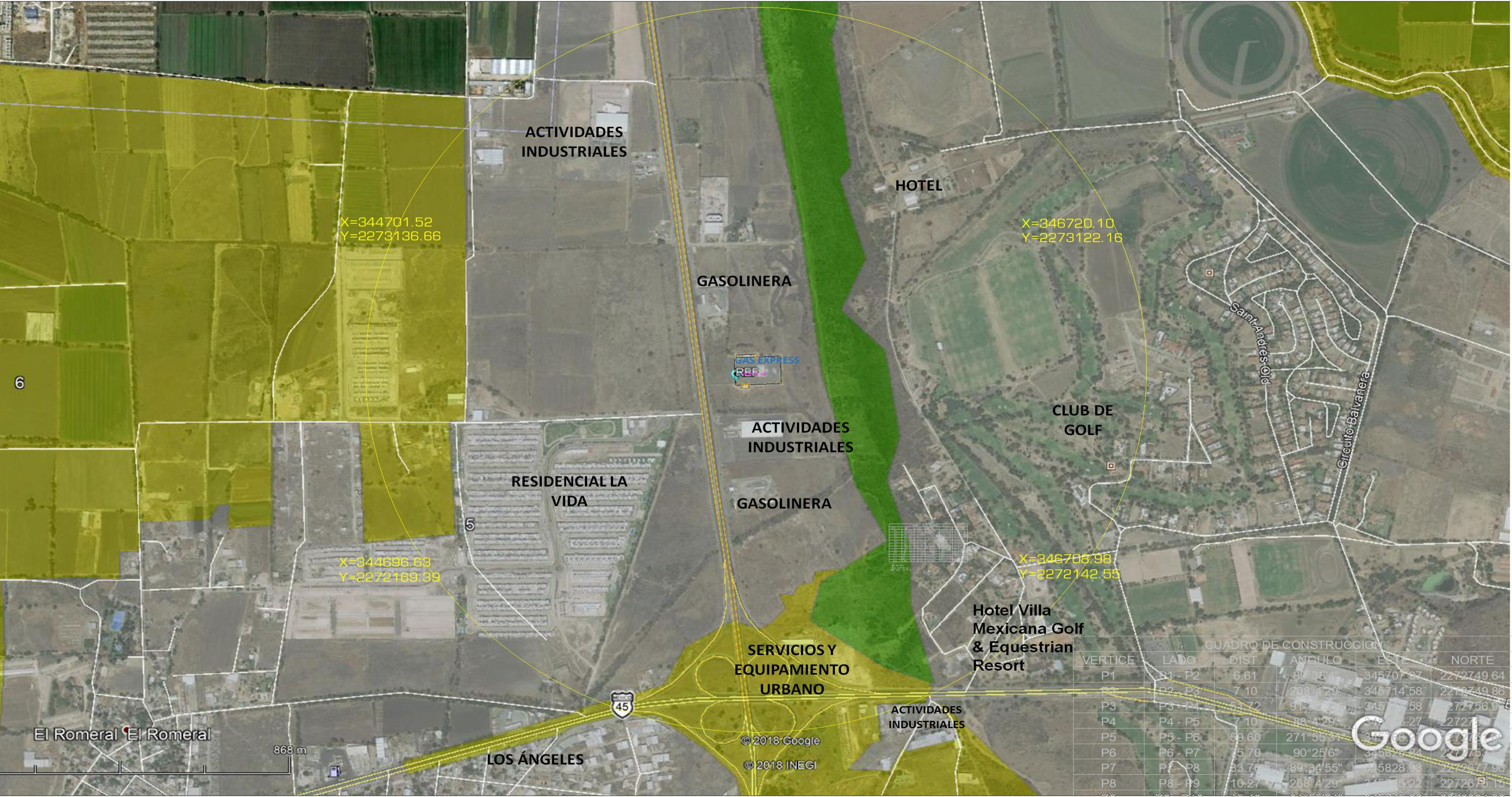


Figura 3-c. Actividades en las colindancias de la planta, dentro de un radio de 500 metros.



Figura 4. Actividades en las colindancias de la planta, dentro de un radio de 1000 metros.

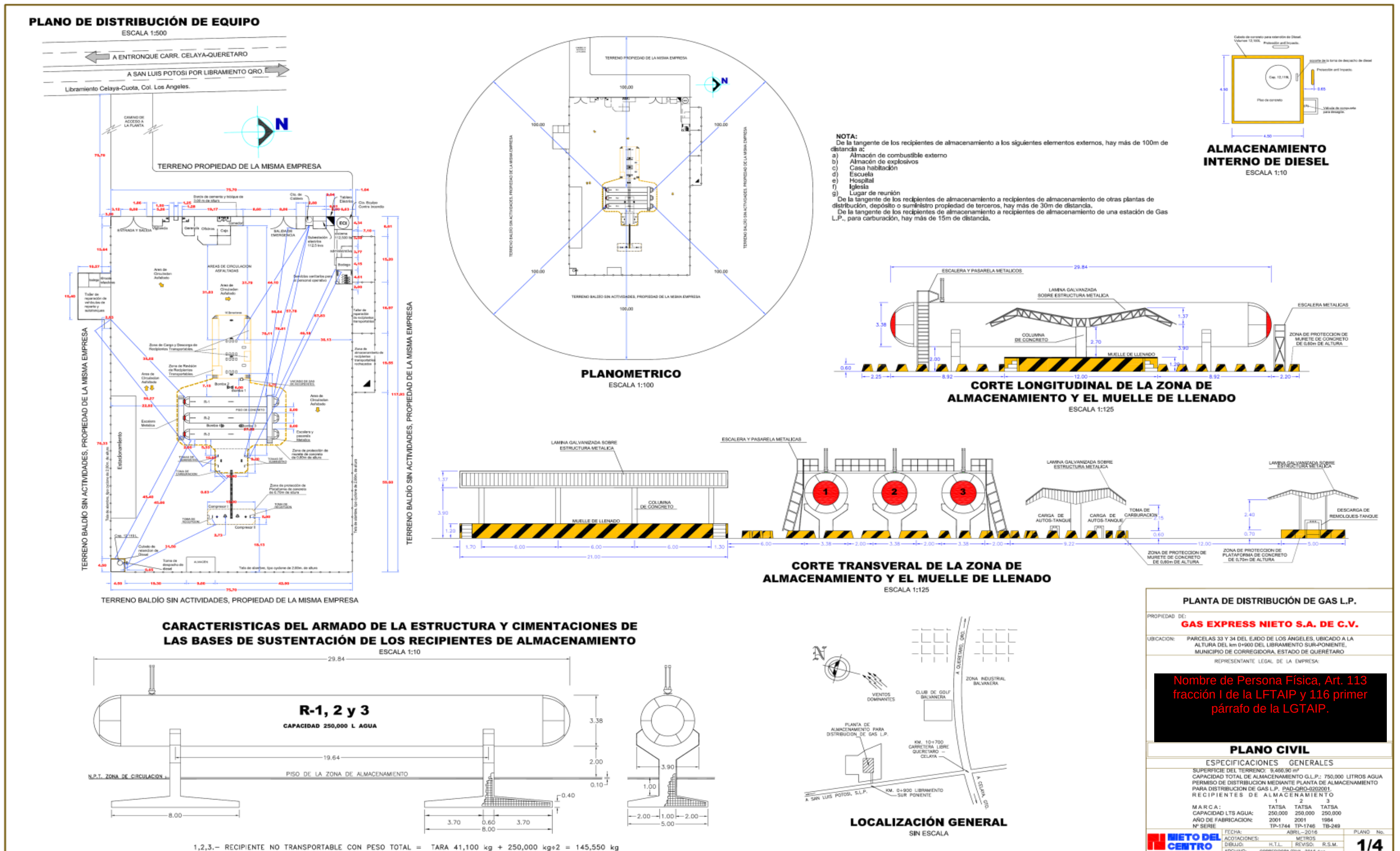


CUADRO DE CONSTRUCCIÓN					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	E	NORTE
P1	P1 - P2	6.61	89°38'4"	345707.97	2272749.64
P2	P2 - P3	7.10	268°4'29"	345714.58	2272749.86
P3	P3 - P4	51.72	91°2'29"	345711.58	2272756.97
P4	P4 - P5	7.10	88°4'29"	345711.58	2272756.97
P5	P5 - P6	59.60	271°55'31"	345711.58	2272756.97
P6	P6 - P7	75.70	90°25'6"	345826.84	2272756.97
P7	P7 - P8	33.76	89°34'55"	345826.84	2272756.97
P8	P8 - P9	10.27	268°4'29"	345711.58	2272756.97
P9	P9 - P10	15.40	91°55'31"	345745.22	2272664.88
P10	P10 - P11	10.27	88°4'29"	345729.83	2272664.36
P11	P11 - P12	18.84	271°55'31"	345729.83	2272674.63
P12	P12 - P1	75.70	90°21'55"	345711.00	2272674.00

Area: 9454.81 m²
Area: 0.94548 ha
Perimetro: 422.07 ml

[illegible]

Figura 5-b. Plano civil de la planta.



DISEÑO DE ANCLADO DE LOS SOPORTES PARA LAS TOMAS DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN DE AUTOCONSUMO SIN ESCALA

VISTA EN PLANTA DEL SISTEMA DE TRASIEGO DE GAS L.P. ESCALA 1:250

DIAGRAMA ISOMÉTRICO DEL SISTEMA DE TRASIEGO DE GAS L.P. SIN ESCALA

CORTE LONGITUDINAL DE LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO TIPO Y UBICACIÓN DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS ESCALA 1:150

SISTEMA DE VACIADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES SIN ESCALA

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

PROPIEDAD DE:
GAS EXPRESS NIETO S.A. DE C.V.

UBICACION: PARCELAS 33 Y 34 DEL EJIDO DE LOS ÁNGELES, UBICADO A LA ALTURA DEL km 0+800 DEL LIBRAMIENTO SUR-PONIENTE, MUNICIPIO DE CORREGIDORA, ESTADO DE QUERÉTARO

REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA:

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

PLANO MECANICO

ESPECIFICACIONES GENERALES

SUPERFICIE DEL TERRENO: 9,085.08 m²
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO G.L.P.: 750,000 LITROS AGUA
PERMISO DE DISTRIBUCION MEDIANTE PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCION DE GAS L.P.: PAD-ORO-0202001

RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO

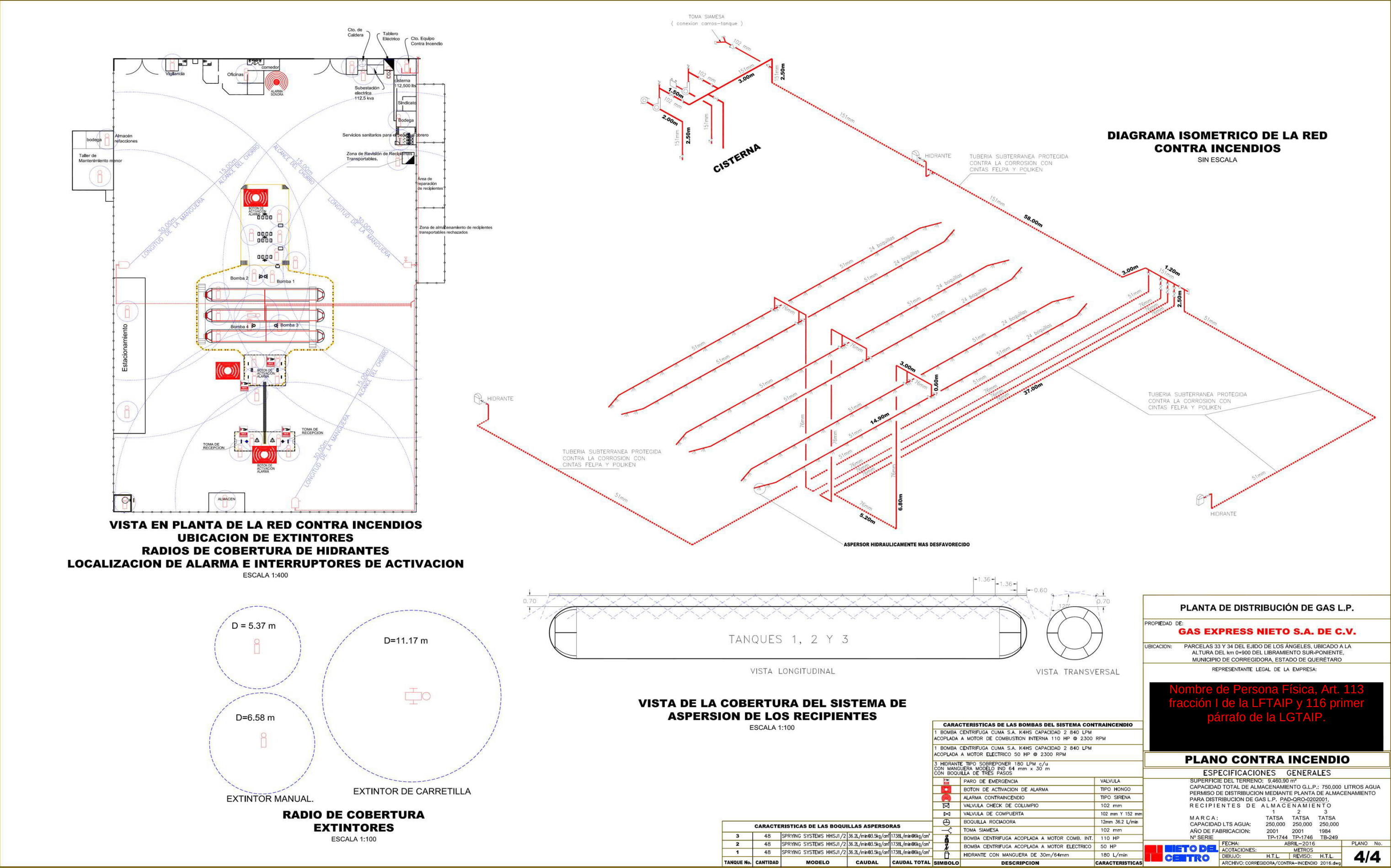
Nº	MARCA	TATSA	TATSA	TATSA
1		250,000	250,000	250,000
2		250,000	250,000	250,000
3		250,000	250,000	250,000

AÑO DE FABRICACION: 2001 2001 1984
Nº SERIE TP-1744 TP-1746 TB-249

FECHA: ABRIL-2016
ACOTACIONES: METROS
DIBUJO: H.T.L. REVISÓ: H.T.L.
ARCHIVO: CORREGIDORA/MECANICO 2016.dwg

PLAN No. **2/4**

Figura 7. Plano de instalaciones eléctricas de la planta.



II.2.3. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y / o aéreos).

Para llegar a las instalaciones de la empresa el acceso es por el libramiento nor-poniente a la altura de residencial La Vida, ya sea saliendo del poblado de El Pueblito o en dirección al poblado, o en dirección a la zona sur y norte del municipio.

II.2.4. Superficie total de la instalación o proyecto y superficie requerida para el desarrollo de la actividad.

La superficie total del terreno comprende un área de 9,454.80 m², según consta en la memoria técnica descriptiva de las instalaciones [Ver copia simple en la sección de Anexos al final del estudio].

La superficie requerida es la total disponible, aun cuando sólo aproximadamente 2,180.39 m² son de superficie con edificaciones sobre el nivel del piso.

II.2.5. 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 1000 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, etc.

Las colindancias de la planta, de acuerdo a la memoria técnica, son las siguientes:

- Al **Norte**, en 117.93 m con terreno baldío sin actividades y propiedad de la misma empresa.
- Al **Sur**, en 117.93 m con terreno baldío sin actividades y propiedad de la misma empresa.
- Al **Este**, en 75.70 m con terreno baldío sin actividades y propiedad de la misma empresa.
- Al **Oeste**, en 75.70 m con derecho de vía de la carretera Corregidora-Querétaro, teniendo acceso por este mismo lado.

Uso de suelo.

Tipo de uso de suelo en un radio de 1,000 metros en torno a la empresa.

Uso de suelo mixto (industrial, urbano, comercial y de servicios).

Colindancias en un radio de 1,000 metros en el entorno de la planta:

ORIENTACIÓN	EMPRESA O SERVICIOS.	DISTANCIA (METROS)
PONIENTE	CONJUNTO HABITACIONAL RESIDENCIA LA VIDA	500
NOROESTE	ASENTAMIENTO LOS ÁNGELES	1100
ORIENTE	CLUB DE GOLF	700
ORIENTE	BALVANERA GOLF & POLO COUNTRY CLUB	750
NORESTE	HOTEL VILLA MEXICANA GOLF & EQUESTRIAN RESORT	800
PONIENTE	NICHOS DE MÉXICO, S.A. DE C.V. PRODUCTORA DE ALIMENTOS	650

NORTE	GASOLINERA	200
SUR	GASOLINERA	500
SUR	FORTACERO	200
NORTE	TUVANOSA	850
SUR	VENTA DE MAQUINARIA	950
SUR	CARROCEÍAS QUERÉTARO	980
SUR	HERRERÍA INDUSTRIAL	850
SUR	OBRAS DE EQUIPAMIENTO URBANO (LIBRAMIENTO, RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA, RED DE AGUA)	100-1000
SUROESTE	PARQUE PARA ESPARCIMIENTO	600

En la zona se encuentran múltiples predios baldíos, así como áreas con equipamiento para esparcimiento en el radio de los 1000 metros en torno a la planta de gas.

Núcleos Poblacionales.

En la zona fuera del radio de los 1000 metros en torno a la planta, inicia la mancha urbana de El Pueblito, hacia el oriente a unos 2.5 kilómetros, tal como se muestra en la figura 2-b.

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. La zona de vulnerabilidad se ha considerado en 417 metros, radio en el que pueden encontrarse actividades mixtas, tal como se ha expuesto en la tabla anterior.

Es importante mencionar que la planta no se ubica dentro de áreas de interés de conservación ecológica o áreas naturales protegidas.

II.2.6. Actividades conexas (industriales, comerciales y servicios) relacionadas con la actividad de la empresa las cuales se desarrollan o pretendan desarrollar.

En la zona dentro de un radio de unos 2 kilómetros, no se tienen actividades que se relacionen con la empresa; el mantenimiento y compra de insumos se abastece de la capital: Querétaro.

En las figuras 2 a la 7 se muestra la ubicación de las instalaciones y los planos de arreglo general de la planta, plano civil, plano mecánico y plano de instalaciones eléctricas sin escala.

III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

III.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO O ÁREA SELECCIONADA.

Localización geográfica municipal.

Corregidora se localiza en el Bajío, en el centro de la República Mexicana. Se encuentra ubicado a una distancia de la capital del estado de 7 kilómetros. Está situado al Suroeste del estado, entre las coordenadas 20° 23' y 20° 35' de Latitud Norte y entre los 100° 22' y los 100° 31' de Longitud Oeste.

Con una altitud que varía de los 1,800 a los 2,260 msnm, el municipio de Corregidora limita al Norte con el municipio de Querétaro, al Sur y al Oeste con el estado de Guanajuato y al Este con el municipio de Huimilpan.

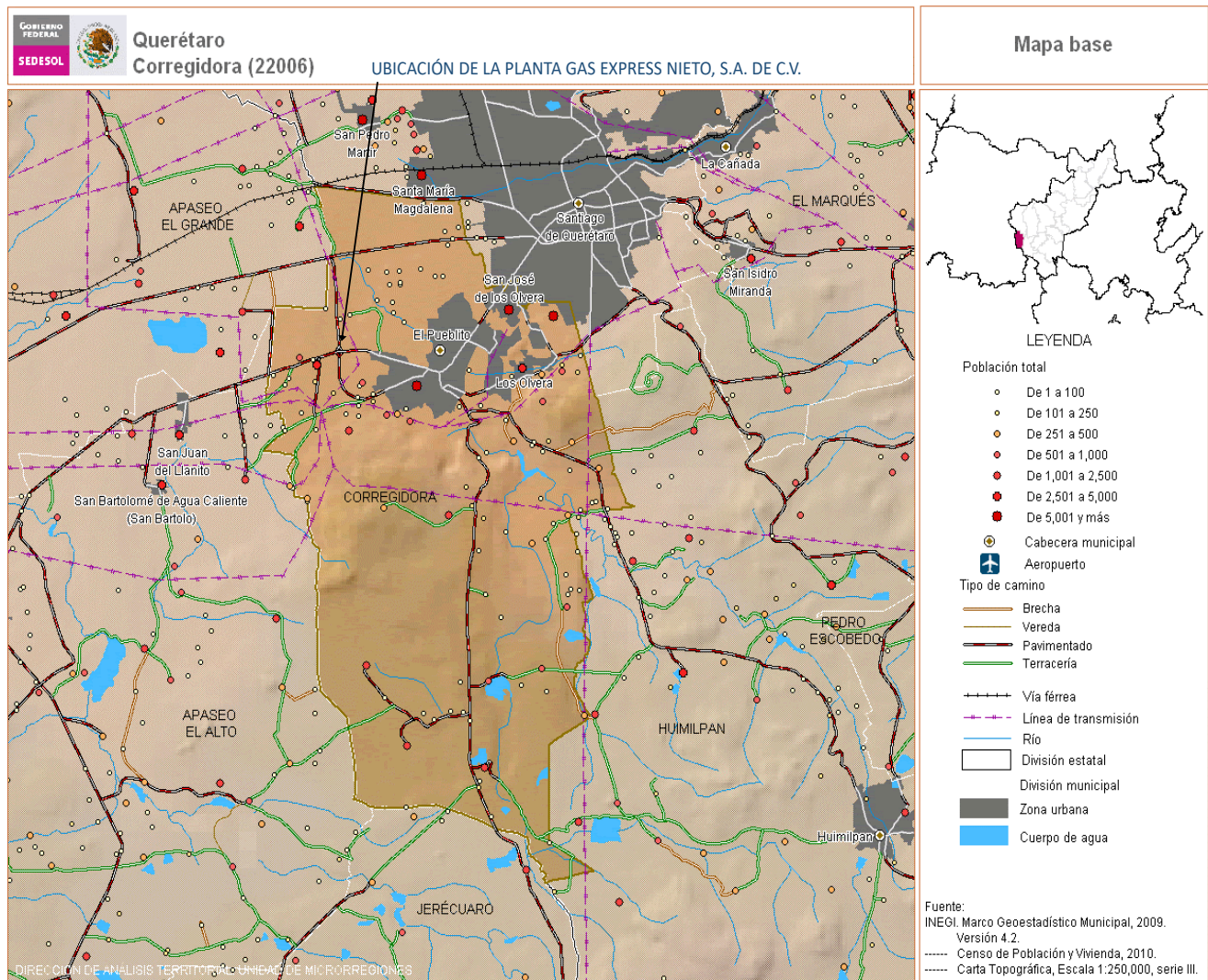
Corregidora tiene una extensión de 236.082 km², ocupando el 2.02% del territorio estatal, siendo en este rubro el municipio con menor extensión territorial de todo el estado de Querétaro. Es uno de los cuatro municipios que conforman la zona Metropolitana de Querétaro.

El municipio tiende a un alto crecimiento de urbanización y población. Apenas en el año 2000 tenía 74,558 habitantes, para 2010 esta cifra casi se duplicó alcanzando una población de 143,073 personas. Actualmente, y de acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015 de INEGI, para marzo de 2015 la población del municipio alcanzó la cantidad de 181,684 habitantes. El crecimiento de este municipio, se encuentra en su mayor porcentaje en la zona urbana, siendo su principal exponente la cabecera municipal, El Pueblito. Entre su actividad económica y productiva se encuentra principalmente el comercio, seguido por la industria y, en menor proporción, por la agricultura, ya que los productores rurales con la consecuente baja producción y limitada rentabilidad, destinan sus cosechas prácticamente para el autoconsumo y la subsistencia.

DIVISIÓN POLÍTICA MUNICIPAL.

El municipio lo conforman 121 localidades en las cuales habitan 181,684 habitantes (estimado al 2015) 61,718 personas; la cabecera municipal es la población de El Pueblito, con una población de 71,254 habitantes al 2010; las poblaciones con más habitantes en el municipio son las siguientes: la cabecera municipal, San José de Los Olvera, La Negreta, colonia Los Ángeles y comunidad Venceremos que concentran a unos 121,000 habitantes.

Figura 8. Plano del municipio de Corregidora, Querétaro y sus asentamientos humanos.



III.1.1 Flora.

En el municipio existen alrededor de 94 especies vegetales características de los matorrales en su mayoría; de las cuales, el 2.13% se encuentran en estatus de conservación de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo cual, en el cuadro 1 se enlistan las principales especies vegetales, sin descartar aquellas introducidas con diversos fines, siendo el escénico el principal.

De lo anterior, la vegetación que caracteriza al municipio es del tipo árido principalmente y en menor grado el templado. Entre las más representativas están algunas cactáceas y agaváceas, algunas otras aprovechadas como material forestal maderable, tales como el huizache y el mezquite; otros para alimentación de ganado y de la familia campesina como es el caso de los nopales.

Por otro lado, de acuerdo con el Informe Geo Ciudad de Querétaro (2008) en Corregidora existen 75 especies faunísticas, de las cuales el 25.3% está en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010; quedando de la siguiente manera: 2 peces, 1 anfibio, 13 reptiles (9 en categoría de riesgo), 20 aves (1 en categoría de riesgo) y 39 mamíferos (9 en categoría de riesgo). Sin embargo, no se dispone de mayores especificaciones al respecto, por ello se presenta el listado de las principales especies de fauna en el cuadro 1-b. Es de hacer notar que las diversas especies corresponden a fauna propia de los climas áridos y semiáridos.

Cuadro 1. Principales especies vegetales presentes en el municipio de Corregidora.

Nombre científico	Nombre común	Observación
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	
<i>Acacia retinoides</i>	Acacia	Introducida
<i>Agave americana</i>		
<i>Agave salmiana</i>	Maguey manso o pulquero	
<i>Agave spp.</i>	Magueyes	
<i>Agave tequilana</i>	Agave tequilero	
<i>Aloe arborescens</i>	Sábila	
<i>Aloe barbadensis</i>	Sábila	
<i>Araucaria heterophylla</i>	Araucaria	Introducida
<i>Argemone ochroleuca</i>		
<i>Arundo donax</i>	Carrizo	
<i>Bauhinia spp.</i>		Introducida
<i>Bougambillea sp.</i>	Bugambilia ó camelina	Introducida
<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán	
<i>Bursera fagaroides</i>	Palo xixote (verde)	
<i>Bursera simarouba</i>	Palo xixote (rojo)	
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Introducida
<i>Ceiba sp.</i>		
<i>Celtis pallidae</i>	Granjeno	
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	Introducida
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés	Introducida
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	Cardones	
<i>Echinocactus sp.</i>	Biznaga	
<i>Erythrina coralloides</i>	Patol	<i>Categoría de protección *: Amenazada (A).</i>
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto	Introducida
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	Introducida
<i>Ficus elástica</i>	Ficus	Introducida
<i>Ficus Sterling</i>	Ficus	Introducida
<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	Introducida
<i>Ipomoea murucoides</i>	Palo bobo o palo cuchara	
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	Introducida
<i>Karwinskia humboltiana</i>	Tullidora	
<i>Leamaireocereus marginatus</i>	Órgano	
<i>Ligustrum japonicum</i>	Trueno	Introducida

<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	Garambullo	
<i>Nerium</i> sp.	Rosa laurel	Introducida
<i>Opuntia imbricata</i>	Cardón	
<i>Opuntia leucotricha</i>	Duraznillo	
<i>Opuntia streptacantha</i>	Nopal de tuna Cardona	
<i>Opuntia</i> spp.	Nopales	
<i>Pereskopsis diguetii</i>	Cola de diablo	
<i>Pinus</i> spp.	Pinos	
<i>Phoenix canariensis</i>	Palma	Introducida
<i>Populus alba</i>	Álamo blanco	Introducida
<i>Populus tremuloides</i>		Introducida
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	
<i>Salix babylonica</i>	Sauce	Introducida
<i>Schinus molle</i>	Pirúl	Introducida
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Pirúl chino	Introducida
<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehuate	
<i>Uncaria tomentosa</i>	Uña de gato	
<i>Washingtonia robusta</i>	Palma	
<i>Wodyetia bifurcata</i>	Palma cola de zorro	Introducida
<i>Yucca filifera</i>	Yuca o palma	

III.1.2 Fauna.

Fauna característica de la zona.

Cuadro 1-b. Principales especies de fauna presentes en el municipio de Corregidora.

Nombre científico	Nombre común	Categoría en NOM-059
MAMÍFEROS		
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillos	
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuaches	
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtles	
<i>Nasua narica</i>	Tejones	
Fam. Geomyidae	Tuzas	
<i>Felis pardalis</i>	Onzas	
<i>Lepus californicus</i>	Liebres	
<i>Sylvilagus</i> spp.	Conejos	
Fam. Muridae	Ratones	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorras	
<i>Canis latrans</i>	Coyote	
REPTILES		
<i>Masticophis blineatus</i>	Víbora chirrionera	
<i>Crotalus atrox</i>	Ceniza	
<i>Micrurus fulvius</i>	Coralillo	
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falso coralillo	Amenazada (A)
<i>Pituophis deppei</i>	Alicante o cincuate	
Fam. Leptotyphlopidae	Agujilla	

AVES		
<i>Carpodacus mexicanus</i>	Gorriones	
<i>Icterus spp.</i>	Calandrias	
<i>Mimus polygkottos</i>	Cenzontles	
<i>Carduelis psaltria</i>	Jilgueros	
<i>Toxostoma curvirostre</i>	Huitlacoques	
<i>Zenaida asiática, Z. macroura y Z. auriculata</i>	Paloma, huilota o torcaza	
<i>Columbina inca</i>	Tórtola	
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos	
<i>Passer domesticus</i>	Chillones	
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrinas	
<i>Molothrus ater</i>	Tordos	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote	

Hacia la zona de ubicación de la planta, las asociaciones de vegetación presentes están dominadas por vegetación secundaria, con matorral tropical de tipo secundario; se identificaron pastos, higuerilla, huizache, chicalote. Tagetes, verdolaga y plantas de ornato. En la planta no existe vegetación natural.

En particular el predio de la planta, muestra una evidente transformación en el uso de suelo hacia usos diversos que incluyen industriales, comerciales, de servicios y urbanos, fortalecido por vías de comunicación que integran el crecimiento urbano.

Especies de interés comercial.

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

Vegetación endémica y/o en peligro de extinción.

Durante el recorrido en las colindancias de la planta, no se identificaron especies de vegetación endémica o que se encuentre en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La fauna dentro del área de la planta es poco diversa y escasa, siendo las aves las que por su desplazamiento, se adaptan más a las condiciones imperantes.

Durante la visita a la planta no se avistó alguna especie de fauna endémica, amenazada o en peligro de extinción, contenida en el texto de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 dado que se trata de lugar ya alterado en sus condiciones originales.

III.1.3 Geología.

En el aspecto geológico, el municipio de Corregidora se caracteriza por tener una distribución mayoritaria de rocas ígneas extrusivas, relacionada a una actividad volcánica del período terciario

temprano al cuaternario. Existen formaciones de otra clase de rocas como son los basaltos, tobas y andesitas; por otra parte se encuentran suelos de origen aluvial, ubicados principalmente en las zonas planas, los cuales se originaron por el acarreo y sedimentación de rocas que se han depositado en las zonas bajas a lo largo de los eventos geológicos, principalmente en la zona de presa de Bravo, el Jaral y Charco Blanco. Tpl-Q(B) Basalto del Terciario superior plioceno - Cuaternario plioceno- Cuaternario

Orografía.

Al territorio del municipio lo atraviesan varios montes y cadenas montañosas. Con mayor altura encontramos los cerros de Las Vacas con 2,260 msnm y Buenavista con 2, 230 msnm, situados el primero al Oeste, un poco al Sur de La Cueva (hoy Joaquín Herrera), y el segundo al Suroeste de la misma población. Hay otros montes con alturas aún no determinadas; entre ellos tenemos La Peña Rajada, situada en una barranca que sirve de cauce al río El Pueblito, frente a la comunidad de San Francisco y los cerros de El Chiquigüite y El Chiquigüitillo, al Sur de El Pueblito, El Shindó y San José de los Olvera.

Relieve y Geomorfología.

El 58.33% del territorio del municipio de Corregidora tiene una topografía casi plana correspondiendo a los valles del norte y del sur; estas zonas se caracterizan por ser de acumulación fluvial y es donde se presentan los asentamientos humanos más importantes del municipio así como actividades agrícolas. Las zonas de pendientes moderadas, mismas que representan el 21.56% del territorio corresponden a las zonas de transición entre los valles y los sistemas montañosos centrales, constituyendo lo que se conoce como pie de monte. La zona de laderas altas o pendiente fuerte, es decir, entre el 10 y 25 % de inclinación, ocupan el 15.06% de la superficie total del Municipio; en esta zona se conserva la vegetación natural por la inaccesibilidad del terreno. Finalmente, la superficie de laderas muy fuertes y severas con pendientes mayores a 25 %, ocupan el 5.04 % del Municipio, estas zonas se caracterizan por ser las más conservadas en cuanto a la vegetación natural ya que su pendiente dificulta labores o usos diferentes a los establecidos de manera natural

III.1.3.1 Edafología.

En el municipio de Corregidora predominan los tipos de suelo Vertisol y Litosol, el primero se encuentra en zonas bajas y se utiliza principalmente para actividades agrícolas, debido a que son suelos fértiles, por contener materiales ricos en calcio, potasio y magnesio. Sin embargo, debido a la dureza que tiene se dificulta su manejo, caracterizándose por presentar problemas de inundación.

Al sur del Municipio, los terrenos de Vertisol son menos dominantes y encontramos un panorama más complejo con Feozem Lúvicos y Háplicos con pendientes, profundidades y pedregosidad muy variadas, con pH de neutro a ligeramente ácido y capacidad de retención de nutrientes moderada, o bien Castañozem con pH neutro. Predominan las texturas arcillosas o de migajón arcilloso en toda el área.

El Litosol se presenta principalmente en zonas con fuertes pendientes, como laderas y barrancas, aunque también se encuentra en lomeríos y algunas planicies, caracterizándose por ser un suelo de poca profundidad (10cm. máximo hasta la roca, tepetate o caliche duro), por tal motivo son susceptibles a la erosión.

Suelo tipo Vertisol.

Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentes negros, grises o café rojizo. Son fértiles, pero presentan problemas de manejo, ya que su dureza dificulta la labranza si no se hace con la humedad apropiada y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje. Tienen, por lo general, una baja susceptibilidad a la erosión en estos suelos se produce una buena parte de caña de azúcar, maíz y cítricos principalmente.

Suelo tipo litosol.

Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lamerías y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades y su símbolo es (I).

III.1.4 Hidrología.

El municipio de Corregidora se encuentra dentro de la cuenca del Río de la Laja (Lerma- Chapala), y las subcuencas Apaseo, Rancho El Chinicuil y Saltillo, parte de la Región Hidrológica 12 Lerma - Santiago, de la que es afluente el Río El Pueblito, la principal corriente en el municipio.

El Río El Pueblito cruza de sureste a noroeste, nace en la sierra de Galindo alrededor de San Francisco Nevería, Municipio de Huimilpan, penetrando por Arroyo Hondo y atravesando el municipio de Corregidora en dirección sureste-noroeste. Tiene una longitud de 217 km, de los cuales sólo 9km son

corrientes perenes. En su recorrido incorpora aguas no capturadas en la Presa El Batán, en donde son retenidas y reguladas para abastecer a las zonas agrícolas de El Batán, La Negreta, Balvanera y El Pueblito, saliendo por Las Adjuntas, en donde se suman al caudal del Río Querétaro para desembocar en el Río Lerma. La dotación de agua de la Presa El Batán es una de las fuentes potenciales que puede beneficiar a la zona, ya sea para el riego de cultivos o para el abastecimiento de agua potable.

Otra corriente que recorre parte del municipio es el Río Bravo, que descarga en la Presa de El Batán, ésta última al igual que la Presa de Bravo, San Rafael, San Isidro, Buenos Aires, El Jaral y Los Encinos, abastecen de agua para el riego de las zonas agrícolas.

Hidrología superficial.

La zona de estudio es tributaria del Río El Pueblito. Se inicia en las inmediaciones de Presa de Bravo, desde donde salen los escurrimientos que drenan por la cañada ubicada al norte del sitio de estudio, y que se convierten en el Arroyo Bravo, el cual que sigue una trayectoria sur-norte hasta llegar a la Presa El Batán.

En el caso del predio de estudio no es atravesada por ningún escurrimiento, aunque en sus alrededores existen varios que tributan a la Presa El Batán, que es el principal almacenamiento del municipio con 8.84 millones de m³ de capacidad útil. Esta presa recibe la mayor parte del escurrimiento municipal y aporta al río El Pueblito y posteriormente al sistema Lerma y tiene funciones de vaso regulador y que recibe los escurrimientos del Arroyo Bravo.

Microcuencas.

La Microcuenca es parte de una subcuenca, con una superficie variable y que está orientada a la aplicación de políticas relacionadas con los factores que limitan o impiden determinados usos de la tierra, así como también las medidas y acciones que deben aplicarse para satisfacer las condiciones y requerimientos biofísicos y socioeconómicos indispensables para propiciar un aprovechamiento sostenible de la tierra. La Comisión Nacional Forestal, conjuntamente con la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Querétaro y la Universidad Autónoma de Querétaro, elaboró en 2006 a pedido del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) la propuesta que será oficial de los límites de las microcuencas del Estado de Querétaro, lo que permitió la elaboración de los Planes Rectores de Producción y Conservación, así como aplicación de recursos para la resolución de problemáticas locales.

El Municipio de Corregidora está drenado por un total de 12 microcuencas, de las cuales 6 microcuencas son asignadas administrativamente al municipio de Corregidora por presentar la mayor parte de su cobertura dentro de los límites municipales.

Hidrología subterránea.

Referente al agua subterránea, el municipio de Corregidora tiene cuatro acuíferos, siendo los más importantes el Valle de Querétaro y el Valle de Huimilpan, que ocupan el 98.75% del municipio.

El municipio de Corregidora se divide en catorce microcuencas, de las cuales El Pueblito, Joaquín Herrera y Puerta de San Rafael se encuentran totalmente incluidas dentro del Municipio; las once restantes contienen superficies de Querétaro y el estado de Guanajuato. Las microcuencas con mayor superficie son: Santiago de Querétaro con alrededor de 10,717 ha, y El Vegil con 5,298 ha aproximadamente, ambas tienen la mayoría de su territorio dentro de los municipios de Querétaro y Huimilpan respectivamente. Por otro lado, la microcuenca de menor tamaño es la 12HdQAA con 1,807 ha ubicada mayormente en el municipio de Apaseo El Grande y la de Los Olvera con 1,522 ha considerada dentro del municipio de Corregidora

III.1.4.1 Fisiografía.

Específicamente el sitio donde se desarrolla el proyecto, se ubica en el eje neovolcánico y en la subprovincia fisiográfica “Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo”. Esta subprovincia se ubica en las regiones centro-sur del estado, representa el 42.37% del territorio de la entidad. Abarca la totalidad de los municipios de Ezequiel Montes, Tequisquiapan, Corregidora y parte de Amealco. Respecto al sistema de toporformas, dentro del sistema ambiental hay presencia de llanuras.

III.1.4.2 Unidades de paisaje.

El análisis de los impactos ambientales en el paisaje, debe tratarse como un recurso natural o cultural a ser afectado por una acción humana determinada. El paisaje puede ser estudiado desde dos aspectos distintos:

- ☐ Donde el valor del paisaje corresponde al conjunto de interrelaciones del resto de los elementos (agua, aire, plantas, rocas, etc.) y su estudio precisa de la previa investigación de éstos.
- ☐ Donde el paisaje engloba una fracción importante de los valores plásticos y emocionales del medio natural, por lo cual es recomendable su estudio a base de cualidades o valores visuales.

El paisaje para la zona donde se ubica la planta se abordó desde la información relacionada con los inventarios y cualidades como la visibilidad, fragilidad y calidad.

Condiciones de Visibilidad. Haciendo uso de la observación *in situ* y la búsqueda cartográfica por cuadrículas, la planta desde diferentes puntos es ampliamente visible para la comunidad humana y establecimiento de las posibles interrelaciones con otros factores como el viento, la humedad, vialidades, movilidad peatonal y vehicular, acercamientos de fauna.

Fragilidad del Paisaje. Mediante la integración de características del territorio con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas, la fragilidad del paisaje puede ser medio-alta considerando el elemento constructivo, su proximidad y la exposición visual.

Calidad del Paisaje. La calidad estética o belleza del paisaje, puede llegar a ser buena.

La valoración del paisaje actual se realiza de forma directa a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, que, no obstante, dentro de la evaluación de impactos ambientales posee la desventaja en que la apreciación es subjetiva, ya que depende del observador y las características de la zona observada.

Las interrelaciones del ecosistema de la zona permanecerán, debido a que las bajas aportaciones al ecosistema, que provienen actualmente de la planta actual, se mantienen, ya que no hay producción de biomasa o captura de carbono, por lo cual el hábitat particular restringe el establecimiento de fauna. Las cualidades paisajísticas del ecosistema imperante también permanecen. Las actividades no tienen relación con algún cuerpo o corriente de agua, por lo tanto, los ecosistemas acuáticos en la región resultan inalterados.

Respecto de la interrelación entre el factor humano y el ecosistema terrestre antrópico, no resulta modificado por el uso del suelo en la planta actual, ya que las actividades de la región tampoco resultan afectadas, por lo cual este ecosistema inducido permanece inalterado.

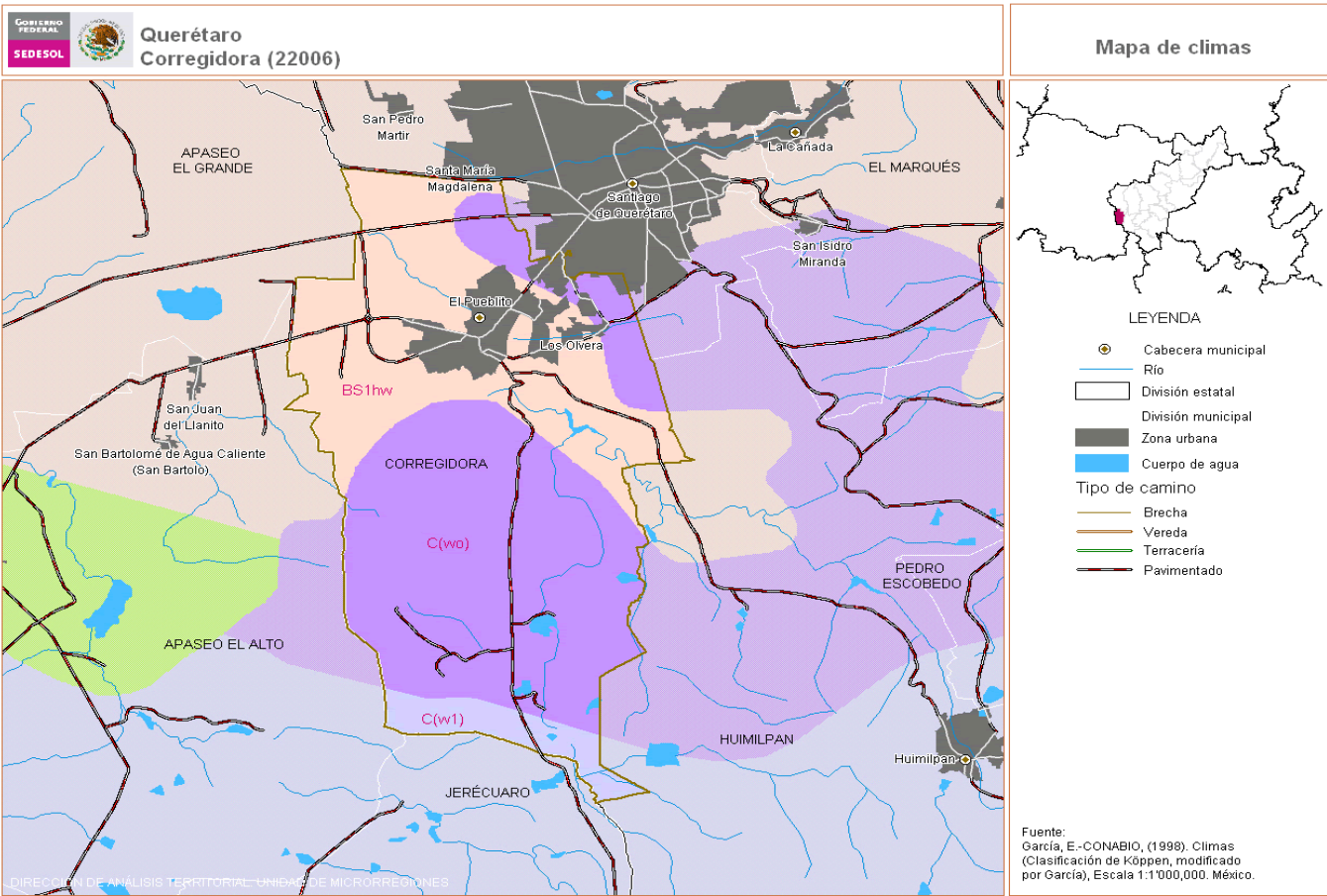
III.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.

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

Los datos meteorológicos necesarios para este apartado se obtuvieron de los datos consultados en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), de la “Estación Climatológica Villa Corregidora”, así como de los datos consultados en INEGI y la cartografía disponible.

El clima predominante es semiseco, con una temperatura media anual de 18.6 °C. Los meses más calurosos se presentan de mayo a septiembre. A finales de diciembre y el mes de enero el termómetro baja a cero grados. El período de precipitaciones coincide con la época más calurosa. La precipitación anual es de 575.1 milímetros anuales. [Semiarido, semicalido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Clave climatológica BSI hw, la siguiente figura muestra el mapa de climas que incluye a Corregidora, Querétaro.

Figura 9. Mapa de climas para el municipio de Corregidora, Querétaro y zona de ubicación de la planta.



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

El período de precipitaciones coincide con la época más calurosa. La precipitación anual es de 575.1 milímetros anuales.

Figura 10. Promedio de precipitación para la zona.

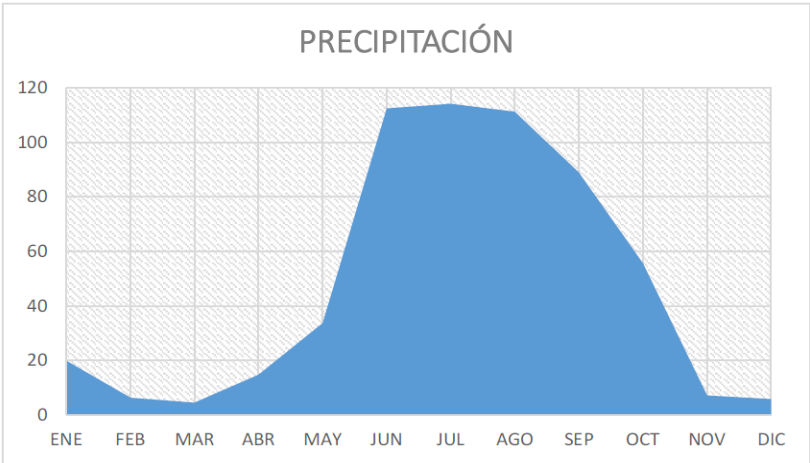
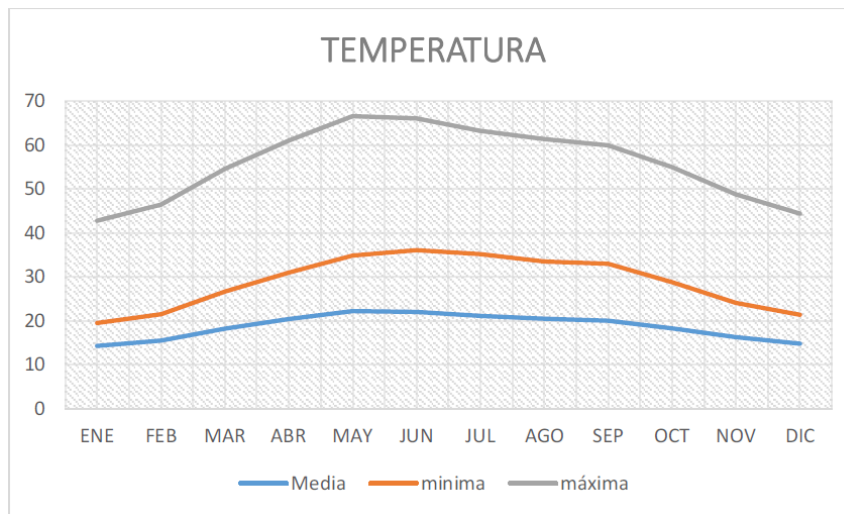


Figura 11. Promedio de temperatura para la zona.



III.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO.

Perfil Demográfico. Población.

En Corregidora, conforme a la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, existe una población total de 181,073 habitantes de los cuales 87,686 son hombres, mientras que 93,998 son mujeres. La expansión explosiva que ha experimentado este municipio en las últimas décadas, ha provocado un descenso sostenido de la población rural y, por el contrario, un ascenso pronunciado de la población urbana.

Municipio	Población
Corregidora	181,684

La población total que reside en el municipio de Corregidora representa el 8.91% de la población total del estado de Querétaro, que es de 2´038,372 habitantes.

En cuanto a la zona metropolitana de Querétaro, para el año 2005 la población de Corregidora representó el 10.96%, pasando en el 2010 al 13.05% y llegando en 2015 al 14.47%, lo cual demuestra una participación poblacional en constante crecimiento.

La tasa global de fecundidad a nivel estatal en el periodo 2010-2015 es de 2.2, mientras que para el mismo periodo en Corregidora es de 2.0.

Dinamismo demográfico.

La tasa de crecimiento promedio anual de la población que registra el municipio de Corregidora en el periodo 1990-2010 fue de 6.1%, mientras que para 2015 es de 5.2%, cifra muy superior a la tasa

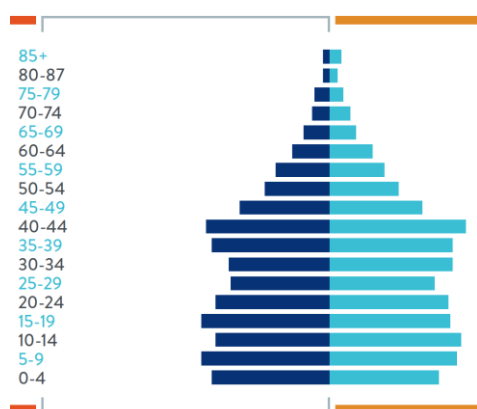
registrada por el estado que para 2015 es de 2.4%. Por sí mismo, este dato permite apreciar el gran dinamismo demográfico que registra Corregidora con relación al estado.

Distribución de la población por grupos de edad.

Las estadísticas demográficas mostradas por la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, permiten observar cómo se distribuye la población total del municipio de Corregidora por grupos quinquenales de edad.

Esta información resulta muy útil para la adopción de políticas públicas, ya que permite ubicar el universo existente de población infantil, de jóvenes, de los segmentos que están en edad de trabajar, así como de los diversos grupos de personas de la tercera edad.

A continuación se presenta el gráfico de la pirámide poblacional, por grupos quinquenales de edad, correspondiente al 2015.



Migración.

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015, nuestro municipio es, sin lugar a dudas, un lugar atractivo para vivir. Esto es causa de que 11.8% de inmigrantes provienen de otros estados del país y del extranjero.

El municipio de Corregidora de marzo de 2010 a marzo de 2015 mantuvo un -0.9 en la migración, mientras que con respecto a la inmigración fue de 11.8 dando un saldo migratorio de 10.9. Como se observa, los flujos migratorios que se generan desde aquí son poco intensos, sin embargo, dicha migración es motivo de atención y preocupación permanente por parte de las autoridades municipales y estatales. Destaca en tal sentido la labor que realiza el Comité Estatal del Programa Paisano, el cual da atención y asesoría a los residentes queretanos en el exterior, promoviendo su regreso al país.

Cultura indígena.

- Porcentaje de población indígena: 0,88%
- Porcentaje de población [de más de 5 años] que habla una lengua indígena: 0,43%
- Porcentaje de población [de más de 5 años] que habla una lengua indígena y no habla español: 0,00%

Religión.

- Porcentaje de población que profesa la religión católica: 89,30%
- Porcentaje de población con religiones Protestantes, Evangélicas y Bíblicas: 5,76%
- Porcentaje de población con otras religiones: 0,15%
- Porcentaje de población atea o sin religión: 3,04%

Desarrollo humano.

El desarrollo humano busca garantizar el ambiente necesario para que las personas y los grupos humanos puedan desarrollar sus potencialidades y así llevar una vida creativa y productiva conforme con sus necesidades e intereses.

En Corregidora, de acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, el 87.9% de la población tiene acceso a algún servicio de salud, lo cual refleja la exclusión de 12.1% de sus habitantes.

Corregidora es un municipio que tiene un Índice de Desarrollo Humano alto, superior al valor nacional. En el contexto mexicano, este municipio está entre los primeros veinte, de un total de 2,454 municipios y delegaciones.

Los rezagos en las comunidades rurales significan un desafío en materia de calidad de vida municipal. Existen diferencias entre dos áreas predominantes del municipio, la parte rural con varias localidades y la zona urbana que representa el 85% de la población total.

Cabe destacar que de acuerdo con los indicadores, Corregidora tiene un grado muy bajo de rezago social en el entorno nacional.

Escolaridad.

En términos de educación destaca que los porcentajes más altos de asistencia a las escuelas están entre los 5 y los 15 años de edad; el grado promedio de escolaridad es de 11.4 años, que es la cifra más alta del estado de Querétaro y una de las mejores del país.

Corregidora mantiene a nivel estatal el porcentaje más alto de población que asiste a la escuela. En 2015 con el 56%, mientras que el estado registró en este año un 42.5%.

Movilidad.

Corregidora sigue un modelo de ocupación del territorio que tiene como característica la expansión desproporcionada de la mancha urbana, producto de la falta de planeación. Tomando en cuenta lo anterior, es necesario replantear un modelo donde las redes de infraestructura y servicios se integren,

dando paso a una ciudad conectada y cercana, que cambie los paradigmas de privilegiar el movimiento de vehículos hacia la accesibilidad de las personas y de vías de comunicación para automóviles a calles para ciudadanos.

La congestión vial, la ausencia de un sistema moderno de transporte público y la falta de alternativas atractivas para los desplazamientos no motorizados, son el problema más evidente de la movilidad urbana municipal. La respuesta habitual de construir cada vez más vialidades no es la solución, sino que realmente constituye un problema, porque se incentiva un mayor uso del automóvil, agravando la situación descrita.

Corregidora forma parte de cuatro municipios metropolitanos, por lo que está sometida funcionalmente a una tensión entre su papel por un lado de pertenencia a la conurbación metropolitana de Querétaro y por otro a su status de municipio autónomo. Gran parte de la población que llega a la conurbación metropolitana se acomoda en Corregidora. Muchas de las actividades principales de trabajo se realizan fuera del municipio, sin embargo las actividades de comercio, recreación y equipamiento, son opciones con las que ya cuenta el municipio. Esta especialización funcional, arrastra varios problemas, entre los que destaca la movilidad.

El automóvil es el protagonista de Corregidora, cuyo casco urbano está seccionado y fraccionado por carreteras que rompen la continuidad de la ciudad y representan difíciles barreras para los ciudadanos; además de resultar una importante fuente de contaminación, emisión de gases, partículas y ruidos. Los residentes de los fraccionamientos dispersos, dependen en su mayoría del automóvil particular para los viajes de trabajo y estudio, de relaciones sociales y para uso de equipamientos y servicios. No obstante que existen avenidas que permiten recorridos relativamente rápidos, la traza urbana y la concentración de movimientos produce congestionamientos y circulación a velocidad lenta con su consecuente repercusión en la calidad del aire, en la calidad de vida y en la productividad.

La conformación aislada y dispersa de las urbanizaciones recientes alejadas del centro, hace difícil un servicio de transporte público que pueda cubrir con eficiencia a todos los asentamientos.

Por lo que se refiere a la movilidad en bicicleta, cabe señalar que sólo existe una ciclovía, paralela al Paseo Constituyentes, que pierde la continuidad de forma brusca, en el límite municipal, sin cumplir cabalmente su propósito en cuanto a origen y destino de viajes locales y metropolitanos, por lo que es de escaso interés. Esta vía tiene mantenimiento bajo.

La movilidad peatonal está menos atendida que la vehicular motorizada. Se han construido recientemente varias obras viales, pero no peatonales, y tampoco se cuenta con dispositivos para los cruces de peatones, como en la intersección del Acceso a Tejeda y Paseo Constituyentes.

Marginación.

La marginación es una situación social de desventaja económica, profesional, política o de estatus social, producida por la falta de integración a algún sistema de funcionamiento social. En términos prácticos, es la exclusión de una persona por su rango económico, social o político. Respecto a la calidad de vida de los pobladores, de acuerdo con el Consejo Nacional de Población, Corregidora presenta un muy bajo grado de marginación, ubicándolo en el lugar 47 entre los 165 municipios con más de 100 mil habitantes a nivel nacional, siendo un municipio altamente atractivo para habitar. Un indicador elocuente en esta materia es que tres cuartas partes de los hogares de Corregidora, cuentan con una computadora y el número de profesionistas es relativamente alto.

Al respecto es necesario tomar en cuenta que las comunidades rurales tienen valores diferentes que la cabecera municipal.

Actividad Productiva.

El municipio de Corregidora se enclava dentro de la zona metropolitana de Querétaro (1'255,185 habitantes en 2015), cuyo crecimiento se origina en la ciudad de Querétaro. Su ubicación, estratégica por la comunicación al Norte con el Sur del país; los atractivos turísticos, los servicios que ofrece y la industrialización han sido importantes factores de crecimiento de la capital del estado.

Corregidora está física y formalmente conurbado en la periferia del suroeste de la zona metropolitana de Querétaro, desde la década de los noventa. Actualmente presenta una presión intensa de conurbación funcional con el territorio de los municipios de Apaseo El Grande y Apaseo El Alto, del estado de Guanajuato (conurbación interestatal). La zona metropolitana de Querétaro tiene una densidad de población muy baja (36 hab/ha) y manifiesta una fuerte e innecesaria expansión territorial desordenada y discontinua, que en gran parte está sucediendo en Corregidora.

Producción agrícola.

En Corregidora, aunque la mayor parte de la superficie potencial para agricultura intensa y muy intensa ha sido ya ocupada para usos urbanos, representando un problema para la sustentabilidad municipal, el uso potencial del suelo agrícola se distribuye de la siguiente manera:

- ✚ Agricultura muy intensa 14.9%
- ✚ Agricultura intensa 5.8%
- ✚ Agricultura moderada 31.1%
- ✚ Agricultura limitada 12.2%
- ✚ Praticultura moderada 17.8%
- ✚ Praticultura moderada 7.3%
- ✚ Vida silvestre 10.9%

Los productos que reportan más cosecha son la cebada, el sorgo, el trigo y la alfalfa. En la comunidad de San Rafael se siembran hortalizas como lechuga, zanahoria, cebolla y granos básicos como maíz y frijol. Además existe ganado ovino, caprino, porcino y vacuno en la mayoría de sus comunidades, como Charco Blanco, El Jaral, Bravo, La Presa, La Puerta, Las Taponas, San Rafael, Purísima de San Rafael, La Poza, El Ranchito, La Cueva y otras más.

En el municipio de Corregidora el maíz para grano, sigue siendo el que más siembran los productores, alcanzando un 79.25% los agricultores dedicados a este cultivo (maíz, grano y forraje). En términos de superficie, el cultivo del maíz ocupa 4,604ha de las 6,481.50ha reportadas que se trabajan, lo que representa nuevamente más del 71% del total.

Producción pecuaria.

Las especies pecuarias principales son el ganado ovino, bovino (leche) y porcino, las cuales son las que más se producen y generan mayor valor a nivel primario. Sin embargo, debido a que una cantidad mayor de productores pecuarios de baja escala con potencial productivo se dedican a la ovino cultura, se considera a esta actividad como la más importante a nivel municipal.

Turismo.

En los últimos 30 años la actividad turística ha ocupado cada día mayor importancia económica en nuestro país. Querétaro no ha sido la excepción, con un aumento mucho más marcado en los últimos 10 años, el sector turístico ha logrado conquistar, junto al sector industrial y comercial, un alto crecimiento económico, reflejado en las inversiones realizadas para este fin, creando una infraestructura en hoteles, restaurantes y servicios varios como el aeropuerto internacional de Querétaro, de alta calidad y competencia. Todo esto se manifiesta en el creciente número de visitantes, que llegan procedentes de todas partes del país e, incluso del mundo, y por diversas razones: vacaciones, de negocios o a los diferentes seminarios y congresos que se organizan continuamente. Esto coloca a Corregidora en la posibilidad real de verse altamente beneficiada por la actividad turística.

En este municipio se encuentra una de las poblaciones de mayor riqueza histórica y cultural del estado, El Pueblito, que es la cabecera municipal, y en la cual sus habitantes han sabido conservar celosamente sus tradiciones y costumbres religiosas a través de casi cuatro siglos, así como una infraestructura representativa digna de ser visitada.

Jardín Vicente Guerrero / Jardín principal.

Parroquia de San Francisco Galileo (primera mitad del siglo XVIII).

Fundada por frailes franciscanos, (probable fecha 1762) con la finalidad de adoctrinar a los naturales del lugar, utilizando primeramente como ayuda de la parroquia de San Sebastián de la Ciudad de Querétaro, posteriormente se declaró Parroquia y fue entregada por los padres franciscanos al clero secular, siendo su primer cura el bachiller Manuel Cassela (1770).

Antigua Presidencia.

Casa de la Cultura.

Este edificio data del siglo XIX, construido de adobe, cubierta de viguería y ladrillo con aplanado. Desde fines del siglo pasado fue la escuela oficial Valentín Gómez Farías, hasta el año de 1972. Fue remodelado en 1985 y destinado para sede de la Casa de la Cultura.

Santuario y Convento de la Virgen de El Pueblito.

La construcción del actual santuario se debió al patrocinio del Capitán Pedro de Urtiaga y Salazar, propietario de la hacienda El Batán como promesa por un favor recibido de la Virgen de El Pueblito, a la muerte de éste en 1712 y habiendo dejado la cantidad de treinta y dos mil pesos de oro, termina la obra su hijo, el Capitán y Alférez Real don José de Urtiaga así como su esposa doña María de la Campa y Coz. La milagrosa imagen fue trasladada a su nuevo Santuario el 5 de febrero de 1736 con gran alegría y fiesta de parte de todos los feligreses, dando así origen a las fiestas tradicionales de Corregidora.

Santuario de Schoenstatt.

El santuario de la Virgen de Schoenstatt es un hermoso espacio espiritual consagrado a la Virgen María, ubicado en la comunidad de Los Olvera. Este fue el primer santuario que se edificó en el país.

Zona Arqueológica El Cerrito.

El Cerrito fue un centro ceremonial monumental de alcance regional prehispánico del periodo posclásico temprano (900dc-1,200 dc). Se encuentra en El Pueblito a 7 km. del centro histórico de Querétaro. El Cerrito es el asentamiento prehispánico más importante en el valle de Querétaro. La monumentalidad de sus plazas, altares, salas con columnas y pirámide, le otorgan un carácter excepcional en la arquitectura

del Bajío. Fue ocupado por diversas culturas durante más de 1,500 años, entre las que se pueden mencionar una influencia teotihuacana hacia el periodo Clásico. Sin embargo, la ocupación más intensa del sitio se efectuó durante el periodo Posclásico, identificándose en el lugar evidencias de la cultura Tolteca, Chichimeca, Tarasca y Otomí.

Tradiciones.

El Pueblito se viste de gala para festejar a su Patrona, con las fiestas tradicionales que dan inicio en febrero, y tienen por objeto conmemorar el aniversario de la bendición de El Santuario. Dentro de este novenario, los eventos más importantes son: la bendición y el Paseo del Buey, el ofrecimiento de caldo y comida por la mayordomía, la bendición de la Parande y la Colación, así como la Batalla y Muerte del Moro y del Soldado y la Entrada de las Ceras, entre otras. Además de hermosos bailables que nos regalan tanto la Corporación de las Inditas como los Niños de las Danzas de las Promesas. Los festejos continúan con la elección de la Nueva Mayordomía durante el mes de marzo.

En octubre se celebra el aniversario de la coronación de la Virgen de El Pueblito y el aniversario de la bendición del santuario de Schoenstatt.

Cabe señalar que en las comunidades se celebran igualmente las diferentes fiestas en honor de sus patronos, como en San José de los Olvera, Santa Bárbara, Lourdes, entre muchos otros.

Festividades.

- Fiestas tradicionales de la Virgen de El Pueblito / En febrero / En el Santuario y calles del centro de la cabecera municipal.
- Equinoccio de primavera / 21 de marzo / En la zona arqueológica El Cerrito.
- Fiesta litúrgica y fiestas de mayo. Visita de la imagen de la Virgen de El Pueblito a la ciudad de Santiago de Querétaro.
- Visita por el buen temporal de la Virgen de El Pueblito a las parroquias y templos de Querétaro.
- Aniversario de la fundación del Santuario de Schoenstatt / En octubre.
- Aniversario de la coronación de la Virgen de El Pueblito, visita la ciudad de Santiago de Querétaro y a su regreso festejos propios de la ocasión En octubre.
- Día de muertos / 1 y 2 de noviembre

Empleo.

La creación de fuentes de trabajo para una numerosa población, como la de este municipio, adquiere dimensiones que requieren ser atendidas, pues el ritmo de crecimiento de la población en edad de trabajar ha crecido en mayor proporción que la oferta laboral.

El aparato productivo necesita de más empresarios y mejores trabajadores, que puedan hacer frente a los retos actuales, y de un sistema educativo que deberá preparar profesionales de calidad que permitan cubrir los requerimientos a futuro.

En Corregidora (según el censo del INEGI 2010), la población económicamente activa era de 63,790 personas y la no activa de 44,497 personas, con lo que tasa de actividad era del 59%; la población ocupada ascendía a 60,911 y la desocupada a 2,879 habitantes.

Las cifras anteriores, un quinquenio después, se han modificado. Por ello, la proporción de empleos que ofrece el municipio, no es suficiente para dar ocupación al crecimiento sostenido de la población, ni para los residentes que actualmente habitan en Corregidora. Gran parte de la población económicamente activa (PEA) trabaja en otros municipios de la zona metropolitana. Con mayor exactitud, los números son: más de la mitad de la población ocupada (56.9%) trabaja dentro del municipio; el 38.4% labora en la capital del estado, y 4.7% en otros municipios cercanos.

El hecho de que tres cuartas partes de la PEA (75%) participen en el sector terciario, particularmente en la construcción de vivienda, hace necesario impulsar el sector industrial con el desarrollo de parques, para provocar la generación de empleos, complementando con el turismo religioso que es una vocación natural de este municipio.

Debido precisamente al elevado crecimiento poblacional, se observa una tendencia hacia el desempleo y a opciones de trabajo de baja remuneración. Por su parte, también se ha observado el incremento del empleo informal.

Economía.

El crecimiento sustentable de la base productiva del municipio constituye un reto de la mayor importancia, por ser el soporte que permite una vida digna de la sociedad. La fortaleza de la economía es una condición irreductible para alcanzar niveles de bienestar social en el presente y asegurar la viabilidad del municipio en el futuro.

Corregidora ha crecido de forma significativa en términos de población, pero no en la misma proporción en materia de actividad económica y generación de empleos. No obstante, el crecimiento de la actividad económica ha sido sostenido, siendo los factores principales la industria de la construcción de vivienda, atrayendo importantes inversiones en el rubro comercial y de servicios. Su crecimiento se vincula con el propio de la zona metropolitana por su actividad industrial, cultural, de comercio y servicios.

El municipio de Corregidora ocupa el cuarto lugar en la entidad en aportación al PIB estatal, con 4.7%, sólo por debajo de Querétaro capital, San Juan del Río y El Marqués. El estado de Querétaro aporta el 1.9% del PIB nacional. Este municipio representa menos del 20% de la población del área conurbada y alrededor del 6% del PIB de ésta. Aunque su dinámica competitiva está estrechamente ligada a la del municipio de Querétaro, Corregidora ha emprendido acciones para mejorar el ambiente de negocios.

Las principales actividades económicas del municipio se concentran en la industria manufacturera, el comercio y otros servicios. Corregidora cuenta con dos importantes fuentes de empleo para el municipio, el Parque Industrial Balvanera y la Zona Industrial El Pueblito. Durante los últimos años ha registrado un crecimiento económico sostenido.

Corregidora dispone de una cierta oferta industrial, de una amplia pero poco eficiente superficie agrícola y de un boyante sector inmobiliario por la construcción de vivienda.

En cuanto al sector primario, más de la mitad de la superficie municipal se dedica a la agricultura (55%), de la cual, 17% es de riego y 38% de temporal. Los principales cultivos son trigo, avena, maíz, sorgo, frijol, ajo, cebolla y chile. La ganadería se combina en parte de la superficie de agricultura, en aproximadamente 10 hectáreas.

En el sector secundario, como ya se mencionó, el municipio tiene dos parques industriales, Balvanera con 59 industrias y El Pueblito con 38 industrias. Cuentan con establecimientos de productos metálicos y autopartes; papel, imprenta y editoriales; servicios a la industria; química, caucho y plástico, eléctrica y electrónica, y materiales para construcción. La mayoría de las industrias operan con el régimen de bajo consumo de agua, generan más de 6 mil empleos de forma directa y 10 mil indirectos. En 2009 se registraron 367 unidades económicas con 6,576 personas remuneradas.

El sector terciario ha aumentado significativamente. Al interior del municipio y sus comunidades, hay unidades pequeñas de servicio menores de 152 m², como tiendas de ropa, muebles, calzado, misceláneas, ferreterías, molinos, tortillerías, materiales para la construcción y papelerías, entre otras. De superficie mayor sólo se encuentran tiendas de conveniencia, centros comerciales y tiendas de autoservicio.

En cuanto a los servicios, el patrón de crecimiento periférico metropolitano se refleja en las principales actividades profesionales para los habitantes de Corregidora, como médicos particulares, dentistas, arquitectos, mecánicos, entre otros, así como servicios de transporte, financieros y de gobierno.

Competitividad.

Corregidora busca ser el municipio líder en la generación de empleos, con un sector productivo altamente competitivo y con ingresos per cápita al nivel de los mejores del país. El reto es poseer un creciente atractivo para las inversiones y negocios basado en relaciones laborales armónicas, infraestructura adecuada para la logística y el tránsito de mercancías y personas, así como un desarrollo territorial equilibrado y actividades de innovación y desarrollo tecnológico.

El municipio de Corregidora se ha visto beneficiado del dinamismo de la ciudad de Querétaro. La creación de nuevos empleos y el ambiente propicio para los negocios, han ocasionado un constante flujo de trabajadores en el municipio y, por lo tanto, de requerimientos de vivienda.

De acuerdo con los resultados del índice de competitividad municipal en materia de vivienda 2011, Corregidora se clasifica con competitividad adecuada, en el grupo de competitividad y población de la zona urbana que mide la capacidad de un municipio para incrementar la plusvalía de su vivienda en el largo plazo.

Infraestructura.

Debemos entender que la infraestructura es el conjunto de elementos o servicios que están considerados como necesarios para que una organización pueda funcionar, o bien para que una actividad se desarrolle efectivamente.

En Corregidora, la infraestructura, principalmente en términos de agua, saneamiento y drenaje pluvial; así como vialidad y transporte; energía y comunicaciones, es base fundamental para el desarrollo.

Infraestructura elemental e industrial.

Es prioritario para Corregidora, mejorar las condiciones de vida de los habitantes del municipio, a través de obras de modernización de la infraestructura, red vial, abastecimiento de agua potable e infraestructura pluvial.

La mayor parte del municipio se encuentra cubierta de infraestructura hidráulica, inclusive en las comunidades rurales y asentamientos irregulares; sin embargo se reportan fugas de agua potable y requerimientos de mantenimiento para las redes existentes. La ciudad carece de un sistema de captación de agua pluvial. Los drenajes sanitarios están conectados a los pluviales. La calle funciona como exclusiva del agua pluvial.

En la zona rural la falta de infraestructura sanitaria es un desafío. Varias de las comunidades carecen de drenaje. El desagüe se vierte en el sur del municipio, a cielo abierto, un reto más para corregir. En cuanto al tratamiento de aguas residuales, en El Pueblito hay 26 plantas de tratamiento; no todas funcionan y las que lo hacen presentan irregularidades en el servicio. En el resto del municipio se descarga a cielo abierto sin tratamiento previo. Por ello, trabajar con el drenaje será un desafío para esta administración.

La cobertura de energía eléctrica y del alumbrado público es muy buena aunque no completa. Alcanza al 98% del municipio.

Todas las colonias en zona urbana y rural cuentan con el servicio de recolección de residuos sólidos. Se recolectan 140 ton/día que se depositan en el relleno sanitario concesionado y ubicado en el territorio del municipio. Por su parte, el municipio dispone de un terreno apropiado para el funcionamiento de un relleno sanitario ubicado al sur de la comunidad Los Ángeles. Sin embargo, el crecimiento poblacional, observado y esperado, exige reconsiderar la suficiencia de este relleno sanitario para satisfacer la demanda futura.

Adicionalmente, el municipio cuenta con un rastro en operación (remozado en 2007 y 2010), localizado al poniente de la colonia Las Flores, que representa un foco de contaminación para el aire, suelo y agua del municipio. Otro reto en la lista de prioridades.

En materia de infraestructura para la actividad industrial, Corregidora tiene acceso y cobertura de redes de energía eléctrica e hidráulica. La red sanitaria y el tratamiento correspondiente son todavía limitados y requieren de inversiones para lograr suficiencia, tanto para el servicio doméstico como industrial. Existen redes principales de hidrocarburos de Petróleos Mexicanos en todo el perímetro del municipio. Un factor limitante en términos de desarrollo industrial, es la carencia de áreas servidas por vías de ferrocarril, la trayectoria de la vía más cercana se encuentra al Norte, fuera del municipio, lo cual dificulta la atracción de industrias.

RED DE CARRETERAS

Federales:

Por el municipio pasan dos; la 45 D, ésta es la carretera de cuota a Irapuato, 10 km franquean a Corregidora. También está la 45, que corresponde a la carretera libre a Celaya, de ésta pasan 5 km por Corregidora.

Estatales.

Carretera	Longitud / km
11	11
411	411
413	413
414	414

Sobre las carreteras asfaltadas municipales se cuenta con la que conduce de la comunidad de Jaral a la comunidad de Bravo, con una longitud de 0.5 km, el resto de 1.5 km es de terracería y la de San Rafael a Presa de Bravo de 5 km de longitud.

CARRETERAS MUNICIPALES CON EMPEDRADO

Origen	Destino	Longitud
Joaquín Herrera	Purísima de la Cueva	1.5 km
Taponas	San Rafael	1 km
Entrada a Progreso	Progreso	1 km
La Noria	Huimilpan	2 km
Charco Blanco	El Soldado, Gto.	0.5 km
Romeral	Circunferencia El Romeral	0.5 km
Purísima de San Rafael	Coroneo	4 km
Los Ángeles	Calichar	1 km

Caminos y accesibilidad:

Las vialidades regionales son:

- Carretera libre a Celaya
- Carretera libre a Coroneo
- Carretera libre a Huimilpan
- Carretera Cuota a Celaya

Las principales vialidades primarias son:

- Paseo Constituyentes
- Avenida Ámsterdam- Avenida Chabacano
- Avenida Candiles
- Avenida Prolongación Zaragoza
- Avenida Josefa Ortiz de Domínguez
- Camino a Los Olvera
- Boulevard de las Américas
- Avenida Camino Real
- Avenida El Jacal

Las vialidades que reúnen condiciones favorables para el tránsito vehicular son:

- Avenida Heroico Colegio Militar
- Avenida Miguel Hidalgo
- Avenida Josefa Ortiz de Domínguez

- Avenida Fray Sebastián de Gallegos (En un tramo)
- Avenida Rivera del Río

La infraestructura de caminos y accesibilidad, a través de los años, se ha encargado de dotar los servicios necesarios a la población para que se comunique y realice actividades comerciales, turísticas y de negocios, contribuyendo a incrementar la productividad y generar empleos, además de ser un instrumento esencial para el desarrollo social. Derivado de la investigación y participación ciudadana, surge la necesidad de medir la capacidad de comunicación hacia dentro y fuera del municipio. De esta manera, se busca establecer prioridades en la inversión para establecer la conectividad terrestre conforme a las características del territorio y para obtener el cálculo del indicador de accesibilidad y cobertura para el municipio y su ciudadanía.

El crecimiento del área urbana de Corregidora se ha dado sobre las carreteras de la región y éstas alimentan la vialidad primaria. La traza no es regular en la mayor parte del territorio urbanizado y las vías principales no siempre tienen continuidad. Por su ubicación en la región del Bajío del centro de México, y en la frontera con el estado de Guanajuato, el municipio de Corregidora está servido por un conjunto de vías regionales como las carreteras libres a Celaya, Coroneo, Huimilpan, el Libramiento Sur Poniente de la zona metropolitana y la carretera de cuota a Celaya.

En términos de accesibilidad se detectan áreas de Corregidora que no son atendidas por el transporte público. Éste se prevé de forma metropolitana, de extremo a extremo, y para servir a las áreas centrales tienen que buscar transportes alternativos. Hay una deficiencia de transporte local grande. Los pobladores de las comunidades rurales no pueden llegar al centro cuando lo necesitan, debido a los pocos horarios de servicio. Además, se requiere que el gobierno municipal ponga a disposición becas de transporte con horarios, para niños y jóvenes, con el fin de que los estudiantes de las localidades lejanas lleguen a tiempo a la escuela.

Suelo y urbanización.

La estructura urbana de Corregidora presenta un patrón totalmente expansivo, disperso, de baja densidad, la que tiende a decrecer aún más, y con ejes de crecimiento hacia zonas no aptas. En términos de centralidad, además de El Pueblito, que concentra una porción significativa de equipamiento urbano, y de las comunidades rurales, no existen nodos o centros claros.

En sólo una década, se duplicó el suelo urbano del municipio, al pasar de 1,770 ha en el año 2000, a 3,450 ha en el 2012. El suelo urbano corresponde al 14.6% de la superficie municipal, pero existen otras 1,700 ha de suelo urbanizable que pueden incrementar a 21.8% la proporción de suelo destinado a usos urbanos. Esto constituye una grave amenaza y, al mismo tiempo, un área de oportunidad.

A pesar de que Corregidora ha tenido un ritmo de crecimiento de población muy elevado, por encima de la media nacional, la expansión de la ciudad ha sido significativamente mayor en proporción. Es decir, la ciudad se expande en superficie en una proporción más elevada que la que corresponde al aumento poblacional.

En Corregidora existe una gran centralidad, que se expresa en El Pueblito, el único centro urbano identificable. Por su parte, las comunidades rurales, que podrían actuar como subcentros no representan nodos de actividad como para clasificarlos como tales, como también es el caso de los territorios dispersos abiertos a la urbanización, particularmente los fraccionamientos.

Control del uso de suelo.

Para efectos de planeación urbana, Corregidora dispone, hasta este momento, de cinco Programas Parciales de Desarrollo Urbano, correspondientes a El Batán (2005), El Pueblito (2004), La Negreta (2006), la Zona Sur (2009) y de Los Olvera (2003). Estos cuentan con vigencia plena y siguen operando. Sin embargo, cabe mencionar que el 28 de septiembre de 2015, fueron aprobados por Cabildo, cuatro Programas Parciales de Desarrollo Urbano que sustituirán a los cinco anteriores, pero aún queda pendiente su revisión, publicación y término de adquisición de plena vigencia jurídica. Estos cuatro serán:

Programa Parcial de Desarrollo Urbano Zona Norte.

Programa Parcial de Desarrollo Urbano Zona Sur.

Programa Parcial de Desarrollo Urbano Zona Oriente.

Programa Parcial de Desarrollo Urbano Zona Poniente.

El municipio cuenta con un instrumento para la planeación del desarrollo urbano denominado Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Corregidora, el cual se aprobó el 22 de septiembre de 2014 y se inscribió en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio el 23 de febrero de 2015.

Es importante tener una visión de conjunto, que atienda la suma de los instrumentos parciales de forma adecuada, para evitar abrir más tierra al crecimiento urbano de la que realmente se necesita, provocando costos y desgastes que se alejan del marco de la sustentabilidad.

Infraestructura urbana.

Se entiende por infraestructura urbana las obras que dan el soporte funcional para otorgar bienes y servicios óptimos para el funcionamiento y satisfacción de la comunidad. Estos son las redes básicas de conducción y distribución, como agua potable, alcantarillado sanitario, agua tratada, saneamiento, agua pluvial, energía eléctrica, gas y oleoductos, telecomunicaciones, así como la eliminación de basura y desechos urbanos sólidos.

La infraestructura ha tomado relevancia, debido al tema de riesgos en el medio ambiente; por ello, su posición debe ser siempre estratégica. El desarrollo urbano actualmente debe de realizarse en concordancia a restricciones normadas que aseguran el respeto de los derechos de vía.

Por su condición de cabecera municipal, El Pueblito ha concentrado una parte significativa del equipamiento del municipio. Por ejemplo, 19% del que se destina para la educación, y prácticamente todo el equipo para la administración pública, se encuentra aquí. Mientras que en la zona rural es notable la falta de equipamiento y, en particular, de infraestructura sanitaria.

Esto refleja un desequilibrio en la distribución territorial de los equipamientos y la ausencia de nodos de centralidad. Existe déficit en mayor o menor grado en los diversos subsistemas de equipamiento urbano, para atender la demanda actual. Se identifica una limitada disponibilidad de equipo público para la educación, la cultura, el abasto y la salud, entre otros. Tenemos graves deficiencias, una de ellas es que en Corregidora no hay estación de bomberos.

Los cinco centros de salud disponibles son insuficientes para atender la demanda local. Por su parte, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) dispone sólo de clínicas de primer nivel, aunque está prevista la construcción de una clínica de tercer nivel para Corregidora. Los centros de salud se concentran en El Pueblito y son insuficientes para atender las necesidades municipales.

También hay sólo un mercado y pocos espacios para la recreación. Mucha gente de las comunidades y de los asentamientos irregulares, requiere traslados largos a los equipamientos de educación y abasto. Esta situación sucede tanto en la zona urbana como en las comunidades rurales.

Áreas públicas y recreativas.

Las áreas públicas y recreativas deberían ser zonas de fácil acceso, que estén acondicionadas para proporcionar servicios básicos para el uso recreativo de los espacios naturales.

Es difícil encontrar un sistema articulado de espacios atractivos, abiertos, públicos y de conformación sólida. Salvo en El Pueblito, la mayor parte del espacio de la calle es para el automóvil. El espacio público se inicia en la calle y a partir de ahí se debiera ramificar hasta alcanzar plazas, jardines y lugares de recreación y encuentro, distribuidos armónicamente en la ciudad. Sin embargo, la dinámica de urbanización ha complicado la atención a la provisión del espacio público y, en consecuencia, ha reducido la oportunidad de fortalecer el tejido social y el concepto de comunidad en Corregidora.

Se cuenta con 69 áreas de esparcimiento y recreación. Reciben mantenimiento por la autoridad municipal 90% de éstos y el 10% restante es atendido por los desarrolladores, debido a que no se

encuentran entregadas al municipio. Al mismo tiempo, se le da mantenimiento al 100% de las áreas verdes, ubicadas en los camellones y gloriets, incluyendo las instituciones públicas.

Arquitectura urbana.

Los monumentos religiosos constituyen una potente referencia de la arquitectura de Corregidora. El Pueblito se organiza en una trama ortogonal de traza colonial. La estructura y sección de las calles es regular. Existen algunas fachadas interesantes de piedra de edificios coloniales, pero la mayoría son edificios del siglo pasado, de planta baja y piso, con fachadas revocadas y en general en mal estado.

En el resto de la ciudad, los fraccionamientos, las viviendas, las industrias y algunos comercios, están poco estructuradas en el conjunto urbano, pero presentan calidad de vida.

Estándares de vida.

Al hablar de estándares o calidad de vida, nos referimos a un concepto que hace alusión a varios niveles de la generalidad, desde el bienestar social o comunitario hasta ciertos aspectos específicos de carácter individual o grupal, que hacen que esa vida sea digna, cómoda, agradable y satisfactoria.

El estándar de vida se manifiesta principalmente en la disponibilidad y características de vivienda, servicios básicos, espacios públicos, patrimonio e imagen urbana. Corregidora presenta un nivel destacado de desarrollo urbano y calidad de vida, ubicándose entre los 10 primeros lugares de los municipios del país, de conformidad con datos de CONEVAL 2013. Al interior del municipio existen diferencias que limitan la prosperidad urbana. Sin embargo, en general se considera que Corregidora es una ciudad que brinda seguridad, tranquilidad y bienestar.

Vivienda.

La vivienda encierra el bien duradero que el hombre utiliza ininterrumpidamente a lo largo de su existencia. En los últimos 10 años, el número de viviendas ha aumentado en Corregidora de forma considerable. Su crecimiento ha representado 53% entre los años 2000 y 2005, y 56% entre 2005 y 2010, lo que significó un incremento de 22,090 viviendas en esos periodos. Debido al elevado y sostenido crecimiento poblacional municipal, superior al 6% anual, se han incorporado 4,000 nuevas familias en los últimos dos años.

Una de cada cuatro viviendas en Corregidora se reporta como no habitada, por razones multifactoriales. En el último censo de población (2010), se registró un total de 7,233 viviendas sin ocupar, esto representa un reto en términos de seguridad, funcionamiento y provisión de servicios.

Posiblemente la más grave, por su irreversibilidad y dificultad de mejora, sean las edificaciones sometidas a una cierta protección pública, destinadas a los sectores económicamente más débiles o bien promociones de vivienda de libre mercado, habitadas por clases medias. Ambas se ocupan en régimen de propiedad, adquiridas en el tiempo mediante financiamiento hipotecario ofrecido por el sistema de crédito institucional como INFONAVIT, FOVISSTE, entre otros, con o sin apoyo bancario.

Se destaca aquí, también, que la superficie ocupada por asentamientos irregulares dispone de aproximadamente 15% del inventario de lotes identificados, cifra superior a la de los condominios. Estos terrenos, en su mayoría, se localizan en lugares no integrados a la trama urbana.

En Corregidora se registra un índice de hacinamiento en la vivienda muy bajo, sin embargo el tamaño de las casas tiende a ser cada vez menor. No hay vivienda económica lo que ha provocado asentamientos irregulares, situación que ha sido enfrentada con mecanismos de regularización de la tenencia de la tierra, generando un círculo vicioso de irregularidad, que no contribuye a promover un desarrollo ordenado, eficiente, armónico, ni sustentable.

Cabe señalar que un alto porcentaje de la vivienda cuenta con servicios básicos. No obstante, si se tomara en consideración a la población que se ha ubicado en asentamientos irregulares, el dato se reduciría significativamente.

La atracción de población ha acarreado la generación de asentamientos irregulares, los cuales a octubre de 2015 sumaban 69 con un número de 17,000 lotes aproximadamente. Los lugares preferentes para quienes se asientan en las zonas irregulares se localizan, principalmente, en la zona de La Negreta, lejos de los equipamientos y servicios de la ciudad, generalmente en lugares no aptos para la urbanización ni el desarrollo urbano y con frecuencia en zonas de riesgo.

Salud.

La salud debe de ser interpretada como el resultado de las complejas interacciones entre los procesos biológicos, ecológicos, culturales y económico-sociales que se dan en la sociedad. Es decir, el producto de las interrelaciones que se establecen entre el hombre y el ambiente social y natural en el que vive.

En este contexto, la salud se entenderá en Corregidora, como una condición esencial para que las actividades productivas puedan desarrollarse en un marco de estabilidad, de paz y de progreso sociales, constituyendo la intersectorialidad como una forzosa acción para abordar con éxito su problemática.

Cabe mencionar, que los derechohabientes a los servicios de salud en el municipio son 105,409 habitantes, equivalente al 73.67% de la población total. De éstos, son derechohabientes al IMSS 71,045 habitantes; al ISSSTE 7,236 habitantes y 20,172 habitantes están afiliados al Seguro Popular o a una Nueva Generación; de este último, no es posible determinar qué porcentaje simultáneamente es derechohabiente al IMSS o al ISSSTE.

Hay un número importante de ciudadanos que no son derechohabientes, estos se conforman por 36,120 habitantes que es 25.25% del total de la población- y hay 1,544 habitantes, el 1.08%- que no tienen especificado un servicio de salud.

Las principales causas de enfermedad y muerte en Corregidora, son las infecciones respiratorias; enfermedades diarreicas; hipertensión arterial; tuberculosis pulmonar; intoxicación por ponzoña de animales; diabetes mellitus; tumores malignos; enfermedades de transmisión sexual; sida; lepra; enfermedades mentales; accidentes, homicidios y lesiones infligidas intencionalmente por otras personas y ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal.

Educación.

La educación es el medio más poderoso para que las personas puedan tener una vida mejor y más plena, es el medio para promover el desarrollo económico y social. El desarrollo de las capacidades de las personas es una condición para el crecimiento con equidad.

En el campo de la educación, las prioridades son elevar el nivel promedio de escolaridad de los habitantes de Corregidora, mejorar la calidad en todos los niveles, abatir los índices de deserción y reprobación, eliminar el rezago y ampliar la oferta para el acceso de las personas jóvenes a la instrucción media superior y superior, en disciplinas acordes con sus intereses y las necesidades económicas y sociales del municipio.

INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA / PÚBLICA Y PRIVADA

Nivel	Número de Instituciones	Número de Estudiantes
Preescolar	75	5,344
Primaria	76	16,831
Secundaria	77	5,877
Media superior	78	7,058
Superior	79	2,739
Otras modalidades:		
Escuela especial	2	193
Educación inicial	9	230

Fuente: INEGI Censos de población y vivienda 2010

Escuelas	Cantidad	Alumnos
Públicas	102	23,724
Privadas	104	14,548
Total	206	38,272

Fuente: INEGI Censos de población y vivienda 2010

Cultura.

El arte y la cultura contribuyen de manera importante a la cohesión del tejido social y son factores indispensables para mantener la paz y la armonía de las comunidades. En el panorama cultural de Corregidora, destacan, por su importancia, su monumento arqueológico El Cerrito, así como los diversos santuarios religiosos que tiene y que son fuente de afluencia de visitantes de todo el país y del extranjero. Sin embargo, el municipio requiere de un espacio cultural de mayor aforo, que permita a la ciudadanía disfrutar de grandes eventos culturales, por lo que será obra prioritaria la terminación del Museo de Sitio, en donde se presentarán los hallazgos de nuestra zona arqueológica.

El reto es aprovechar los espacios culturales existentes, así como gestionar recursos para la construcción de otros con mejor infraestructura. Debemos impulsar el talento existente en Corregidora, en todas las localidades del municipio promoveremos eventos y actividades recreativas y culturales, que contribuyan a la convivencia comunitaria, a la armonía ciudadana y a la paz social que tanto anhelamos.

En Corregidora, mediante el fomento a la educación y cultura, debe brindarse a la ciudadanía las herramientas necesarias para poder acceder a mejores oportunidades de desarrollo personal y laboral, como un factor para la integración social, considerándolos como la posibilidad del desarrollo del ser humano y como medio de cohesión mediante la restauración del tejido social.

Rezago social.

Debemos entender que el rezago social es la situación o condición socioeconómica de la población que no puede acceder o carece de los recursos para satisfacer las necesidades físicas y psíquicas básicas que permiten un adecuado nivel y calidad de vida. Estas son alimentación, vivienda, educación, asistencia sanitaria y acceso al agua potable. También se suelen considerar la falta de medios para poder acceder a tales recursos, como el desempleo, la falta de ingresos o un nivel bajo de los mismos.

De acuerdo con la información del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, instancia responsable de medir la pobreza en México, cerca de una quinta parte de la población de Corregidora (el 18.7%) se encuentra en condiciones de pobreza.

Entre los resultados de los análisis e investigaciones del CONEVAL para Corregidora, destacan también aspectos que deben ser considerados en el planteamiento de propuestas para la prosperidad urbana. Uno de éstos radica en el tema de la privación social, en donde se registra que casi dos terceras partes (59.7%) de los habitantes de Corregidora presentan alguna carencia social; mientras que más de dos quintas partes (41.3%) de la población municipal se consideran en situación de vulnerabilidad por alguna carencia social, pero su ingreso es superior a la línea de bienestar.

Situaciones de riesgo.

El Atlas de Riesgo es una herramienta que nos permite tener conocimiento e identificados los diferentes riesgos, el grado de exposición y vulnerabilidad que nos pueden afectar, a través de estudios específicos, con la finalidad de proponer y realizar acciones que mitiguen sus efectos hacia la población, la infraestructura y el entorno del municipio. En el Atlas de Riesgo Municipal, que fue aprobado en septiembre de 2015, se identifican 85 zonas de riesgo. Tiene la interesante modalidad de considerarse un instrumento dinámico que, en lugar de estar impreso, es un instrumento electrónico que se actualiza cada día en función de las emergencias que se presentan en la demarcación.

El municipio es atravesado por el río El Pueblito que funciona como dren pluvial, por lo que es difícil atender algunas áreas que reciben más de 40 mm de precipitación. En cuanto a los riesgos hidrometeorológicos se presentan fenómenos de heladas. Además, dada la topografía accidentada del municipio y debido a que por éste cruzan varios arroyos y escurrimientos, se han formado varias zonas inundables, que están marcadas en el Atlas de Riesgo.

Existen cerca de 22 mil personas en zonas que son propensas a inundarse durante la temporada de lluvias, principalmente aquellos que viven cerca de la ribera del río El Pueblito, la parte baja de El Pueblito, y otras como la zona de Santa Bárbara, El Pueblito y Las Flores; puntos que son monitoreados de forma constante por parte de las autoridades. Las áreas inundables cubren una superficie aproximada de 2,247 hectáreas que corresponden a zonas bajas y a la cuenca hidrológica Los Olvera, entre otras.

Corregidora está catalogado como zona sismológica B, de intensidad moderada, en donde es muy poco probable que se suscite un terremoto, a pesar de que existen cerca de 12 fallas geológicas que tampoco se consideran de alto riesgo (el acomodo anual entre ellas es de apenas algunos milímetros).

En cuanto a riesgos químicos, en Corregidora existen tres gaseras localizadas en la vialidad perimetral, al poniente de Balvanera; además de diversas gasolineras. Actualmente, dentro de la zona industrial de Balvanera hay 14 empresas catalogadas de muy alto riesgo, por la cantidad de combustible que almacenan y/o por el manejo de materiales peligrosos, sin embargo no se ha presentado contingencia

mayor alguna. Destaca, por su riesgo por contaminación de amoníaco, al Norte, en el límite entre los municipios de Corregidora y Querétaro, sobre la carretera a Tlacote, la fábrica de fertilizantes Agrogen, la cual cuenta con un radio de protección de 500 metros por riesgo.

Aunque no se tienen problemas de deslave, si los hay de deslizamiento en zonas rocosas. Los asentamientos irregulares que se ubican en lomeríos, sin infraestructura hidráulica en general, enfrentan situaciones de riesgo, por posibles deslizamientos. Se han detectado puntos que podrían ser propensos a derrumbes como en el Cerro Gordo en la colonia Emiliano Zapata, donde actualmente viven cerca de 500 personas; la zona conocida como las curvas de El Batán, y el libramiento sur poniente, frente a Colinas del Bosque II sección.

Existen varios ductos de PEMEX en el municipio, entre los que destacan el que atraviesa prácticamente del sur poniente al norponiente del centro de población y que se desarrolla en paralelo a la carretera libre a Celaya; y otro que por el norponiente se dirige hacia la empresa Agrogen. Dichos ductos representan un posible riesgo para los habitantes, ya que la dinámica de las fallas por extracción de agua puede afectar la estructura de los gasoductos.

Por su dinámica, actividad económica y entorno físico ambiental, la Unidad de Protección Civil de Corregidora presta atención particular a estos rubros en materia de riesgos y protección civil: los químico tecnológicos, principalmente debidos a la presencia de la zona industrial de Balvanera; los socio organizativos, por las actividades relacionadas con los santuarios de Schoenstatt y de la Virgen de El Pueblito, así como en las avenidas que los vinculan como el Libramiento Sur poniente y el Paseo Constituyentes; y los hidrometeorológicos, que trabajan sobre todo con la presa de El Batán cuya capacidad alcanza 6 millones de metros cúbicos de agua, y el río El Pueblito, que atraviesa prácticamente todo el municipio.

III.4 INTEMPERISMOS SEVEROS.

Intemperismo o meteorización es la disgregación o descomposición de los materiales rocosos expuestos al aire, la humedad, la temperatura y al efecto de la materia orgánica.

Puede ser: mecánico o de desintegración, y químico o de descomposición.

Por la ubicación de la planta no existen factores que desencadenen procesos de intemperización de las rocas o suelo ya que los fenómenos meteorológicos que se presentan en la región son debidos a nortes (vientos y lluvias), que sin embargo no alcanzan grado de severidad para constituir un factor de peligros para las operaciones normales de la planta.

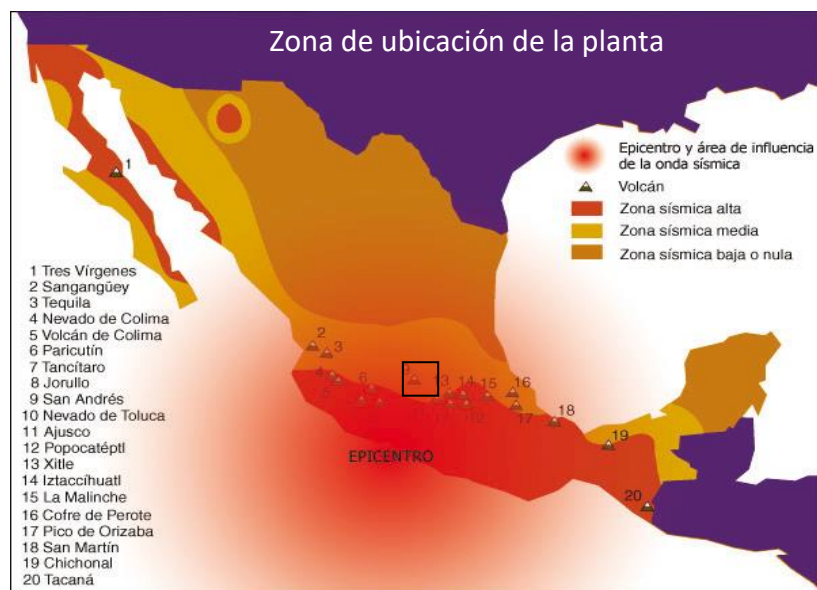
III.4.1 Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, movimientos de tierras o roca, actividad volcánica, sistemas de fallas, fracturas y zonas de inundaciones, incendios forestales. Con lo anterior, y de ser el caso, establecer zonas críticas respecto al proyecto pretendido (instalaciones en operación).

Las emergencias urbanas dentro de la población son mínimas, sin embargo, es importante resaltar la necesidad de establecer políticas encaminadas a proteger a la población de posibles desastres.

El área donde se localiza la planta y el área de influencia, presenta vulnerabilidad baja, para la potencial ocurrencia de fenómenos naturales, geológicos o socio-organizativos. Se describen a continuación los principales fenómenos geológicos e hidrometeorológicos comprendidos en la zona de estudio, de acuerdo con la Coordinación de Protección Civil de Seguridad Pública y el Atlas de riesgos del Estado de Querétaro.

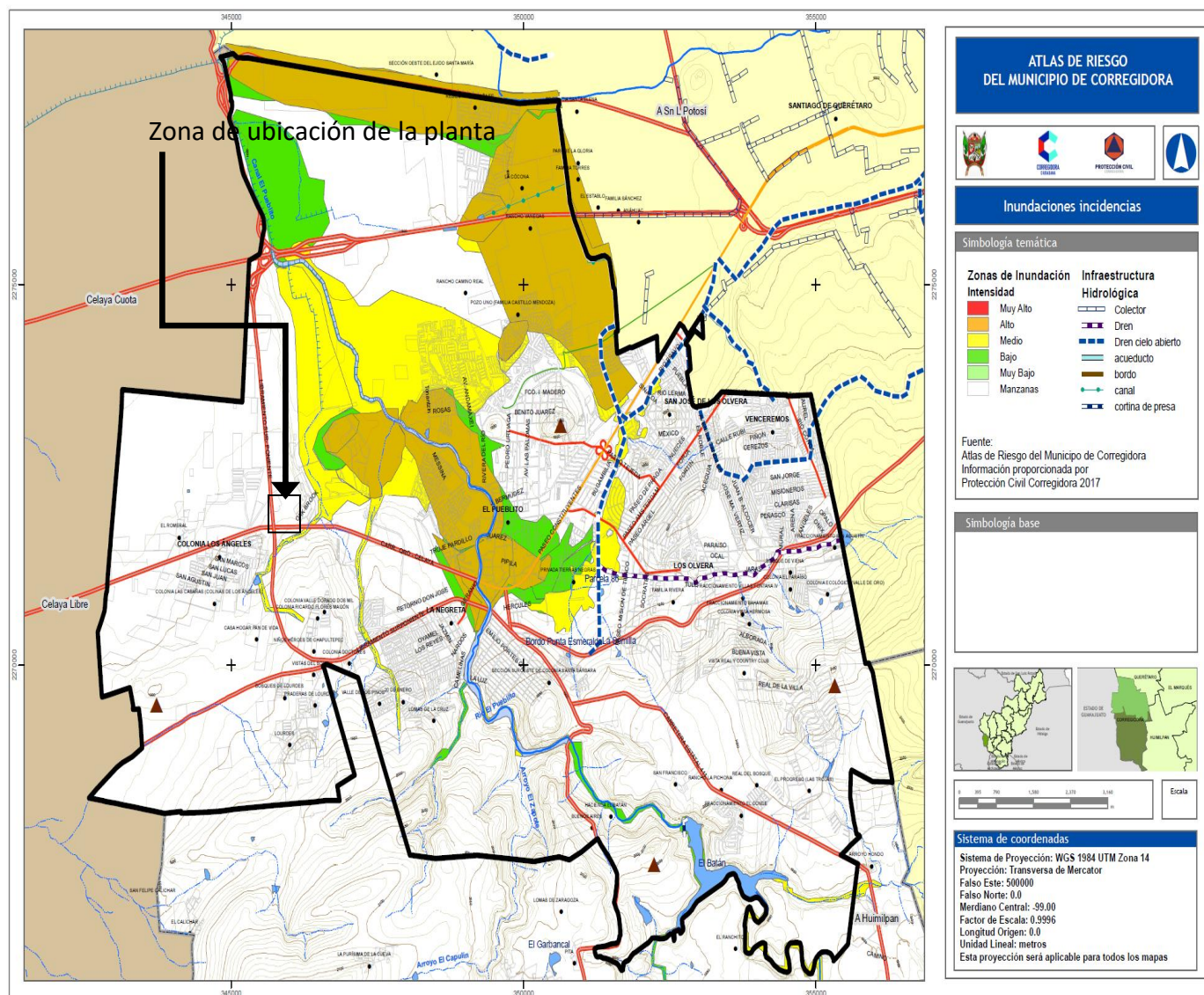
Empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se ha definido la Regionalización Sísmica de México. La sismicidad es consecuencia de la movilidad y de las altas temperaturas de los materiales en las capas intermedias de la Tierra, así como de la interacción de las placas tectónicas; se manifiestan en áreas o sectores bien definidos. Como se puede apreciar en la siguiente figura, el sitio de la planta pretendido se localiza en la con frecuencia sísmica media lo que representa un riesgo moderado en cuanto a la ocurrencia de movimientos sísmicos de cualquier tipo [tectónico y/o volcánico].

Figura 12. Zonificación de actividad sísmica y volcánica.



El área de influencia de la planta se ubica dentro de una zona catalogada con riesgo de inundación por la Secretaría de Protección Civil tal y como se muestra en la siguiente figura:

Figura 13. Riesgo de inundación hacia Corregidora, Querétaro donde se localiza el terreno de la planta.



Dentro de la zona de influencia en 500 metros a donde se ubica la planta, existe susceptibilidad baja a riesgos por hundimiento de terreno, baja para casos de presencia de sismos, y los fenómenos hidrometeorológicos por huracanes son bajos, así como bajo riesgo para peligros por almacenamiento de sustancias peligrosas tal como puede apreciarse en las siguientes figuras:

Figura 14. Mapa de peligros por hundimiento en el municipio de Corregidora fuera de la zona de ubicación de la planta.

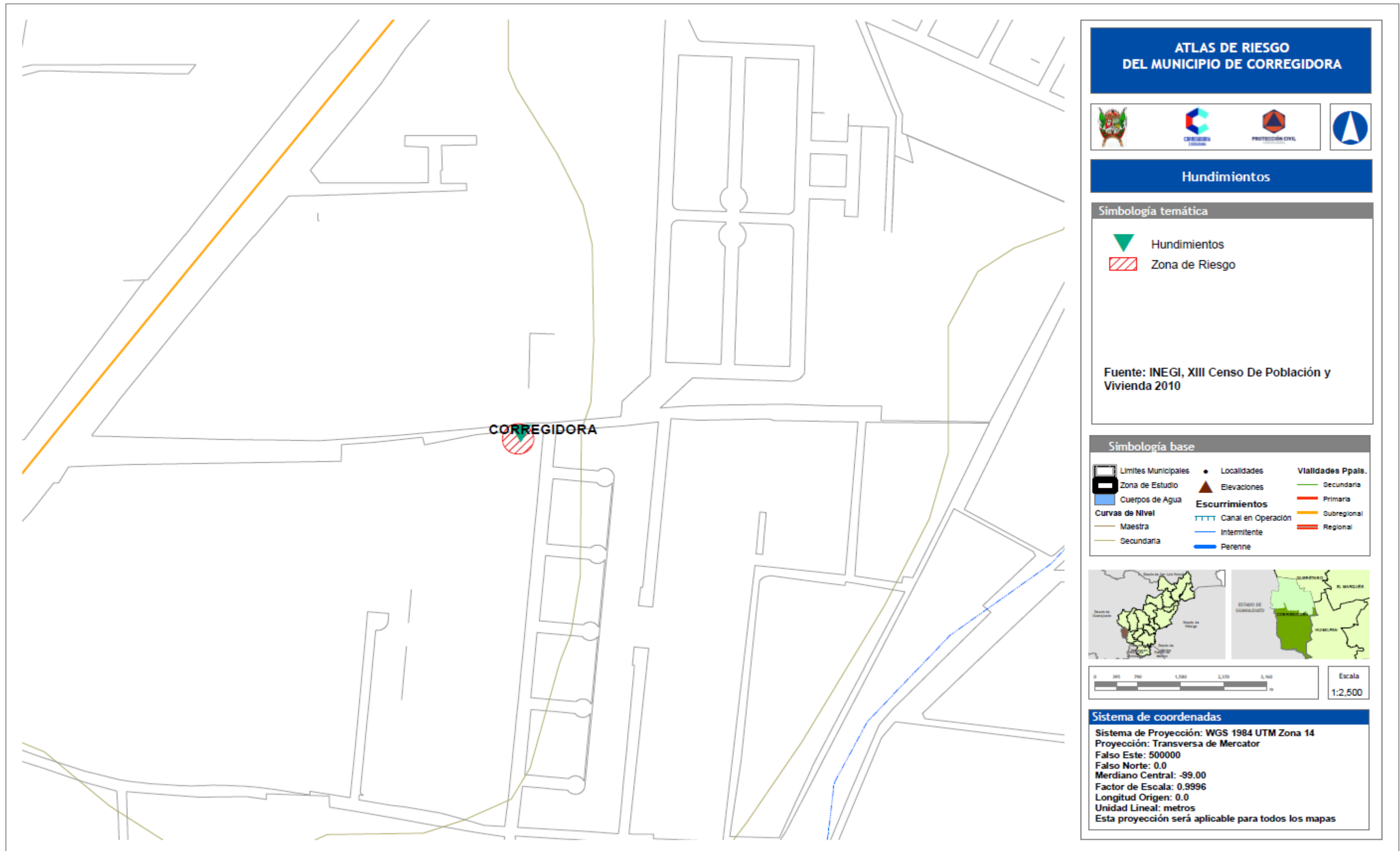


Figura 15. Mapa de peligros por sismos para la zona de ubicación de la planta en la sección occidente del municipio de Corregidora, Querétaro.

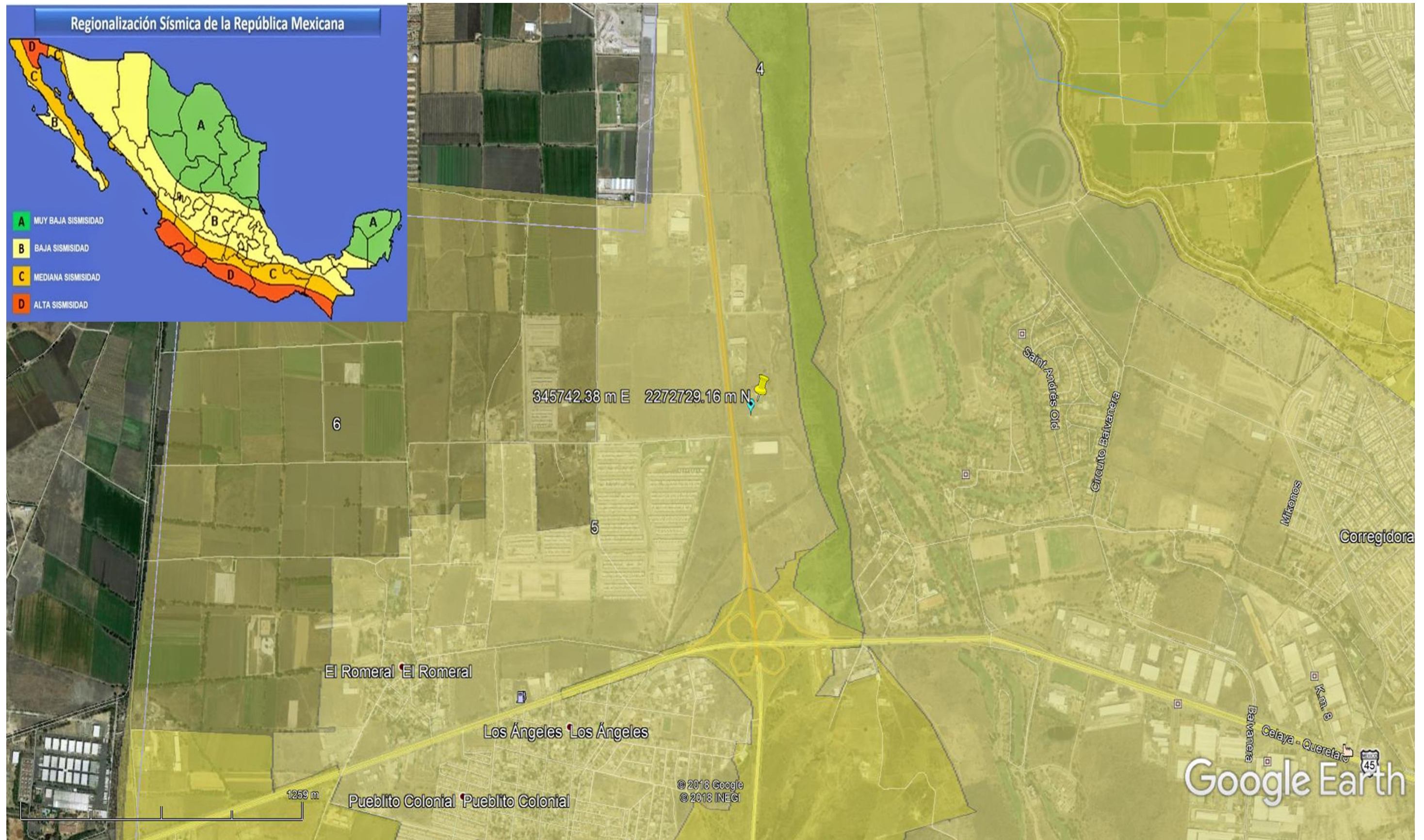


Figura 16-_a. Mapa de peligros por fallas geológicas en el municipio de Corregidora, Querétaro y zona de ubicación de la planta.

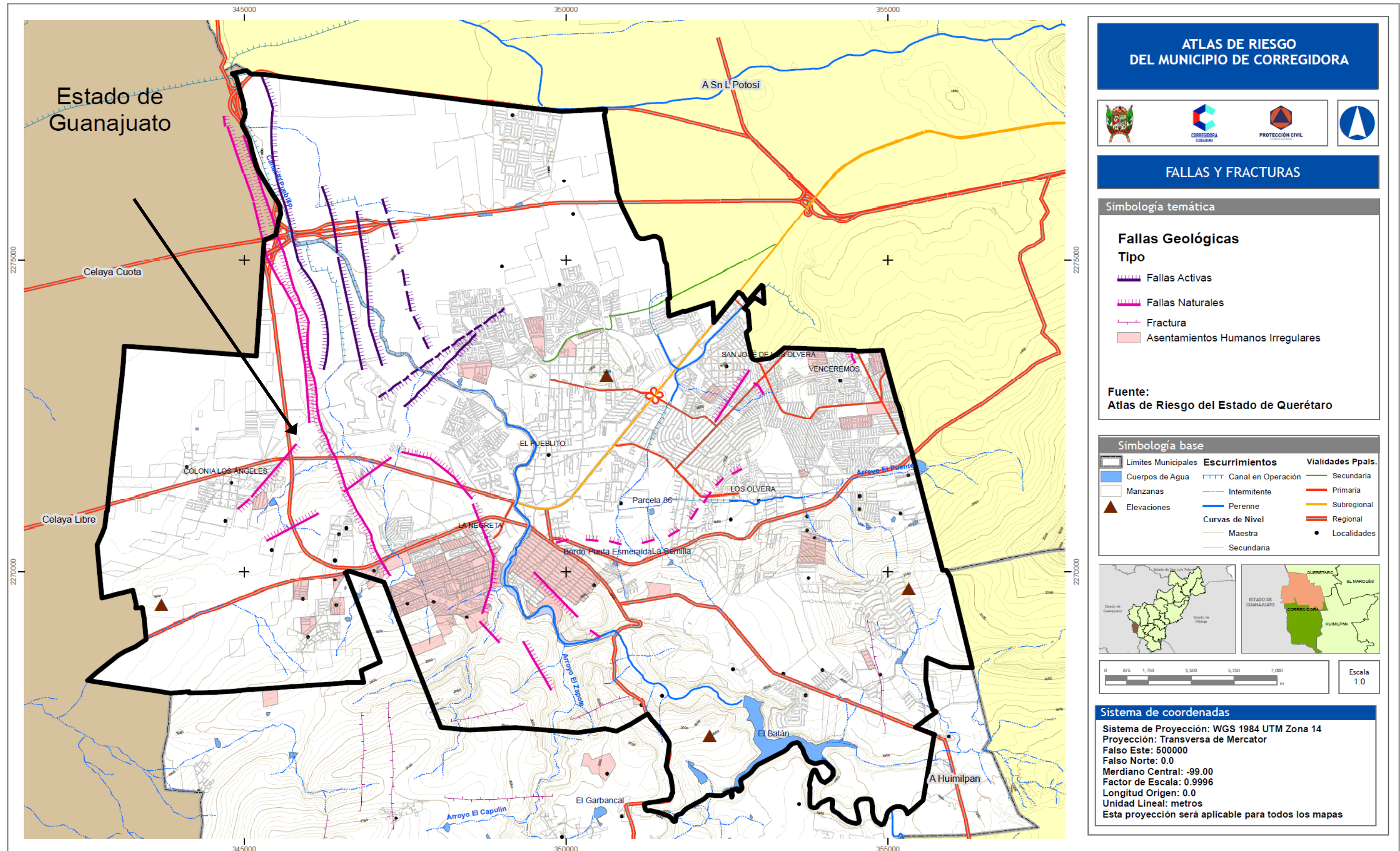
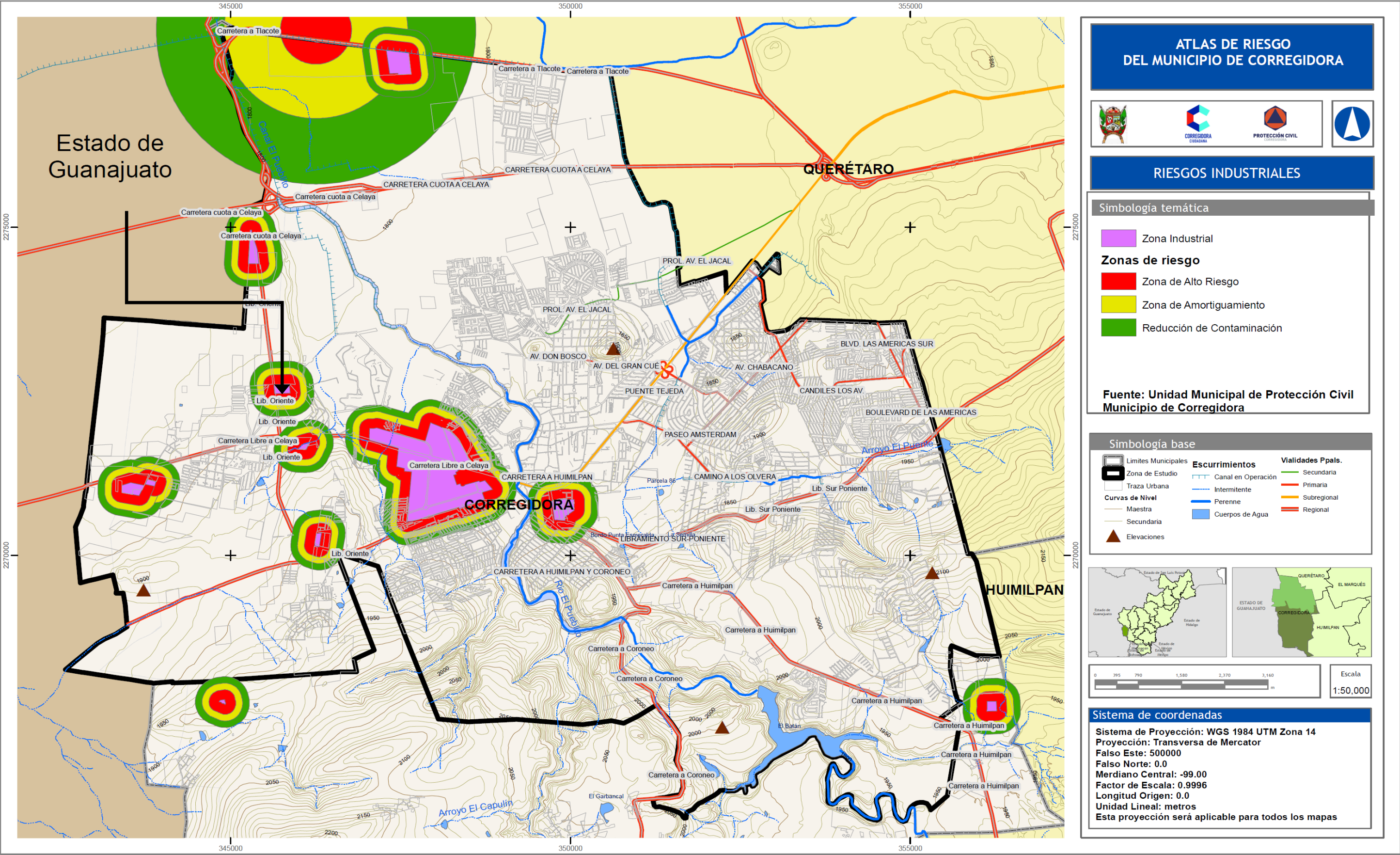


Figura 16_b. Mapa de peligros por almacenamiento de sustancias químicas para el municipio de Corregidora, Querétaro y zona de ubicación de la planta.



Área de influencia para eventos de riesgo y vulnerabilidad dentro del área de ubicación.

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 ha considerado la vulnerabilidad del entorno dentro de un radio de 500 metros, ya que las consecuencias para la zona de alto riesgo son de 417 metros [evento BLEVE].

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.

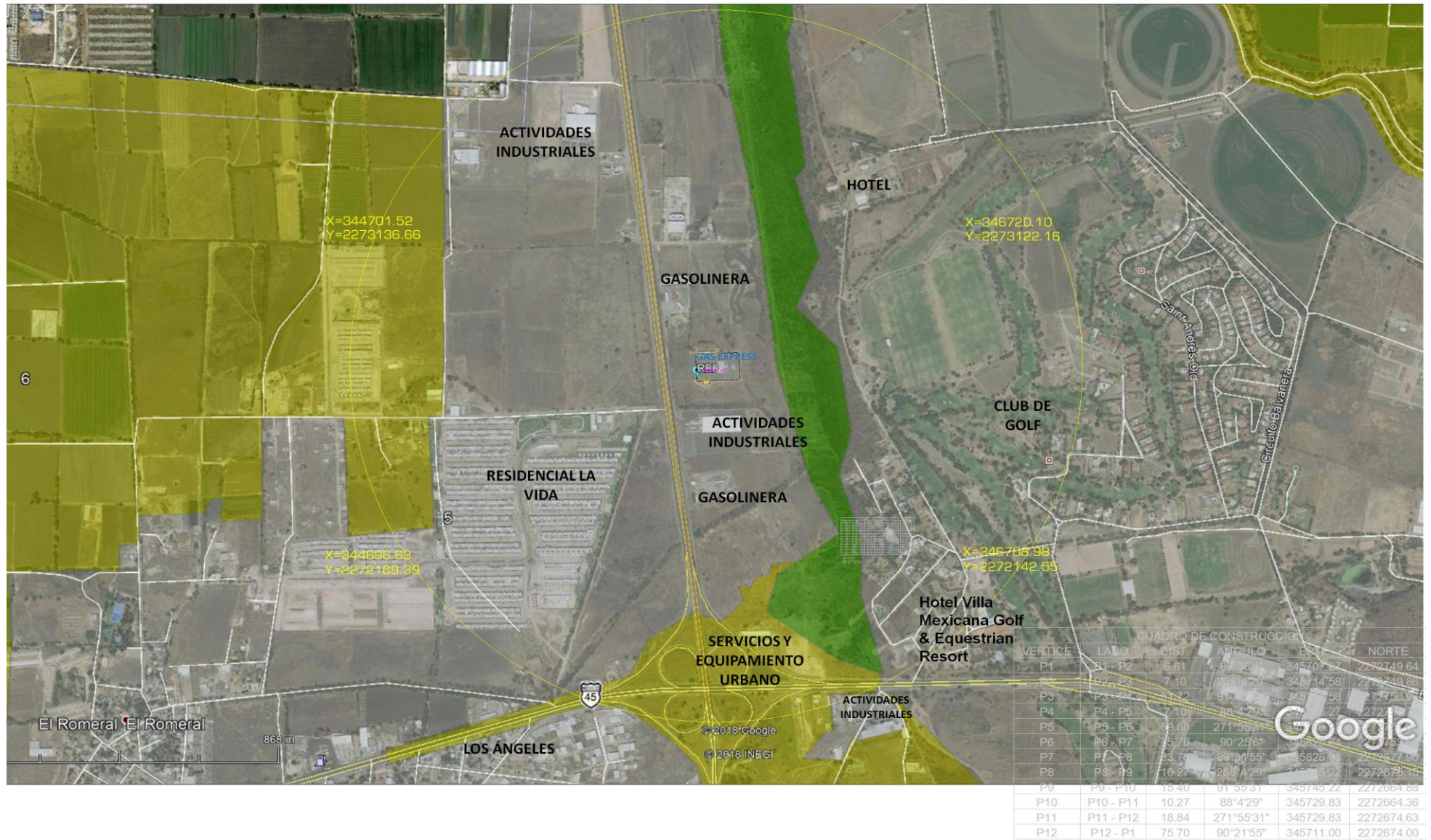
De igual manera se considera que el Área de influencia influenciado por las actividades de la gasera, está restringido a esta zona, ya que, por las características de la planta, los eventos de riesgo identificados incidirían exclusivamente sobre la zona de influencia inmersa en el ecosistema terrestre [área de influencia], dentro de los radios de afectación modelados mediante el simulador ALOHA.

El Área de influencia se ha definido principalmente en base a los siguientes criterios:

1. Cobertura comercial para la venta y distribución del gas L.P.
2. Usos de suelo presentes en la zona.
3. Delimitación del área de influencia [en virtud a la vulnerabilidad], así como las distancias a zonas urbanas, comerciales o agropecuarias.
4. Probabilidad de interacción de riesgo con otras actividades dentro de la zona de influencia.
5. Determinación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento [Radios de afectación], de los eventos identificados y jerarquizados mediante las metodologías de riesgo y simulados mediante métodos cuantitativos [programa ALOHA].

Adicionalmente; se ha considerado una descripción extendida de zona de influencia social dentro de un radio de 1000 metros en torno a las instalaciones; donde los usos de suelo son mixtos, tal como se observa en la siguiente tabla y en la figura satelital de Google Earth, que muestra los usos existentes dentro de esa delimitación:

Figura 17. Imagen satelital con delimitación del Área de Influencia [radio de 1,000 metros].



Area: 9454.81 m²
Area: 0.94548 ha
Perimetro: 422.07 ml

Tabla 2. Se muestran las actividades y usos de suelo en un radio de 1000 metros.

ORIENTACIÓN	EMPRESA O SERVICIOS.	DISTANCIA (METROS)
PONIENTE	CONJUNTO HABITACIONAL RESIDENCIA LA VIDA	500
NOROESTE	ASENTAMIENTO LOS ÁNGELES	1100
ORIENTE	CLUB DE GOLF	700
ORIENTE	BALVANERA GOLF & POLO COUNTRY CLUB	750
NORESTE	HOTEL VILLA MEXICANA GOLF & EQUESTRIAN RESORT	800
PONIENTE	NICHOS DE MÉXICO, S.A. DE C.V. PRODUCTORA DE ALIMENTOS	650
NORTE	GASOLINERA	200
SUR	GASOLINERA	500
SUR	FORTACERO	200
NORTE	TUVANOSA	850
SUR	VENTA DE MAQUINARIA	950
SUR	CARROCEÍAS QUERÉTARO	980
SUR	HERRERÍA INDUSTRIAL	850
SUR	OBRAS DE EQUIPAMIENTO URBANO (LIBRAMIENTO, RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA, RED DE AGUA)	100-1000
SUROESTE	PARQUE PARA ESPARCIMIENTO	600

Una vez aplicados estos criterios, se ha definido el área de influencia en virtud de las actividades en las instalaciones y el radio de influencia así como los efectos potenciales (consecuencias), en caso de que se presente alguno de los eventos de riesgo identificados:

UBICACIÓN DE ZONAS VULNERABLES.

La vulnerabilidad de la zona en que se localiza la planta se extiende dentro de un radio de 417 metros respecto a la ubicación de los tanques de almacenamiento, ya que las consecuencias en caso de ocurrir el evento de riesgo, [cuantificado mediante el simulador ALOHA (cuyos resultados se muestran en el capítulo VI); y considerada en el caso de ocurrir el evento de riesgo de mayores daños (catastrófico), aunque de menor probabilidad, que de hecho se trata de un evento sobrestimado y poco probable, puesto que en el área de los tanques de almacenamiento existen medidas de seguridad redundantes, por lo que existe baja probabilidad que un tanque llegue a la ebullición del gas, y además las consideraciones son casi improbables, pero ilustrativas para considerar el mayor daño y así poder prever las medidas en el caso más extremo..

La zona donde se ubican las instalaciones presenta un entorno donde los asentamientos urbanos más cercanos inician a 500 metros al poniente [conjunto habitacional La Vida], se trata del único

asentamiento en el radio de los 1000 metros; otras actividades e instalaciones que se tienen en la zona se muestra en la tabla anterior.

De esta manera, aunque la zona vulnerable sea menor, la zona de influencia ambiental, se ha determinado también en 417 metros, pues en el caso de que se presentará el evento de riesgo de menor probabilidad pero de consecuencias catastróficas, los efectos si alcanzarían instalaciones comerciales, de servicios e industriales en ese radio, ya que de acuerdo con la simulación realizada, se presentaría una bola de fuego con intensa radiación, capaz de causar quemaduras de primer grado, deformación de estructuras, incendios, paro de planta y actividades en una franja de hasta 157 metros desde el punto del evento [BLEVE], en dirección del viento dominante, ya que dentro de esta distancia se alcanzaría una intensidad de radiación de la bola de fuego de 35 kw/m^2 .

En el mismo evento las consecuencias por radiación intensa de hasta 5.0 kW/m^2 , alcanzaría la distancia de 417 metros respecto al sitio en que ocurre, reiterando que este sería el evento de menor probabilidad posible.

De tal manera que dentro de la zona vulnerable o zona de riesgo de 417 metros, (referida a la potencialidad de consecuencias en caso de presentarse el evento de riesgo identificado con número 3), los efectos serían daños sobre instalaciones personas y factores del ambiente (flora y fauna):

1. Los transportistas que circulan por el Libramiento Norponiente a la altura del residencial La Vida y que en un determinado tiempo pudiesen circular por el sitio.
2. Los empleados y usuarios de la estación de servicio (gasolinera), ubicada al Norte a 200 metros de la zona de tanques de almacenamiento. Así como sus instalaciones de equipos y estructuras metálicas.
3. Las propias instalaciones de la planta con potencial efecto dominó y daños severos en construcciones equipos y quemaduras en el personal que labora en la planta.
3. Los empleados y usuarios de la las instalaciones como Fortacero, ubicada al Sur a unos 150 metros de la planta; así como las instalaciones de equipos y estructuras con que ahí se cuenta.
4. En dirección Poniente a una distancia de 500 metros, se ubican viviendas del conjunto habitacional La Vida, se trata de asentamientos no vulnerables pero que sin embargo serían afectados en caso de ocurrencia del evento más grave y estarían cercanos a la zona de amortiguamiento con la consecuente preocupación por desconocimiento o por la posibilidad de concatenación de eventos (efectos dominó).
5. El entorno de las colindancias de la planta con sus factores naturales actuales (flora y fauna).

Estas zonas y elementos vulnerables en el entorno fue considerada tomando en cuenta en primer lugar el escenario ambiental presente, mismo que se corroboró al obtener los resultados de identificación, jerarquización y evaluación de riesgos, al utilizar las metodologías descritas en el presente estudio; cabe reiterar que el evento BLEVE es de menor probabilidad, dadas las condiciones de seguridad existentes en la planta; se trata de un potencial peligro del que no hay antecedentes de ocurrencia de uno similar para plantas de almacenamiento. De acuerdo con los resultados de identificación, jerarquización y evaluación de riesgos, al utilizar las metodologías descritas, los radios potenciales de afectación sobrepasan los límites de la planta, por lo cual se incluyó este espacio dentro de la zona vulnerable.

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

En este apartado se valora si la ubicación de las instalaciones y sus operaciones están contemplados y corresponden con los usos de suelo establecidos en los programas de desarrollo urbano, ordenamientos ecológicos y políticas de desarrollo económico.

Adicionalmente, se establece la relación entre las características y alcances de las operaciones que se realizan con respecto a los diferentes instrumentos normativos y se identifican los componentes y elementos ambientales que pudiesen ser relevantes y/o merezcan atención especial, para minimizar la ocurrencia de riesgos en el establecimiento y el entorno de su ubicación.

La finalidad de establecer si las actividades que se realizan cumplen con las regulaciones aplicables en materia de riesgo ambiental, así como de seguridad y uso del suelo; es importante ya que se deberá establecer la idoneidad de su ubicación y en su caso analizar las acciones con que cuenta el establecimiento, encaminadas a la prevención o minimización de eventos peligrosos durante el desarrollo de sus actividades.

IV.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro.

De acuerdo al Ordenamiento Ecológico del Estado de Querétaro, la zona donde se ubica el predio de la planta, dentro de municipio de Corregidora, forma parte de la UGA 267, denominada zona conurbada de Querétaro.

El Programa de Ordenamiento Ecológico (POE) plasma los lineamientos ecológicos que pretenden inducir el uso del suelo y las actividades productivas, de modo de lograr la protección del ambiente, así como la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, teniendo como

base la conservación y protección de los recursos naturales, como principio hacia el mejoramiento de los niveles de bienestar de los pobladores del Estado.

En el programa se especifican por UGA la superficie, los municipios que forman parte, usos de suelo y vegetación, aptitud y acciones o criterios. Con base a esto, el POE del Estado de Querétaro define en total 412 UGA´s cuya numeración sigue un orden general de norte a sur y de noroeste a sureste. Su nomenclatura corresponde a un rasgo geográfico de relevancia para la unidad, como lo pueden ser una localidad o rasgo fisiográfico.

De acuerdo al Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Querétaro (OETQ), la Unidad de Gestión Ambiental, en donde queda inserto el proyecto es la Unidad de Gestión Ambiental número 267, denominada como Zona Conurbada de Querétaro, el cual tiene como uso de suelo predominante “urbano”. Como principio de regulación del Ordenamiento Ecológico, cada Unidad de Gestión Ambiental es territorialmente homogénea en sus características ambientales. La Unidad Ecológica dentro de la que se ubica la planta se caracteriza por presentar elementos urbanos y servicios básicos como agua, drenaje, luz, caminos pavimentados, comercios y desarrollos habitacionales.

RELACIÓN CON EL PROYECTO Y CUMPLIMIENTO.

La planta se ubica en una zona urbana, de acuerdo al OETQ, sin que existan restricciones para la operación ya que la zona de su ubicación presenta actividades de riesgo e industrias siendo el uso predominante. Los siguientes criterios encontrados para la UGA 267 en el ordenamiento [su cumplimiento es responsabilidad de la SEDESU]; quedan cumplidos.

L21. Minimizar el impacto que provoca la industria, a través de regular el apego de sus procesos a lo que establezca la normatividad ambiental.

A084. Se regulará de acuerdo a lo que señalen los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) y reglamentos aplicables, el establecimiento de instalaciones termoeléctricas o subestaciones, depósitos de la industria petroquímica, de extracción, conducción o manejo de hidrocarburos, a menos de 10 Km de distancia de asentamientos humanos y aquellas zonas de interés para la conservación.

Figura 18. Localización de la Unidad de Gestión Ambiental donde se ubica la planta en el municipio de corregidora.

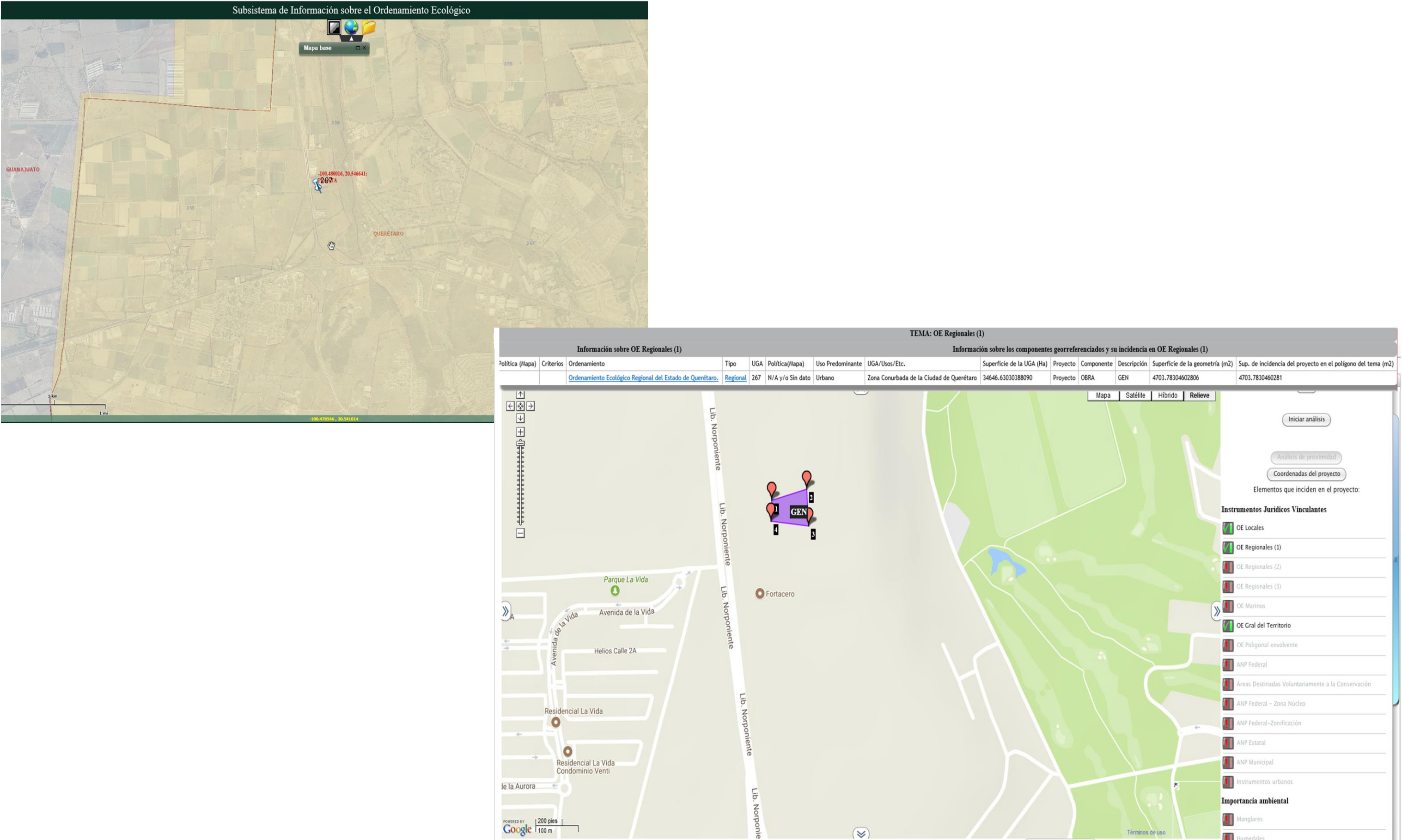


Figura 19. Ubicación de la planta en la UGA 5 del Ordenamiento local del Pueblito municipio de Corregidora, donde se ubica la empresa.

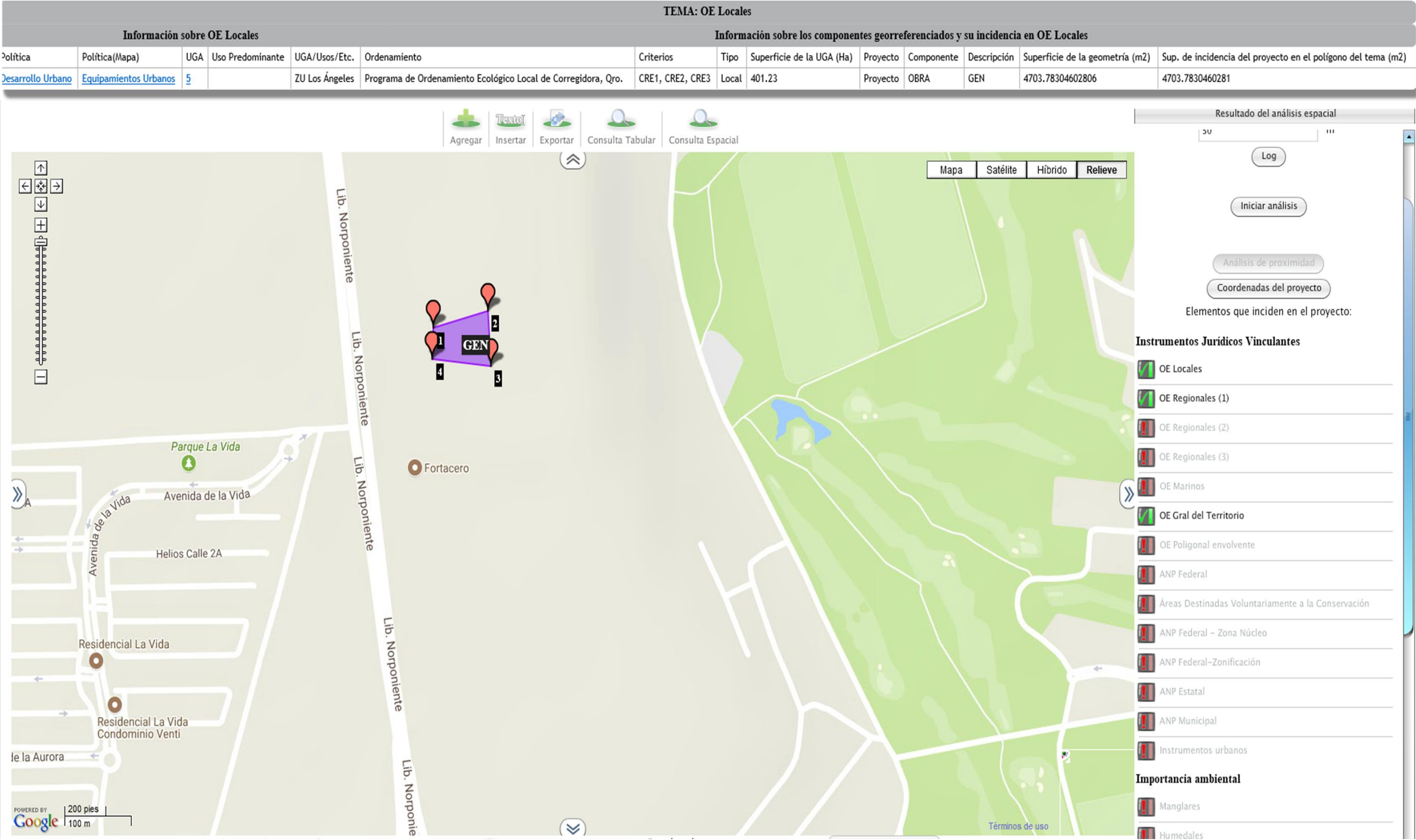
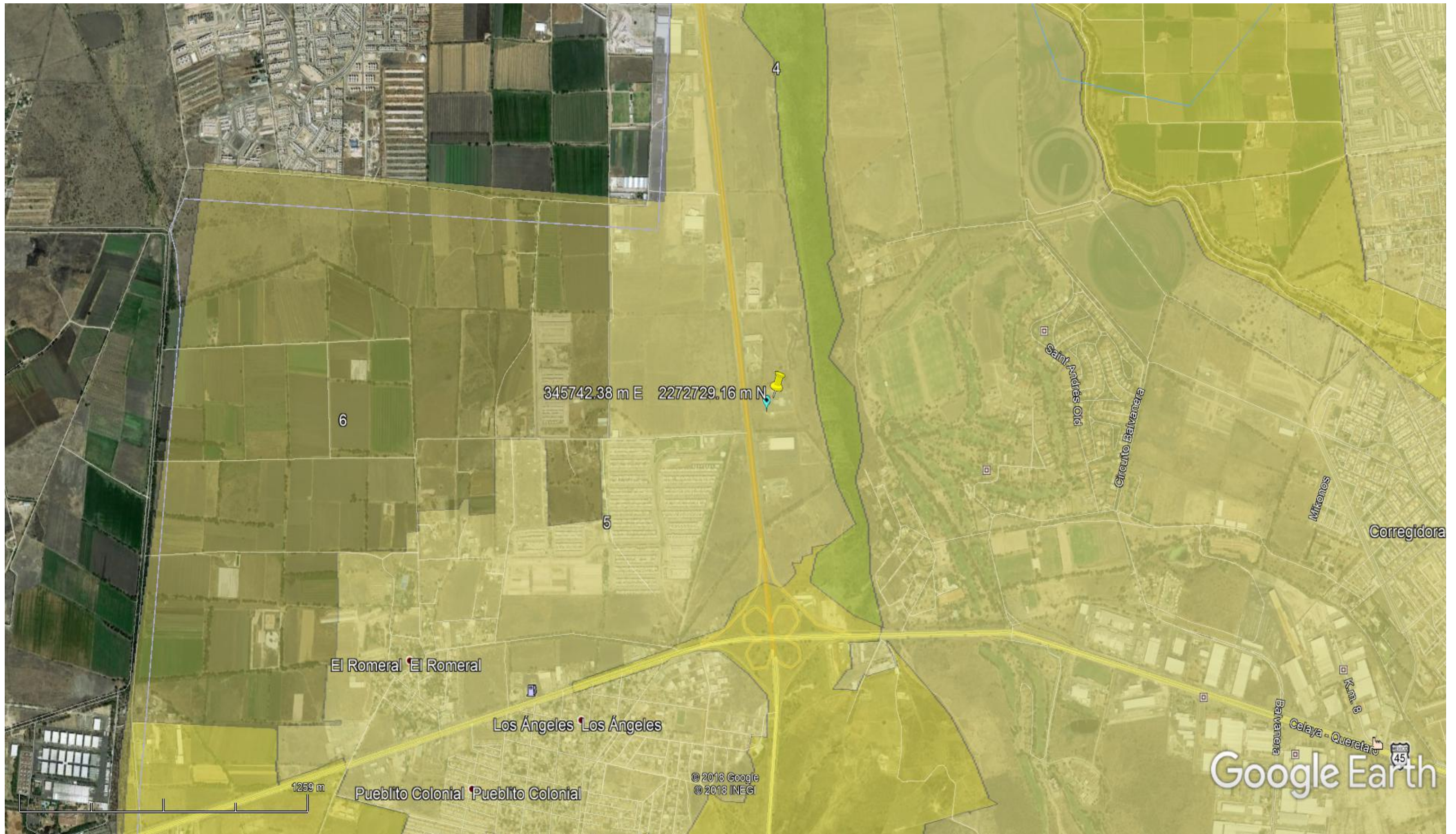


Figura 20. Ubicación de la planta en la UGA 5 del Ordenamiento local del Pueblito municipio de corregidora, donde se ubica la empresa.



IV.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO [publicado en la Gaceta Municipal número 16 el 14 de diciembre del año 2012].

Este plan constituye un instrumento para orientar el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, tendiente a mejorar la capacidad productiva y ambiental.

Con base en todo lo anterior, se generó un modelo de ordenamiento ecológico para Corregidora, basado en el diagnóstico actual de los ecosistemas, la ocupación del territorio, los intereses de los diferentes sectores así como la problemática y el deterioro ambientales presentes.

El modelo en sí se expresa a través de un mapa con polígonos, unidades o zonas geográficamente definidas denominadas Unidades de Gestión Ambiental (UGAs), que vienen acompañadas de una política ambiental, lineamientos, estrategias y el marco jurídico que sustenta las estrategias, elementos para la generación de indicadores, usos de suelo compatibles y los responsables de aplicar el Programa.

Para la delimitación de las UGAs se tomaron en cuenta las tres unidades geomorfológico ecológicas descritas con anterioridad, las Unidades de Gestión Ambiental contempladas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal; la mayor o menor aptitud de terrenos con la misma política o uso del suelo, de acuerdo a la pendiente, profundidad del suelo o grado de deterioro del mismo y la cercanía a zonas de riesgo.

Usos de suelo.

Los usos de suelo fueron definidos a partir de los análisis de aptitud, los usos de suelo actuales y las potencialidades del territorio:

Agropecuario: Es aquel que se dirige a todos aquellos procesos productivos de aprovechamiento directo de los recursos naturales, vegetales y animales, para la obtención de productos primarios y consumo directo.

Conservación Forestal: Es aquel donde se desarrollan actividades de aprovechamiento directo de la vegetación nativa y sus derivados con fines comerciales, de conservación y/o de investigación.

Cuerpo de agua: Son las extensiones de tierras naturales y/o artificiales destinadas para diferentes actividades tales como el almacenamiento, aprovechamiento y conservación del agua con distintas finalidades, como el consumo humano directo y/o la producción agropecuaria.

Desarrollo Urbano: Es aquel que se caracteriza por la presencia de centros de población y que tienen una proyección de crecimiento a futuro que se regula con planes y programas de desarrollo urbano.

Comercio y Servicios: Es aquel que se caracteriza por la presencia de actividades industriales o comerciales y que tienen una proyección de crecimiento a futuro que se regula con planes y programas de desarrollo urbano.

Industrial: Es aquel donde se desarrollan actividades industriales con un giro de acopio, transformación y adecuación de productos primarios para su comercialización, está asociado principalmente a las zonas urbanas marcadas por los instrumentos de planeación urbano del municipio.

Turismo alternativo: Se define como aquel que tiene como fin realizar actividades recreativas para el contacto y conservación de la naturaleza y las expresiones culturales, lo que incluye el ecoturismo, turismo de aventura y el turismo regional.

Unidades de Gestión Ambiental.

Para la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Corregidora (POELMC), se consideraron los decretos Área Naturales Protegidas “El Cimatario” y “El Batán”, así como la actualización de los nuevos Programas de Desarrollo Urbano y cambios de uso de suelo autorizados y publicados. En este sentido, en el Municipio se delimitaron 31 unidades de gestión ambiental (figura siguiente):

	Política	No. UGAs	Superficie	% Total del territorio
PAS	Aprovechamiento Sustentable	9	10,479.660	44.7
PC	Conservación	3	196.672	0.84
PP	Protección	14	3,858.119	16.46
PR	Restauración	1	1,538.692	6.56
PDU	Desarrollo Urbano	4	7,372.924	31.45

RELACIÓN CON EL PROYECTO Y CUMPLIMIENTO.

El terreno se incluye dentro de la zona urbana y UGA número 5 del ordenamiento analizado (zona urbana del asentamiento Los Ángeles), mismo que establece en sus estrategias el uso del territorio para consolidar de manera sustentable los espacios urbanos, mejorar su equipamiento y servicios y realizar construcciones de vivienda y servicios de manera responsable, en lo particular, UGA donde se ubica la planta tiene una política de desarrollo urbano y le aplican los criterios CRE 1 AL 3, mismos que señalan lo siguiente:

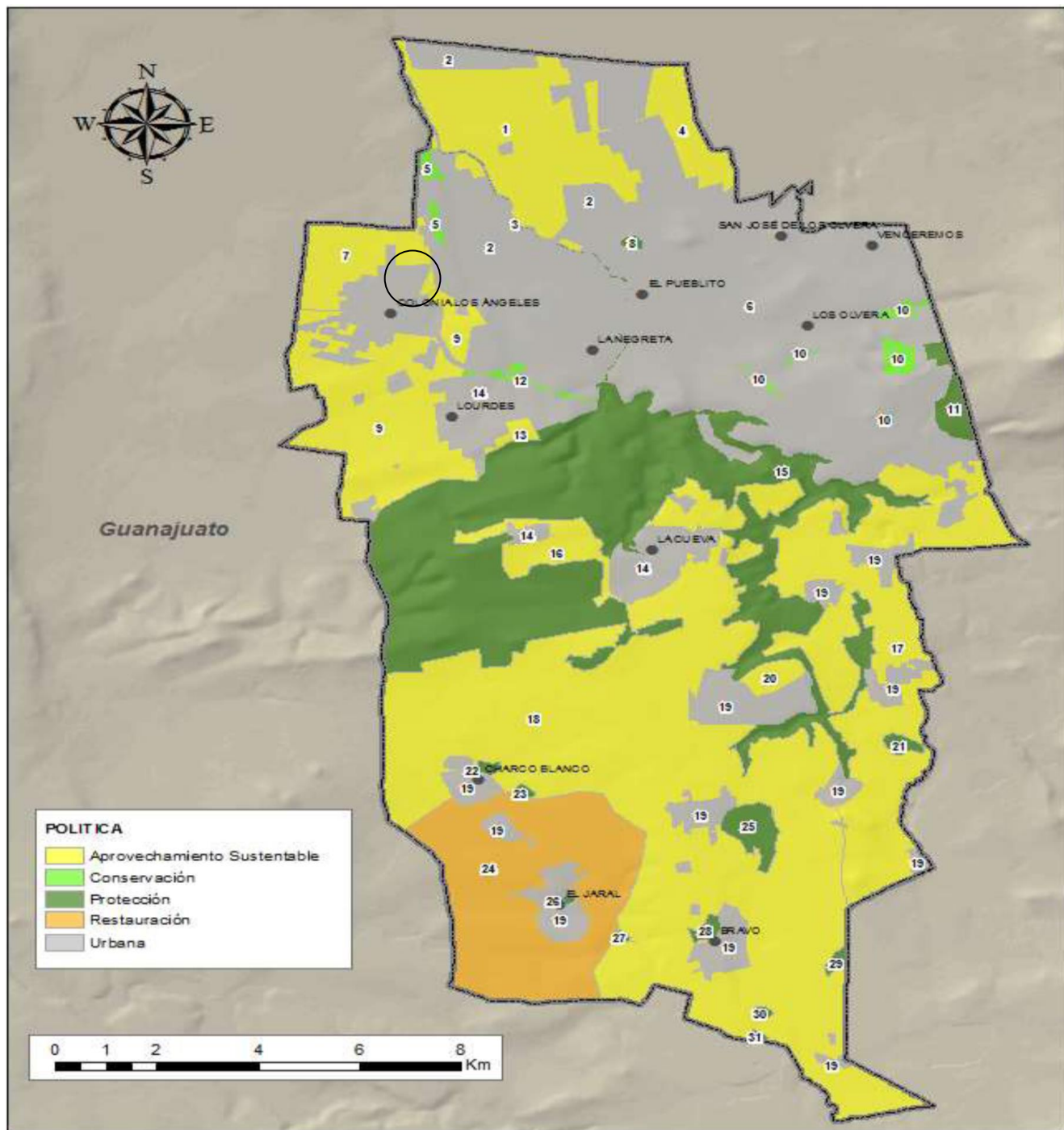
CRE1. El establecimiento de áreas habitacionales, industriales y servicios urbanos deberán permanecer a una distancia mínima de 50 metros en relación al perímetro de las unidades de gestión ambiental con políticas de protección y conservación forestal.

CRE2. Permanecerá como zona de salvaguarda por riesgo a la empresa AGROGEN, un radio de influencia de 2 km a partir del perímetro de sus instalaciones, en donde quedará establecida la política de aprovechamiento sustentable.

CRE3. Restringir el crecimiento urbano en un radio de 500 metros a partir del perímetro del relleno sanitario y los bancos de material.

En base a lo anterior, por la ubicación de la planta, se cumplen los criterios 1 y 2 ya que el criterio 1, no guarda relación con las actividades que se realizan.

Figura 21. Unidad de gestión ambiental del POELMT donde se ubica el sitio en evaluación.



IV.3 PROGRAMA PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE LA ZONA NORTE DEL MUNICIPIO DE CORREGIDORA (publicado en la Gaceta Municipal de Corregidora “La Pirámide” el día 15 de octubre del 2015).

Dicho programa deja sin efectos legales a los Planes Parciales de Desarrollo Urbano vigentes antes de la publicación del presente.

El Programa Parcial Zona Norte es una zona que cuenta con un mayor porcentaje de su superficie con pendientes bajas, conformada en su territorio mayor mente por llanuras y lomeríos hacia la parte suroeste del territorio, lo cual ha propiciado su desarrollo y crecimiento urbano hacia esta zona, cuenta con una elevación central predominante que es el Cerro Gordo el cual sirve de hito para la zona y da identidad a la comunidad.

Su clima es propicio tanto para la agricultura como para la habitación, sin embargo las zonas agrícolas se han visto disminuidas por el crecimiento de la mancha urbana, por lo que del total de su territorio el 23% está ocupado por suelo urbano. Sin embargo cerca del 70% de su territorio se ocupa para agricultura de riego y de temporal.

Cuenta con la zona industrial de Balvanera, lo que la ubica como una zona con alto potencial para desarrollar actividades secundarias y de transformación y sobre la carretera libre a Celaya se han desarrollado Actividades terciarias y de servicios complementarios a la misma zona industrial.

La zona Norte es la zona que se consolida como un Centro Urbano que abastece al municipio de comercios y servicios, dado que es la única zona que cuenta con una mezcla de servicios y comercio heterogéneo, de carácter regional. Dentro del territorio existen Centros de Barrio consolidados que le dan identidad a las colonias ya que es donde se llevan a cabo las actividades de primer contacto de la población y le dan identidad a las colonias, generándose alrededor de escuelas, mercados o parques y jardines. Así mismo se detectaron que se encuentran zonas que se están consolidando como Centros de Barrio en las colonias de reciente creación.

Existen corredores que tienen potencial para su consolidación como Corredores Urbanos y que no se han desarrollado o consolidado como tales, como Paseo Constituyentes y el Libramiento Sur Poniente, los cuales son ejes estructuradores de la zona y la comunicación con los municipios vecinos. Asimismo existen vialidades secundarias que estructuran al interior la zona y que cuentan con densidades bajas, comunicando a las colonias de reciente creación con el resto del municipio.

El crecimiento urbano que ha presentado el territorio ha sido acelerado pasando de 315 ha de la década de los 90 a 854 ha en el año 2000, siendo las zonas con una tendencia mayor a la ocupación la zona

norte y poniente, en dichas zonas se han presentado los cambios de uso del suelo de más extensión en todo el territorio, y la construcción de fraccionamientos que carecen de una imagen urbana propia, careciendo de una integración a la traza urbana y tejido social del municipio.

Delimitación del área de estudio.

El área de aplicación del PPDU ZN tiene una superficie de 5,143.94ha., y se delimita al norte por la Carretera Estatal No. 11, al oriente con el límite municipal de Corregidora, al suroriente con Av. Paseo Constituyentes y Camino a la Negreta, al sur con el Libramiento Sur poniente, y al poniente con el límite estatal.

Figura 22. Ubicación del PPDU Zona Norte.

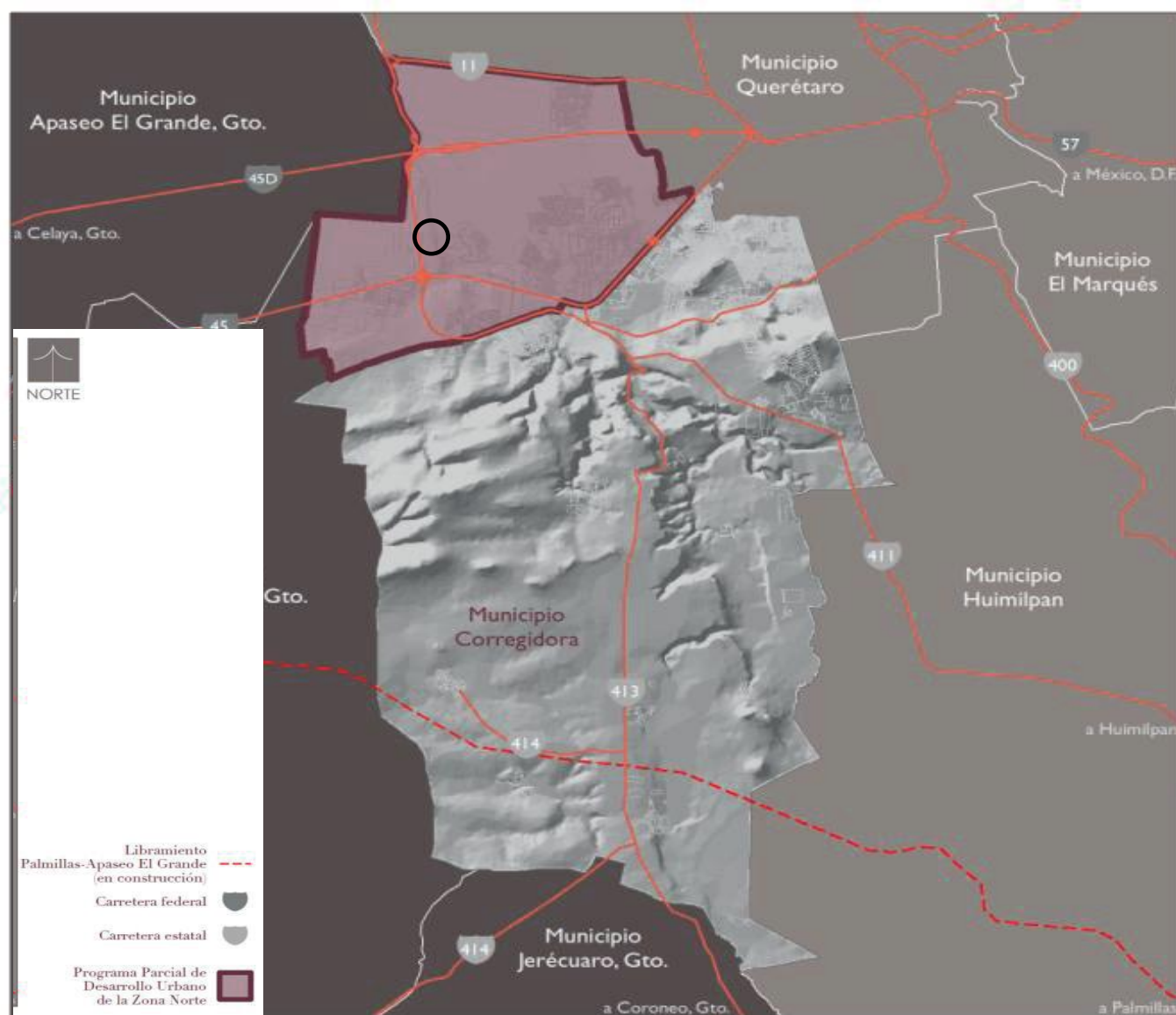
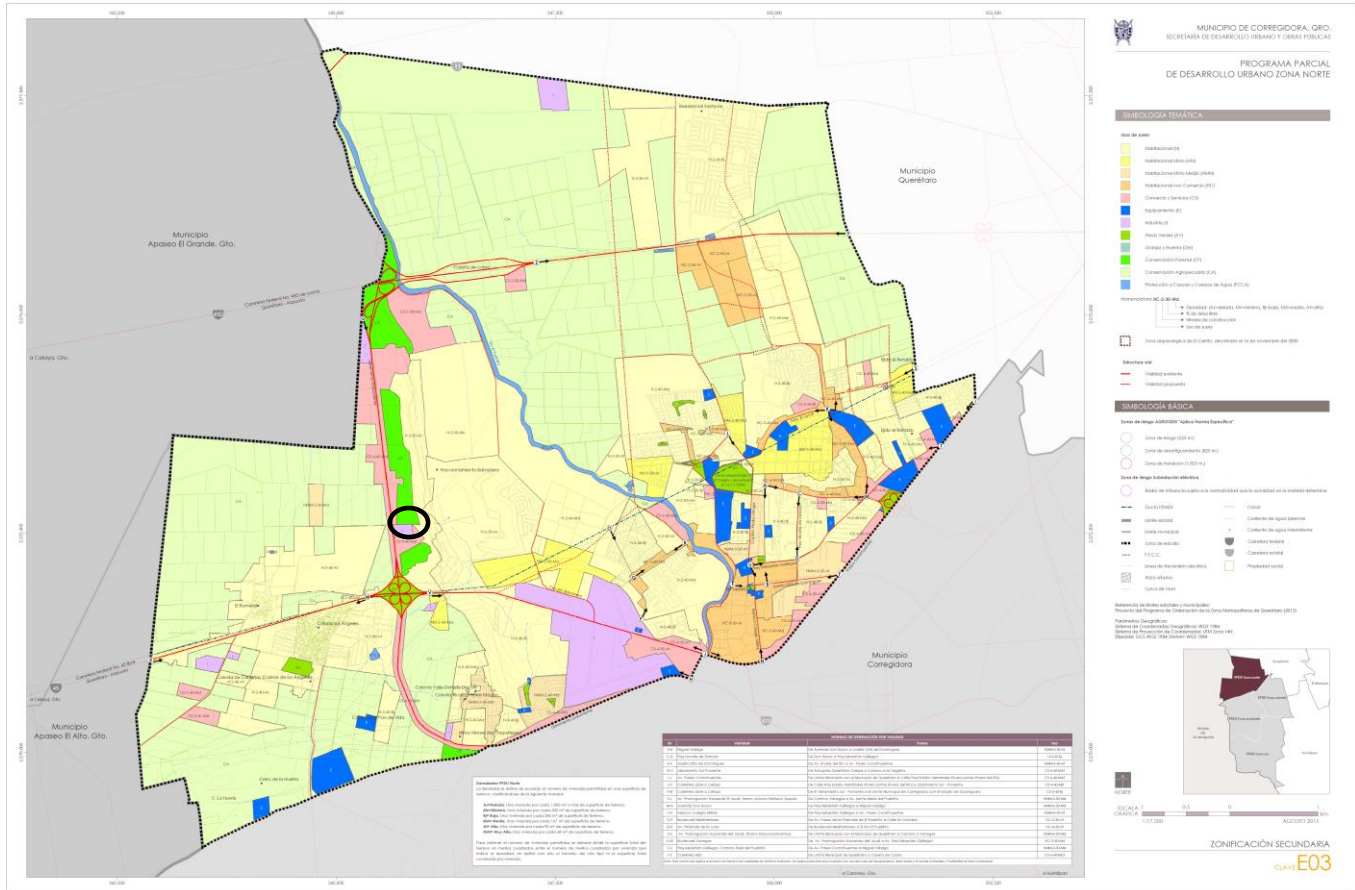


Figura 23. Suelo urbano de acuerdo al plan parcial de desarrollo urbano de la zona norte.



Figura 24. Uso de suelo (comercial y de servicios), para la zona donde se ubica la planta de acuerdo con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Norte del municipio de Corregidora, Querétaro.



RELACIÓN CON EL PROYECTO Y CUMPLIMIENTO.

El planta de ubica en una zona reconocida por su vocación industrial y de servicios y se incluye en el PDUZN como área urbanizada y considerada para el uso comercial y de servicios.

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 estudio de riesgo para la planta de gas L.P. está vinculada 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 la planta de la empresa Gas Express Nieto 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

que debe seguir 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 realizan en la planta de gas, 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.

DIRECTRICES DE LA SECRETARÍA DE ENERGÍA.

De acuerdo con el Programa Sectorial de Energía 2013-2018, en su capítulo de “Capítulo III. Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción.”, el “objetivo 1. OPTIMIZAR LA CAPACIDAD PRODUCTIVA Y DE TRANSFORMACIÓN DE HIDROCARBUROS, ASEGURANDO PROCESOS EFICIENTES Y COMPETITIVOS.”, se menciona que “*Un mayor y más eficiente aprovechamiento de la capacidad productiva de hidrocarburos a lo largo de toda la cadena, se traduce en un incremento en la seguridad en el abasto de los energéticos primarios que el país requiere para su desarrollo. Asimismo, a través de una adecuada canalización de inversiones, del fortalecimiento a las instituciones del Estado, así como de un marco regulatorio que propicie el desarrollo de las mejores prácticas en la industria petrolera, se fortalecerá la industria*

*energética y se maximizará el valor de los recursos petroleros. Adicionalmente, la mejora en los procesos productivos y de transformación de hidrocarburos, permite reducir costos y contar con mayor disponibilidad de energéticos para la industria y los usuarios finales, a la vez que se fortalecen y actualizan los procesos y tecnologías” y para cumplir con este objetivo se propone la introducción de herramientas que le permitan planear y conducir el sector con una visión integral, bajo la premisa de que los esfuerzos en áreas específicas deben tener coherencia considerando el resultado de toda la cadena de valor: exploración, producción, procesamiento, **distribución** y comercio exterior.*

ANÁLISIS:

Por lo tanto, este objetivo se **vincula** con las actividades en la planta de almacenamiento de gas L.P. ubicada en Corregidora, Querétaro, ya que las líneas de acción para llevarlo a cabo se plasman en sus estrategias: *“Fomentar la participación de la inversión complementaria en los proyectos de infraestructura energética para el transporte, almacenamiento y **distribución de gas**, con base en el marco jurídico y los análisis de rentabilidad de los proyectos”.*

PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, 2013-2018 (PSMAyRN).

Este Programa tiene como principal marco de referencia la sustentabilidad ambiental, que es una de las cinco metas del Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018. Como elemento central del desarrollo, la sustentabilidad ambiental es indispensable para mejorar y ampliar las capacidades y oportunidades humanas actuales y venideras, y forma parte integral de la visión de futuro para nuestro País, que contempla la creación de una cultura de respeto y conservación del medio ambiente.

El conjunto de objetivos sectoriales, estrategias y metas de este Programa, se inscriben en el objetivo 4 del PND 2013–2018, que es “Las acciones de planeación, fomento, regulación y apoyo directo a la conservación y restauración de los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ambientales que proporcionan, así como las relativas a su aprovechamiento sustentable, contribuyen al incremento de productividad en el medio rural y la generación de empleo y bienestar entre los propietarios y usufructuarios de estos recursos, por lo que favorecen tanto el cumplimiento de la meta nacional de México Próspero como la instrumentación de la estrategia de proteger el patrimonio natural del país, establecidas en el PND”, y parten del reconocimiento de que nuestro desarrollo no ha sido cuidadoso con la protección y conservación de los recursos naturales y de los ecosistemas.

Requerimos intensificar el esfuerzo de conservación y protección de los ecosistemas, y restaurar algunos ecosistemas críticos para la provisión de agua, regulación climática y dotación de recursos.

La política ambiental reforzará también el cumplimiento de los compromisos con la comunidad internacional, a partir de la plataforma de convenciones, acuerdos, protocolos y otros instrumentos adoptados en los foros internacionales. La existencia de cambios globales con profundas repercusiones nacionales nos obliga a desplegar una interrelación más activa y propositiva en la arena global, protegiendo los intereses nacionales con un sentido de responsabilidad global.

ANÁLISIS:

Según lo señalado en el programa, las actividades presentan concordancia plena, pues el tipo de actividades de alto riesgo dispone de mecanismos, procedimientos, equipos y personal para prevenir y minimizar consecuencias en caso de un evento de riesgo, lo cual asegura la sustentabilidad de las propias actividades, mientras se mantengan vigentes y actualizados los procedimientos y se proporcione el mantenimiento, tal como se programa.

IV.5 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

La planta de gas se ubica fuera de área naturales protegidas de competencia federal o estatal, ya que la zona sujeta a preservación ecológica más cercana es un Área Estatal denominada Pacho Nuevo, que se localiza en dirección Oeste, a poco más de 13 km del terreno que ocupa la planta.

OTROS INSTRUMENTOS LEGALES QUE APLICAN A LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN:

IV.6 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, entró en vigor la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos; donde se establece que a partir de esa fecha, la entidad facultada para regular los diferentes aspectos ambientales del Sector Hidrocarburos (a donde pertenece el almacenamiento y manejo de gas L.P.), será la ASEA; por lo que el presente estudio de riesgo se somete a evaluación y dictaminación de la Agencia, de acuerdo a lo establecido en la propia Ley de la Agencia en su artículo 7o; para lo cual se utilizaran los guías y se cubrirán los requisitos establecidos en el tramite establecido en el Registro Federal de Trámites y Servicios (RFTS) como ASEA-00-032.

ANÁLISIS:

Con base en lo anterior, las actividades en las instalaciones se someten al procedimiento de evaluación en materia de Riesgo Ambiental ante la ASEA; tal como se establece en el artículo 7º de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

La cantidad de gas L.P. que se maneja en la gasera excede los 50,000 kilogramos que establece el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, como cantidad de reporte, por lo cual se considera como actividad altamente riesgosa; debiendo entonces contar con Estudio de Riesgo que identifique las condiciones y actividades potencialmente peligrosas; y siendo el caso que se visualizan cambios en las instalaciones, desde la presentación del anterior estudio, es que se actualiza y presenta el actual estudio de riesgo, con la finalidad de asegurar que corresponda la evaluación de los riesgos potenciales y verificar las medidas propuestas, de tal manera que la ASEA valide tal estudio, por el manejo de gas L.P., elaborado conforme a la guía establecida; 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:

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:

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

IV.7 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;

IX. Autorizar a servidores públicos de la Agencia y acreditar a personas físicas o morales para que lleven a cabo las actividades de supervisión, inspección y verificación, evaluaciones e investigaciones técnicas, así como de certificación y auditorías referidas en la presente Ley;

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 deben 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;

ANÁLISIS:

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 biorremediación 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.

ANÁLISIS:

Gas Express Nieto, 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 actualizado, cumple con la esencia de la legislación y normatividad, pues se conocerá la magnitud y grado de riesgo actual, y en consecuencia podrán establecerse medidas acordes a la realidad actual de las instalaciones, lo cual permita a la Agencia evaluar y validar el estudio, para las operaciones de almacenamiento y distribución de gas L.P. en las instalaciones, tal como son atribuciones de la Agencia establecidas en el Artículo 5° de su Ley.

IV.8 REGLAMENTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (de fecha 05 de diciembre de 2007).

CAPÍTULO III. PERMISOS.

Artículo 14.- La Secretaría y la Comisión, según corresponda, otorgarán los siguientes permisos:

III. De Distribución, en alguna de las siguientes categorías:

a) Mediante Planta de Distribución;

Artículo 19.- Los títulos de los permisos deberán contener:

I. En todos los casos:

a) Nombre, denominación o razón social y domicilio del Permisionario en el territorio nacional, así como cualquier marca comercial con la que el Permisionario se identifique;

b) El objeto del permiso;

c) La vigencia del permiso;

d) La obligatoriedad de los Permisionarios de dar cumplimiento a las siguientes condiciones:

1. Ejercer los derechos conferidos dentro de los plazos establecidos en el permiso correspondiente;

2. No prestar servicios distintos a los señalados en el permiso respectivo;

3. No prestar servicios en instalaciones distintas a las señaladas en el permiso respectivo; ni prestar el servicio a personas que en términos del presente Reglamento requieran de algún permiso así como de la autorización de inicio de operaciones correspondiente, y no cuenten con ellos; No realizar prácticas discriminatorias en perjuicio de los Adquirentes o Usuarios Finales, ni violar los precios y tarifas que llegare a fijar la autoridad competente;

5. Prestar servicios de Transporte, Almacenamiento y Distribución únicamente con Semirremolques, Recipientes No Transportables, Auto-tanques, Recipientes Transportables, Ductos y demás instalaciones, vehículos y equipos que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
6. No ceder, transferir o enajenar los permisos, o los derechos en ellos conferidos, sin autorización expresa de la Secretaría o la Comisión;
7. Mantener vigentes los seguros a que se refiere este Reglamento;
8. Acatar las resoluciones que emitan la Secretaría o la Comisión, según corresponda, de conformidad con lo establecido en el artículo 100 de este Reglamento, así como en el laudo que se dicte en el procedimiento arbitral derivado de las controversias que pudieran presentarse;
9. No suspender la prestación de los servicios sin obtener autorización de la Secretaría, o sin haber presentado los avisos o programas correspondientes en los términos de este Reglamento, según sea el caso, salvo en caso fortuito o de fuerza mayor;
10. No ejecutar u omitir actos, de manera indebida, que impidan la realización de actividades sujetas de permiso a quienes tengan derecho a ello;
11. Permitir y no obstaculizar la realización de visitas de verificación por parte de la Secretaría o la Comisión, en el ámbito de su competencia;
12. En el caso de Distribución mediante Planta de Distribución, atender todas las solicitudes de supresión de fugas que se susciten, de conformidad con la Directiva para la prestación del servicio de Distribución a Usuarios Finales y de supresión de fugas, que emita la Secretaría para tal efecto. La Secretaría podrá auxiliarse de las autoridades y organismos competentes, para valorar el cumplimiento de la Directiva por parte del Permisionario;
13. Entregar litros o kilos de gas L.P., a los Adquirentes y Usuarios Finales conforme a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
14. Prestar los servicios objeto de permiso conforme a las disposiciones contenidas en la Ley Federal de Protección al Consumidor, y
15. Cumplir con las obligaciones y condiciones establecidas en la Ley, en este Reglamento y en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

e) Causas de revocación del permiso.

II. Tratándose de Transporte por medio de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques y Buque tanques, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I de este artículo, el número, tipo, capacidad e identificación de los Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques y Buque tanques, incluyendo, en su caso, la ubicación de sus Centrales de Guarda;

IX. Tratándose de Distribución mediante Planta de Distribución, el título deberá contener, además de lo indicado en la fracción I de este artículo:

- a) Descripción, ubicación y capacidad de la Planta;
- b) Número, tipo, capacidad e identificación de los Semirremolques, Auto-tanques y Vehículos de Reparto, que en su caso se utilizarán, incluyendo la ubicación de sus Centrales de Guarda, y
- c) Número, tipo, capacidad y ubicación de las Bodegas de Distribución.

La información establecida en este artículo podrá constar en el cuerpo del permiso o en anexos a éste, sin que ello implique la expedición de un nuevo título.

Artículo 20.- Los permisos tendrán una vigencia de treinta años, pudiéndose prorrogar por períodos de quince años, previa solicitud del interesado.

La solicitud de prórroga deberá presentarse a la Secretaría o la Comisión, según corresponda, por lo menos un año antes del vencimiento del permiso de Transporte por medio de Ductos o de Distribución por Ductos, y tres meses antes del vencimiento, en el caso de los demás permisos. La solicitud deberá indicar nombre, denominación o razón social de quien promueve; número de permiso correspondiente; nombre del representante legal; domicilio para oír y recibir notificaciones y dirección electrónica.

Previo a resolver sobre la solicitud de prórroga, la Secretaría o la Comisión, según corresponda, podrán verificar el cumplimiento dado por parte del solicitante a los términos y condiciones establecidos en el permiso originalmente otorgado, y en las modificaciones de que haya sido objeto, así como a la Ley, al presente Reglamento y a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. En un plazo no mayor a veinte días posteriores a la recepción de la solicitud, en el caso de la Secretaría, y de treinta en el caso de la Comisión, podrán requerir por una sola vez la documentación faltante necesaria para acreditar el cumplimiento de lo dispuesto en este párrafo.

La Secretaría o la Comisión, según corresponda, evaluarán la solicitud de prórroga y resolverán lo conducente en un plazo que no excederá al establecido para el otorgamiento del permiso. Transcurrido dicho plazo sin que se haya emitido resolución, la prórroga se entenderá otorgada.

CAPÍTULO VIII.

DISTRIBUCIÓN MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN.

Artículo 50.- La Distribución mediante Planta de Distribución, comprende la actividad de adquirir, recibir y conservar Gas L.P., a Granel, en una Planta de Distribución, para su venta o entrega a Permisionarios y Usuarios Finales.

Artículo 51.- Los Distribuidores deberán ofrecer el servicio que les sea solicitado, en forma eficiente, segura y oportuna.

Sujeto a lo establecido en el artículo siguiente, podrán realizarse entregas de Gas L.P., en las Plantas de Distribución, en Bodegas de Distribución, en instalaciones de permisionarios y en instalaciones de aprovechamiento de usuarios finales.

Artículo 54.- Los Distribuidores referidos en este Capítulo deberán identificar sus Semirremolques, Auto tanques, Vehículos de Reparto, Recipientes Transportables y demás equipos, de conformidad con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Artículo 55.- Las Instalaciones de Aprovechamiento, incluyendo los Tanques Estacionarios que formen parte de las mismas, deberán cumplir con las especificaciones técnicas de seguridad contenidas en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

ANÁLISIS:

Las operaciones que se llevan a cabo en las instalaciones de almacenamiento y venta de gas L.P., cumple con cada disposición señalada en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, por lo cual las actividades que se realizan cumplen con lo establecido en este instrumento de regulación de las actividades, como puede constatarse al disponer de los permisos de la SENER y los dictámenes de la Unidad de Verificación Acreditada.

IV.9 NORMAS OFICIALES MEXICANAS QUE SE ANALIZAN Y LAS QUE SE APLICARÁN.

Las normas oficiales mexicanas que a continuación se mencionan, son las que guardan relación con las actividades que se realizan; toda vez que la actividad principal de las instalaciones es el manejo del gas L.P.; se mencionan primeramente las normas en la materia, las cuales se tomaron en cuenta para el diseño y buen funcionamiento de las instalaciones:

Asimismo, debido a que las instalaciones requieren del empleo de personal durante la operación, se han tomado en cuenta los requerimientos que señala la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, en cuestión de condiciones de seguridad, higiene y relativas al bienestar de los empleados, dentro de las instalaciones:

SECRETARÍA DE ENERGÍA. (SEDG Y COMPLEMENTARIAS)	
CLAVE	DESCRIPCIÓN
NOM-001-SESH-2014	Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

NOM-003-SEDG-2004	Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción.
NMX-X-13-1965	Válvula de retención para uso en recipientes no portátiles para gas L.P.
NMX-X-29-1985	Mangueras con refuerzos de alambre o fibras textiles para gas L.P.
NMX-B-177-1990	Tubos de acero al carbono con o sin costura, negros o galvanizados, por inmersión en caliente.
NMX-CH-26-1967	Calidad y funcionamiento de manómetros para gas L.P. y natural.
NMX-CH-36-1994-SCFI	Instrumentos de medición –aparatos para pesar– Características y cualidades metrológicas.
NMX-L-1-1970	Gas licuado de petróleo.
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. [Norma definitiva de la NOM-EM-012/2-SEDG-2002].
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 planta e instalaciones de aprovechamiento. Fabricación [Esta norma cancela a la NOM-021/3-SCFI-1993, publicada el 14 de octubre de 1993 y su modificación publicada el 13 de marzo de 2000].
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 [Esta norma cancela a la NOM-021/3-SCFI-1993, publicada el 14 de octubre de 1993 y su modificación publicada el 13 de marzo de 2000]
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-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
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.

La NOM-059-SEMARNAT-2010 ha sido revisada y se cotejó el listado de especies de flora y fauna de la misma, constatando que las especies que fueron avistadas en las instalaciones actuales, no se encuentran dentro de ninguna de las categorías que se señalan en la norma.

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 m³.

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 planta no tiene ninguna de esas características, por lo que no es aplicable a las operaciones.

SECRETARÍA 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-2015.	Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NOM-022-STPS-2015.	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-2011.	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.

ANÁLISIS:

Las actividades se vinculan con las normas y acuerdos normativos anteriores, en el sentido de que cumple y 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 ampliación de la planta fueron:

Cumplir con la Norma Oficial Mexicana que le compete a cada una de estas secciones: Civil, Mecánica, Eléctrica y Contra Incendio y que para el caso es la NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación" emitida por la Secretaría de Energía y publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de Octubre de 2014, la cual indica el diseño y construcción de las plantas de almacenamiento, 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 planta y para adquirirla por parte de Gas Express Nieto, S.A. de C.V.:

- ☒ Ubicación estratégica de las instalaciones.
- ☒ Fácil acceso.
- ☒ Que está localizada fuera de zonas residenciales o lugares densamente poblados.
- ☒ 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 planta, en tal sentido, la construcción y operación de la planta fue evaluada a nivel Municipal, Estatal y Federal contando con las siguientes autorizaciones:

1. Autorización en materia de Impacto y Riesgo Ambiental expedida por la entonces SEMARNAT (SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL DIRECCIÓN GENERAL DE IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL).

- ☒ 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 cumplía con las especificaciones de diseño en base a códigos, normas y referencias internacionales (API, ASME, etc.), para el tipo de instalaciones, incluso se dispone de la memoria técnica constructiva que fue presentada ante la Secretaria de Energía (SENER), para solicitar la autorización por parte de la Dirección General de Gas L.P. para almacenamiento y distribución de gas L.P.

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

El proyecto ejecutivo de obras e instalaciones desarrolladas se incluye en el anexo documental que acompaña al estudio. Se trata de una empresa que inicio operaciones hace 16 años.

Se describe de manera general, las edificaciones existentes, capacidad y detalles de los tanques de almacenamiento, tubería y equipos, así como de las instalaciones eléctricas y sistemas de seguridad para proteger las instalaciones.

La planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., ahora propiedad de la empresa “Gas Express Nieto”, S.A. de C.V., se localiza en una zona que dispone de la infraestructura de servicios necesarios; como lo son:

- a) Vías de comunicación para acceso, y salidas.
- b) Servicio de energía eléctrica;
- c) Servicio telefónico.
- d) También se ha podido constatar que es una zona libre de deslaves o deslizamientos.

- Almacenamiento.

Esta planta almacenará gas L.P. en tres tanques de almacenamiento del tipo intemperie, cilíndrico, horizontal, con capacidad de 250,000 litros, base agua, cada uno.

El piso tiene terminación de concreto y cuenta con un desnivel que permite el desalojo del agua pluvial en esta zona. La base de los tanques permiten los movimientos de dilatación y contracción de los recipientes de almacenamiento,

Los recipientes de almacenamiento no cuentan con silletas metálicas y si cuentan, conforme a su fabricación, con placa de apoyo por lo que no es necesario adaptar una en cada base donde se sustentan. Los recipientes están diseñados para ser colocados sobre bases de sustentación tipo cuna por lo que quedan colocados en la parte de la placa de apoyo; las placas originales coinciden con las bases, por lo que no es necesario adaptar una en el sitio donde se vayan a sustentar. Los detalles de las condiciones de la zona de almacenamiento, protecciones y características del muelle de llenado de cilindros portátiles se incluyen a detalle en la memoria técnica de diseño de la planta desde su construcción, misma que se anexa al presente estudio.

- Urbanización de la Planta.

El piso dentro de la zona de almacenamiento es de concreto hidráulico y cuenta con un declive del 1 % apropiado para el desalojo de agua de lluvia. Todas las demás áreas libres de la planta son asfaltadas, permanecen limpias y despejadas de todo tipo de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la planta. Todas las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos cuentan con una amplitud mínima de 3.5 m para el movimiento seguro de vehículos. El piso dentro de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta con un declive necesario para evitar estancamiento de las aguas pluviales.

-Actividades que se desarrollan en las colindancias.

En ninguna de las colindancias mencionadas anteriormente se desarrollan actividades que pongan en riesgo la actividad normal de la planta de acuerdo a la norma, por lo que su ubicación se considera técnicamente correcta.

- Edificaciones.

Todas las edificaciones que se encuentran en el interior de la planta como son: oficinas, servicios sanitarios, almacenes, cobertizos, talleres, etc., están contruidos en su totalidad con materiales no combustibles, tanto en sus bardas, ventanas, puertas, etc.

- Edificios.

Por el lado Sur del terreno que ocupa la planta, se localizan las construcciones destinadas a las oficinas del personal administrativo y operativo, caseta de vigilancia, bodega, comedor, tablero eléctrico, estacionamiento para vehículos repartidores propiedad de la empresa y área de venta al público. El total de edificaciones y zonas asfaltadas para las operaciones cotidianas de la planta consisten en:

DESCRIPCIÓN	LONG. m².	ANCHO m².	ÁREA m².
Muelle de llenado de cilindros	21.00	12.40	260.40
Descarga de remolques tanques para abasto	5.00	15.00	75.00
Toma de carburación y llenado de autotanques	9.22	10.40	95.89
Zona de tanques de almacenamiento	22.14	34.29	759.18
Zona de almacén posterior	9.00	5.00	45.00
Zona para almacenamiento diesel [12,119 litros]	4.50	4.50	20.25
Taller de reparación, bodega y almacén de refacciones	15.40	10.27	158.16
Vigilancia	3.20	5.26	16.83
Gerencia, oficinas, caja y comedor	19.17	10.00	191.70
Cuarto de máquinas, subestación, tablero y ECI (bombas de equipo contra incendio)	4.34	16.00	69.44
Sanitarios, bodega, oficina auxiliar y cisterna 112,500 l	6.63	18.30	121.33
Taller de reparación de cilindros	7.10	15.20	107.92
Zona de almacenamiento de cilindros rechazados	7.10	16.97	120.49
Área de equipo y herramienta	7.10	19.55	138.81
Estacionamiento para unidades de reparto	10.00	40.00	400.00

Las áreas se encuentran en buen estado de construcción como puede verse en las series de fotos que se incluyen en este ERA.

Por el lado sur se localiza el taller de mantenimiento menor, servicios sanitarios para el personal obrero, almacén, oficina y estacionamiento para vehículos repartidores propiedad de la empresa.

Por el lado sureste se localiza un amplio estacionamiento para vehículos repartidores propiedad de la empresa.

Por el lado norte se localiza la cisterna, equipo contra incendio, área de pintura, zona de revisión de recipientes transportables, almacén y área de recipientes transportables rechazados.

Los materiales utilizados en estas construcciones son en su totalidad incombustibles, ya que sus techos son de losa de concreto, paredes de tabique, con puertas y ventanas metálicas. Las dimensiones se describen en el plano civil de la planta.

- Cobertizos.

En esta planta se tienen como cobertizos los construidos en las áreas de recepción, suministro y carburación, así como también se tiene cobertizo en el lado Este y lado Oeste, para almacenes.

Los cobertizos son para la protección contra la intemperie del personal que ahí labora, así como del equipo y accesorios ahí instalados, siendo éstos de lámina pintada y estructura metálica en su techo apoyado sobre columnas metálicas.

-Servicios sanitarios.

En las construcciones que se localizan por el lado poniente del terreno que ocupa la planta se tienen los servicios sanitarios para el personal operativo y de oficinas. Se cuenta con regaderas, baños, y vestidores. Todos construidos con materiales incombustibles, siendo su techo de losa de concreto, con paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas, describiéndose en el plano civil sus dimensiones.

El drenaje de aguas negras está conectado por medio de tubos de concreto de 15 cm de diámetro, con una pendiente del 2 % a una fosa séptica y pozo de absorción.

-Zona de almacenamiento para recipientes no transportables para gas L.P.

La zona de almacenamiento tiene una terminación de concreto y cuenta con las pendientes necesarias para el desalojo del agua de lluvia.

Para seguridad en el diseño de las zapatas se considera un terreno con resistencia de 5 Ton/m², valor crítico para un subsuelo poco compacto, considerando que el recipiente no transportable usado para fines de cálculo está lleno en su totalidad con un fluido cuya densidad sea de 0.6 kg/l.

Los tres recipientes de almacenamiento son no transportables, del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especial para contener gas L.P., localizados de tal manera que cumplen con las distancias mínimas que especifica la norma. Los tanques se montan sobre bases de concreto, de tal forma que pueden desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.

Las especificaciones detalladas de los tanques de almacenamiento se muestra en la memoria técnica constructiva de la planta misma que se incluye en la sección de anexos del presente ERA.

-Escaleras y pasarelas.

Para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local en los recipientes de almacenamiento, existe una escalerilla fija, individual o colectiva, terminada en pasarela para uno o varios recipientes.

Para el acceso a la parte superior de los recipientes de almacenamiento, se cuenta con una escalera fija y permanente, terminada en pasarela. Dado que se tienen dos o más recipientes de almacenamiento colocados en batería, la pasarela se extiende de forma que permite el tránsito entre ellos. Las escaleras y pasarelas están construidas con material incombustible. La escalera es vertical, por lo que cuenta con protecciones para evitar la caída de las personas que la utilicen.

Nivel de domos de los recipientes de almacenamiento.

Como las zonas de líquido de dos o más recipientes de almacenamiento se encuentran interconectadas, éstos quedan nivelados en sus domos o en sus puntos de máximo llenado, con una tolerancia máxima de $\pm 2\%$ del diámetro exterior del recipiente menor.

Protección contra impacto vehicular.

Cuando los elementos detallados a continuación puedan ser alcanzados por un vehículo automotor, están protegidos con cualquiera de los medios detallados en la memoria técnica constructiva de la planta.

-  Bases de sustentación y recipiente de almacenamiento.
-  Compresores y bombas.
-  Soportes de toma de recepción.
-  Soportes de toma de suministro.
-  Soportes de toma de carburación de autoconsumo, en su caso.
-  Dique del cubeto de retención, en su caso.

Medios de protección, se utilizan:

Muretes de concreto armado. Tienen 20 cm de espesor mínimo, altura mínima 60 cm sobre el NPT, y espaciados a no más de 1 metro entre caras laterales. No se utiliza murete corrido.

Protecciones en “U” [grapas]. Tubo de acero al carbono de 102 mm de diámetro nominal y cédula 40 como mínimo, con costura. La separación entre las caras exteriores de la “U” no es mayor a 1 m y están enterrados a no menos de 90 cm bajo el NPT. La parte alta del elemento horizontal queda a no menos de 60 cm sobre el NPT.

Ubicación de los medios de protección. Los medios de protección están colocados en los costados de la zona que contenga los elementos a proteger que colinden con la zona de circulación de vehículos.

Para las tomas de suministro, recepción o carburación, ubicadas en isletas, los medios de protección quedan también colocados en los lados que enfrentan el sentido de la circulación.

Pintura en topes y protecciones. Los topes y protecciones están pintados con franjas diagonales alternadas de amarillo y negro.

Trincheras para tuberías. Las cubiertas de las trincheras son removibles y están formadas con rejas metálicas. Las trincheras cuentan con medios para el desalojo de las aguas pluviales.

Las cubiertas de las trincheras que cruzan zonas de circulación en la entrada y salida de la planta de distribución, así como en la zona de circulación de auto-tanques, semirremolques y vehículos de reparto, están diseñadas para soportar una carga estática de cuando menos 25 kgf/cm².

-Muelle de llenado

La planta de distribución cuenta con llenado de recipientes transportables, por lo que se dispone de un muelle de llenado. El muelle de llenado se localiza por el lado Oeste de los recipientes de almacenamiento y a una distancia de 6,00m del más cercano. Está construido en su totalidad con materiales incombustibles, como es concreto armado con varillas de acero de ½”, a cada 7 cm de distancia, su techo de lámina pinto sobre una estructura metálica y soportado por columnas de concreto y fierro; su piso es relleno de tepetate con terminación de concreto colocando antes una malla soldada de acero, el muelle cuenta en sus bordes con protecciones de ángulo de fierro y hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo.

Sus dimensiones son las siguientes:

Largo total: 21.00 m

Ancho: 12.00 m

Altura del piso: 1.20 m
Altura del NPT a Techo: 3.90 m
Superficie: 252.00 m²

Este muelle no tiene mamparas.

Este muelle es una plataforma rellena y con piso revestido de concreto como ya se describió.

Cuenta con un techo de material incombustible que cubre toda el área del muelle. El área de carga y descarga de recipientes transportables está dentro del mismo muelle, donde se llevan a cabo estas maniobras el techo tiene una altura mínima de 2.7 m sobre el NPT de la plataforma.

Área de carga y descarga de recipientes transportables.

La planta de distribución cuenta con llenado de recipientes transportables por lo que dispone de un área de carga y descarga de recipientes transportables. Está sobre el mismo muelle de llenado.

Los bordes del área de carga y descarga del muelle de llenado están protegidos con materiales con productos sintéticos ahulados. Los medios para fijar la protección no sobresalen del material de protección.

El piso del área de carga y descarga no presenta desnivel con respecto a la plataforma de los vehículos de reparto, por lo que no se utilizan medios que iguallen los niveles y permitan el manejo seguro de los recipientes transportables entre la plataforma del vehículo y el área de carga y descarga.

Se cuenta con un techo de material incombustible que cubre toda el área y con una altura mínima de 2.7 m sobre el NPT de la plataforma en los lados donde se realiza la carga y descarga. No se cuenta con mamparas.

Zona de revisión de recipientes transportables.

La planta de distribución cuenta con llenado de recipientes transportables, por lo que dispone de una zona de revisión de recipientes transportables.

No se usa carda para la limpieza de los recipientes transportables, por lo que esta zona se ubica en el muelle de llenado. La zona de revisión de recipientes transportables cumple con los siguientes requisitos:

En las partes en que colinda con la zona de circulación vehicular, cuenta con protecciones contra impacto vehicular consistente en plataforma de concreto de más de 0.6m de altura.

Cuenta con piso revestido de concreto: Su área es de 9 m².

-Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados

La planta de distribución cuenta con llenado de recipientes transportables, por lo que se dispone de una zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, la cual cumple con los siguientes requisitos:

No está ubicada en el muelle de llenado para recipientes transportables.

Cuenta con piso de material incombustible que evita el contacto directo de los recipientes con la tierra. Esta área se encuentra ubicada al norte del terreno que ocupa la planta, ocupando un área de 138 m².

-Descripción de materiales de la zona de venta al público de recipientes transportables

No hay zona de venta al público.

-Estacionamientos.

No se cuenta con espacio en el interior de la planta de distribución para vehículos utilitarios y del personal de la planta.

Los estacionamientos para vehículos de reparto, auto-tanques y semirremolques están en el interior de la planta de distribución y están delimitados por cajones.

Los cajones están ubicados de manera que los vehículos que se coloquen en ellos permitan la salida de cualquier vehículo sin necesidad de mover otro.

Estas áreas de estacionamiento no obstruyen los accesos ni el funcionamiento del equipo contra incendio, del interruptor general eléctrico, de los accesos a la planta de distribución ni de la salida de emergencia.

No hay cajones de estacionamiento ubicados en las zonas de recepción y suministro.

-Talleres.

Se cuenta con un taller para el mantenimiento de recipientes transportables y uno para la reparación de vehículos de reparto o de auto-tanques. No se lleva a cabo la reparación o instalación de equipos de carburación.

El taller para reparación de vehículos es para uso exclusivo de vehículos utilizados de la empresa. No hay fosas y no es necesario emplear rampas para la revisión de los vehículos.

En los talleres no se instalan o reparan equipos de carburación de gas L.P.

-Vías y espuelas ferroviarias

Esta planta no cuenta con vías ni espuelas para carros-tanque de ferrocarril, por no ser necesario, ya que el abastecimiento a la misma se hace únicamente por medio de remolques.

-Zona de almacenamiento interno de diesel

Se cuenta con un tanque donde se almacena diésel para uso vehicular, por lo que se tiene establecida un área específica para el suministro, misma que se ubica en la parte oeste de la planta, por lo que no contribuye a generar inicio de peligro o riesgo ya que se ubica a más de 30 metros de las áreas de manejo de gas, los detalles de estas instalaciones son:

- El almacenamiento se efectúa en un recipiente cerrado y ubicado a la intemperie.
- El volumen total almacenado es de 12,119 L, que no es mayor a 20,000 L.
- El recipiente de almacenamiento es metálico y queda colocados dentro de un cubeto de retención.
- El alumbrado y equipos eléctricos para el manejo de diésel son Clase I, División I.
- Las bombas y los recipientes metálicos están conectados a tierra.
- En la toma de recepción y despacho de diésel, se cuenta con conexión a tierra mediante cables flexibles y pinzas tipo caimán para conectar los vehículos que se carguen o descarguen.
- El soporte de la toma está fijo y anclado al piso.
- El soporte es el que se opone y resiste el esfuerzo previsible causado por el movimiento de un vehículo conectado a una manguera.
- La tubería es de acero al carbono A-53 y cédula 40 roscada. Las conexiones roscadas son clase 150, las soldadas cédula 40 y las bridas clase 150.
- Las válvulas son de bronce para 400 WOG.
- Las mangueras son resistentes al diésel y para una presión mínima de 1.034 MPa (10.55 kgf/cm²).

-Cubeto de retención.

La zona de almacenamiento interno de diésel se encuentra dentro de un cubeto de retención.

El volumen del cubeto es suficiente para retener 12,150 m³, que sobrepasa el total del diésel almacenado; el piso y su dique son de concreto. Cuenta con drenaje para el desalojo del agua pluvial, que consiste en pendiente del piso del cubeto y desalojo a la pendiente del piso de la planta, que es el drenaje de la planta de distribución.

A la salida del cubeto, el drenaje del agua pluvial cuenta con una válvula de compuerta.

La planta cumple con las distancias a elementos externos de acuerdo a la tabla I.2.1.1.2 por lo que no aplica el estudio de evaluación de consecuencias. De igual manera, se realizó un análisis de peligros por ocurrencia de una potencial fuga del diésel el cual se ubica como se ha señalado, internamente y a más de 30 metros de la zona de manejo de gas más cercana (tomas de abasto), sin embargo por la distancia entre el área de manejo del líquido y no se incluye una evaluación de riesgos por manejo del diésel ya que no sobrepasa la cantidad de reporte que le infiera como actividad de alto riesgo y no se identificaron tampoco implicaciones de riesgo por su manejo.

V.1.2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO E INSTALACIONES OPERATIVAS.

- Tanques de almacenamiento.

La ampliación implica la instalación de un tercer tanque, con lo cual serían tres tanques de almacenamiento, del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especial para contener gas L.P., con capacidad de 250,000 litros, base agua, cada uno; las características de los tanques se han descrito en el apartado II.1.1, así como el listado de accesorios y características; en los planos que se incluyen como parte de la memoria técnica constructiva de la planta se incluyen también las características y tipo de instrumental de seguridad, equipos y tanques de almacenamiento de la planta.

Los recipientes están pintados de color blanco y rotulados con caracteres no menores a 15 cm, indican el producto contenido, capacidad en litros de agua y número económico.

- Maquinaria.

Las Bombas utilizadas para las operaciones básicas de trasiego con que cuenta esta planta son de las características siguientes:

Bomba número	I y II	III	IV
Operación básica:	Carga de recipientes transportables	Carga de auto tanques	Carga de autotanques/ carburación auto consumo
Marca:	Blackmer	Blackmer	Blackmer
Modelo:	LGL-3E	LGL-3E	LGL-3E
Motor eléctrico	10.0 C.F.	10 C.F.	10 C.F.
R.P.M.:	640	640	640
Capacidad nominal:	378 L.P.M. (100 G.P.M.)	378 L.P.M. (100 G.P.M.)	189 L.P.M. (50 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo (máx.):	5 kg/cm²	5 kg/cm²	5 kg/cm²
Tubería de succión:	76 mm. (3") diámetro.	76 mm. (3") diámetro.	76 mm. (3") diámetro.
Tubería de descarga:	76 mm. (3") diámetro.	76 mm. (3") diámetro.	76 mm. (3") diámetro.
Marca y Modelo de la válvula de retorno automático	Blackmer BV2 [51 mm (2") x 51 mm (2")]	Blackmer BV2 [51 mm (2") x 51 mm (2")]	Blackmer BV2 [51 mm (2") x 51 mm (2")]

Cabe mencionar que estas bombas están precedidas de un filtro en la tubería de succión y un conector flexible, además cuentan con una válvula automática de retorno de gas líquido a los recipientes de almacenamiento en la tubería de descarga.

Los compresores utilizados para las operaciones básicas de trasiego con que cuenta esta planta ya se han descrito con anterioridad. Cabe mencionar que dichos compresores cuentan con válvula de alivio de presión, tubería para su desfogue y la descarga no está dirigida a ningún elemento de la planta y cuenta con altura mínima reglamentaria.

Las bombas y los compresores se encuentran ubicados dentro de una zona de protección, las bombas en la zona de protección de los recipientes de almacenamiento y los compresores en la zona de protección de las cada toma de recepción a semirremolques, la protección consiste en el caso de las bombas en murete de concreto de 0.60 m, y en el caso de los compresores en plataforma de concreto de 0.60 m, además cumplen con las distancias mínimas que especifica la norma.

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

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y al compresor son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles contando con un interruptor automático de sobrecarga; además se encuentran conectados al sistema general de "tierra".

Se cuenta con el equipo necesario para realizar, en condiciones de seguridad, los trasiegos de emergencia, para trasegar a recipientes vacíos, el gas contenido en recipientes que por cualquier motivo no cumplan las debidas condiciones de seguridad.

- Medidores.

El medidor utilizado para las operaciones básicas de trasiego con que cuenta esta planta ya se ha descrito con anterioridad. Antes del medidor, se cuenta con una válvula de cierre manual y después de la válvula diferencial se cuenta con una válvula de exceso de flujo de la capacidad requerida y una válvula de relevo de presión hidrostática. No se utilizan medidores en el múltiple de llenado, el instalado en la toma de carburación de autoconsumo se protege contra tránsito vehicular.

- Tuberías y Conexiones.

Criterios de diseño.

Para tuberías y accesorios, la temperatura de diseño es entre 266.55 K (-6.6 °C) y 700.15 K (427 °C). Con excepción de las bridas, las cuales cumplen con lo especificado en el numeral II.2.2.5.2.9, los accesorios colocados en la tubería de succión de la bomba soportan como mínimo una presión de 1.72 MPa [17.58 kgf/cm²]. Los accesorios colocados en el resto de las tuberías son como mínimo para una presión de diseño de 2.4 MPa [24.47 kgf/cm²].

Materiales. Las tuberías utilizadas en el sistema de trasiego son de acero al carbono A/SA-106B y sin costura, cumpliendo con la Norma Mexicana NMX-B-177-1990. Las tuberías están unidas por conexiones roscadas y bridadas.

No se usa tubería ni accesorios de fundición gris.

Las conexiones usadas son bridas y accesorios bridados de acuerdo con lo establecido en la Norma ANSI-B16.5 edición 1988 o posteriores. Los accesorios roscados de hierro maleable son conforme a lo establecido en la Norma ANSI-B16.3 edición 1988 o posteriores. Los accesorios forjados para soldadura en caja o roscados como mínimo clase 2 000 y conforme a lo establecido en la Norma ANSI-B16.11, edición 1988 o posteriores. Todos conforme a ASME B16.42-1998, Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings - Classes 150 and 300.

Las conexiones roscadas son colocadas en tubería cédula 80 como mínimo y son para la presión de diseño que le corresponde de acuerdo al numeral II.2.2.5.1.1 para la temperatura de diseño.

Las roscas en las tuberías cumplen con lo indicado en la Norma Mexicana NMX-B-177-1990. En algunos casos se utiliza rosca de tubería de acuerdo a la Norma ANSI-B-2.1, edición 1988 o posteriores.

El sellador utilizado en las uniones roscadas es a base de materiales que, de acuerdo a la hoja técnica del fabricante, son resistentes a la acción del Gas L.P. No se usa pintura o mezcla de litargirio y glicerina como sellador.

Instalación de las tuberías.

Todas las tuberías instaladas incluidas las que están en trinchera, están soportadas cada 3 m, cuentan con un claro mínimo de 10 cm al piso, y entre tuberías de 5 cm con excepción de las tuberías eléctricas que están separadas 10 cm cuando la tensión nominal sea igual o menor a 127 volts y separadas a 20 cm cuando la tensión sea mayor.

Las tuberías unidas con soldadura son cédula 40, como mínimo.

Las conexiones soldables son cédula 40, como mínimo. Cumplen ASME B16.42-1998, Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings - Classes 150 and 300.

Las bridas utilizadas son de fundición maleable clase 300, como mínimo; es decir, adecuadas para una presión de 2.4 MPa [24.47 kgf/cm²], a una temperatura de 338.15 K (65 °C). En algunos casos se utilizan bridas y accesorios bridados de acuerdo con lo establecido en la Norma ANSI-B16.5 edición 1988 o posteriores y a ASME B16.42-1998, Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings - Classes 150 and 300. Debido que la temperatura de operación es inferior a 473.15 K (200 °C), los pernos utilizados son Grado 5 UNF pavonados, de mayor resistencia que el A-307 Grado B y, en todos los casos, las tuercas son A-194 Grado 2H.

Del catálogo de GARNIE T “Fasteners 2013” en las páginas de “Materiales” y “Normas equivalentes y Requerimientos Mecánicos” se comprueba que la selección del perno hexagonal grado 5 UNF pavonado y la tuerca de acero SP 2H es adecuada.

Los empaques utilizados en las uniones bridadas son de material resistente a la acción del gas L.P., contruidos de material metálico. Se utilizan empaques que son resistentes al gas L.P., y que en el catálogo del fabricante se indican adecuados para trabajar continuamente a temperaturas de cuando menos, 773.15 K (500 °C).

Del catálogo de Garlock® “Garlock Metallic Gasket Catalog” en la página 16 se comprueba que la selección del empaque modelo GRAPHONIC Style 603 es adecuada.

Tuberías sobre el NPT o en trinchera.

Las tuberías están instaladas sobre soportes espaciados a 3 m, como máximo, de modo que se evita su flexión debido a su peso propio y quedan sujetas a dichos soportes, de manera que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral.

Existe un claro mínimo entre el paño inferior de la tubería y el NPT o fondo de la trinchera de 10 cm, asimismo, hay un claro mínimo de 5 cm, entre paños de tuberías, con excepción de las eléctricas.

Las tuberías que conducen gas L.P. quedan separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos o tuberías *conduit* donde la tensión nominal es menor o igual a 127 V, y separadas 20 cm, como mínimo, cuando la tensión nominal es mayor a 127 V.

Tubería en trinchera.

En las tuberías en trincheras, hay un claro mínimo de 5 cm entre el paño superior de la tubería y la parte baja de la cubierta de la trinchera.

No existen tuberías subterráneas.

Tuberías sobre NPT o en trinchera. Por tratarse de una planta ya en operación no se lleva a cabo inspección e interpretación de las soldaduras en las tuberías.

Tuberías subterráneas. Como se indica, no existen tuberías subterráneas en la planta de distribución.

Revisión de hermeticidad. No aplica, pues la planta de distribución ya está en operación.

Código de colores de tuberías

Las tuberías sobre el NPT están pintadas con los siguientes colores:

Tubería	Color
Agua contra incendio	Rojo
Aire o gas inerte	Azul
Gas L.P., en fase vapor	Amarillo
Gas L.P., en fase líquida	Blanco
Gas L.P., en fase líquida en retorno	Blanco con bandas de color verde
Tubos de desfogue	Blanco
Tubería eléctrica	Negro

Las bandas están pintadas con un ancho no menor a 10 cm y espaciadas no más de 1 m en toda la longitud de la tubería.

Prueba e inspección de soldaduras.

Al ya existir esta planta y encontrarse en operación no se hizo necesario realizar prueba e inspección de las soldaduras, ni prueba de hermeticidad.

- Accesorios del sistema de tuberías

Todos los accesorios del sistema de tuberías son resistentes al gas L.P.

Indicadores de flujo.

Se cuenta con indicador de flujo en la tubería de descarga de la toma de recepción.

Los indicadores de flujo son indicadores del tipo mirilla de cristal que permita la observación del paso del gas L.P. II.2.2.5.7.1.3 Son adecuados para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm²) con extremos roscados. II.2.2.5.7.2 Válvula de retorno automático.

En la tubería de descarga de cada bomba está instalada una válvula de retorno automática marca Blackmer modelo BV2. Es adecuada para una presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 kgf/cm²) con extremos roscados.

La tubería a la cual descarga la válvula permite regresar el gas L.P. líquido, a cualquier recipiente de almacenamiento por lo que se cuenta con suficientes válvulas para que, durante la operación, éstas permitan alinear las tuberías de modo que el retorno se haga únicamente al recipiente del que se extrajo. Se cuenta con un letrero donde se indica cómo realizar esta operación.

Del boletín de Blackmer® "BULLETIN 501-001 Positive Displacement Pumps and Oil-Free Gas Compressors For Liquified Gas Applications" en su sección "Bypass Valves" se comprueba que la selección del modelo de la válvula By-Pass es adecuada.

Conectores flexibles.

Excepto en los casos que se indiquen como obligatorios, el uso de estos accesorios es optativo.

- + Son metálicos para una presión de diseño mínima de 2.4 MPa [24.47 kgf/cm²]; sus extremos son bridados, por lo que las bridas son clase 300.
- + No se utilizan conectores flexibles a base de manguera para Gas L.P.
- + Su longitud no excede 1 m.

Manómetros

- + Están instalados precedidos de una válvula de aguja.
- + Son amortiguados por líquido.
- + Registran lecturas comprendidas entre 0 a 2.75 MPa [0 a 28 kgf/cm²]. Los manómetros están graduados en kgf/cm².

Filtros.

Los instalados en la tubería de succión de cada bomba son para una presión de trabajo mínima de 1.7 MPa [17.58 kgf/cm²], a temperatura ambiente. Están clasificados como 400 WOG.

Los instalados en otras tuberías son adecuados para una presión de trabajo mínima de 2.4 MPa [24.47 kgf/cm²], a temperatura ambiente. Están clasificados como 400 WOG. Su cuerpo es de fundición maleable. II.2.2.5.7.5.4 En las válvulas bridadas, éstas son clase 300. II.2.2.5.7.6 Válvulas de operación manual

Las válvulas de operación manual de globo son marca Pypesa y las de esfera son Worchester, sus elastómeros son para el manejo de Gas L.P. y sus cuerpos de fundición maleable. Están clasificadas como 400 WOG.

Son adecuadas para una presión de trabajo de, cuando menos, 2.4 MPa [24.47 kgf/cm²] y, cuando sus extremos son bridados, éstas son clase 300. Están clasificados como 400 WOG.

Del catálogo de Pypesa® “Productos y Piezas Especiales S.A. de C.V.” en sus páginas 2 “Globo Recta” y 3 “Recta Bridada” se comprueba que la selección del modelo de las válvulas de globo es adecuada.

Del catálogo de Válvulas Worchester de México® “Catálogo de Productos” en su página 28 “Serie A prueba de fuego 400/600” se comprueba que la selección del modelo de la válvula de esfera es adecuada.

Válvulas de relevo hidrostático.

En los tramos de tubería o tubería y manguera, en que pueda quedar atrapado gas L.P. líquido entre dos válvulas de operación manual o automática, exceptuando los tramos de manguera para llenado de recipientes transportables en las llenaderas, se tiene instalada, entre ellas, una válvula de relevo hidrostático.

La descarga de estas válvulas no se dirige hacia un recipiente de almacenamiento.

La presión nominal de apertura de estas válvulas es, como mínimo, de 2.35 MPa (24 kgf/cm²) y de 2.84 MPa (29 kgf/cm²), como máximo. La presión nominal de apertura está indicada en la válvula.

Son para el manejo de gas L.P., y sus cuerpos de bronce.

Válvulas de no retroceso y exceso de flujo. Sus elastómeros son resistentes a la acción del gas L.P., y sus cuerpos de acero.

Las válvulas de no retroceso y las de exceso de flujo que son elementos independientes se instalan precedidas, en el sentido del flujo, por una válvula de cierre de acción manual del tipo de globo.

El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo no es mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación. Son adecuadas para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm²), como mínimo.

Las válvulas de exceso de flujo que se utilizan son apropiadas para su uso en tubería; las instaladas en las tomas son elementos independientes y las instaladas en las bajadas de los tanques están integradas en válvulas internas equipadas con actuador de acción neumática con accionamiento remoto.

- Múltiple de llenado.

Se lleva a cabo llenado de recipientes transportables, por lo que se cuenta con un múltiple de llenado.

La tubería que forma el múltiple está soportada firmemente.

El múltiple de llenado cuenta con manómetro y con una válvula de operación manual a la entrada.

Llenaderas de recipientes transportables.

✚ Se lleva a cabo llenado de recipientes transportables, por lo que se cuenta con llenaderas.

✚ Cada llenadera cuenta con una válvula de globo de cierre manual que permite efectuar el cambio de la manguera y está provista con una válvula de cierre rápido y pistola de llenado.

✚ La pistola de llenado no llega al piso.

✚ Cada llenadera cuenta con un dispositivo automático de llenado que acciona una válvula de cierre al llegar al peso predeterminado.

- Básculas.

Se lleva a cabo llenado de recipientes transportables, por lo que se cuenta con básculas digitales.

Básculas para el llenado.

Las básculas utilizadas para el llenado de recipientes transportables tienen una resolución de 100 g o menor. Se utilizan básculas digitales.

Báscula de repeso.

Existen 2 básculas de repeso por haber 16 llenaderas. La báscula es de indicación automática y con resolución de 100 g o menor; se utilizan básculas digitales.

Todas las básculas de llenado y de repeso están conectadas a tierra.

No se utilizan medidores másicos.

Sistema de vaciado de gas L.P.

Se lleva a cabo llenado de recipientes transportables, por lo que se cuenta con un sistema que permite la extracción de gas L.P. de dichos recipientes, el cual consta de un recipiente tipo estacionario de capacidad apropiada ubicado junto al muelle de llenado contando con los aditamentos necesarios y un tubo de desfogue de 4,50 m de altura, usado para liberar la presión existente del recipiente. Consta además de un múltiple de dos salidas conectadas al recipiente antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido de los recipientes, ubicado todo esto en un extremo del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado de residuos, es de acero cédula 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm^2 como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple de vaciado de residuos al recipiente estacionario de 32 mm (1¼") de diámetro y el tubo de desfogue de 19 mm (¾") de diámetro. Los accesorios existentes son de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentran instalados. Las mangueras que se usan son especiales para gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero, resistente al calor y diseñada para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm^2 y de ruptura de 140 kg/cm^2 .

-Toma de recepción, suministro y carburación de auto consumo.

Requisitos generales.

-  El soporte de cada toma esta fijo y anclado al piso.
-  El soporte es el que se opone y resiste el esfuerzo previsible causado por el movimiento de un vehículo conectado a una manguera.

- ✚ Se cuenta con separador mecánico en cada toma.
- ✚ No hay puntos de fractura en las tomas.
- ✚ No hay colocado un punto de fractura en serie con un separador mecánico.
- ✚ La ubicación de las tomas es tal que, al descargar un vehículo, no se obstaculiza la circulación de otros.

En la toma de líquido de carburación de autoconsumo se utiliza medidor volumétrico con válvula diferencial de eliminación de vapores, por lo que se omite la válvula de cierre de emergencia, aunque se cuenta con válvula de exceso de flujo.

Se cuenta con una válvula de cierre manual que preceda la boca en donde se conecta la manguera. La conexión de la toma está proyectada para que la manguera esté libre de dobleces bruscos.

Mangueras y sus conexiones.

Las mangueras cuentan al menos con una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles, son marca Gates modelo 20B HB en los diámetros requeridos para cada operación.

Son de material resistente a la acción del gas L.P. y para una presión de trabajo de 2.4 MPa [24.47 kgf/cm²].

La manguera que permanentemente está conectada a cada toma cuenta en su extremo libre con una válvula de operación manual; La válvula de cierre rápido de la toma de carburación de autoconsumo cuenta con seguro.

Del catálogo de Gates® “Master Mangueras Industriales” en la página 15 se comprueba que la selección de las mangueras modelo 20B HB es adecuada.

Tomas de recepción.

Tomas de recepción para semirremolques y auto-tanques para transporte.

Cada boca de toma cuenta con:

La de líquido, con válvula de no retroceso, válvula de cierre manual e indicador de flujo colocado, a no más de 3 m de la boca de toma.

La de vapor, con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota con actuador de tipo neumático.

Las 2 tomas de recepción (para descarga de semirremolques y/o auto-tanques para transporte) están localizadas al lado Este de la zona de almacenamiento, en una isleta de 5,00 m de ancho, 15,00 m de largo y 0,60 m de altura.

Cada toma de recepción consta de un juego de tomas con dos bocas terminales de 51 mm (2") de diámetro para conducir Gas- líquido que se conectan a tuberías de 76 mm (3") de diámetro para llegar a los tanques en tubería de 76 mm (3"), además el juego está integrado por una boca terminal de 32 mm (1¼") de diámetro para conducir gas-vapor que se conectan a una tubería de 51 mm (2"), para llegar a los tanques en tubería de 51 mm (2"), pasando antes por el compresor, conectado en tubería de 32 mm (1¼") de diámetro.

No se cuenta con tomas de recepción para carro-tanques.

Tomas de suministro.

Tanto en la boca de líquido como en la de vapor, se cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o, como mínimo, con válvula interna equipada con actuador de tipo hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico.

Ya que existe válvula de no retroceso en la boca de vapor, no se tiene instalada válvula de cierre de emergencia de actuación remota.

En la boca de líquido no se utiliza medidor volumétrico con válvula diferencial de eliminación de vapores, por lo que se tienen instaladas válvulas de exceso de flujo y de cierre de emergencia.

Las 3 tomas de suministro (para carga de auto-tanques para suministro) están localizadas al lado Este de la zona de almacenamiento, dentro de una lengüeta que sobresale 9,20 m y tiene una longitud de 10,40 m.

Cada tomas de suministro consiste de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir Gas-líquido que se conectan a una tubería de 76 mm (3") para llegar al tanque pasando por la bomba, además el juego está integrado por una boca terminal de 32 mm (1¼") de diámetro para conducir gas-vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") para llegar a los tanques.

Tomas de carburación de autoconsumo.

La manguera que se utiliza:

-  Tiene un diámetro nominal máximo de 2.54 cm (1").
-  Tiene una longitud no mayor a 8 m.
-  Cuenta en su extremo libre con válvula de cierre rápido con seguro.

La boca de toma no cuenta con válvula de cierre de emergencia de actuación remota ni válvula de exceso de flujo por las razones que se explican en la memoria técnica constructiva de la planta.

Dado que la toma de carburación de autoconsumo cuenta con medidor volumétrico que tiene válvula de presión diferencial, se omiten la válvula de cierre de emergencia de actuación remota y la válvula de exceso de flujo.

Se cuenta con una toma para carburación para autoconsumo de los propios vehículos de la empresa, localizada en el lado Este de la zona de almacenamiento cumpliendo con las distancias que especifica la Norma. Cuenta con un medidor volumétrico para controlar el abastecimiento de gas L.P. a los tanques montados permanentemente en los vehículos de reparto propiedad de la misma empresa que usan este producto como carburante, en motores de combustión interna.

Área de colocación de sello de garantía.

El área de sellado se encuentra en el muelle de llenado. Para la colocación de este sello se requiere aplicación de calor, por lo tanto, hay un equipo calefactor que consiste de una caldera que genera vapor de agua. La colocación del sello de garantía requiere de la aplicación de calor, por lo que la calefacción se hace mediante vapor de agua.

La fuente de calor usada no es Clase I, División 1 por lo que está colocada fuera del muelle de llenado, zona de almacenamiento y de la zona de carga y descarga de recipientes transportables así como a, cuando menos, las distancias indicadas en los numerales I.2.1.25.1, I.2.1.25.2 y I.2.1.25.3 de la memoria técnica que se anexa al presente ERA.

El fluido calefactor no es el aire ambiente.

El equipo utilizado para aplicar el fluido calefactor lo aplica a presión positiva.

-Medidor volumétrico o másico

Esta planta cuenta con un medidor volumétrico para la toma de carburación el cual ya se describió.

- Mangueras.

Todas las mangueras usadas para conducir gas L.P., son especiales en este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistencia al calor y a la acción del gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 24.47 Kg/cm², estas mangueras cuentan con una capa de refuerzo metálico o de fibras textiles, en el extremo libre de las mangueras se tiene instalada una válvula de operación manual normalmente de globo.

Para mayor detalle de las instalaciones ver la memoria técnica que se incluye en el anexo documental.

V.1.3 MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN ELÉCTRICA.

Se trata de una empresa en operación, donde las instalaciones eléctricas ya han demostrado su operatividad, todas las instalaciones cubrieron los requerimientos técnicos para la correcta construcción de la instalación eléctrica de fuerza y alumbrado, que cubriera los requisitos de seguridad, minimización de pérdidas eléctricas, operatividad y versatilidad necesarias para un funcionamiento confiable y prolongado y que además cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 en vigor. *[Ver en Anexos, dictamen de la Unidad de Verificación en Materia de Instalaciones eléctricas, que certifica el cumplimiento].*

Para mayor detalle, ver en anexos la memoria técnica descriptiva que se incluye en el anexo documental.

V.1.4 PROYECTO EJECUTADO DEL 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.

MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA DE LA SECCIÓN CONTRA INCENDIO.

Sistema contra incendio a base de agua por aspersión.

Para mayor detalle, ver en anexos la memoria técnica descriptiva que se incluye en el anexo documental.

Justificación técnica de la potencia del motor de la bomba del sistema de enfriamiento en función de la distancia más crítica que se muestra acotada en el plano contra incendio correspondiente:

Toma siamesa.

Se tiene instalada en el exterior de la planta de distribución, en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, una toma siamesa de 4” para inyectar directamente a la red contra incendio o a la cisterna, el agua que proporcionen los bomberos. Del folleto Conaimex® “Toma Siamesa” se comprueba que la selección de la toma siamesa es adecuada.

-Sistema de seguridad por medio de extintores.

Como medida de seguridad y como prevención contra algún incendio, en el tablero eléctrico ubicado por el lado poniente de la planta, se cuenta con un extintor a base de CO₂, con una capacidad mínima de 4.5 kg.

Se cuenta con un extintor tipo carretilla de 50 kg, de polvo químico seco, ubicado en la zona de almacenamiento y los extintores portátiles indicados en la siguiente tabla con capacidad de 9 kg tipo ABC de PQS.

UBICACIÓN	CANTIDAD MÍNIMA	CANTIDAD REAL

		INSTALADA
Tomas de recepción	1 por cada toma	2
Tomas de carburación de autoconsumo	1 por cada toma	1
Tomas de suministro	1 por cada toma	4
Muelle de llenado para recipientes transportables	1 por cada 5 llenaderas	4
Fuente de calor del sistema de sellado	1	1
Zona de almacenamiento	1 por cada recipiente	3
Bombas y compresores para Gas L.P.	1 por cada equipo	6
Bombas para agua contra incendio	1 por cuarto de bombas	1
Generador de energía eléctrica	1	No aplica
Talleres	1 por taller	1
Almacenes	1 por almacén	2
Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	1 por cada 10 cajones o fracción	2
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta de distribución	1 por cada 15 cajones o fracción	No aplica
Sistema de vaciado de gas L.P.	1	1
Patín de recepción	1	No aplica
Caseta del patín de recepción	1 en cada entrada	No aplica
Caseta de vigilancia	1	1

-Colocación de extintores.

Los extintores están colocados a una altura máxima de 1.50 m, y mínima de 1.2 m, medida del piso a la parte más alta del extintor, están sujetos de tal forma que se pueden descolgar fácilmente para ser usados, se encuentran protegidos del sol y la lluvia, y están debidamente señalizados.

Equipo de protección personal para el combate de incendio.

Se cuenta con un gabinete que contiene el equipo de protección personal para dos personas.

Se tienen dos equipos, cada equipo consiste en: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de *Nomex*. Del folleto Ind. L.E.M.E.R. ® "Equipo de Protección Personal" se comprueba que la selección del Equipo de Protección Personal es adecuado.

El gabinete está ubicado en lugar señalizado.

Sistemas de seguridad.

Sistema de alarma.

La planta de distribución cuenta con un sistema de aviso de emergencia mediante alarma sonora que es activada manualmente para alertar al personal de la misma en caso de emergencia.

Sistema de paro de emergencia.

Los actuadores son accionables a control remoto y son del tipo neumático. No se usa gas L.P. como fluido para operar estos actuadores neumáticos.

No se utiliza válvula solenoide como válvula de emergencia.

En el sentido del flujo quedan colocadas las válvulas de cierre de operación manual, la de emergencia y la de exceso de flujo. La ubicación de los botones, en esta caso las válvulas, que accionan las válvulas de paro de emergencia están señalizadas.

Rótulos de seguridad.

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

ROTULO	PICTOGRAMA	CANTIDAD/LUGAR
ALARMA CONTRA INCENDIO		4 INTERRUPTORES DE ALARMA
PROHIBIDO ESTACIONARSE		5 A CADA LADO DE LAS PUERTAS DE ACCESO Y SALIDA DE EMERGENCIA POR AMBOS LADOS Y EN LA TOMA SIAMESA
PROHIBIDO FUMAR		8 ÁREAS DE ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO
USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD.		2 MUELLE DE LLENADO
USO OBLIGATORIO DE GUANTES.		6 MUELLE DE LLENADO PARA RECIPIENTES TRANSPORTABLES Y ZONAS DE TRASIEGO

HIDRANTE		3 JUNTO AL HIDRANTE
EXTINTOR		(36) 1 JUNTO A CADA EXTINTOR
PELIGRO, GAS INFLAMABLE		10 MUELLE DE LLENADO, TOMA DE RECEPCIÓN, TOMA DE SUMINISTRO, TOMA DE CARBURACIÓN, UNO POR CADA LADO DE LA ZONA DE ALMACENAMIENTO COMO MÍNIMO.
SE PROHÍBE EL PASO A VEHÍCULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS		12 ACCESOS A LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN, ZONAS DE ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO.
SE PROHÍBE ENCENDER FUEGO		10 ÁREAS DE ALMACENAMIENTO, TRASIEGO Y ESTACIONAMIENTOS PARA VEHÍCULOS DE LA EMPRESA
LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS	LETRERO	6 MUELLE DE LLENADO, CADA TOMA DE RECEPCIÓN A SEMIRREMOLQUES, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN.
CÓDIGO DE COLORES DE LAS TUBERÍAS	LETRERO	2 COMO MÍNIMO EN LA ENTRADA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Y ZONA DE ALMACENAMIENTO.
SALIDA DE EMERGENCIA		2; 1 A CADA LADO DE LAS PUERTAS
VELOCIDAD MÁXIMA 10 KPH		7 ÁREAS DE CIRCULACIÓN
PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHÍCULOS EN ESTA ZONA	LETRERO	12 ZONAS DE TRASIEGO, ALMACENAMIENTO Y CIRCULACIÓN.
RUTAS DE EVACUACIÓN		12 VARIOS (VERDE CON FLECHAS Y LETRAS BLANCAS).
PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO.	LETRERO	1 DE ACUERDO AL PROYECTO CONTRA INCENDIO.
VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA.	LETRERO	3 JUNTO A LA VÁLVULA.
GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO.	PICTOGRAMA	1 JUNTO AL GABINETE.

BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR.		4 JUNTO A LA VÁLVULA DE PARO DE EMERGENCIA.

Como mínimo, existe un letrero o pictograma visible en cada uno de los lugares señalados en la tabla del numeral IV.4.1, con excepción de la ruta de evacuación, conforme al numeral IV.4.3; de la memoria técnica constructiva del proyecto la cual se incluye en la sección de anexos del presente ERA.

La ruta de evacuación cuenta con 12 señalamientos, cantidad que supera el mínimo de diez señalamientos requeridos.

Equipo de seguridad, herramientas y ropa de los operarios

A la entrada de la planta se tiene instalado un anaquel con artefactos matachispas, los cuales son colocados a todos los vehículos que accedan, así como también se cuenta con botiquín de primeros auxilios localizado en la construcción destinada a las oficinas.

En las áreas clasificadas por la Norma como Clase I, División 1 y 2, se utilizan herramientas antichispas y equipo adecuado para el uso de ellas, a menos que en dichas áreas de trabajo se detecte que el ambiente no contiene vapores de gas en cantidad mayor que el 20 % del límite inferior combustible.

Los operarios utilizan ropa de algodón, calzado antiderrapante, usan lámpara de mano que no sea a base LED, el equipo de comunicación portátil es a prueba de explosión o intrínsecamente seguro, se usan peines de plástico que no sean capaces de generar electricidad estática.

Los medios de iluminación y lámparas de mano utilizados, son de acuerdo al área, quedando prohibida cualquier tipo de iluminación a base de fuego.

Otros equipos de sistemas auxiliares (alarmas, sistemas de comunicación, antichispa, etc.)

Para más detalle ver memoria técnica descriptiva en la sección de anexos.

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

V.2.1. Descripción de las actividades en la planta, debiendo anexar diagrama de bloques.

La operación de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, aunque si, cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

El gas L.P. sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a cilindros portátiles y pipas para el suministro a los usuarios, se realiza también el suministro en unidades de la misma empresa.

El proceso de operación de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., se lleva a cabo de la siguiente forma:

- Procedimientos de descarga de semirremolques:

- La planta recibe el gas L.P. mediante semirremolques cuya capacidad va de 45,000 a 60,000 litros al 100%, el cual requiere de un tiempo de 2.5 horas (150 minutos) para su total descarga. Los semirremolques contienen un volumen máximo al 90% de su capacidad, por lo que traen entre 40,000 a 50,000 litros, (es decir 10,700-13,000), galones en promedio. Donde el gasto de la descarga es de 40,500 litros/ 150 min., que equivale a 270 litros /min. (71.43 gal/min.).

- Procedimientos de descarga para la planta.

Para la operación de descarga se cuenta con procedimientos y con personal capacitado:

- ♣ Al inicio de turno el personal de descarga revisará el espacio disponible en cada tanque de almacenamiento y lo registrará.
- ♣ Al llegar a la planta, el semirremolque se dirigirá al área de recepción, donde será recibido por el personal de descarga. El descargador revisará el porcentaje en el rotogage para enterarse de la cantidad de gas L.P. contenido en el semirremolque; también se cerciorará de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo.
- ♣ Indica al operador del semirremolque donde deberá estacionarse y verificará que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.
- ♣ Toma la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión a la que viene.
- ♣ Coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo; también coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.

- ♣ Acoplar la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y color rojo.
- ♣ Posteriormente abrirá la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- ♣ Acoplará la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, abrirá la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- ♣ Seleccionará en qué tanque(s) de almacenamiento se descargará. Abrirá las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente.
- ♣ En la línea de cada tanque hasta la zona de toma de suministro de semirremolques se abren las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- ♣ Accionará el interruptor que pone a funcionar la compresora por medio de su motor eléctrico.
- ♣ Durante la operación de descarga, el descargador por ningún motivo se retira de la isla y periódicamente verifica el contenido restante en el semirremolque mediante el medidor rotatorio (rotogage) hasta que alcance el valor de cero.
- ♣ En cuanto el medidor rotatorio marque cero, el descargador apagará el motor de la compresora.
- ♣ Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras, así como del semirremolque y las retirará de la unidad.
- ♣ Se cerrará la válvula de vapor como en el apartado anterior y desacopla todas las líneas.
- ♣ Coloca los tapones respectivos en la toma de líquido y vapor del semirremolque, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- ♣ Informa al operador que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

PROCEDIMIENTO DE LLENADO DE CILINDROS PORTÁTILES:

Procedimiento para llenado de cilindros y carga en unidades:

- ♣ Se permite el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico, verificando, que, en su acceso, cuenten con el matachispas instalado, en caso contrario se le proporciona el matachispas. El operador del vehículo se estaciona en el andén, apaga el motor, radio, luces y otros accesorios, y descarga los cilindros vacíos.
- ♣ Posteriormente el personal de llenado selecciona los cilindros a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismos; aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de

corrosión se separan y son enviados al taller de mantenimiento, para su reparación. En caso de encontrarse en condiciones inadecuadas se envían como chatarra al fondo de reposición de cilindros.

- ♣ Los cilindros que se encuentran en buenas condiciones pasan al área de llenado, donde son colocados en su báscula respectiva, se les enrosca la llenadora y se abre la válvula. Cuando alcanzan el peso deseado, la válvula se cierra automáticamente. Se desacoplan y pasan al área de carga, donde el camión repartidor, que se encuentra vacío, estiba los cilindros llenos. Finalmente sale de la planta para realizar el reparto domiciliario.

Acciones específicas para el llenado de cilindros.

El llenado de cilindros portátiles se efectúa en el andén de llenado. Esta operación consiste en transferir el gas en estado líquido de uno de los tanques de almacenamiento a los tanques portátiles conectados en las llenadoras del andén utilizando bomba. El líquido se mueve a presión hacia las llenadoras y es inyectado a los cilindros por la válvula de servicio, mientras se encuentran sobre la báscula indicadora, que es la encargada de controlar automáticamente el que en estos cilindros se deposite la cantidad exacta de gas, en kilogramos. Existe una sección de tubería que sale también de la bomba y es la encargada de regresar el gas líquido que no alcanza a introducirse en los cilindros y que significa un exceso en la tubería de salida de la bomba.

Sobre el muelle de llenado se tienen instaladas treinta y dos básculas del tipo de plataforma con capacidad de 120 Kg cada una, las cuales son usadas para el control del peso en el llenado de recipientes portátiles, estas básculas están conectadas para su mejor protección al sistema general de "tierra". Cada salida para surtir recipientes transportables cuenta con un dispositivo automático de llenado que acciona una válvula de cierre al llegar al peso determinado.

Cada llenadora cuenta con los siguientes accesorios:

- ✓ Una válvula de globo de 13 mm. (1/2") de diámetro.
- ✓ Una manguera especial para gas L.P. de 13 mm. (1/2") de diámetro.
- ✓ Una válvula solenoide de paro automático de 13 mm. (1/2") de diámetro.
- ✓ Un conector especial neumático para llenado de 13 mm (1/2") de diámetro.

Repeso: Se cuenta también en el muelle de llenado con tres básculas electrónicas del tipo plataforma para el repeso de recipientes transportables, con capacidad de 120 kg y una resolución de 100 gr, estas se encuentran igualmente conectadas a "tierra".

Vaciado de gas de los recipientes portátiles. Esta planta cuenta con un sistema para el vaciado de gas L.P., de recipientes transportables, el cual consta de un recipiente tipo estacionario de capacidad apropiada, contando con los aditamentos necesarios y un tubo de desfogue de 4.50 m de altura, usado para liberar la presión existente del recipiente. Consta además de un múltiple de dos salidas conectadas al recipiente antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido de los recipientes, ubicado todo esto en un extremo del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado de residuos, es de acero al carbón céd. 80, para alta presión, con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm² como mínimo, teniéndose la tubería que va del múltiple de vaciado de residuos al recipiente estacionario de 32 mm [1¼"] de diámetro y el tubo de desfogue de 19 mm [3/4"] de diámetro. Los accesorios existentes son de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentran instalados. Las mangueras que se usan son especiales para gas L.P., construidas de hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 kg/cm² y ruptura a 140 kg/cm².

Distribución de cilindros para su venta mediante unidades repartidoras propias de la empresa.

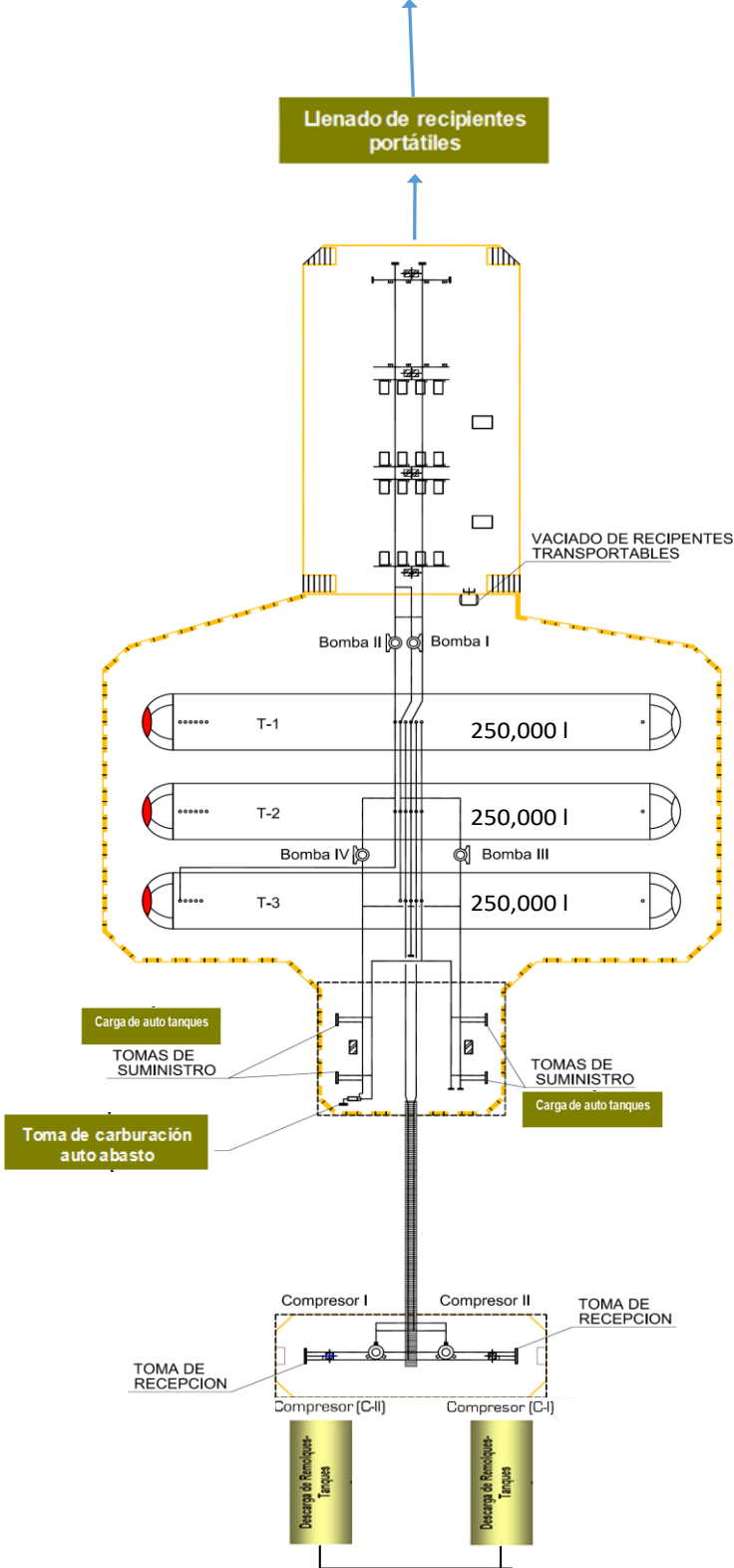
Como se podrá apreciar, se cuenta con los instrumentos y equipos de seguridad para controlar las emisiones fugitivas del gas, que se pudieran presentar durante las actividades propias de la operación de la planta, siendo estas mínimas.

Suministro de gas de la zona de los tanques de almacenamiento a toma de carburación.

- ♣ Los vehículos que utilizan gas como combustible se estacionan en la isla de llenado, el conductor apaga todo sistema de uso eléctrico, en su boca terminal presenta una toma de 25 mm. [1"] de diámetro, para conducir gas-líquido que se conecta a una tubería de 51 mm [2"] de diámetro y posteriormente a una tubería de 76 mm [3"] de diámetro; además para conducir gas-vapor será de 19 mm [3/4"] de diámetro, que se conectará a una tubería de 51 mm. [2"] de diámetro.
- ♣ Para concluir la operación, se le colocan cuñas y tierra estática y la manguera de carga al vehículo, se dota de combustible hasta el 85 %, se desconectan los accesorios instalados y se retira la unidad.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN.

Distribución y Comercialización del Gas L.P.



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 m³/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 planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., es el gas licuado de petróleo, definido como el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido; en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas.

En la planta 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 textil, resistentes al calor y a la acción del gas L.P., diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 Kg/cm² y una presión de ruptura de 140 Kg/cm². En el múltiple de llenado existe una válvula de seguridad de alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm [1/2"].

El gas que está "contenido" en una tubería se encuentra en fase líquida, debido a la presión que sobre él se ejerce, alrededor de 7.0 Kg/cm². Cuando el número de moléculas que se liberan del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y 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.

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., se necesita mezclarlo con cierta cantidad de aire; esta cantidad de aire que participará en la mezcla, comprende un rango en el que se puede llevar a cabo la combustión y que fuera de él, ésta no podrá realizarse. 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.

A continuación, se presentan las características técnicas más importantes del gas L.P.

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL GAS L.P.		
PARÁMETRO	PROPANO	BUTANO
FÓRMULA	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
PUNTO DE EBULLICIÓN FAHRENHEIT (CENTÍGRADO)	-44.0 [-42.2]	32 [0]
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL GAS (AIRE = 1.00 Kg/m ³) GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL LÍQUIDO (AGUA = 1000 Kg. / m ³)	1.53 0.508	2.00 0.584
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. TEMPERATURA DE IGNICIÓN EN EL AIRE °F	23.86 920-1020	31.02 900-1000
LÍMITES DE INFLAMABILIDAD	3,595	3,615
% DE GAS EN MEZCLA DE AIRE AL LÍMITE MÁS BAJO	2.2	1.85
% AL LÍMITE MÁS ALTO	9.5	8.4
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 poner un medio kilo en 37,850 litros (10,000 galones), 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.

Propiedades del Mercaptano.

Incoloro. No corrosivo.

Fuerte olor.

Mezcla libre con gas L.P.

No venenoso. No reacciona con metales comunes.

No daña diafragma de medidores. Peso por litro de 0.813 kg.

Odorización: Cantidad de 500 gramos por cada 37,850 litros.

En la planta no se produce material o producto ni se obtienen 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:



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS

GAS LICUADO DEL PETRÓLEO

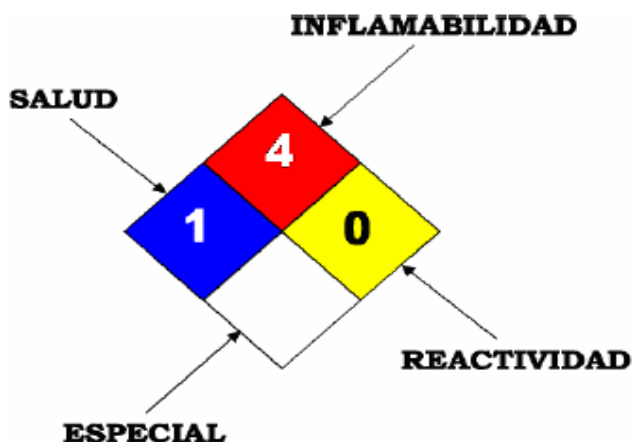
TELÉFONOS DE EMERGENCIA (LAS 24 HORAS):

PEMEX 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 Emergen- cia de Transporte para la Industria Química D.F. y Área Metrópoli- tana: 5559-1588 En la República Mexi- cana: 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 Exi 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 ₃ H ₈ + C ₄ H 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 LC₅₀ (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 explosivos, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar. Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grado que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire= 1).

EFFECTOS 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/m³; CL 1800 mg/m³/15 minutos (Exposición a esta concentración promedio durante una jornada de ocho horas).

ACGIH TLV: TWA 1000 ppm (Concentración promedio segura, debajo de la cual se cree que casi todos los trabajadores se pueden exponer día tras día sin efectos adversos).

OSHA: 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/m³

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 líquido vaporizante provocará quemaduras frías.

Inhalación: Debe advertirse que en altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia.

Ingestión: En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase líquida 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. Quítese 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 víctima 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.

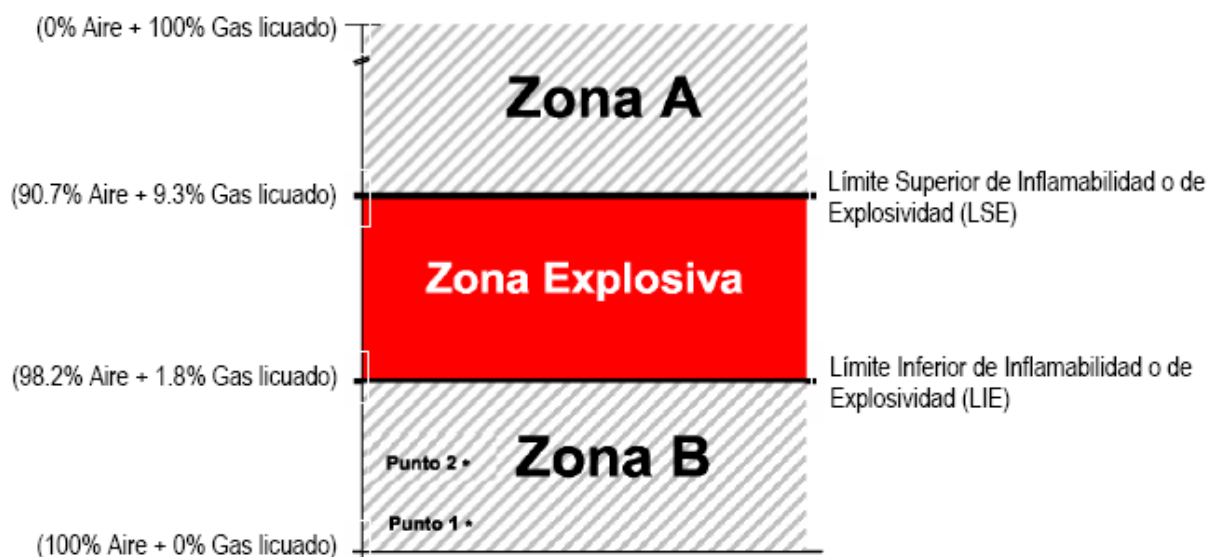
Ingestión: La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.

5. PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIO

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

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 contra incendio 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 desfuegos al quemador, mientras enfría con agua, tuberías y recipientes expuestos al calor (el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos, provoca presiones excesivas). No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo, lastimando al personal involucrado en las maniobras de ataque a la emergencia.

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 esparcida 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

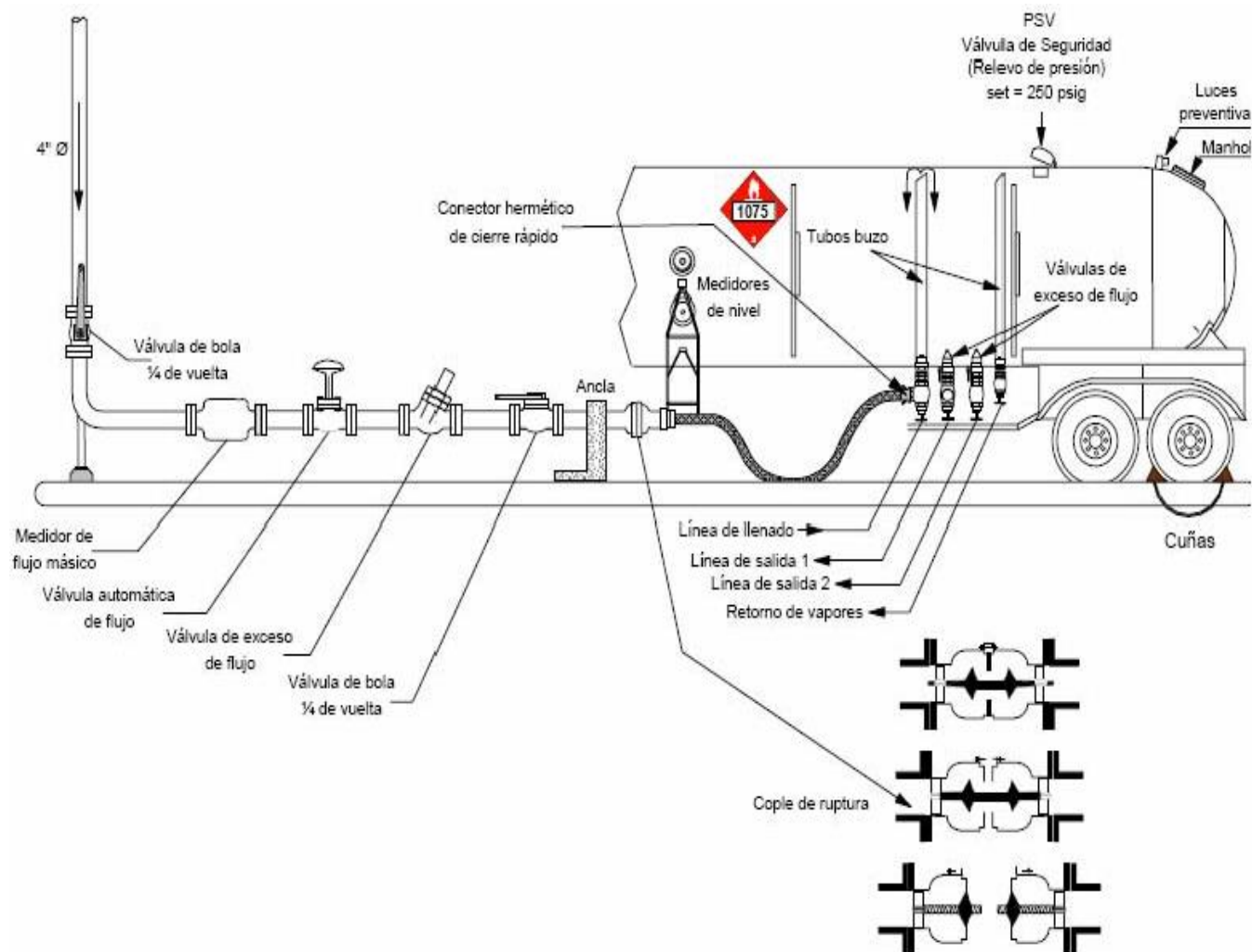
Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, dispositivos de seguridad, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte del gas licuado deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables. En el Anexo 1 se muestra el dibujo 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, reafirmandose 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 total, las instalaciones de la planta de Gas Express Nieto, S.A. de C.V., en el municipio de Corregidora, Querétaro, tendrá tres tanques, cuya capacidad es de 250,000 litros, base agua al 100%, cada uno; aunque solo se llenarán al 90% por regla de ingeniería y seguridad.

b) Características.

Las características de los tanques ya se han indicado en el apartado V.1.2.

c) Dispositivos de seguridad instalados en cada tanque de almacenamiento y accesorios para la planta.

Las características de los dispositivos de seguridad ya se han indicado en el apartado V.1.2.

V.5. EQUIPOS Y PROCESOS AUXILIARES.

Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexas plano a escala del arreglo general de la instalación o proyecto.

EQUIPO	NOMENCLATURA DEL EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDAD	ESPECIFICACIONES	VIDA ÚTIL (INDICADA POR EL FABRICANTE)	TIEMPO ESTIMADO DE USO	LOCALIZACIÓN DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA
Tanques de almacenamiento	T-1, T-2	Cabezas de forma semiesféricas 250,000 litros	P. de Trab. 14.00 Kg/cm ² , Eficiencia = 100 %	40 años	16 años	Área de almacenamiento
Tanque de almacenamiento	T-3	Cabezas de forma semiesféricas 250,000 litros	P. de Trab. 14.00 Kg/cm ² , Eficiencia = 100 %	50 años	10 años. (sin usarse 24 años)	Área de almacenamiento
Bombas I y II	B-I y II para llenado de cilindros transportables	BLACKMER, MODELO LGL-3E, Motor eléctrico 10 H.P. 640 R.P.M.	378 LPM. Presión Diferencial de Trabajo = 5 Kg/cm ² Tubería de succión = 76 mm. (3") Tubería de descarga = 76 mm. (3")	15 años	5 años	Área intermedia entre muelle de llenado y área de tanques de almacenamiento.
Bomba III	B-III carga de auto tanques	BLACKMER, MODELO LGL-3E, Motor eléctrico 10.0 H.P. 640 R.P.M.	378 LPM. Presión Diferencial de Trabajo = 5 Kg/cm ² Tubería de succión = 76 mm. (3") Tubería de descarga = 76 mm. (3")	15 años	5 años	Área de tanques de almacenamiento.
Bomba IV	B-IV para carga de autotanques/c arburación autoconsumo	BLACKMER, MODELO LGL-3E, Motor eléctrico 10 H.P. 640 R.P.M.	189 LPM. Presión Diferencial de Trabajo = 5 Kg/cm ² Tubería de succión = 76 mm. (3") Tubería de descarga = 51 mm. (2")	15 años	5 años	Área de tanques de almacenamiento.
Compresores I y II	COMPRESOR I y II Descarga de remolques-tanque	BLACKMER MODELO LB-361 Motor eléctrico 15 H.P., 740 R.P.M.	678 LPM., Relación de compresión= 1.5, Tubería de gasliq= 101 mm, 76 mm y 51 mm; Tubería de gasvap = 76 mm y 51 mm	15 años	5 años	Tomas de recepción

Notas:

- Se realiza el mantenimiento a las bombas y compresor, para su buen funcionamiento.
- Se recomienda la prueba de ultrasonido para los tanques de almacenamiento (cada 10 años).

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 planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. no se realiza proceso alguno, ya que la operación de la planta puede resumirse en almacenaje, trasiego y llenado de recipientes, dentro de la cual no existe reacción química; por lo tanto no existe transformación de masa o mezclas que generen pérdidas o generación de subproductos y residuos. Es común que este tipo de actividades sea lo más seguro posible en cuanto a la hermeticidad del sistema, de tal manera que por cada litro de gas recibido (densidad promedio de 0.54 g/cm^3), saldrá un litro de gas a distribución regional e incluso en la propia planta (cilindros con venta por fuera de los accesos), o para el suministro en toma de carburación.

V.6.2. Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

Tomando como base los datos presentados en el anuario estadístico del municipio de Corregidora, Querétaro; la temperatura promedio anual que se presenta es de $18.6 \text{ }^\circ\text{C}$, permitiendo con ello un manejo adecuado de los combustibles en este rango de temperatura.

La presión máxima permisible de trabajo (presión de diseño) en este tipo de recipientes, debe ser 14 Kg/cm^2 , la presión de vapor de gas L.P. debe ser como máximo 12.3 kgf/cm^2 , a una temperatura de $310.8 \text{ }^\circ\text{K}$ ($37.8 \text{ }^\circ\text{C}$). La presión interna en cada tanque de almacenamiento será muy por debajo de los límites de seguridad de fabricación.

V.6.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

En una planta de almacenamiento de gas L.P., 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 ($6\text{--}9 \text{ Kg/cm}^2$) 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).

El régimen de actividades para las instalaciones es intermitente ya que las operaciones no son continuas pues existen periodos en que no se realiza el trasiego del gas.

- RECEPCIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE TRANSPORTE DE GAS.

El gas proviene de las terminales terrestres de PEMEX, transportado por carretera, en vehículos especiales con capacidades entre 40,000 a 55,000 litros base agua.

- DESCARGA DE TRANSPORTES Y ALMACENAMIENTO DEL GAS.

En la recepción del gas se utiliza un compresor por cada una de las dos tomas existiendo un área contigua para estacionamiento del semirremolque y tracto camión con sus protecciones.

- TRASIEGO A CILINDROS PORTÁTILES, SUMINISTRO A AUTOTANQUES Y SUMINISTRO PARA CARBURACIÓN DE AUTO-ABASTO.

El trasiego/ suministro se hace a través de bombas.

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 se puede observar el plano isométrico de flujo.

Ver plano en la sección de anexos gráficos.

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.

Las instalaciones de gas L.P., ubicadas a la altura del km 0+900 del libramiento sur- poniente (parcelas 33 y 34), Municipio de Corregidora, Querétaro, cuyo propietario es la persona moral denominada Gas Express Nieto, S.A. de C.V., no ha presentado accidentes cuyas consecuencias hayan requerido de atención por parte de dependencias de apoyo en casos de emergencias, por lo cual no será posible establecer algún antecedente de riesgo o de probabilidad de eventos en ésta instalación; por ello se recurrirá al análisis histórico de accidentes para eventos ocurridos en otras plantas e incluso a nivel de emergencias ambientales, que es de donde pueden extraerse los eventos ocurridos en plantas de manejo de gas L.P.

El Análisis Histórico de Accidentes constituye una metodología de introducción en la identificación de riesgos durante el manejo de sustancias peligrosas; se trata de reportes de eventos que involucran en este caso, fuga, explosión e incendio de gas L.P., conocerlos proporciona un panorama general con antecedentes de causas, actuaciones de respuesta, consecuencias y conclusiones, que permiten mejorar los procedimientos de manejo, medidas de seguridad y disponibilidad de recursos, para administrar los peligros implícitos.

El Análisis Histórico de Accidentes constituye una metodología de introducción en la identificación de riesgos durante el manejo de sustancias peligrosas; se trata de reportes de eventos que involucran en este caso, fuga, explosión e incendio de gas L.P., conocerlos proporciona un panorama general con antecedentes de causas, actuaciones de respuesta, consecuencias y conclusiones, que permiten mejorar los procedimientos de manejo, medidas de seguridad y disponibilidad de recursos, para administrar los peligros implícitos. La ventaja de esta técnica radica en que se refiere a accidentes ya ocurridos y, por tanto, los peligros identificados son reales. Por otro lado, la principal limitación del análisis es que solo hace referencia a accidentes que han tenido lugar y de los cuales se posee información insuficiente, así como el hecho de que muchos accidentes e incidentes se registran de forma restringida o no se registran.

Además, el número de casos a registrar es finito y no cubre todas las posibilidades importantes. Otras veces, sin embargo, es posible identificar un cierto número de situaciones, operaciones o errores, que han propiciado el inicio de un accidente en un determinado tipo de instalación.

A pesar de lo anterior, el Análisis Histórico de Accidentes es una técnica útil, que permite la identificación de riesgos concretos. Al menos puede indicar que dirección seguir en una empresa que tiene instalaciones análogas a otra empresa o que maneja la misma sustancia y que, desafortunadamente han experimentado un indicio o accidente real. Esto sería suficiente para iniciar un estudio que indique si es o no verosímil que el accidente tenga lugar en la empresa en cuestión. Además, es un medio muy valioso para una verificación de los modelos con que se dispone en la actualidad, en cuanto a la predicción de las consecuencias de accidentes.

En este sentido cualquier proceso operativo o actividad relacionado con la industria química, presenta cierto grado de riesgo, tal es el caso del manejo del gas L.P.

A nivel nacional, los accidentes graves cuyas consecuencias han generado gran cantidad de muertos y daños materiales, han sido esporádicos, en realidad son pocos los eventos de riesgo acaecidos en plantas de almacenamiento de gas L.P., a continuación, se detallan algunos de los accidentes más graves:

Lugar: Terminal Satélite Norte de Pemex, San Juan Ixhuatepec, Estado de México, México.

Fecha (hora): 19/Noviembre/84 (5:30 hrs)

Evento: Fuga y explosiones (BLEVE) de más de 15 mil metros cúbicos de gas L.P. Se presentaron un total 12 explosiones mayores, las cuales generaron un gran número de explosiones menores, mismas que afectaron un radio de más de 800 metros alrededor de la terminal de Pemex.

Causas: Fuga de gas L.P. en una tubería de alimentación de 8", a una de las esferas de almacenamiento. El gas fugado al alcanzar la flama de un mechero de piso se prende, generándose el fenómeno de "flash back", el cual alcanza las tuberías de alimentación, dando inicio al calentamiento de las esferas y la posterior explosión de una de ellas, desencadenando con esto una serie explosiones posteriores.

Control del Evento: Para el control del siniestro se requirió la ayuda de más de 7 mil personas, incluidos más de 200 bomberos, tanto de PEMEX, como del D.F. y de diferentes municipios del Estado de México, socorristas, policías, voluntarios y ejército, quienes una vez ocurridas las explosiones, se limitaron al enfriamiento, mediante la aplicación de chorros de agua, de las esferas de almacenamiento y al rescate y evacuación de la población. El evento fue controlado después de 18 horas de haberse iniciado.

Daños: 650 defunciones, 2,500 lesionados, más de 25 mil damnificados, 60 mil evacuados y daños materiales estimados en más de 2 mil millones de pesos.

Octubre de 1999: "Gas Hilda" en Cadereyta, Estado de Nuevo León, se degolló la tubería en la entrada a la válvula de exceso de flujo, exactamente en la parte inferior del tanque, el cual encontró una fuente de

ignición, provocando un flamazo, el cual se dirigió a la semiesfera del tanque. El incendio se generó por una fuga en tubería, que hizo que una llama estuviera pegando en la parte inferior de 2 tanques de 42,000 litros, y afectando a un tercer tanque adjunto de 240,000 litros.

12/Febrero/03: La Marquesa, kilómetro 45 de la carretera México-Toluca; volcadura y explosión de una pipa que transportaba gas L.P., debido a una falla mecánica -6 defunciones, 9 lesionados y daños materiales-.

2006-2007: Estado de Chihuahua; accidentes relacionados con contenedores de gas L.P. - 6 defunciones, 12 lesionados, 160 intoxicados y daños materiales. **Fuente:** Programa de Prevención para Emergencias Químicas CENAPRED/2008.

Otros eventos que involucran al gas L.P. se han publicado incluso en diarios nacionales; entre estos podemos mencionar algunos en base a su gravedad:

- ✚ 14/06/95. Fuga de gas L.P. de un tanque salchicha, JALISCO. [SETIQ].
- ✚ 06/05/94. Fuga de una planta de gas L.P. de PEMEX, al purgar sus tuberías. México. El Universal.
- ✚ 24/01/95. Fuga de gas de uno de los tanques de almacenamiento de la empresa “Gasomático”, localizada en San Juan Ixhuatepec. México. Reforma- Excélsior.
- ✚ 23/01/90. Explosión de gas butano en un depósito de la fábrica “Anderson Clayton”, en industrial Vallejo, D.F.
- ✚ 20/11/90. Fuga y explosión de combustible de una pipa de la compañía “UNIGAS”, por falla en la conexión de la manguera al surtir el producto. D.F. [Uno + Uno].
- ✚ 12/09/90. Fuga de gas propano en la planta “Vela-Gas” en Orizaba, por sobrecarga en un tanque con 115,000 litros de combustible. Veracruz. Excélsior.

De acuerdo con los reportes de accidentes históricos, 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, fallo de equipos, y accidentes durante el transporte de la sustancia, en consecuencia, será oportuno revisar algunos aspectos importantes que son:

1. Supervisar la aplicación de los procedimientos y equipos de seguridad en la planta y en su caso actualizar los procedimientos y realizar un programa de pruebas a instrumental de seguridad.

2. Proporcionar a los integrantes del comité interno de atención de emergencias, la capacitación y adiestramiento actualizado, tendiente a la prevención y atención de emergencias.
3. Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes, para contar con el documento que contemple todas las actividades a realizar, tendientes a reducir o minimizar algún evento riesgoso, reduciendo o previendo las probables consecuencias hacia las instalaciones, el personal, el ambiente y sectores de población asentados en torno a la planta.

Según los datos anteriores, la probabilidad de que ocurra un evento catastrófico o con alto nivel de riesgo en una planta de almacenamiento y distribución de gas L.P. es bastante remota, de acuerdo al análisis de los eventos ocurridos ha existido un evento catastrófico cada 10 años.

ESTADÍSTICAS DE EMERGENCIAS AMBIENTALES QUE INVOLUCRAN MANEJO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y COMBUSTIBLES CON ANÁLISIS PARA EL GAS L.P. A NIVEL NACIONAL Y POR ESTADOS. (Eventos ocurridos durante los años 2000 al 2014.)

Emergencias reportadas a PROFEPA, para el estado de Querétaro.

Año	Número de eventos	Año	Número de eventos
2000	9	2008	7
2001	3	2009	11
2002	5	2010	10
2003	6	2011	11
2004	6	2012	13
2005	1	2013	10
2006	6	2014	27
2007	9		
TOTAL (15 AÑOS)			134

Así tenemos que son 134 eventos en 15 años nos arroja un resultado promedio de 9 eventos por año (para el estado de Querétaro), es el total de emergencias en plantas industriales o de servicios con manejo de sustancias peligrosas; debido a que no se cuenta con datos del número de industrias para el Estado, se recurrirá al porcentaje de emergencias relacionadas con el manejo de gas LP., que es del 4.11% (tabla 5), lo que significa que de cada 100 emergencias solo 4 ocurren por manejo de gas L.P., entonces por cada 9 emergencias la probabilidad es de 0.37 eventos por año; repartidos en el total de instalaciones donde se han reportado emergencias en el Estado separando las emergencias ocurridas por manejo de gas L.P. (tabla 4); se trata pues de datos estadísticos “promedio” por emergencias reportadas específicamente para el tipo de sustancia involucrada.

Estos datos pueden corroborarse en las siguientes tablas:

Tabla 3. Emergencias químicas reportadas a la PROFEPA de 2000 a 2014.

Estado	Año															Total		Acumulado (%)
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Eventos	%	
Veracruz	143	83	73	94	118	85	63	65	44	46	45	57	90	76	123	1205	15.88	15.88
Tabasco	98	93	92	60	65	63	46	59	26	29	9	12	20	24	95	791	10.42	26.30
Tamaulipas	10	33	30	41	44	32	44	44	58	36	23	22	34	42	63	556	7.33	33.62
Guanajuato	31	34	6	14	6	9	11	16	24	26	25	14	33	53	237	539	7.10	40.72
Campeche	39	41	41	48	116	38	5	10	2	4	2	6	6	5	12	375	4.94	45.67
México	25	19	19	21	8	23	15	11	14	12	21	17	35	51	59	350	4.61	50.28
Oaxaca	18	19	17	19	18	23	29	22	24	19	16	21	30	21	29	325	4.28	54.56
Puebla	12	16	20	30	11	19	8	7	7	22	20	28	25	23	62	310	4.08	58.64
Nuevo Leon	18	21	25	4	7	5	16	9	14	20	25	24	30	28	35	281	3.70	62.35
Sonora	13	15	4	6	13	15	10	18	12	4	9	20	55	29	37	260	3.43	65.77
Chiapas	21	21	32	20	13	21	13	18	14	12	8	4	13	3	9	222	2.92	68.70
Jalisco	19	8	5	8	2	13	11	11	7	11	18	13	30	24	38	218	2.87	71.57
Hidalgo	22	20	13	8	8	11	8	7	9	9	8	16	17	22	32	210	2.77	74.33
Distrito Federal	14	3	4	7	16	19	11	9	6	12	9	13	15	34	34	206	2.71	77.05
Chihuahua	4	8	3	0	1	6	13	13	12	8	10	20	24	29	35	186	2.45	79.50
Coahuila	25	19	12	9	7	6	7	5	6	14	8	18	15	10	10	171	2.25	81.75
Baja California	7	10	10	2	2	4	5	11	2	6	7	20	23	23	17	149	1.96	83.72
Michoacán	11	14	13	11	7	3	7	6	6	6	12	9	15	10	13	143	1.88	85.60
San Luis Potosí	11	16	17	13	2	17	2	8	7	7	5	9	8	8	9	139	1.83	87.43
Queretaro	9	3	5	6	6	1	6	9	7	11	10	11	13	10	27	134	1.77	89.20
Sinaloa	6	5	9	3	2	2	2	5	4	3	4	13	16	21	34	129	1.70	90.90
Zacatecas	2	4	3	3	1	8	4	10	5	9	15	11	15	13	22	125	1.65	92.54
Yucatán	3	5	2	7	7	2	4	5	6	7	4	8	13	8	8	89	1.17	93.72
Durango	5	10	4	3	5	9	1	9	4	0	3	4	8	5	8	78	1.03	94.74
Morelos	8	1	1	2	5	1	4	4	5	7	4	5	4	8	6	65	0.86	95.60
Tlaxcala	6	7	1	0	1	6	4	4	1	2	1	8	7	6	10	64	0.84	96.44
Guerrero	2	3	0	5	4	2	2	1	6	7	3	8	3	5	6	57	0.75	97.19
Baja California Sur	0	5	0	3	0	0	0	1	6	4	7	8	6	6	4	50	0.66	97.85
Aguaascalientes	4	5	3	1	1	1	1	0	3	8	3	2	2	2	7	43	0.57	98.42
Colima	2	0	2	2	4	4	4	2	4	5	1	0	3	2	8	43	0.57	98.99
Nayarit	5	3	1	4	0	4	3	3	2	0	0	3	5	3	5	41	0.54	99.53
Quintana Roo	3	0	3	0	2	3	3	3	3	2	4	2	5	2	1	36	0.47	100.00
Total	596	544	470	454	502	455	362	405	350	368	339	426	618	606	1095	7590	100.00	
Eventos / Día	1.63	1.49	1.29	1.24	1.38	1.25	0.99	1.11	0.96	1.01	0.93	1.17	1.69	1.66	3.00	1.39		

Tipos de emergencias



Subprocuraduría de Inspección Industrial
Dirección General de Inspección de Fuentes de Contaminación
Dirección de Emergencias Ambientales

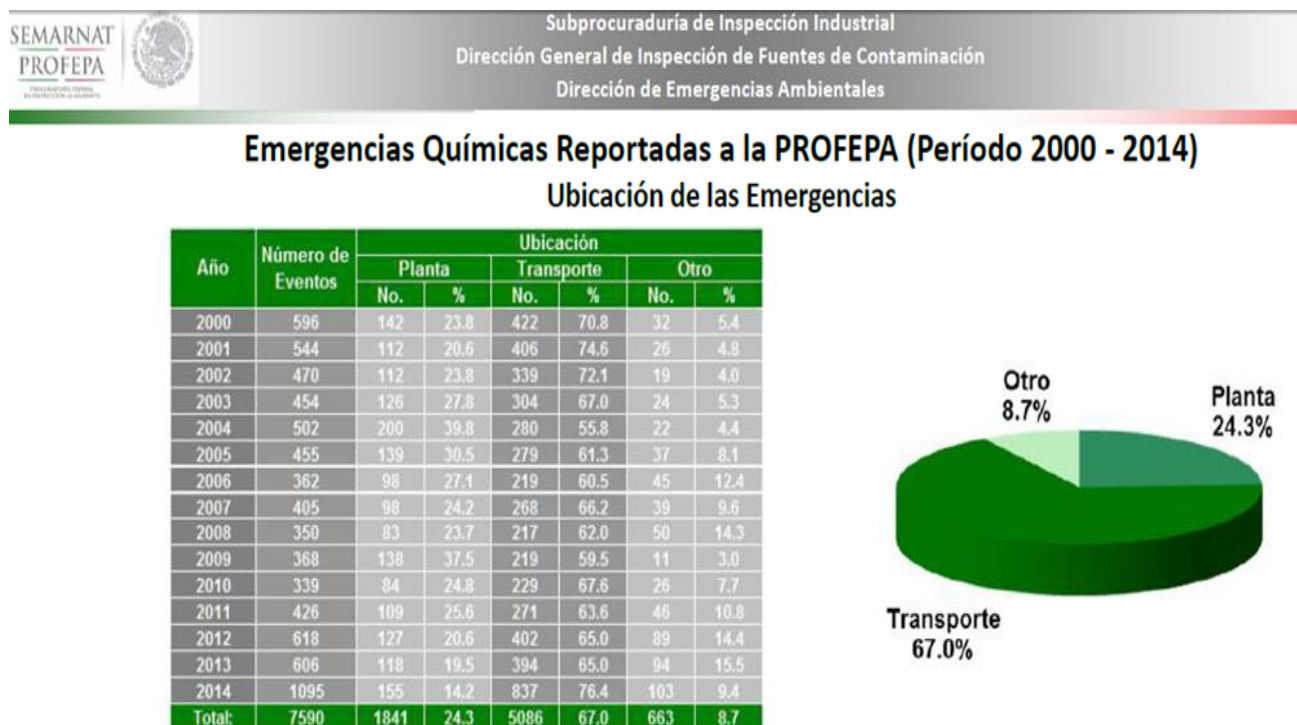
Emergencias Químicas Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 - 2014)

Tipo de las Emergencias

Año	Número de Eventos	Tipo									
		Fuga		Derrame		Explosión		Incendio		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	46	7.7	483	81.0	26	4.6	35	5.9	6	1.0
2001	544	60	9.2	455	83.6	14	2.5	21	3.9	4	0.7
2002	470	22	4.7	403	85.7	15	2.6	27	5.7	3	0.6
2003	454	22	4.8	385	84.8	18	3.2	21	4.6	8	1.8
2004	502	29	5.8	445	88.6	10	1.8	18	3.6	0	0.0
2005	455	51	11.2	338	74.3	28	4.9	38	8.4	0	0.0
2006	362	51	14.1	261	69.3	31	5.6	29	8.0	0	0.0
2007	405	54	13.3	292	72.1	25	4.4	34	8.4	0	0.0
2008	350	54	16.4	249	71.1	16	2.8	30	8.6	1	0.3
2009	368	67	18.2	245	66.6	22	3.9	34	9.2	0	0.0
2010	339	44	13.0	228	67.3	33	5.8	34	10.0	0	0.0
2011	426	65	16.3	273	64.1	50	8.8	36	8.5	2	0.5
2012	618	87	14.1	408	66.0	66	11.6	51	8.3	6	1.0
2013	606	102	16.8	384	63.4	70	12.3	44	7.3	6	1.0
2014	1095	139	12.7	819	74.8	51	9.0	83	7.6	3	0.3
Total:	7590	883	11.6	5658	74.5	475	6.3	535	7.0	39	0.5

Ahora bien; segregaremos en nuestro análisis estadístico los eventos que acontecen en plantas industriales o de servicios (eventos de naturaleza distinta a los que ocurren durante el transporte y/u otras actividades).

Tabla 4. Emergencias químicas ocurridas en México y reportadas al COATEA (año 2014).



Esto es que ocurrieron 7590 emergencias químicas ambientales para los 15 años, lo que nos da 506 eventos por año, de los cuales 1841 se relacionan con emergencias en plantas sin que se indique el tipo de planta, lo que nos da 122 eventos por año en plantas pero para todo el país; ahora en un análisis de sustancias involucradas en las emergencias químicas tenemos que un 4.11 % se relaciona con gas L.P.; así, el promedio de emergencias que ocurren en plantas es de 5.01% por año para todo el país. Sin embargo el Estado de Querétaro aparece con un porcentaje del 1.77% de emergencias reportadas respecto al total del país (tabla 3), entonces; si el promedio de emergencias por plantas para el caso de la sustancia combustible gas L.P.; para todo el país es 5.01%; para el estado de Querétaro será el 0.088%.

Fuentes: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/215/1/ea_00_14_pag_internet_09042015.pdf
http://www.cenapred.gob.mx:8080/SeminarioInternacional2014/documentos/mesa3_emergencias.pdf

Los datos estadísticos de sustancias involucradas en las emergencias químicas reportadas a PROFEPA para el periodo 2000-2013 se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Emergencias ambientales reportadas a PROFEPA (periodo 2000-2013).

Sustancias Involucradas en las Emergencias Químicas Reportadas a la PROFEPA (2000 – 2013)



Ahora bien, tomaremos un promedio de 20 eventos que pueden ocurrir por año para el país, ya que si bien para el estado de Querétaro son 9 eventos por año en el periodo del 2000 al 2014, se considera que no todas las emergencias son reportadas y al año 2018 las emergencias se han incrementado debido a mayor actividad de manejo de gas en instalaciones, de igual manera se estima un número de 1700 plantas de almacenamiento (las estadísticas sobre las emergencias químicas no especifican el tipo de planta donde ocurren las fugas), sin embargo se estima existen en todo el país (PROFECO, acciones de inspección y vigilancia en plantas de almacenamiento de gas L.P. durante el 2010, segundo comunicado del 2011), pero actualizado al 2018 se estima que son más de 1730 plantas en operación lo cual nos da una probabilidad de 0.0111 [actualizado a 20/1730], por lo tanto el valor de

probabilidad en cada caso es de 1.11×10^{-2} emergencias que pueden ocurrir durante un año de actividades en una planta de almacenamiento y estación de gas L.P.

RESULTADOS.

Los datos históricos nos indican que hay 0.0111 probabilidades por año, de ocurrencia de algún evento que implique fuga del gas en una planta de almacenamiento [posteriormente puede ocurrir una explosión o incendio donde la probabilidad que asignaremos es de 1×10^{-3} , tomando como base el nivel de probabilidad de ocurrencia en varias ocasiones a lo largo de la vida de las instalaciones, establecido en la técnica de análisis del método de Modos de Falla y Efecto (FMEA), publicado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos, en su publicación del 26 de septiembre de 2004).

El resultado de probabilidad de un incendio y/o explosión será entonces la multiplicación de probabilidad de fuga por planta, con la probabilidad de que se dé un incendio y/o explosión cuyo valor es de 1.111×10^{-5}

Estos valores sirven como base para compararle en base a la probabilidad de ocurrencia de fugas basada en datos históricos, con los resultados obtenidos al aplicar el método FMEA para la misma probabilidad, de acuerdo a los riesgos identificados a través del método HAZOP y jerarquizados a través del FMEA.

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 de la empresa, analizando las unidades de proceso que involucren 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 área de influencia regional y en la productividad.

Al establecer los riesgos inherentes a una actividad, la siguiente fase del estudio persigue como objetivo responder a su vez a tres interrogantes, que al resolverlas nos dan un panorama más amplio de los riesgos implicados en una actividad, estos cuestionamientos son:

¿Que podría salir mal?

¿Cuál es la probabilidad de que algo salga mal?

¿Cuáles son las consecuencias si algo sale mal?

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.

Aunque una buena identificación de peligros se encauza principalmente hacia los accidentes que involucren productos químicos, también deberían de contemplar todos aquellos otros accidentes que puedan causar daño.

Las instalaciones cuya actividad de servicios es el manejo 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 las probabilidades de riesgos por errores de diseño serán mínimas.

SELECCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS.

Existe una amplia gama de métodos para la identificación de riesgos. Los principales son los siguientes:

A) MÉTODOS CUALITATIVOS.

Se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos. Suelen estar basados en técnicas de análisis crítico en las que intervienen distintos expertos de la planta. Su eficacia depende de la calidad de la información disponible y de su exhaustividad.

Destacan los siguientes:

Análisis histórico. Consiste en un estudio lo más amplio posible sobre accidentes ocurridos en el pasado en instalaciones y/o con productos similares a los estudiados.

HAZOP (o AFO, Análisis Funcional de Operabilidad). Técnica inductiva de análisis crítico, realizada por un equipo pluridisciplinar, para identificar desviaciones de proceso que pueden conducir a accidentes.

Análisis del modo, efecto y criticidad de los fallos (FMEAC). Método inductivo de reflexión sobre las causas/consecuencias de fallos de componentes en un sistema.

Análisis preliminar de riesgos. Método inductivo en el que se analiza de forma sistemática las causas, efectos principales y medidas preventivas/correctivas asociadas.

Checklist. Constituyen listas exhaustivas de posibles iniciadores/accidentes a contemplar en la identificación de riesgos.

What if... Método inductivo en el cual se analiza sistemáticamente las consecuencias de determinados sucesos.

Pueden considerarse también en su raíz como métodos cualitativos, los métodos de Árboles de Fallos y Árboles de Sucesos, siempre que no se les aplique el Cálculo de Frecuencias.

B) MÉTODOS SEMICUALITATIVOS.

Estos métodos se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas de una instalación, en base a una serie de índices que miden su potencial para ocasionar un daño, en función de una serie de magnitudes y criterios (cantidad de producto, características de peligrosidad etc.). Entre estos destacan:

- ➔ Índice Mond de fuego, explosión y toxicidad
- ➔ Índice Dow de fuego, explosión y toxicidad

C) OTROS MÉTODOS DE APOYO.

Básicamente se incluyen aquí las auditorías de seguridad que suelen responder a otros objetivos (relativos a la organización de seguridad, el cumplimiento de una legislación, etc.), pero que pueden constituir una base para la identificación de riesgos.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

En relación a nuestro estudio, emplearemos tres de los métodos principales y básicos de identificación de sucesos no deseados siendo estos: el HAZOP y el ÍNDICE DOW. (Utilizamos ya, el Método de análisis histórico para introducirnos al tema).

Estos métodos serán fundamentales en cualquier identificación de peligros. La correcta aplicación de ellos conduce a una identificación adecuada y rigurosa.

El primer paso para una identificación correcta del peligro potencial de una instalación de este tipo, independientemente de los métodos aplicados, es la identificación y caracterización y revisión de los volúmenes manejados de combustible.

Las metodologías seleccionadas para la identificación de riesgos permiten revisar y analizar un proceso o actividad, desde su origen, hasta su etapa final, permitiendo profundizar en las múltiples situaciones que se pueden derivar en cada una de ellas, para posteriormente establecer las medidas de seguridad necesarias en cada operación y/o actividad, así como emitir las recomendaciones para mejorar la operación y reducir la posibilidad de que se presente algún evento de riesgo.

Para el estudio de riesgo en proceso (HAZOP), éste permite emplear el pensamiento creativo en la identificación de problemas operacionales y de peligros potenciales; su desarrollo permite estudiar los peligros potenciales de un proceso o instalaciones, las desviaciones del valor de diseño o parámetros claves son estudiados usando palabras guía, para predecir el comportamiento y efectos de las variables de control: presión, temperatura, concentración, flujo, etc.

Mientras que la aplicación del índice DOW, será eficaz para evaluar el grado de riesgo de las instalaciones y las operaciones de un proceso o servicio, consistiendo básicamente en la aplicación identificación de los riesgos de la actividad, con la posibilidad de seleccionar el almacenamiento del gas como una unidad de proceso.

El método se complementa, ya que se incluyen todas las medidas disponibles para reducir los riesgos, obteniendo así el índice de riesgo para la unidad evaluada y poder estimar las consecuencias y soluciones de las desviaciones observadas, es decir, se trata de aplicar una predicción de los riesgos presentes en la actividad.

Otra de las consideraciones evaluadas para seleccionar los métodos mencionados, complementados con aquellos métodos cuantitativos que permiten el cálculo y evaluación de consecuencias [aplicación del programa ALOHA y memoria de cálculos por BLEVES], es la probabilidad de que un evento dentro de las instalaciones por cualquier causa, se extienda fuera de la planta y ocasione efectos indeseables en instalaciones del exterior, para lo cual se propondrán oportunamente las medidas necesarias que permitan minimizar esta posibilidad.

En este tipo de instalaciones con manejo de gas L.P., los principales eventos tienen como causa:

- a) Programa de mantenimiento deficiente.
- b) Sobrellenado en auto-tanque.
- c) Falla en funcionamiento de un compresor.
- d) No seguir los procedimientos de abastecimiento en auto-tanques (faltan calzas, no aterrizados, etc.).
- e) Mal funcionamiento en instrumental de seguridad (válvulas).
- f) Sobrepresión en el sistema de tubería.
- g) Maniobras erróneas en operadores de remolques.
- h) Falla en dispositivos de control de flujo o presión de sistema de tubería.

El enfocar la atención hacia estos puntos, permitirá conocer las medidas de seguridad complementarias, para atenuar los riesgos derivados de la actividad altamente riesgosa, además de contar con el antecedente que permita diseñar posteriormente, un Plan Integral de Prevención de Accidentes.

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.

Bajo el mismo contexto, deberá indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación de riesgos; así mismo, anexar el o los procedimientos y la(s) memorias(s) descriptiva(s) de la(s) metodología(s) empleada(s).

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 distintas áreas de la planta, tales como: área de toma de recepción, área de tanques de almacenamiento, área de suministro a auto-tanques, andén de llenado de cilindros portátiles, estación de carburación de auto-abasto, estacionamiento y áreas generales de la planta, 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 planta se maneja gas L.P., el cual se encuentra listado y se rebasa la cantidad de reporte (50,000 kg); por lo que es considerada como una actividad altamente 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	114.75 toneladas por cada uno de los 3 tanques de almacenamiento (344.25)	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 la recepción, almacenamiento y suministro.

Tal como se ha expuesto; la sustancia motivo de la actividad, es el gas L.P., sin embargo dentro de la planta se tiene un recipiente con diésel con capacidad de 12,119 litros sin que rebase la cantidad de reporte del Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

No existen otras sustancias de alto riesgo durante las actividades en la planta.

El uso de los diferentes métodos aplicados se realizó bajo el siguiente esquema:

1. Primero se realizan las consideraciones que se tomaron para la evaluación de riesgo, dentro de la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P.
2. Se presenta una identificación y jerarquización de riesgos, con los posibles orígenes de accidentes potenciales en cualquier actividad relacionada con el manejo de gas L.P.
3. Se identifican los sucesos iniciadores no deseados, que pueden llevar a la materialización de un peligro; (incluye un análisis de sucesos iniciadores, medidas de seguridad recomendadas y posibles consecuencias del accidente).
4. Identificación de peligros y evaluación de riesgos en unidades de proceso, a través de los métodos semicuantitativo HAZOP, (Análisis funcional de operatividad); e Índice DOW) para las actividades que se han enlistado, relacionadas con el manejo de gas L.P. en la planta.
5. Jerarquización de los riesgos, mediante el uso de la matriz de utilizando el método FMEA.
6. Posteriormente se presentan los eventos que pudieran suscitarse, se les asigna una probabilidad de ocurrencia, y se seleccionan los que tengan mayor posibilidad de suscitarse; así como, el evento que por sus consecuencias se considere de mayor consecuencia, aunque su probabilidad de ocurrencia sea prácticamente improbable.
7. Se presentará un resumen donde se identifican los posibles riesgos que puedan suscitarse por contención, funcionamiento de equipo, errores humanos y/o eventos externos. Lo anterior se relacionará con la descripción del posible origen, así como el tipo de riesgo y la probabilidad que tiene cada uno.
8. Identificación del evento máximo probable y catastrófico. De acuerdo a la cuantificación y verosimilitud de los eventos en términos de probabilidad, se definen los eventos máximo probable y catastrófico.
9. Cuantificación de los eventos propuestos. Los eventos definidos como máximo probable y catastrófico serán modelados a través del modelo computacional de simulación ALOHA, para cuantificar sus daños y consecuencias, por lo que en este punto se da una explicación del objetivo de representar mediante ejercicios de simulación dichos eventos.
10. Con los resultados obtenidos de las simulaciones se determinarán las posibles zonas de salvaguarda o de amortiguamiento.

Es importante mencionar que se consideraron las posibilidades de riesgo para luego evaluar los eventos cuyo nivel de riesgo sea de valoración baja, como representativos de las consecuencias más

probables y aquellos de valoración moderada, donde será necesario establecer con precisión los radios potenciales de afectación y probables interacciones de riesgo con otras áreas de las instalaciones o incluso del exterior, cuando sea el caso; las evaluaciones permitirán definir si se trata de riesgos administrables [controlables], o requiere de revisión de medidas de seguridad y ponderar el incluir otras medidas adicionales a las existentes.

VI.2.1. Consideraciones para la evaluación de riesgos.

Como se ha reiterado, las operaciones de la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P. implican una actividad comercial y de servicios que se limita a la recepción, almacenamiento y suministro de gas [cilindros portátil y toma de carburación de auto-abasto], todo a través de un sistema de tubería, las actividades son mayormente riesgosas, dependiendo del número de operaciones que se ejecuten por día o semana.

La planta de almacenamiento de gas L.P. se ubica prácticamente confinada en un espacio central, bordeado de terreno propiedad de la empresa, el cual se mantiene sin actividades productivas o de servicios, fungiendo como zona de amortiguamiento para casos de emergencias durante el manejo de gas L.P.

La operación de la planta de gas L.P. es relativamente simple, ya que no se tiene proceso de transformación, siendo que el gas L.P. sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego [carburación], y a cilindros portátiles de 30 a más kilogramos de capacidad cada uno.

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 semirremolque a cada tanque de almacenamiento a través de la tomas de recepción en planta para recibir de los remolques tanques.

2. El almacenamiento del combustible en 3 tanques de almacenamiento tipo intemperie cilíndrico con capacidad de 250,000 litros, base agua, cada uno, sin embargo el volumen máximo de manejo por cada tanque es del 85% de la capacidad de cada tanque [212,500 litros o 114.75 toneladas].
3. El suministro de gas desde la zona de los tanques de almacenamiento y a partir de la toma, para carburación y toma para carro tanques.
4. El trasiego de gas en el andén de llenado de cilindros portátiles, ya que recorre una distancia desde la zona de cada tanque de almacenamiento, vía ductos, hacia el andén.
5. Los procedimientos de mantenimiento en las instalaciones.
6. La operación de los compresores y las bombas que hacen posible el bombeo de gas ya sea desde el remolque de abasto, el andén de llenado y/o toma de suministro para carburación y suministro a carro tanques.

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 las instalaciones; a estos eventos se les asigna una probabilidad de ocurrencia de lo que resulta una jerarquización de riesgos. Para establecer esta jerarquización se recurrió a la técnica de cuantificación de riesgos en su parte 1, basada en el Análisis de Modos de Falla y Efecto (FMEA), publicado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos en su boletín No. 26, de septiembre del 2004, estas probabilidades se definen en el método del FMEA, y la matriz de riesgos, misma que se explica más adelante.

Una vez realizada la jerarquización en base a las probabilidades de riesgo, se definen luego las probabilidades de que ese riesgo representado por una fuga del gas se convierta en una explosión y/o incendio, de ésta manera se segregan aquellos eventos más probables y de mayor nivel de riesgo que puede generar consecuencias graves, aun cuando su probabilidad de ocurrencia sea mínima.

Desde luego para complementar eficazmente el estudio de riesgo, se aplicarán metodologías de evaluación [a través del programa ALOHA y el índice DOW], para los eventos seleccionados según se indica en el párrafo anterior.

VI.2.2. Identificación y jerarquización de riesgos generales.

Básicamente el análisis de riesgos deberá reflejar los siguientes riesgos generales:

TIPO DE RIESGOS Y CAUSAS	INSTALACIONES Y EQUIPO INVOLUCRADO
a) Riesgos químicos provocados por causas internas. Entre estos destacan:	
• Fallo de servicios (suministro eléctrico, agua contra incendio, corte de vapor de calefacción etc.).	Sistemas completos, calentador, compresores, bombas, etc.
• Fallo de operación de los equipos (sobrellenado, vaciado, sobre-presurizado, entrada en vacío...).	Tanques de almacenamiento, tubería, recipientes sujetos a presión, <i>equipos (Bombas y compresores, motores, válvulas).</i>
• Pérdida de contención (fugas, colapsos, roturas...).	Tanques de almacenamiento, tubería, recipientes sujetos a presión.
• Fallos humanos (error en un procedimiento de operación, mantenimiento).	Sistemas completos, construcciones, recipientes de almacenamiento, personal, equipo móvil.
b) Riesgos químicos provocados por causas externas:	
• Causas naturales: inundaciones, sismos, lluvias torrenciales, incendios forestales, vendavales...	Instalaciones operativas, equipos, tanques de almacenamiento, donde se involucre el producto.
• Tecnológicos: actos de sabotaje, accidentes en instalaciones vecinas...	Equipos, instalaciones, construcciones, tanques de almacenamiento, personas.
c) Efectos sinérgicos y dominó.	Equipos, instalaciones, construcciones, tanques de almacenamiento, personas.
d) Otros. (Baja probabilidad).	Equipos, instalaciones, construcciones, tanques de almacenamiento, personas.

VI.2.3. Identificación de sucesos no deseados, que pueden llevar a la materialización de un peligro.

Información adaptada del libro *“BATTELLE COLUMBUS DIVISION-ICHE/CCPS”, Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, American Institute of Chemical engineers. Nueva York (1985)”* y tomada del libro *“Análisis y reducción de riesgos en la industria química, fundación MAPFRE, J.M. Santamaría Ramiro y P.A. Braña Aísa”*.

CARACTERÍSTICAS PELIGROSAS	SUCESOS INICIADORES	CIRCUNSTANCIAS PROPAGADORAS	CIRCUNSTANCIAS MITIGANTES	CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE
Almacenamiento de cantidades elevadas de sustancias peligrosas. [Materiales inflamables y explosivos, Materiales almacenados a presiones elevadas].	Fallos de maquinaria y equipo de proceso. [Bombas, válvulas, instrumentos, sensores, etc.). Fallos de contención. [Tuberías, recipientes, tanques de almacenamiento, juntas, etc.) Errores humanos. [Operación, mantenimiento,	Desviaciones en parámetros de proceso. (Presiones, temperaturas, flujos, concentraciones, cambios de fase o de estado). Fallos de contención. (Tuberías, recipientes, tanques, juntas, fuelles, entrada o salida de venteo, etc.)	Respuestas de seguridad. [Válvulas de alivio, servicios de reserva, sistemas y componentes redundantes, etc.) Mitigación. [Venteo, diques, rociadores, etc.) Respuestas de control, repuestas de los operadores.	-Fuego. -Explosiones. -Impactos. -Dispersión de gases y partículas. -Ondas de sobrepresión.

	revisiones]. Pérdida de servicios. (agua, electricidad, aire comprimido, vapor) Agentes externos. (Inundaciones, terremotos, tormentas, vientos fuertes, impactos, sabotajes, etc.) Errores de método o información.	Ignición, explosión. Errores del operador. (Comisión, omisión, diagnóstico, toma de decisiones). Agentes externos. Errores de método o de información.	Operaciones de emergencia. (Alarmas, procedimientos de emergencia, equipos de protección personal, evaluación, etc.) Agentes externos. Flujo adecuado de información.	

VI.2.4. Identificación de peligros 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 de la planta; se han seleccionado los tres métodos ya señalados, con lo cual se podrá enseguida jerarquizar la probabilidad de ocurrencia y la gravedad de consecuencias, posteriormente se empleará 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 HISTÓRICO	Matriz de Jerarquización	FMEA	ALOHA	Índice DOW
Gas L.P.	X	X	X	X	X	X

VI.2.4.1. APLICACIÓN DEL MÉTODO HAZOP.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.

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 del diseño.

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.

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 que es realizado por un equipo multidisciplinario de trabajo.

La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas denominadas “palabras guías».

1. Definición del área de estudio.

La primera fase del estudio HAZOP consiste en delimitar las áreas a las que se aplica la técnica. En una instalación de proceso, considerada como el sistema objeto de estudio, se definirán para mayor comodidad una serie de subsistemas o unidades que corresponden a entidades funcionales propias, por ejemplo: preparación de materias primas, reacción, separación de disolventes, etc.

2. Definición de los nodos.

En cada subsistema se identificarán una serie de nodos o puntos claramente localizados en el proceso u operaciones. Unos ejemplos de nodos pueden ser: tubería de alimentación de una materia prima un reactor aguas arriba de una válvula reductora, 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 uno de estos puntos. 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 cuenta los puntos de operaciones en los cuales se produzca una variación significativa de alguna de las variables operativas.

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 6, 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 7 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. El formato de registro es el señalado en la tabla 8.

Tabla 6. Palabras guía 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)	
Inverso	Analiza la inversión en el sentido de la variable	Caudal	Esta variable en algunos casos se omite y su efecto se contempla con la anterior
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)

Es de notar en este último caso, que el método no es tan apropiado.

Como se ha señalado, las sesiones serán 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 7. 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 8. Formato de registro del HAZOP, (proceso continuo)

Planta:			Unidad:			Subsistema:		
Nodo	Palabra guía	Desviación de la variable.	Posibles causas	Consecuencias	Respuesta control	Señalización	Acción a tomar	Comentarios

Tabla 8-b. Formato de registro del HAZOP, (proceso discontinuo)

Planta:				Sistema:					
Nodo	Operación	Palabra guía	Desviación de la variable.	Posibles causas	Consecuencias	Señalización	Actuación	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 dirigidas por un coordinador. El equipo de trabajo debería de estar compuesto, como mínimo, por:

- Responsable de proceso.
- Responsable de la operación de las instalaciones.
- Responsable de seguridad.
- Responsable del mantenimiento.
- Coordinador.

Adicionalmente se puede recurrir a consultas puntuales a técnicos de otras áreas como instrumentación, laboratorio, etc. En este tipo de instalaciones, se completará el equipo con un responsable del diseño, uno de proyecto y el responsable de la puesta en marcha.

Las personas que toman parte en las sesiones deberán de ser:

- Muy conocedoras de las instalaciones 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 transcripción 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. Mismo que 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.

Soportes informáticos.

Existen algunos códigos informáticos que permiten registrar las sesiones de HAZOP de forma directa. Entre ellos se puede citar: el código desarrollado por la compañía Dupont de Nemours, HAZSEC (compañía Technica), HAZTRAC (Technica), HAZOP (compañía ITSEMAP), etc. Guían al técnico durante las sesiones y permiten en general una posterior agrupación y clasificación de las recomendaciones surgidas en el estudio.

Ventajas/Inconvenientes.

Además de cubrir los objetivos para los cuales se utiliza el método, se pueden destacar, entre otras, las siguientes ventajas adicionales al método:

1. Ocasión perfecta y quizás «única» para contrastar distintos puntos de vista de una planta.
2. Es una técnica sistemática que puede crear desde el punto de vista de seguridad hábitos metodológicos útiles.

3. El coordinador mejora su conocimiento del proceso.
4. No requiere prácticamente recursos a exclusión del tiempo de dedicación, etc.

Como inconvenientes se podrían citar también:

1. Es una técnica cualitativa. No hay una valoración real de la frecuencia de las causas que producen una consecuencia grave ni tampoco del alcance de la misma.
2. Las modificaciones a las instalaciones surgidas del HAZOP deben analizarse con mayor detalle y otros criterios (económicos, etc.).
3. Los resultados obtenidos son muy dependientes de la calidad del equipo.
4. Es muy dependiente de la información disponible. Puede omitirse un riesgo si los datos de partida son erróneos o incompletos.

En la tabla 9, se registra el HAZOP correspondiente al nodo 1 y que refleja las operaciones asociadas al reactor: acondicionamiento al principio del batch y carga con bombeo del oxiclورو desde el depósito de almacenamiento.

Tabla 9. Método HAZOP. Ejemplo de proceso discontinuo.

Planta:

Subsistema: I (Línea proceso preparación)

Nodo	Operación	Palabra guía	Desviación de la variable	Posibles causas	Consecuencias	Señalización	Acción requerida	Observaciones
I	1 Acondicionar reactor. a) Lavado	No	No lavado	1. fallo operador (omisión)	Restos batch anterior (no pasa nada)	Comprobar visualmente (anotación)		Antes de empezar el siguiente batch comprobar visualmente el reactor
		Otro	Lavado con otro fluido	1. Fallo operador	Según la naturaleza del producto			Chequear la correcta señalización de las mangueras
		Menos	Menos lavado	Ídem NO	Ídem NO	Ídem NO		Ídem NO
	b) Secado	No	No secado	1. fallo humano	1. Descomposición del Po Cl3 violento	Comprobar visualmente		Incluido en la hoja de control
		Menos	Menos secado	1. Pasa menos aceite caliente				Alarma bajo nivel en depósito Po Cl3
	2. Carga de oxígeno	No	No se carga	1. fallo humano 2. depósito vacío. 3. Bomba parada. 4. tubería obstruida 5. fuga por tubería	4. Recalentamiento bomba 5. Desprendimiento de vapores de ácido clorhídrico			Instalación contadores, con preselección de cantidad
		Menos	Menos Po Cl3	1. error humano en medida nivel. 2. fuga parcial de producto al exterior. 3. falla nivel en depósito.	2. Desprendimiento de vapores tóxicos Más reacción, más viscosa			
		Más	Más Po Cl3	1. error medida nivel 2. repetición operación carga	Posible sobrellenado reactor		Destilar el exceso	Instala registro de nivel en reactor

APLICACIÓN DEL MÉTODO HAZOP PARA LA IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS EN LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA DE GAS L.P., PROPIEDAD DE GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V. UBICADA A LA ALTURA DEL KM 0+900 DEL LIBRAMIENTO SUR- PONIENTE (PARCELAS 33 Y 34), DEL MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO.

Riesgos en la Operación [HAZOP]. Desde hace tiempo se ha reconocido la necesidad de comprobar los diseños de instalaciones, de equipos, sus acoplamientos, instrumentos de seguridad y medición y los procedimientos operativos, para revisar si existen errores y omisiones, pero esto se ha hecho tradicionalmente en base a la verificación individual. Esta clase de comprobación individual mejora evidentemente el diseño, pero se tiene, sin duda, poca posibilidad de detectar los riesgos relacionados con la interacción de un cierto número de funciones o especialidades. Es probable que estos riesgos resulten de la interacción inesperada de componentes aparentemente seguros o de métodos de operación bajo condiciones excepcionales.

Concepto básico. Invariablemente después de un accidente y a veces, cuando se encuentran dificultades operacionales importantes, existe una cierta forma de investigación para establecer la causa o causas. A menudo, una vez que éstas se han encontrado, la falla en los diseños en los dispositivos de seguridad, acoplamientos del sistema o en los métodos de operación parece obvia.

Esto sucede a pesar del cuidado que se tenga, tanto en el diseño de las plantas, como en las modificaciones e instalación de equipos.

Los Estudios de Riesgo y Operatividad, funcionan utilizando la imaginación de los componentes del grupo, para que visualicen las maneras en que una planta puede funcionar mal o pueda ser mal operada. Esencialmente, el procedimiento de análisis interpreta la descripción completa del proceso o actividad, cuestiona sistemáticamente cada operación, para descubrir cómo es que las desviaciones del intento del diseño se pueden presentar y decide si estas desviaciones pueden dar origen a riesgos. El interrogatorio se enfoca por turnos en cada parte del diseño. Cada parte se somete a un número de preguntas que se formulan alrededor de un número de palabras guía, que provienen de técnicas de estudios de métodos.

De igual manera se revisan los procedimientos operativos en las instalaciones y equipos [operatividad], y la posibilidad de que existan interrelaciones de otros equipos que se operan en las áreas de proceso, donde se almacenan o manejan las sustancias peligrosas; es decir se integran al análisis, los diseños de equipos e instalaciones y las operaciones que potencialmente representen un riesgo.

Las palabras que se utilizan o se plantean son para examinar la integridad de cada parte del diseño y operatividad que exploren las formas imaginables. Eso por lo general produce una cantidad de desviaciones teóricas y cada desviación se tiene en cuenta para decidir, de qué manera se podría presentar y cuáles serían las consecuencias.

Algunas de las causas pueden ser poco reales o de posibilidad remota, de tal manera que las consecuencias que de ahí provengan se rechazan, ya que las consecuencias serían, nulas o poco probables. Sin embargo, puede que se presenten algunas desviaciones con causas que sean imaginables y consecuencias que sean potencialmente peligrosas. Estos riesgos potenciales son luego anotados para que se tome acción remediación o medidas preventivas.

Habiendo analizado una parte del diseño u operatividad y habiendo anotado cualquier riesgo potencial asociado con él, se continúa con el estudio, para enfocarlo en la siguiente parte del diseño u operación. El análisis se repite hasta que se haya estudiado todo el proceso de interés, en que se desea identificar los riesgos. Como parte de los objetivos del análisis es el de identificar las posibles desviaciones, de la forma como se espera que funcione un sistema, en base al diseño u operación de sus componentes y todos los riesgos que están asociados con esas desviaciones.

Además, algunos de los riesgos se pueden prevenir, modificando los procedimientos operativos o el arreglo de los equipos (incluida la posible sustitución de estos).

Esto no siempre es posible, pues puede que sea necesario obtener más información. De esa manera, el resultado de los análisis consiste normalmente de una mezcla de decisiones que deben ser analizadas y evaluadas por los responsables y/o representantes de la empresa. La certeza en la aplicación de esta metodología depende de 4 aspectos a saber:

1. La exactitud de los planos de arreglo de equipos, DTI's, etc., y demás información utilizados como base para el estudio.
2. Las habilidades técnicas y el conocimiento del proceso.
3. La habilidad para utilizar el enfoque como una ayuda para su imaginación en la visualización de las desviaciones, causas y consecuencias.
4. La habilidad para mantener un sentido de proporción, particularmente cuando valoran la seriedad de los riesgos que se identifican.

La secuencia lógica en la ejecución del método HAZOP es la siguiente:

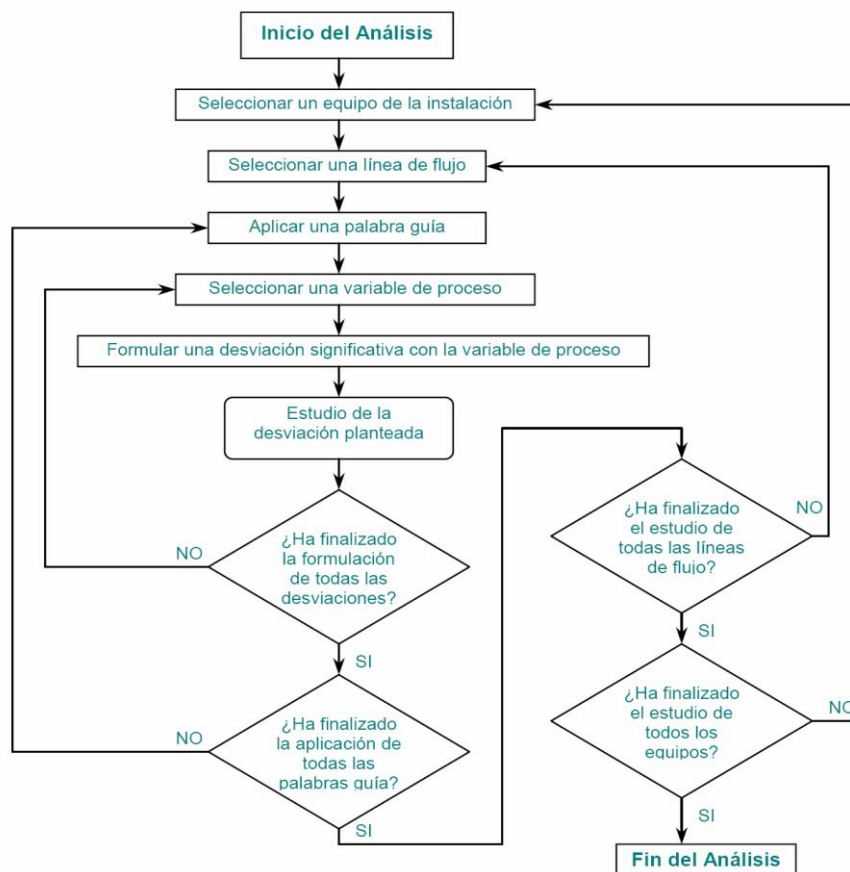


Diagrama lógico de ejecución del análisis HAZOP.

La aplicación del método para éste estudio se enfoca particularmente al tipo de riesgos probables en las instalaciones utilizando las "palabras guía" para indicar el concepto que representan a cada uno de los nodos definidos que entran o salen de un elemento determinado. Se aplican tanto a acciones (transferencias, etc.) como a parámetros específicos (presión, flujo, temperatura, etc.). La siguiente tabla presenta algunas palabras guía y su significado (aplicable a las instalaciones).

PALABRA GUÍA	SIGNIFICADO	EJEMPLO DE DESVIACIÓN	EJEMPLO DE CAUSAS ORIGINADORAS
NO, NADA	Ausencia de la variable a la cual se aplica	No hay flujo en una línea	Bloqueo; fallo de bombeo; válvula cerrada o atascada; fuga; válvula abierta; fallo de control.
MÁS MAYOR	Aumento cuantitativo de una variable	Más flujo Más presión	Error operativo, succión presurizada; sobrellenado; fuga; lectura errónea de instrumentos.
		Más temperatura	Fuegos exteriores; bloqueo; puntos calientes.
MENOS MENOR	Disminución cuantitativa de una variable	Menos flujo Menos presión	Fallo de bombeo; fuga; bloqueo parcial; sedimentos en línea; falta de carga; no abren válvulas.
		Menos temperatura	Pérdidas de calor; disminución de temperatura.

INVERSO	Analiza la inversión en el sentido de la variable. Se obtiene el efecto contrario al que se pretende	Flujo inverso	Fallo de bomba; inversión de bombeo; válvula anti retorno que falla o está insertada en la tubería de forma incorrecta.
ADEMÁS DE	Aumento cualitativo. Se obtiene algo más que las intenciones del diseño	Impurezas o una fase extraordinaria	Entrada de contaminantes del exterior como aire, agua o aceites; productos de corrosión; fallo de aislamiento; presencia de materiales por fugas interiores.
PARTE DE	Disminución cualitativa. Parte de lo que debería ocurrir sucede según lo previsto	Disminución de flujo, solo sale parcialmente.	Flujo bajo debido a fallos en bomba o tubería y manguera presionada.
DIFERENTE DE	Actividades distintas respecto a la operación normal	Cualquier actividad	Condiciones de planta diferentes a las de operación normal: Arranque, Paro, Alivio Instrumentación, Muestreo, Ausencia de corriente, Corrosión, Mantenimiento, Tierras/estática, Erosión, Temperaturas extremas, Terremoto, Huracán, Colisión vehicular, Inundación, Sabotaje.

La aplicación del método HAZOP [análisis de operatividad], se aplicó considerando las instalaciones y accesorios de cada tanque de almacenamiento de almacenamiento de 250,000 litros de capacidad, base agua, desde la toma de recepción, por donde se abastece el gas hacia cada tanque de almacenamiento; así como equipos y dispositivos, tanto operativos, como de seguridad, que necesariamente intervienen en las operaciones, como son la bomba para el trasiego, controles eléctricos, bombas de la red contra incendio y, desde luego las actividades de manejo y trasiego de gas L.P. incluyendo el mantenimiento.

De esta manera, tanto las instalaciones [áreas], equipos completos [secuencia desde la toma de recepción hasta cada tanque de almacenamiento], y las actividades de manejo del gas, se consideran unidades independientes como secciones consideradas nodos o puntos de riesgo, para ello nos auxiliamos de los diagramas del plano mecánico y civil de las instalaciones y los procedimientos operativos y de mantenimiento para las instalaciones. Los criterios considerados para determinar esos nodos fueron:

- Se trata de equipos e instalaciones involucrados directamente con las operaciones de manejo de gas L.P. [tubería, tanque, bombas, etc.]
- El factor humano es el responsable de realizar las operaciones en base a procedimientos preestablecidos.
- El tracto-camión y remolque, así como un auto-tanque, son las unidades móviles que intervienen en las operaciones, ya que a través de éstos se abastece de gas a las instalaciones, desde un sistema móvil a un sistema fijo.

d) El mantenimiento de los equipos es parte esencial en toda operación de manejo de sustancias peligrosas.

Las medidas, procedimientos y equipos de seguridad (red contra incendio), son elementos auxiliares para minimizar algún evento incidental peligroso.

VI.2.4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE RIESGO O NODOS.

De esta manera, los nodos o área de estudio específico de instalaciones en operación, serán los sistemas u operaciones siguientes:

- 1. El abastecimiento de gas a través de la toma de recepción (semirremolques) y línea de semirremolque.
- 2. El almacenamiento del combustible en 3 recipientes cilíndrico-horizontales con capacidad de 250,000 litros. (Tanques de 3.38 metros de diámetro por 29.84 metros de longitud; incluye actividades de supervisión y mantenimiento.
- 3. La línea de tubería desde la toma de recepción de semirremolques hasta cada tanque de almacenamiento, implicando la actividad de transvasado, es decir, el paso de gas de un recipiente a otro, sobre todo cuando uno de los recipientes se encuentra sobre una unidad móvil, esto es, de un tanque montado en un semirremolque a un tanque de almacenamiento fijo.
- 4. Envío de gas L.P., de cada tanque de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes portátiles, a través de 2 ramificaciones de tubería de acero cédula 40, sin costura de 2" de Ø; con ocho salidas; a una presión de 5 kg/cm².
- 5. Las operaciones de suministro de gas en la toma de carburación (autoconsumo); la toma de autotanques y las actividades de supervisión y mantenimiento (incluye actividades de desfogue), en las instalaciones de la planta, maniobras de unidades de reparto de cilindros portátiles y su carga en estacionamientos de la planta.

De tal manera que los nodos a evaluar serán los siguientes (incluye operaciones y equipos):

Número de Nodo	IDENTIFICACIÓN	ÁREAS DE LA EMPRESA	REVISIÓN	EQUIPOS Y/O ACTIVIDADES.
1	1. El abastecimiento de gas a través de las tomas de recepción y línea de semirremolque.	Área de cada toma de recepción de gas L.P., y línea de semirremolque.	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y procedimientos de actividades.	Tubería, manguera, compresor y válvulas de seguridad.
2	El almacenamiento del combustible en cada recipiente cilíndrico horizontal con capacidad de	Área de tanques de almacenamiento de gas L.P.; instrumental de seguridad y	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y procedimientos de	Tanque de almacenamiento válvulas de seguridad, manómetro,

	250,000 litros. (Tanques del 1 al 3).	sistema de rociadores por cada tanque.	actividades.	termómetro y mantenimiento
3	La línea de tubería desde la toma de recepción hasta cada tanque de almacenamiento, implicando la actividad de transvasado.	Trayectoria de tuberías desde las tomas de recepción, hasta cada tanque.	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y procedimientos de actividades.	Tubería, válvulas, tanque de almacenamiento procedimientos.
4	Envío de gas L.P., desde línea de cada tanque de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes portátiles, a través de 2 ramificaciones de tubería de acero cédula 40, sin costura de 1.5" de Ø; con ocho salidas; a una presión de 5 kg/cm ² .	Trayectoria de tuberías desde las válvulas de servicio de cada tanque al muelle de llenado.	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y procedimientos de actividades. Procedimientos de llenado de cilindros portátiles. Procedimientos de mantenimiento en instalaciones.	Tubería, válvulas, instalaciones, procedimientos.
5	Las operaciones de suministro de gas en la toma de carburación incluyen actividades de supervisión y mantenimiento.	Área de la toma de carburación y áreas de tanques de almacenamiento del gas L.P.	Plano mecánico de la instalación, diagrama isométrico y procedimientos de actividades.	Tubería, válvulas, instalaciones, procedimientos.
	Maniobras de unidades de reparto de gas L.P., en cilindros en las zonas de estacionamiento. Desfogue de gas L.P.	Zonas de carga y estacionamiento de unidades de reparto.	Procedimientos de carga de unidades y plano de arreglo de planta.	Registros de mantenimiento y equipamiento a unidades de reparto.

Para realizar objetivamente el método HAZOP, se determinó lo siguiente:

- Solamente incluir causas probables y creíbles de desviaciones que podrían ocasionar consecuencias graves o de un nivel de riesgo posible y creíble.
- Evaluación cualitativa y probabilista del riesgo (matriz de riesgo), incluye el tipo de consecuencias lo que determina el nivel de riesgo y la identificación de los riesgos más probables, más graves y catastrófico.
- Se identifican las salvaguardas existentes tanto a nivel de ingeniería de diseño de instalaciones como administrativas (de mantenimiento, capacitación de personal, etc., diseñadas para proteger el proceso o sistema de desviaciones específicas).
- Derivado del análisis se dan recomendaciones, adecuadas para reducir la probabilidad de ocurrencia de las desviaciones o la severidad de las consecuencias.

Los procedimientos operativos se analizan tomando como base el uso de palabras guías. Estas palabras guía, combinadas con las variables de la actividad u operación, dan como resultado una consecuencia específica, que realmente describan peligros considerables, como fuga, incendio y/o una explosión, cuyas consecuencias afecten las instalaciones, al ambiente o al personal laboral, excluimos aquellas palabras claves, que no aplican para las instalaciones.

DESARROLLO DEL MÉTODO HAZOP PARA LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P., PROPIEDAD DE GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.

Para desarrollar el método, el equipo evaluador fue conformado por un equipo de profesionales que incluye personal que labora en las instalaciones y asesores externos, quienes tienen amplia experiencia en diseño y operación del tipo de instalaciones, conocen los equipos instalados y son los responsables en la inspección y mantenimiento de los equipos con que realizan las operaciones, así mismo, se cuenta con amplio conocimiento de las propiedades de la sustancia manejada y conocen también las medidas de seguridad y los procedimientos preventivos, mientras que el equipo asesor externo, adicionalmente conoce la técnica HAZOP, así como los conocimientos para la interpretación de los planos mecánico, eléctrico, civil, Diagramas de Tuberías e Instrumentación [DTI's], y se abocan al estudio integral de riesgos con base en la experiencia previa.

Para proceder a la aplicación del método HAZOP, desde luego, se abocaron a identificar en primer término los nodos o puntos de riesgo de las instalaciones, mismos que se han identificado en el punto VI.2.4.1; ahora esos nodos se utilizarán para aplicar la metodología e identificar cada potencial evento de riesgo, siguiendo la secuencia programada en la metodología.

Contando con las herramientas necesarias (planos, procedimientos, fichas de registro de datos en campo), se realizó un recorrido en las instalaciones y la identificación de los riesgos.

Los resultados del análisis HAZOP se presentan normalmente en forma de tablas. La tabla contiene 9 columnas: número de registro, nodo/paso, parámetro, guía, desviación de la variable, causa, consecuencia y salvaguarda.

Posteriormente se jerarquizan los riesgos en base a las probabilidades de los eventos, mismas que coinciden con el nivel de riesgo de cada uno, tal como se muestra en la tabla de resultados de probabilidades y nivel de riesgo, para cada caso de cada evento.

Para establecer esta jerarquización se recurrió a la técnica de cuantificación de riesgos en su parte 1, basada en el Análisis de Modos de Falla y Efecto [FMEA], publicada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos en su boletín No. 26, de septiembre del 2004.

- a. Referente al registro de resultados del método HAZOP; la primera columna indica en número de registro que describe ese nodo para facilitar su referencia.
- b. En la segunda columna se incluye el nodo, operación o intensidad, considerado.
- c. La columna número 3 es para señalar la palabra guía en base a la cual se desarrollará el procedimiento particular (más, menos, nada, mayor, etc.).
- d. La cuarta columna se refiere al parámetro que forma parte de las actividades que se desarrollan en las instalaciones y que se incorpora en la siguiente columna, junto con la palabra guía (columna 5.)
- e. La columna número 6 nos indica la posible causa de la desviación en la operación, misma que no corresponde a la intensidad proyectada desde diseño o al procedimiento de actividad.
- f. En la columna 7, se indican las consecuencias que derivan de los riesgos de la desviación y en la columna 8; las salvaguardas o medidas con que se cuenta para prevenir esa desviación, esos mecanismos de prevención y protección (de ingeniería o de recursos humanos y materiales), de las edificaciones, los equipos y de los procedimientos diseñados para reducir la probabilidad de una o más causas que acarreen una consecuencia determinada.
- g. Finalmente, en la columna 9 se indican las recomendaciones para prevenir aún más la potencial ocurrencia de la desviación que conduce a un evento peligroso, se trata de una lista de recomendaciones específicas que el personal que aplica el método considera necesarias para reducir los riesgos asociados con las consecuencias de una desviación particular. Se puede recomendar cambios en el diseño de equipos, cambios o modificaciones de equipos, cambios o modificaciones en la instrumentación o modificación de procedimientos.

Los resultados del análisis de operatividad por medio de tablas, plasman todo un informe que describirá las causas que podrían causar desviaciones en las actividades. Este nivel de documentación proporciona información suficiente para tomar decisiones sin necesidad de haber participado en el análisis.

A partir de lo expuesto anteriormente, se llevó a cabo la identificación de los riesgos con los siguientes resultados:

REGISTRO DE RESULTADOS AL APLICAR EL MÉTODO HAZOP.

NODO EVALUADO. 1. Abastecimiento de gas a través de una toma de recepción para semirremolques.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instalados	Acción requerida (recomendaciones)
1	Recepción de gas L.P. de remolques-tanque en isleta de cada toma de recepción a semirremolques de 2" de Ø para gas-líquido y toma de 1 1/4" de Ø para gas-vapor a 8 kg/cm ²	No	Flujo	No fluye gas.	1. No se abre completamente la válvula de alimentación. 2. Manguera o tubo aplastado. 3. falla del compresor.	La línea que sale del semi-remolque se satura elevando la presión con fuga del material.	Procedimientos operativos. Supervisión. Medidor de presión.	Inspección periódica de válvulas de relevo hidrostáticas.
2		Más	Presión	Se sobrepresiona la línea de abasto.	1. Cierre de válvulas de alimentación a tanque. 2. Manguera o tubo aplastado.	Colapso de ducto con fuga de gas.	Válvulas de corte de flujo. Manómetros en tanque y línea de abasto desde semirremolque	Inspección periódica de válvulas y manómetro
3		Más	Corrosión	Menor flujo de gas en tubería	2. Tramo de tubería con exceso de corrosión. 2. falta de mantenimiento en tubería.	Formación de fisura en tramo de tubería con emisión de gas.	Programa de mantenimiento. Realización de pruebas de espesor de placa en tubería.	Inspección rigurosa de tuberías de recepción de gas L.P.
4		Mas	Flujo	Mayor flujo	Nivel de cada tanque con sobrellenado.	Apertura de válvulas de seguridad en tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	Mantenimiento a válvulas de exceso de flujo.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instalados	Acción requerida (recomendaciones)
5	Envió de gas desde toma de recepción de gas L.P. de remolques a los tanques de almacenamiento de 1- a 3, pasando de cada toma de recepción a semirremolques de 2" de Ø para gas-líquido y toma de 1 ¼" de Ø para gas-vapor a 8 kg/cm ² y tubería de 4" para línea que abastece a tanques (válvulas de 3")	No	Flujo	No fluye gas.	1 Fuga de gas por poro en tuberías de 4" de Ø antes de la entrada a un tanque de almacenamiento. 2. Manguera o tubo aplastado. 3. falla del compresor.	La línea que sale del semi-remolque se satura elevando la presión con fuga del material.	Procedimientos operativos. Supervisión. Medidor de presión.	Inspección periódica de válvulas de relevo hidroestáticas.
6		Más	Presión	Se sobrepresiona la línea de abasto.	1. Cierre de válvulas de alimentación a tanque de almacenamiento número 5. 2. Manguera o tubo aplastado.	Colapso de ducto con fuga de gas.	Válvulas de corte de flujo. Manómetros en tanque y línea de abasto desde semirremolque	Inspección periódica de válvulas y manómetro
7		Más	Corrosión	Menor flujo de gas en tubería	2. Tramo de tubería de 4" que conduce gas a tanque de almacenamiento [1 a 4] con exceso de corrosión. 2. falta de mantenimiento en tubería.	Formación de fisura en tramo de tubería con emisión de gas.	Programa de mantenimiento. Realización de pruebas de espesor de placa en tubería.	Inspección rigurosa de tuberías de recepción de gas L.P.
8		Mas	Flujo	Mayor flujo	Nivel de cada tanque con sobrellenado.	Apertura de válvulas de seguridad en tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	Mantenimiento a válvulas de exceso de flujo.

NODO EVALUADO. 2. Almacenamiento de gas L.P. en cada tanque cilíndrico-horizontal de 3.38 metros de diámetro y 29.84 metros de longitud [tanques 1 ay 2] y tanque 3, de 3.37 metros de diámetro y 29.84 metros de longitud.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instalados	Acción requerida (recomendaciones)
1	Almacenar gas L.P. en cada tanque horizontal de 250,000 litros de capacidad.	Mas	Presión	Tanque sobrellenado	1. Falla Indicador de nivel lo que hace que el operario siga mandando gas. 2. Fallo de válvula de sobrepresión (no abre).	Fuga de gas con riesgo de explosión e incendio.	Programa de mantenimiento. Válvulas de seguridad redundantes.	Calibración de válvulas de seguridad. Mantenimiento a válvulas de exceso de flujo.
2		Menor	Nivel	Orificio o fisura en el cuerpo de un tanque de almacenamiento de gas L.P.	1. Desacople de tubería de entrada al tanque por corrosión en la misma. 2. exceso de corrosión en entrada roscada de tanque.	Fuga de gas por manguera con riesgo de explosión.	Indicadores de nivel. Sistema de aspersión sobre cada tanque de almacenamiento.	Aplicación del programa de mantenimiento preventivo y correctivo a tanque y accesorios.
3		Más	Corrosión	Menor flujo de gas que ingresa a tanque de almacenamiento.	1. Exceso de corrosión en entrada de tanque de almacenamiento 2. Falta de mantenimiento en tubería.	Formación de fisura en tramo de tubería con emisión de gas y riesgo de explosión.	Programa de mantenimiento. Realización de pruebas de espesor de placa en tubería.	inspección y pruebas de espesor a tanque de almacenamiento de gas L.P.
4		Mayor	Flujo	Mayor flujo por error de procedimiento.	Nivel de un tanque con sobrellenado.	Apertura de válvulas de seguridad en tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	Capacitación al personal
5		Mas	Flujo	Más flujo de gas desde el tanque en línea de gas que va a estación de carburación.	Fisura en línea por corrosión o mal estado de válvula.	Fugas de gas que alcanza fuente de ignición, las flamas alcanzan en retroceso al tanque, que estalla.	Programa de mantenimiento. Realización de pruebas de espesor de placa en tubería.	Supervisión permanente de las instalaciones y equipo de trasiego de gas.

6		Mas	Presión	Más presión	Sobrellenado del tanque de almacenamiento de gas L.P.	Liberación de gas L.P. a través de válvulas de seguridad.	2 Válvulas de máximo llenado en el tanque, una al 85 % y otra al 90 %	Rigor en el programa de mantenimiento a válvulas de seguridad.
7		Menos	Nivel	Menos Nivel	Fuga de gas L.P. por instrumento de seguridad o acople roscado, incluso fisura en el cuerpo de un tanque de almacenamiento de gas L.P.	Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión	Sistema de rociadores en área de tanque. Medidor magnético para nivel de gas-liquido	Aplicación del programa de mantenimiento preventivo y correctivo a tanque y accesorios. Instalación de detectores de gas L.P. Instalación de equipos anti chispa. Efectividad del Sistema de tierras.
8		Mayor	Nivel	Mayor nivel	Omisión al revisar el nivel del líquido en un tanque de almacenamiento de gas L.P.	Sobrellenado del tanque de almacenamiento de gas L.P. y apertura de válvulas de seguridad.	Indicador de nivel magnético 2 Válvulas de máximo llenado en cada tanques, una al 85 % y otra al 90 %	Asignar como prioritaria la revisión del nivel de los tanques de almacenamiento de gas L.P.
9		Mas	Corrosión	Más corrosión interna	Debido al uso prolongado de tanques de almacenamiento de gas L.P.	Operación riesgosa de cada tanque de almacenamiento de gas L.P. por adelgazamiento de las paredes.	Revisiones y pruebas destructivas en tanques de almacenamiento de acuerdo a normas.	Aplicación rigurosa del programa de mantenimiento preventivo y correctivo.

NODO EVALUADO. 3. Envío de gas L.P. desde la línea de tubería que va de las tomas de recepción a cada tanque y sigue hacia una línea principal de 3 y 4" de diámetro para abastecer luego a cada tanque.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instalados	Acción requerida (recomendaciones)
9	Envío de gas L.P. a tanque de almacenamiento por líneas de 2" y 3" de Ø, a una presión de 8 kg/cm ² . (luego sigue una línea de 3 y 4" que va a la línea de abasto a los tanques)	Menos	Flujo	Flujo menor de gas.	1. Desacople de manguera de abasto. 2. Colapso de manguera o ducto. 3. Falla del compresor marca Corken MC-3.	Fuga de gas con riesgo de explosión e incendio.	Sujeción de ducto que va del semirremolque a tanque de almacenamiento Tubería en trinchera bajo nivel de piso con protección de rejilla metálica.	Supervisar el estado de manguera utilizada. Revisar estado de compresor en semirremolque
10		Menor	Presión	No hay flujo completo hacia tanque de almacenamiento.	1. Desacople de manguera desde el semirremolque. 2. Error humano al acoplar manguera.	Fuga de gas por manguera con riesgo de explosión.	Válvulas de corte de flujo. Manómetros en tanque y línea de abasto desde semirremolque	Realizar revisiones de seguridad. Verificar estado de mangueras
11		Más	Corrosión	Menor flujo de gas que ingresa a tanque de almacenamiento.	1. exceso de corrosión en entrada de tanque de almacenamiento 2. Falta de mantenimiento en tubería.	Formación de fisura en tramo de tubería con emisión de gas y riesgo de explosión.	Programa de mantenimiento. Realización de pruebas de espesor de placa en tubería.	Pruebas de radiografiado en tanque Inspección rigurosa de tuberías de recepción de gas L.P.
12		Mas	Flujo	Mayor flujo	Nivel de cada tanque con sobrellenado.	Apertura de válvulas de seguridad en tanque de almacenamiento.	Programa de mantenimiento. Calibración de válvulas de seguridad.	Revisar registros de mantenimiento en la bitácora

NODO EVALUADO. 4. Envío de gas L.P. desde líneas de cada tanque de almacenamiento (2" y 3"), al múltiple de llenado de recipientes portátiles implicada tubería de 2 a 4 pulgadas de diámetro.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instalados	Acción requerida (recomendaciones)
1	1.- Envío de gas L.P. de tanque de almacenamiento a llenadoras para recipientes portátiles (muelle de llenado), a una presión de 5 kg/cm ² .	No	Flujo	No hay flujo	1. Cierre de Válvulas de alimentación en la línea del múltiple de llenado de recipientes portátiles. 2. Formación de fisura en línea de alimentación al múltiple de llenado	1. Incremento de presión en la línea con colapso y fuga de gas. 2. Fuga y dispersión de nube de gas con riesgo de explosión.	Procedimientos de operación con supervisión. Programa de mantenimiento.	Realizar revisión de seguridad.
2		Menor	Flujo	Menor flujo.	Falla en bomba I o II Blackmer LGL -3E de 10 H.P.	Menor gasto de alimentación al múltiple de llenado de recipientes portátiles.	Indicador visual de flujo de no retroceso.	Realizar revisión de seguridad. Mantenimiento en equipos.
3		Menor	Presión	Menor Presión	Formación de fisura en tubería de 3" de Ø de envío de gas al múltiple de llenado de recipientes portátiles.	Fuga y Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión.	Manómetros en el múltiple de llenado.	Realizar revisión de seguridad.
4		Más	Presión	Más presión	Falla en el control electrónico para llenado "tipo troya" conectado el sensor de la báscula.	Sobrepresión en recipiente portátil por apertura de la válvula solenoide y fuga de gas.	Panel de control. Válvulas de corte rápido.	Realizar revisión de seguridad.
5		Mas	Corrosión	Más corrosión interna y externa.	Incremento en la velocidad de desgaste de tuberías del área de isleta de una toma de recepción a semirremolques.	Formación de fisura en tubería con emisión de nube de gas explosiva.	Protección anticorrosiva.	Realizar revisión de seguridad. Realizar programa de mantenimiento.

NODO EVALUADO. 5. Las operaciones de suministro de gas L.P. en el área de carburación de autoabasto.

No.	Paso del nodo	Palabra guía	Parámetro	Desviación de la variable	Causa	Consecuencia	Señalización Salvaguardas instalados	Acción requerida (recomendaciones)
1	1.- Transvase de gas a través de la tubería que sale desde las líneas de los tanques de almacenamiento hacia toma de carburación.	Mas	Flujo	Más flujo	Fallo en válvula de paso, error operativo o bien por fisura en tubería debido a falta de mantenimiento.	Ruptura de válvula de seguridad en toma de carburación; fugas de gas con riesgo de explosión.	Capacitación a empleados. Válvula de alimentación manual.	Realizar revisión de seguridad. Revisar bitácora de mantenimiento
2	Mantenimiento en equipo de trasiego de gas.	Menos	Flujo	Menos flujo	Falla en alguna de las bombas identificadas de la 1 a 3, marcas Blackmer 10 y 5.0 h.p. respectivamente.	Menor gasto de alimentación a la tomas de suministro de auto-tanques	Indicador visual de flujo de no retroceso.	Mantenimiento preventivo a bombas.
3	Desfogue de gas a la atmósfera	Mayor	Presión	Mayor presión en válvulas de seguridad	Sobrepresión del sistema o equipo, por error operativo	Liberación de Gas L.P. a la atmósfera	Válvulas de relevo en equipos y tuberías	Mantenimiento y calibración periódica a válvulas de relevo
4	Desfogue de gas a la atmósfera.	Más	corrosión	Exceso de corrosión y más probabilidad de fallas en instrumental de seguridad del sistema de desfogue de gas.	Termino de la vida útil de los accesorios	Mayor probabilidad de falla por accesorios del sistema de desfogues de gas en mal estado	Programa de mantenimiento	Inspección rigurosa y mantenimiento y calibración periódica a válvulas de relevo.

- Determinación de Niveles de Riesgo.

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 él en Análisis de Modos de Falla y Efecto (FMEA), publicada por el instituto de Ingenieros Eléctricos en su boletín No. 26, 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:

Como 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 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.
Que tan graves pueden ser esos fallos?	Se determina al aplicar el FMEA.
Como 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 estas bases es posible determinar el nivel de riesgo:

RIESGO =PROBABILIDAD DEL FALLO X LA SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS.

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 los Niveles de Riesgos es el siguiente:

- 1 Si sale mal, cuán serio será? (**consecuencia**).
- 2Cuál 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 2 - *Consecuencias*, Muestra las descripciones de las consecuencias con un valor numérico asignado (el valor más alto siempre será aplicado).

Cuadro 2: 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 significativos al ambiente.	Daño significativo 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 3 (*Probabilidades*), deben ser considerados en función al daño hipotético.

Cuadro 3. 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 4 - *Matriz de Nivel de Riesgo*.

Cuadro 4: 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 5 - *Criterios de Aceptabilidad*.

Cuadro 5. 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.

También es necesario decidir los tipos de riesgos que se deben tener en cuenta, por ejemplo:

- I. Para la gente que trabajará en la planta.
- II. Para la planta (edificaciones), y los equipos.
- III. Para la calidad del servicio.
- IV. Para el público en general.
- V. Para el ambiente.

Se deben decidir los límites físicos de la planta que hay que estudiar y si se deberían incluir las interacciones con las unidades o actividades cercanas.

Una vez que se realiza el análisis del diseño y operación de la planta, se evalúa el seguimiento que debe aplicarse. Si se han tomado decisiones que tienen que ver con modificaciones en el arreglo de equipos, diseño o en los métodos de funcionamiento o en la implementación de medidas de seguridad, estas se comunican a los responsables.

A continuación, se presentan los resultados de las probabilidades de eventos para a su vez establecer la jerarquización de riesgos mediante la Técnica del FMEA (Análisis del Modo de Fallos y Efectos); es oportuno señalar que para cada nodo evaluado se jerarquizan potenciales eventos y al momento de evaluar mediante la técnica HAZOP, se seleccionan los de mayor representatividad y posteriormente se evalúan las consecuencias de estos a través del modelo ALOHA seleccionando igualmente; los más probables.

RESULTADOS DE LA JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.

EMPRESA: GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V. (EVENTOS EN LAS INSTALACIONES CONSIDERANDO LOS 3 TANQUES DE 250,000 LITROS DE CAPACIDAD, BASE AGUA, CADA UNO).

Para jerarquizar los potenciales riesgos identificados durante las operaciones de trasiego del gas L.P., en la planta de Corregidora, Querétaro; propiedad de la empresa Gas Express Nieto, S.A. de C.V., se recurre al árbol de fallos tomando como base las probabilidades de que se conjuguen las causas que dan origen a un potencial evento (seguido de una fuga, explosión y/o incendio de un determinado volumen de gas que se cuantifica mediante el simulador ALOHA), alimentado con datos de estabilidad ambiental (dirección del viento, temperatura, ubicación, etc.), de igual manera se proporcionan al

simulador las dimensiones del tanque y contenido de gas supuesto, así como el tipo de origen de la fuga y dimensiones (puede ser por fisura desde el punto de acople de una válvula de seguridad, con un tanque de almacenamiento, o desde el punto de acople de válvula de servicio al tanque de almacenamiento; apertura de válvula de seguridad por exceso de presión; fisura en una sección de tubería que va a la toma de carburación o hacia muelle de llenado; e incluso desde la toma de recepción por fallo en acople de la válvula del semirremolque a la toma; de tal manera que se suman las probabilidades para cada fallo de operaciones o sistema.

Hasta esta parte se tiene una probabilidad de fuga luego el resultado de la suma de probabilidades se multiplica por la probabilidad de que exista una fuente de ignición que dirá lugar a una explosión y/o incendio; todo ello tomando como base la técnica de cuantificación de riesgos en su parte 1, basada él en Análisis de Modos de Falla y Efecto (FMEA), publicada por el instituto de Ingenieros Eléctricos en su boletín No. 26, de septiembre del 2004; para el evento de menor probabilidad, que sin embargo, resultaría ser el de mayores consecuencias (BLEVE), se sigue el mismo procedimiento para establecer su posible ocurrencia pero el valor de la probabilidad se modifica de acuerdo a la probabilidad del evento (cuadro 3), para el resto de potenciales eventos jerarquizados se toman como referencia las mismas causales por lo que el valor de la probabilidad en cada caso será similar; esos resultados se muestran a continuación:

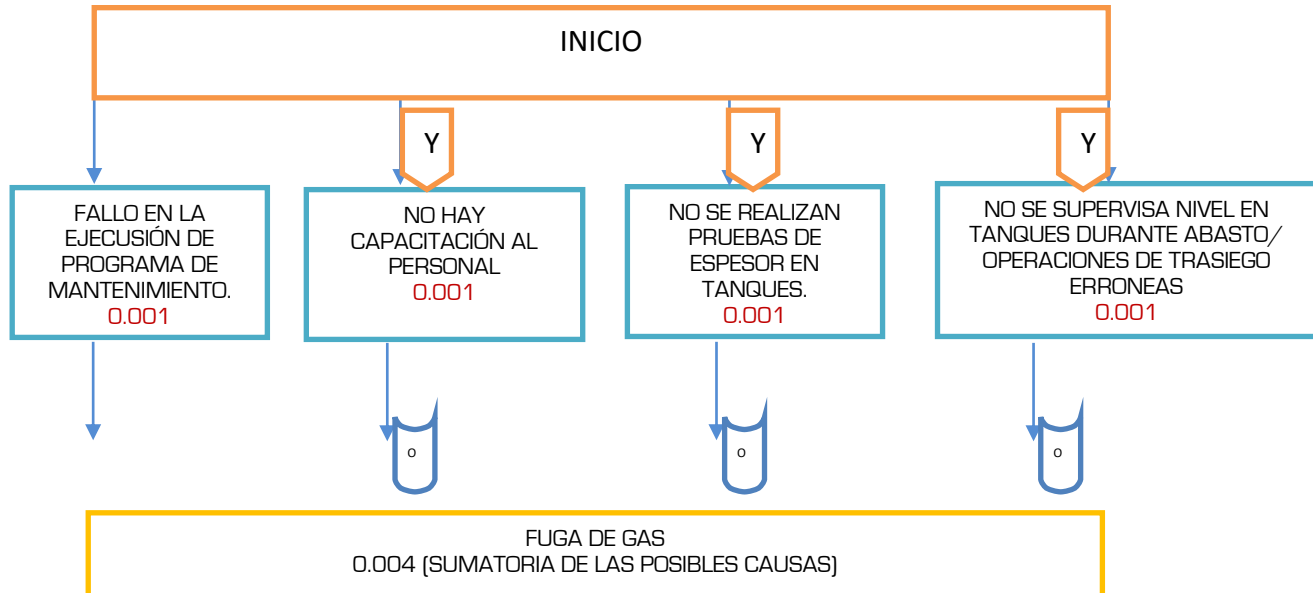
NODO 1. EL ABASTECIMIENTO DE GAS A TRAVÉS DE LA TOMA DE RECEPCIÓN (SEMIrREMOLQUES). Y LÍNEA DE SEMIRREMOLQUE A TOMA.

EVENTO NÚMERO 1. FUGA DE GAS.

CAUSA(S) POTENCIAL(ES).	PROBABILIDAD (FMEA)	VALOR
1. Error en la operación de acople de tubería desde el semirremolque hacia toma de abasto de alguno de los tanques.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	1 * 10 ³
2. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula se seguridad por sobrepresión. 3. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	1 * 10 ³
3. Falla del compresor que ocasiona sobrepresión y ruptura de tubería desde semirremolque. Fallo de bomba de la línea de cada tanque a	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	1 * 10 ³

línea principal que va a muelle de llenado o toma de carburación generando sobrepresión, ruptura y fuga.			
4. Error humano durante el transvase desde la toma de recepción de semirremolques. No abre válvula de flujo para suministro en toma de recepción desde semirremolque. Falta de supervisión de operaciones de suministro. Perforación en tubería por corrosión interna y externa. Falta de procedimiento redundante de seguimiento de operación. Fallo en acoplamiento de tubería de línea de toma de abasto a un tanque de almacenamiento.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	1*10 ³	
FUGA DE GAS 4.00*10 ³ (SUMATORIA DE LAS POSIBLES CAUSAS)		0.004	
RESULTADOS Y PROBABILIDAD DE EXPLOSIÓN Y/O INCENDIO			
PROBABILIDAD DE FUGA PARA EL EVENTO CUYAS CAUSAS PUEDEN COMBINARSE	PROBABILIDAD DE UNA EXPLOSIÓN Y/O INCENDIO	PROBABILIDAD TOTAL	ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS
4.00*10 ³	0.001	4.0*10 ⁶	SI

Figura que muestra el árbol de fallos de donde se obtiene el resultado para jerarquizar los riesgos.



Este procedimiento se repite para los 4 eventos del nodo 1; los eventos 1 a 4 del nodo 2; los eventos 1 al 4 de los nodos 3 y 4 y los eventos 1 al 2 del nodo 5; mientras que para el evento 5 del nodo dos, el valor de probabilidad queda de la siguiente manera:

NODO 2. ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. EN CADA UNO DE LOS 3 TANQUES CILÍNDRICO HORIZONTALES CON INSTALADOS EN LA PLANTA.

EVENTO NÚMERO 5. FUGA DE GAS. (POTENCIAL DE GENERAR UN EVENTO BLEVE).

CAUSA(S) POTENCIAL(ES).	PROBABILIDAD (FMEA)	VALOR
1. Fisura en línea por corrosión o mal estado de válvula; situación que puede generar un incendio que ocasione que un segundo tanque presente ebullición del líquido; otra potencial causa puede deberse a sobrepresión de gas debido a sobrellenado (fallase la operación de llenado y se sobrecarga), y al encontrar una fuente de ignición ocasionará un incendio del gas que se fuga (primero explosión), y un segundo tanque presente ebullición (BLEVE), situación de muy baja probabilidad, pero posible y se debe considerar para conocer el potencial evento de mayor riesgo; (solo puede desencadenarse en caso de que todas las medidas de seguridad fallasen).	Un evento improbable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	$1 * 10^{-4}$
A su vez; una fuga con explosión y/o incendio puede ser generada inicialmente donde las causas y probabilidades serían las mismas que se han identificado previamente; esas causas, probabilidades y resultados se reproducen a continuación: 1. Error en la operación de acople de tubería desde el semirremolque hacia toma de abasto de alguno de los tanques. 2. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. 3. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto. 3. Falla del compresor que ocasiona sobrepresión y ruptura de tubería desde semirremolque.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	$4 * 10^{-3}$ (la suma de las probabilidades)

Fallo de bomba de la línea de cada tanque a línea principal que va a muelle de llenado o toma de carburación generando sobrepresión, ruptura y fuga. 4. Error humano durante el transvase desde la toma de recepción de semirremolques. No abre válvula de flujo para suministro en toma de recepción desde semirremolque. Falta de supervisión de operaciones de suministro. Perforación en tubería por corrosión interna y externa. Falta de procedimiento redundante de seguimiento de operación. Fallo en acoplamiento de tubería de línea de toma de abasto a un tanque de almacenamiento.			
FUGA DE GAS 4.10×10^3 (SUMATORIA DE LAS POSIBLES CAUSAS)			0.0041
RESULTADOS Y PROBABILIDAD DE EXPLOSIÓN Y/O INCENDIO			
PROBABILIDAD DE FUGA PARA EL EVENTO.	PROBABILIDAD DE UNA EXPLOSIÓN Y/O INCENDIO	PROBABILIDAD TOTAL	ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS
4.1×10^3	0.0001	4.1×10^7	SI

Nota: para este caso el nivel de riesgo de acuerdo al tipo de consecuencias y valoración de probabilidad; tenemos valores de 4 y 2 respectivamente (severo e improbable respectivamente) que nos da un valor de 8 (matriz de riesgo). De acuerdo a los criterios de aceptabilidad; se trata de riesgo medio para este evento en particular.

JERARQUIZACIÓN DE LOS RIESGOS EN BASE AL NIVEL DE RIESGO.

Una vez identificados los riesgos mediante la metodología HAZOP, donde se han establecido las probabilidades recurriendo a la técnica del FMEA, enseguida se procede a establecer la jerarquización de los riesgos (orden de ocurrencia probable), estableciendo en una tabla, las columnas de probabilidad y su valoración, por las consecuencias esperadas, lo que nos da como resultado el nivel de riesgo, que refleja finalmente el valor a comparar con la tabla de criterios de aceptabilidad:

NODO 1. ABASTECIMIENTO DE GAS A TRAVÉS DE LA TOMA DE RECEPCIÓN.

No. DE EVENTO	CAUSA(S) POTENCIAL(ES).	PROBABILIDAD (FMEA)	VALOR			
			P	C	NIVEL	A*
1	1. Error en la operación de acople de tubería desde el semirremolque hacia toma de abasto de alguno de los tanques. 2. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto. 3. Falla del compresor que ocasiona sobrepresión y ruptura de tubería desde semirremolque.	Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	2	3	6	SI
		Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.				
		Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.				
2	1. Cierre de válvulas de alimentación a tanque. 2. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	2	2	4	NO
		Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.				
3	1. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	2	2	4	SI
		Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.				

	2. Falla del compresor que ocasiona sobrepresión y ruptura de tubería desde semirremolque.					
4	1. Nivel de un tanque con sobrellenado.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	3	1	3	NO

NODO 2. ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. EN CADA UNO DE LOS 3 TANQUES CILÍNDRICO HORIZONTALES CON INSTALADOS EN LA PLANTA.

	CAUSA(S) POTENCIAL(ES).	PROBABILIDAD (FMEA)	P	C	NIVEL	A*
1	1. Falla Indicador de nivel lo que hace que el operario siga mandando gas. 2. Fallo de válvula de sobrepresión (no abre).	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo. Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo. Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	2	2	4	SI
2	1. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto. 2. Falla del compresor que ocasiona sobrepresión y ruptura de tubería desde semirremolque. Fallo de bomba de la línea de cada tanque a línea principal que va a muelle de llenado o toma de carburación generando sobrepresión, ruptura y fuga.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo. Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	3	2	6	SI
3	1. Exceso de corrosión en válvula de abasto o servicio de tanque de almacenamiento. 2. Falta de mantenimiento en tubería.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo. Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	2	2	4	SI
4	1. Nivel de un tanque con sobrellenado.	Un evento probable, que puede ocurrir durante	2	2	4	NO

	1. Fisura en línea por corrosión o mal estado de válvula.	operaciones o a lo largo de la vida del equipo.				
5	1. Fisura en línea por corrosión o mal estado de válvula; situación que puede generar un incendio que ocasione que un segundo tanque presente ebullición del líquido; otra potencial causa puede deberse a sobrepresión de gas debido a sobrellenado (fallase la operación de llenado y se sobrecarga), y al encontrar una fuente de ignición ocasionará un incendio del gas que se fuga (primero explosión), y un segundo tanque presente ebullición (BLEVE), situación de muy baja probabilidad, pero posible y se debe considerar para conocer el potencial evento de mayor riesgo; (solo puede desencadenarse en caso de que todas las medidas de seguridad fallasen). A su vez; una fuga con explosión y/o incendio puede ser generada inicialmente donde las causas y probabilidades serían las mismas que se han identificado previamente; esas causas, probabilidades y resultados se reproducen a continuación: 1. Error en la operación de acople de tubería desde el semirremolque hacia toma de abasto de alguno de los tanques. 2. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. 3. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto. 3. Falla del compresor que ocasiona sobrepresión y ruptura de tubería desde semirremolque. Fallo de bomba de la línea de cada tanque a línea principal que va a muelle de llenado o toma de carburación generando sobrepresión, ruptura y fuga.	Un evento improbable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	2	4	8	SI

4. Error humano durante el transvase desde la toma de recepción de semirremolques. No abre válvula de flujo para suministro en toma de recepción desde semirremolque. Falta de supervisión de operaciones de suministro. Perforación en tubería por corrosión interna y externa. Falta de procedimiento redundante de seguimiento de operación. Fallo en acoplamiento de tubería de línea de toma de abasto a un tanque de almacenamiento.					

NODO 3. ENVÍO DE GAS L.P. DE LA ISLETA DE UNA TOMA DE RECEPCIÓN A SEMIRREMOLQUES A LÍNEA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GAS.

	CAUSA(S) POTENCIAL(ES).	PROBABILIDAD (FMEA)	P	C	NIVEL	A*
1	1. Error en la operación de acople de tubería desde el semirremolque hacia toma de abasto de alguno de los tanques. 2. Exceso de corrosión en válvula de servicio o de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto. 3. Falla del compresor que ocasiona sobrepresión y ruptura de tubería desde semirremolque. Fallo de bomba de la línea de cada tanque a línea principal que va a muelle de llenado o toma de carburación generando sobrepresión, ruptura y fuga.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	3	6	6	SI
		Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.				
2	1. Desacople de manguera desde el semirremolque. 2. Error humano al acoplar manguera.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	3	2	6	SI
		Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.				

TÍTULO: ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL II	CÓDIGO: ERA-GEN-CORREGIDORA-002	
EN VIGOR A PARTIR DE: 01/03/18	ÚLTIMA REVISIÓN: 12/04/2018	
ELABORADO POR: ASAJ/ING. ÁNGEL JUÁREZ MEDINA	AUTORIZADO POR: ING. ANTONIO CASA MADRID PICAZO	

3	1. Exceso de corrosión en válvula de abasto o servicio de tanque de almacenamiento. 2. Falta de mantenimiento en tubería.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	3	2	6	NO
		Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.				
4	1. Nivel de un tanque con sobrellenado.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	2	1	2	NO

NODO 4. ENVÍO DE GAS L.P. DESDE LÍNEA DE CADA TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ALMACENAMIENTO AL MÚLTIPLE DE LLENADO DE RECIPIENTES PORTÁTILES.

	CAUSA(S) POTENCIAL(ES).	PROBABILIDAD (FMEA)	P	C	NIVEL	A*
1	1. Cierre de Válvulas de alimentación en la línea del múltiple de llenado de recipientes portátiles. 2. Formación de fisura en línea de alimentación al múltiple de llenado.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	3	1	3	SI
		Un evento improbable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.				
2	1. Falla del compresor que ocasiona sobrepresión y ruptura de tubería desde semirremolque. Fallo de bomba de la línea de cada tanque a línea principal que va a muelle de llenado o toma de carburación generando sobrepresión, ruptura y fuga.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	4	1	4	SI
3	1. Error en la operación de acople de tubería desde el semirremolque hacia toma de abasto de alguno de los tanques. 2. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	3	2	6	SI
4	1. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	4	1	4	SI

	Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto.				

NODO 5. LAS OPERACIONES DE RECEPCIÓN Y SUMINISTRO DE GAS L.P. EN LA TOMA DE CARBURACIÓN.

	CAUSA(S) POTENCIAL(ES).	PROBABILIDAD (FMEA)	P	C	NIVEL	A*
1	1. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	3	1	3	SI
2	1. Error en la operación de acople de tubería desde el semirremolque hacia toma de abasto de alguno de los tanques. 2. Exceso de corrosión en válvula de servicio; de seguridad, con formación de fisura. Emisión desde válvula de seguridad por sobrepresión. Emisión por perforación en línea de tubería que va desde la toma de recepción a línea de tanques; o de línea que va de los tanques al múltiple de llenado de cilindros portátiles o a la toma de auto-abasto.	Un evento probable, que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.	4	1	4	SI

A* Estos eventos fueron seleccionados en función del nivel de riesgo para aplicar la metodología cuantitativa mediante el programa ALOHA (se representan en los eventos).

NOTA: los eventos seleccionados para simular las consecuencias (radios de afectación), mediante el programa ALOHA, se agrupan ya que las causas pueden ser distintas y están representadas por los eventos por cada nodo tal como se señala en la columna final de las tablas anteriores.

Resumen de resultado de la aplicación del Método HAZOP y la matriz de riesgo.

En base al análisis HAZOP elaborado, se identificaron y clasificaron las situaciones de riesgo para cada nodo-actividad previamente definida, contabilizando un total de 19 situaciones con causas más probables y nivel de riesgo con valores de 2 a 8 (determinado en base al método FMEA), éstos valores cuentan con la atenuante de que se disponen de medidas de seguridad, obteniendo valores de riesgo residual aún menores, pero que se toman como los valores reales, para poder contar con las medidas de seguridad adicionales a las existentes y reducir aún más las probabilidades; de lo observado en este análisis, se determinó que se encontraron riesgos clasificados con un grado de aceptación (de 1 a 6), por el bajo riesgo en 18 sucesos, lo cual indica que los mismos se aceptan considerando las condiciones actuales, asimismo, se identificó 1 evento potencial clasificado con grado de aceptación medio (de 7-12), lo cual indica que es aceptable con controles.

Con la finalidad de establecer los potenciales radios de afectación, se recurrió a la aplicación de una metodología cuantitativa acudiendo al programa ALOHA, de los resultados obtenidos (se muestra la memoria de cálculo más adelante), se observa que el evento peligroso identificado y dictaminado como de mayor gravedad por las consecuencias que generaría; aun cuando es el de menor probabilidad sería el único con daños hacia el exterior de las instalaciones (radio de 417 metros para la zona de alto riesgo), en este caso se trata del evento 5 del nodo 2; sin embargo los riesgos identificados y evaluados de mayor probabilidad pero menores consecuencias no inciden más allá de los 55 metros caso del evento 6), ya que su radio de afectación para la zona de alto riesgo no sobrepasa esa distancia, y no existen zonas o instalaciones vulnerables en esa distancia, puesto que los efectos por radiación no alcanzan a dañar equipos de proceso (para este evento), y en el caso de la zona para efecto dominó, tampoco se alcanzan distancias hacia el exterior de las instalaciones (el resultado es de 12 metros).

Para el caso del evento BLEVE (modelado mediante ALOHA e identificado como evento número 5 o nodo 2 evento 5), los radios de efectos se extenderían en un radio de 150 metros y radiación de 35 kW/m² (con intensidad de radiación capaz de ocasionar graves daños por quemaduras en las personas, construcciones y equipos llegando a destruir tuberías e instrumental de seguridad en los otros tanques, e incluso quemaduras a población civil que pudiese encontrarse dentro del radio de la zona de alto riesgo [417 metros], sin embargo, debido a que se trata de un evento de mínima probabilidad, aun así se incluye como factor para causar un efecto dominó), se incluirán otros eventos de mayor probabilidad para estimar si las consecuencias por radiación pueden generar un efecto concatenado (dominó) alcanzando otro tanque de almacenamiento y que este a su vez también emita gas por fuga (debido a daños en tubería e instrumental de seguridad).

En cualquier caso, los eventos considerados como graves (excepto el evento BLEVE), definirán la probabilidad de un potencial efecto dominó que será considerado para efectos de evaluar si las instalaciones de seguridad en la planta y los recursos humanos existentes son capaces de prevenir y/o enfrentar un evento capaz de desencadenar otros dentro de la misma planta.

En base a las distancias de afectación para el caso supuesto con valores extremos (de mayores consecuencias, pero menos probable; así como los evaluados como de menores consecuencias, pero más probables), es oportuno señalar que deberá de atenderse el evento identificado con nivel de riesgo medio de acuerdo al método (evento 9), incorporando medidas operativas preestablecidas y de seguridad adicionales; las cuales se recomiendan en el presente estudio dentro del apartado VI.5 (RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS).

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 mantenimiento, ausencia de mantenimiento; de capacitación; de actualización de procedimientos de operación; de aplicación de medidas preventivas y de seguridad, y en menor grado por una falla de los equipos como bombas, compresor, instrumental de seguridad o durante las propias actividades (errores de funcionamiento y la no aplicación del mantenimiento conjugados); estas situaciones pueden ocurrir de acuerdo con la estimación de probabilidad, sin embargo de acuerdo con los mismos resultados, se intuye que la empresa consideró aquellas bases de diseño constructivo para la actividad propuesta y que el equipo a utilizar en sus operaciones cumple con las especificaciones del fabricante, referente a la seguridad y operatividad, además de contar con la debida planeación para instaurar los programas, procedimientos y equipos de seguridad, orientados a la prevención de peligros, con la finalidad de reducir al mínimo la ocurrencia de dichos eventos.

Como se ha señalado, el nivel de riesgo más alto identificado sería por la potencial ocurrencia de un evento BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion), cuya causa de baja probabilidad de ocurrencia, fuera un incendio previo sin atender en el área de los tanques de almacenamiento de almacenamiento con capacidad de diseño para 250,000 litros, lo que incrementaría la presión del interior del recipiente y la ebullición del líquido que se expande, originando la explosión del recipiente, se trata pues de un evento BLEVE, que fue identificado como el más catastrófico para la zona de consecuencias, aunque de menor probabilidad.

Otros de los eventos de riesgo cuyo nivel es moderado, tienen como causa probable el exceso de corrosión y debilitamiento de las paredes de tuberías para el trasiego desde las líneas de los tanques de almacenamiento, debido al uso prolongado, sobre todo en el área de acoplamiento roscado que lo conecta con la tubería de 2 y 3 pulgadas.

En la aplicación del método cuantitativo (mediante el programa ALOHA), se incluyen niveles de radiación delimitados conforme a los criterios establecidos por Latha, Gautam&taghavan (directiva de Seveso II); para conocer si las consecuencias debidas a la radiación, generaría a su vez otro evento no acumulativo en cuanto a intensidad, pero con consecuencias agravantes para las instalaciones; en este caso, dada la delimitación de las instalaciones respecto a otra planta ubicada al poniente que cuenta

con muro de tabique de 2.5 metros de altura, no existen posibilidad de que el evento de mayor peligro identificado y evaluado pueda concatenar otro evento dado que la intensidad de radiación de 35 kw/m², no alcanzaría esas instalaciones.

Aunado a lo anterior, este tipo de eventos; como se ha reiterado es de baja probabilidad de ocurrencia, sin embargo se incluye para conocer las consecuencias en caso de presentarse, lo que ayudará a contar con un plan de respuesta a emergencias efectivo.

Concluyendo; los riesgos potenciales con consecuencias más probables, pero de menores consecuencias, consideran aquellos que tiene como causa reiterada el error humano; debido a que las operaciones cotidianas en las instalaciones involucran al factor humano, que implican el transvase desde un sistema móvil a uno fijo (toma de semirremolques a líneas hacia tanques de almacenamiento), y de uno fijo (área de tanques de almacenamiento), a muelles de llenado de cilindros portátiles con múltiples operaciones y de las líneas de tanques de almacenamiento a toma de carburación de auto-abasto.

Los riesgos menos probables se deberían a fallo en los equipos utilizados para el trasiego, así como instrumental de seguridad (puede ocurrir remotamente).

Al evaluar los resultados obtenidos al aplicar la metodología mediante el simulador ALOHA, se obtiene como conclusión que se trata de riesgos aceptables en un 95% (19 eventos con nivel de riesgo bajo), siempre y cuando se sigan los controles existentes que incluyen el mantenimiento de instalaciones y equipos, así como la supervisión de operaciones, solo uno de los riesgos identificados (representa el 5%), obtuvo un nivel de riesgo medio, que indica que requiere de medidas preventivas adicionales, como es la programación de pruebas de espesor en cada tanque de almacenamiento periódicamente, lo cual permitirá reducir las probabilidades de los eventos y como consecuencia se reducirá el nivel de riesgo.

Medidas de Reducción de Riesgos.

Las medidas preventivas adicionales deberán ser contempladas para riesgos categorizados como medios. Los riesgos categorizados como bajos no requerirán la implementación de medidas.

Jerarquía de las Medidas de Reducción de Riesgos.

El proceso de reducción de riesgos implica la adopción de medidas necesarias en orden descendente como se indica a continuación:

Tabla 10. Medidas de Reducción de Riesgos.

1	Eliminación del riesgo, removiendo la amenaza – si es posible eliminar del diseño la fuente del problema; o mediante medidas de seguridad redundantes (válvulas de seguridad calibradas a distinta presión, monitoreo de las instalaciones de manejo de gas en tiempo real.
2	Reducir el riesgo, sustituyéndolo por un proceso, actividad o sustancia menos riesgosa.

3	Aislar a través de controles efectivos, (por ejemplo, delimitar del peligro, retirar a la persona expuesta al riesgo, reducir su exposición, etc.). Considerar la posibilidad de separación entre componentes de un equipamiento o entre instalaciones.
4	Instalar elementos de protección, como por ejemplo paradas de emergencia, sensores, microswitches, etc.
5	Implementar Permisos de Trabajo Seguro, reglas especiales y procedimientos para controlar los riesgos.
6	Proporcionar supervisión apropiada, con adecuado entrenamiento del personal, instrucción e información relevante.
7	Proporcionar Elementos de Protección Personal, sólo como última medida y como soporte de las medidas de control previamente mencionadas.

Fuente: ESTUDIOS DE ANÁLISIS DE RIESGO. Autor: Hugo Daniel Mariani

Aún con el incremento de volumen de gas a manejar por la instalación de un tanque adicional de 250,000 litros de capacidad; la planta en evaluación ya cuenta con procedimientos, equipos y medidas de reducción de riesgos, excepto el punto 1, que no es posible eliminar el que exista la planta, debido a que son instalaciones de servicio que operan en base a estrictos controles de seguridad y bases de diseño normadas, y dado que en cualquier instalación de manejo de sustancias inflamables, explosivas o peligrosas la consideración de riesgo cero, no existe.

APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE DOW DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN.

Con la finalidad de ser objetivos en la aplicación del índice DOW para las operaciones que implican el manejo de gas L.P., dentro de las instalaciones de la planta de almacenamiento propiedad de Gas Express Nieto, S.A. de C.V., debido precisamente a que se trata de un combustible inflamable y explosivo; a que los volúmenes manejados son considerables y que se tienen implementadas las medidas de seguridad apropiadas para prevenir o enfrentar situaciones que impliquen una fuga, derrame y, en su caso explosión del combustible; ante esta situación, el análisis de fuego y explosión contempla básicamente el riesgo de incendio y/o explosión de la sustancia.

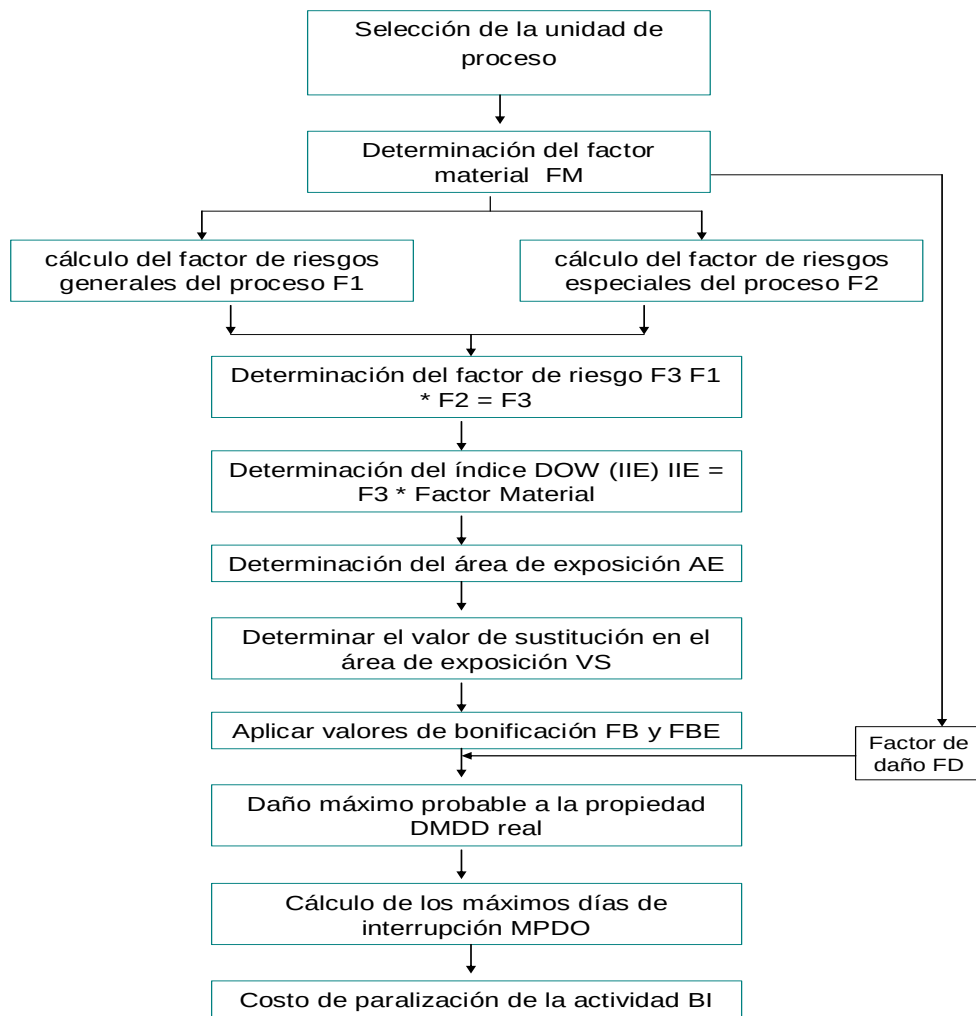
Con el título original de DOW's Fire & Explosion Index, publicado por primera vez en 1966, llegó a su sexta edición en el año 1987, en el que se incorpora por primera vez una penalización específica a los productos tóxicos.

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 quinta edición incluía métodos de estimación de los tiempos de interrupción del servicio y de los costos derivados de estas interrupciones, en función de los riesgos evaluados; 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 25.

Figura 25. Esquema secuencial del método DOW.



METODO DOW PROCEDIMIENTO DE CALCULO

FUENTE: DOW's Fire & Explosion Index Hazard Classification Guide. Sexta edición 1987.

El punto de partida para la aplicación del método consiste en dividir la planta 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).

Determinar el «Factor de Material» (FM) para cada Unidad (ver Factor de Material).

- 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).

- b) Calcular el «Factor de Riesgo» [F3] y el «Factor de Daño» [FD] para cada unidad determinada en esta aplicación del método.
- c) 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).
- d) Calcular el valor de sustitución del equipo en el área de exposición [VS] (ver Índice de Incendio y Explosión).
- e) 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).
- f) Determinar los Máximos Días de Interrupción [MPDO] [2] y los costos 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, tanques, 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 temperatura diferente a 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:

- Factor de Riesgos Generales del Proceso (General Process Hazards) (F1).
- 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 tanques 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 inflamación.
- 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:

$$F3 = F1 \cdot F2$$

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:

$$IIE = FM \cdot F3$$

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 también el denominado Factor de Daño (FD). El valor de sustitución (VS) se puede calcular de acuerdo con:

$$VS = \text{Valor de la instalación} \times 0.82 \times FE.$$

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 planta 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:

C 1: 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, tanques para vertidos de emergencia.

C3: Detectores, protección de estructuras, tanques de doble pared, suministro de agua contra incendios, sistemas especiales (Halón, CO₂, 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 van desde 0,74 a 0,99.

El Factor de Bonificación FB se obtiene como producto de los valores anteriormente citados.

$$FB = C1 \times C2 \times C3$$

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:

$$MPPD \text{ (real)} = MPPD \times FBE$$

Con este valor se puede obtener, recurriendo a la gráfica correspondiente del manual, el MPDO o número de días de interrupción de la actividad industrial 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:

$$\frac{MPDO}{30} \times VPM \times 0,7 = BI$$

Dónde: VPM: es el valor de la producción mensual.

MPDO: número de días máximos probables de interrupción de la actividad industrial.

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 tubería e instrumentación.
- ✓ Manual de especificaciones de equipos.
- ✓ Guías de cálculo del índice DOW de fuego y explosión (en su versión más actualizada [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 ÍNDICES (TEMA).

Ventajas/Inconvenientes.

Como se ha comentado inicialmente, la aplicación del método permitirá una jerarquización, 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.

Análisis de Fuego y Explosión.

El análisis de fuego y explosión se enfoca a determinar y evaluar los riesgos potenciales de incendio, explosión y toxicidad de los materiales que se manejan en un proceso, así como el riesgo total de esa unidad en el proceso. Para realizar este análisis se escogió el Índice Dow ya que es aplicable en unidades de proceso donde existe un gran impacto en el riesgo de incendio o explosión de acuerdo al material existente, reacciones o procesos peligrosos.

Inicia identificando, en el plano de localización, las unidades o secciones de proceso consideradas como las de mayor impacto ó que contribuyan más al riesgo de fuego o de explosión. Se determina el factor material para cada compuesto. El factor material FM es una medida de la intensidad de energía liberada por un compuesto químico, mezcla o sustancia y es el punto de partida para el Índice de Fuego y Explosión. Se determina considerando los riesgos de inflamabilidad y reactividad del material y un número entre 1 y 40, empleando el NFPA 49 y 325, para encontrar el valor de Nf [riesgo por inflamabilidad] y Nr [riesgo por reactividad].

Se evalúa la contribución de cada factor de riesgo para determinar el factor de riesgo de la instalación y el factor de daño, que representa el grado de exposición a pérdidas.

Mediante factores de penalización y calificaciones a procesos, operaciones, sistemas de seguridad, etc., que pueden representar el estado de riesgo de los procesos estudiados, se obtiene un índice de fuego y explosión (IFE) para cada segmento estudiado, al cual se le asocia un grado de peligro determinado, de acuerdo con la clasificación siguiente:

CLASIFICACIÓN DE RIESGO	
IFE*	TIPO DE RIESGO
1 - 60	Ligero
61 - 96	Moderado
97 - 127	Intermedio
128 -158	Grave
Más de 158	Severo

* Adaptado de: Dow Fire and Explosion index. Hazard Clasification Guide The Dow Chemical Company. 6° Edition, May 1987 Forma C22380 R-8-87 [471-036].

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO.

OPERACIÓN EVALUADA: ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE GAS.

HOJA 1 DE 1							INDICE DOW PARA FUEGO Y EXPLOSIÓN			
EMPRESA		PLANTA/AREA		UNIDAD O SECCIÓN DE PROCESO			FECHA			
GAS EXPRESS NIETO, S.A. DE C.V.		CORREGIDORA		MANEJO DE GAS L.P.			12/05/2018			
MATERIALES Y PROCESO										
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=	21	MATERIAL CLAVE				VALOR		
1.- RIESGOS GENERALES DE PROCESO				1.- PATIO DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO (0.50)				0.50		
BASE DEL FACTOR			1.00	2.- DERRAMES Y FALLA DE PURGA (0.30)				0.00		
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)				0.40		
C) MANEJO DE MATERIALES (0.25 A 1.05)			1.05	D) POLVOS EXPLOSIVOS (0.25 A 2.0)						
D) PROCESO BAJO TECHO (0.25 A 0.90)				E) PRESIÓN				0.25		
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)				0.20		
SUMA DE FACTORES POR R.G.P. F ₁ =			2.05	G1) CANTIDAD DE MATERIAL						
2.- RIESGOS ESPECIALES DE PROCESO				1.- MATERIALES EN PROCESO						
BASE DEL FACTOR			1.00	2.- LIQUIDOS O GASES EN ALMACENAMIENTO.				1.00		
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)				0.25		
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 =				3.60		
FACTOR DE RIESGO DE LA UNIDAD F ₁ x F ₂ = F ₃ F ₃ =			7.38	INDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSION FM x F ₃ = IFE=				154.98		
CORRECCIÓN POR MEDIDAS DE SEGURIDAD										
1.- CONTROL DE PROCESO				D) INTERLOCK (0.96)				0.96		
A) ENERGIA DE EMERGENCIA (0.97)			0.97	PRODUCTO DE FACTORES POR CONFINAMIENTO C ₂ =				0.96		
B) ENFRIAMIENTO (0.95 A 0.98)			0.95	3.- PROTECCION CONTRA INCENDIOS						
C) CONTROL DE EXPLOSIONES (0.75 A 0.96)				A) DETECCIÓN DE FUGAS (0.90 A 0.97)				0.95		
D) PARO DE EMERGENCIA (0.94 A 0.98)			0.98	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)				0.95		
G) PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN (0.86 A 0.96)			0.95	E) SISTEMAS ESPECIALES (0.85 A 0.97)				0.85		
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 =			0.90	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)			0.95	I) EXTINGUIDORES Y MONITORES (0.92 A 0.97)				0.97		
B) CARGA Y DESCARGA (0.85 A 0.95)			0.95	J) PROTECCIÓN A LINEAS ELECTRICAS (0.90 A 0.96)				0.96		
C) SISTEMAS DE DRENAJES (0.85 A 0.95)			0.85	PRODUCTO DE FACTORES POR P.C.I. C ₃ =				0.80		
PRODUCTO DE FACTORES DE SEGURIDAD C ₁ x C ₂ x C ₃			0.69	REDUCCIÓN DEL INDICE DOW PARA FUEGO Y EXPLOSIÓN				106.97		
SUMARIO DE ANÁLISIS DE RIESGOS										
A1) INDICE DOW DE FUEGO Y EXPLOSIÓN (F ₃ *FM)			154.98	C) DMPP BASE (A ₃ x B)			\$			
A2) RADIO DE EXPOSICIÓN (Pies) =			135.00	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			DÍAS			

VI.2.5. Comparativo de resultados obtenidos al aplicar las diferentes metodologías de identificación, jerarquización y evaluación de riesgos (HAZOP, e índice DOW).

JERARQUIZACIÓN DE ACUERDO AL NIVEL DE RIESGO OBTENIDO.

Las evaluaciones al aplicar las metodologías de riesgo fueron jerarquizadas para determinar el nivel de riesgo, los resultados globales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Resultados de nivel de riesgo para los probables eventos de riesgo evaluados.

RESULTADO (PELIGROSIDAD)	RANGO DE NIVEL DE RIESGO	MÉTODO HAZOP	ÍNDICE DOW	CONSECUENCIAS (ALOHA)
ALTO RIESGO	15-25			
MEDIO RIESGO	8-12	1		1
BAJO RIESGO	1-6	18		18
ALTAMENTE PELIGROSO	1-3			
PELIGROSO	4-6			
MODERADAMENTE PELIGROSO	8-9			
MUY POCO PELIGROSO	12-16		BAJO	

Los riesgos identificados y dictaminados como de mayor grado o nivel repercuten directamente en las áreas de la planta, pues se relacionan con el sistema de manejo de gas L.P., que involucra a línea de tanques de almacenamiento, tuberías, instrumental de seguridad, bomba y compresor.

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, queda minimizado un factor externo (fenómenos naturales o sociales); estas situaciones pueden ocurrir de acuerdo con la estimación de probabilidad, sin embargo de acuerdo con los mismos resultados se intuye 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 programas, procedimientos y equipos de seguridad orientados a la prevención de peligros, con la finalidad de reducir al mínimo la ocurrencia de dichos eventos.

VI.2.6. IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS QUE PUEDEN SUSCITARSE Y DEL EVENTO MÁXIMO PROBABLE Y CATASTRÓFICO.

En base a la identificación y evaluación de los posibles riesgos presentes en la planta de almacenamiento y suministro de gas L.P. a través del método "HAZOP" y de su posterior jerarquización, se obtienen los eventos máximos identificados:

No.	Evento.	Probabilidad de ocurrencia.
1	Ocurrencia de un evento BLEVE "boiling liquid expanding vapour explosion" [explosión de vapores que se expanden al hervir el líquido], en uno de los tanques de almacenamiento. EVENTO ALOHA 9 (EVENTO 5 DEL NODO 2).	Se trata del evento de mínima probabilidad, de hecho es el de más baja probabilidad, en México solo se tiene referencia de un evento ocurrido en una terminal de gas (San Juan Ixhuatepec en 1984), esto en concordancia con los resultados obtenidos en la metodología de identificación (HAZOP), sin embargo sería el de mayores consecuencias y es necesario estar preparado para el evento, aunque estadísticamente es casi improbable. La potencial ocurrencia de un evento de este tipo ocasionaría un efecto dominó. Un evento improbable que puede ocurrir durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo
2	Fuga e incendio de nube de gas en área de suministro de carburación de auto-abasto. EVENTO ALOHA 6.	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
3	Explosión de un gas fugado en el área de andén de llenado. EVENTO ALOHA 4 respectivamente	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
4	Explosión de un gas fugado en el área de andén de llenado. EVENTO ALOHA 3.	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
5	Fuga de gas y Explosión en el área de recepción de gas L.P. EVENTO ALOHA 2.	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
6	Fuga e incendio de nube de gas en área de suministro de carburación de auto-abasto. EVENTO ALOHA 5.	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.
7	Fuga e incendio de nube de gas en área de tanques de almacenamiento (línea de tubería que va a múltiples de llenado). Las consecuencias pueden ser por acumulación de gas generando un ambiente tóxico y del incendio tipo dardo de fuego que alcanzará las distancias simuladas de acuerdo al programa (EVENTO ALOHA 1 con sus tres variantes). Así como los eventos 7 y 8.	Un evento probable que ocurra una vez o más durante operaciones o a lo largo de la vida del equipo.

NOTA: La probabilidad de ocurrencia de estos eventos, se consideró de acuerdo a la categoría de probabilidad, de acuerdo a la jerarquización de riesgos.

Eventos máximos probables:

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que cuenta la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo grave. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia (con respecto a los demás) como son los eventos 1, 2, 5, 7 y 8, pero en caso de presentarse, se tienen contempladas medidas de control documentadas a través del Programa para la Prevención de Accidentes de la instalación. Los eventos más probables arrojar resultados de radios de afectación administrables o riesgo administrable (bajo riesgo) como son los eventos señalados anteriormente.

Evento catastrófico:

Si bien, la probabilidad de que ocurra el evento 9 es prácticamente improbable, ya que se requeriría de la combinación de dos o más eventos (fuga de gas, acumulación del mismo, incendio en área y sobrecalentamiento de uno de los tanques de almacenamiento), lo cual desencadena el evento BLEVE de uno de los tanques de almacenamiento, el cual es considerado el evento catastrófico, se trata de un evento sobre estimado ya que considera que las medidas de seguridad de que se dispone en la planta fallasen aun cuando sean redundantes (falle de energía eléctrica, fallo de apertura de válvulas de seguridad, fallo de válvulas de alivio, fallo de red contra incendios, etc.). El contenido de gas en el tanque equivale a una fracción que posibilita el manejo del programa, con una probabilidad muy baja, sin embargo, no descartable.

Un evento con consecuencias críticas o moderadas sería el evento 4 por los radios de afectación y consecuencias en edificaciones por la energía de sobrepresión, mientras que el evento 6 es un evento indeseado por las consecuencias de radiación pero que es administrable ya que tampoco sobrepasa las instalaciones de la planta como los eventos de mayor probabilidad (1, 2, 5, 7 y 8).

El enfoque de la prevención permite contar con procedimientos, equipos y recursos humanos suficientes para abatir las probabilidades de riesgo, sin embargo, con la finalidad de presuponer el evento de mayores consecuencias y sus probables medidas de control, se han sobrestimado las condiciones y volúmenes de gas y así poder predecir los mayores daños probables.

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE DAÑOS PARA UN EVENTO BLEVE.

Explosiones BLEVE (I): evaluación de la radiación térmica.

Esta Nota Técnica de Prevención expone el fenómeno físico de las explosiones BLEVE, riesgo de consecuencias catastróficas al que se ven expuestos, en los incendios, los depósitos de gases licuados. Se presentan sistemas simplificados de evaluación de los daños que generan por la radiación térmica.

INTRODUCCIÓN.

Una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés "Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion", cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición". La BLEVE es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión, en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera, de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados.

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

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

La característica fundamental de una BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen más de 200 veces.

La gran energía desarrollada en esa explosión repentina proyecta fragmentos rotos de distintos tamaños del recipiente a considerables distancias. Precisamente ésta es una prueba de confirmación de una BLEVE. Los fragmentos proyectados pueden arrastrar tras de sí a cierta masa de líquido en forma de gotitas de finísima lluvia, con posibilidad de inflamación a considerables distancias.

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

CONDICIONES PARA QUE SE PRODUZCA UNA EXPLOSIÓN BLEVE.

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

Producto en estado líquido sobrecalentado.

Se entiende como tal cuando su temperatura es superior a la que le correspondería si se hallara en equilibrio con su presión de vapor. Esta situación de inestabilidad se presenta bajo una exposición del recipiente a un incendio o en recipientes sobrellenados. No toda temperatura de sobrecalentamiento permite la formación de BLEVES. Debe superarse una temperatura límite. En caso de fisura de un depósito, incluso pequeña, y producirse un descenso de la presión para igualarse a la atmosférica, el gas licuado estará ineludiblemente en condiciones de sobrecalentamiento que podría fácilmente llegar a ser muy peligroso.

Bajada súbita de la presión (isoentrópica) en el interior del recipiente.

Tal descenso de presión puede ser debido a causas tales como: desprendimiento del disco de ruptura, pérdida de resistencia del recipiente en un incendio con la consiguiente rotura del mismo, perforación del recipiente por impacto, rotura por sobrellenado e incluso disparo de válvulas de seguridad mal diseñadas. Cuanto mayor sea la caída de presión, mayores serán también los efectos de la BLEVE, en caso de producirse.

El tamaño de la abertura inicial del depósito es determinante en la celeridad de la bajada de presión y en la zona afectada por la nucleación. En determinadas condiciones de presión y temperatura un líquido sobrecalentado, que se ha expuesto a un descenso súbito de presión, puede evaporarse de forma extremadamente violenta al cambiar de estado masivamente, por un proceso de formación espontánea y generalizada de burbujas de vapor [nucleación].

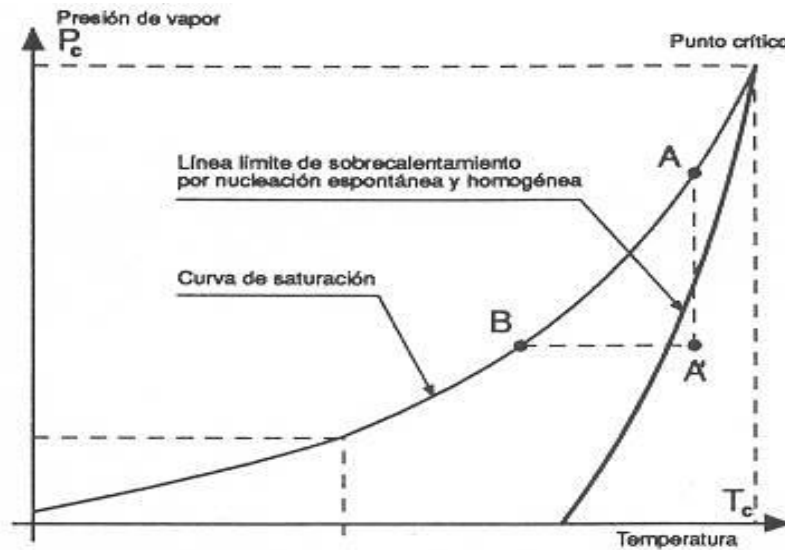
La mayoría de estudios de investigación realizados sobre este proceso de nucleación espontánea, coinciden en que la evaporación con formación de minúsculas burbujas no afectan a la totalidad de la masa, aunque la cantidad evaporada instantáneamente es de tal magnitud, que arrastra al líquido restante en forma de finísimas gotitas que se van vaporizando posteriormente.

Si esta nucleación espontánea es homogénea por afectar a todo el conjunto, la explosión es mucho más violenta que en el caso de ser heterogénea, al concentrarse en zonas en contacto con la pared interior del recipiente. Igualmente es necesario evitar las nucleaciones heterogéneas, ya que también son peligrosas por sí mismas y pueden contribuir a acelerar la homogeneización de la nucleación. La nucleación heterogénea se puede producir en condiciones de sobrecalentamiento focalizado sin alcanzar la temperatura límite.

Termodinámica de la BLEVE.

Cualquier líquido o gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio, según la curva de saturación presión-temperatura de la figura 26, o sea que a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor.

Figura 26: Curva de saturación P-T.



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

El sobrecalentamiento de una sustancia puede lograrse mediante calentamiento, superando su punto de ebullición sin que llegue a transformarse en vapor, o bien disminuyendo la presión, permaneciendo la temperatura constante. Así por ejemplo, en la figura 26 podemos observar que el punto A' de sobrecalentamiento se puede alcanzar por un aumento de temperatura a presión constante desde el punto B o una disminución brusca de presión (por expansión isoentrópica) desde el punto A. Evidentemente la posición A' es una situación inestable que tenderá a buscar su posición natural de equilibrio sobre la curva de saturación. En esta zona de inestabilidad definida en los márgenes que a continuación se expondrán, se favorece la nucleación espontánea como paso previo de la vaporización masiva y por tanto de la BLEVE.

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

Para comprender mejor la situación de inestabilidad de los líquidos sobrecalentados se analiza el comportamiento de los gases licuados según la ecuación de Van der Waals:

$$\left(p + \frac{3}{v^2}\right) \cdot (3v - 1) = 8t$$

En donde:

$$p = \frac{P}{P_c} \quad v = \frac{V}{V_c} \quad t = \frac{T}{T_c}$$

Siendo:

P = presión

p = presión reducida

V = volumen

v = volumen reducido

T = temperatura absoluta

t = temperatura reducida

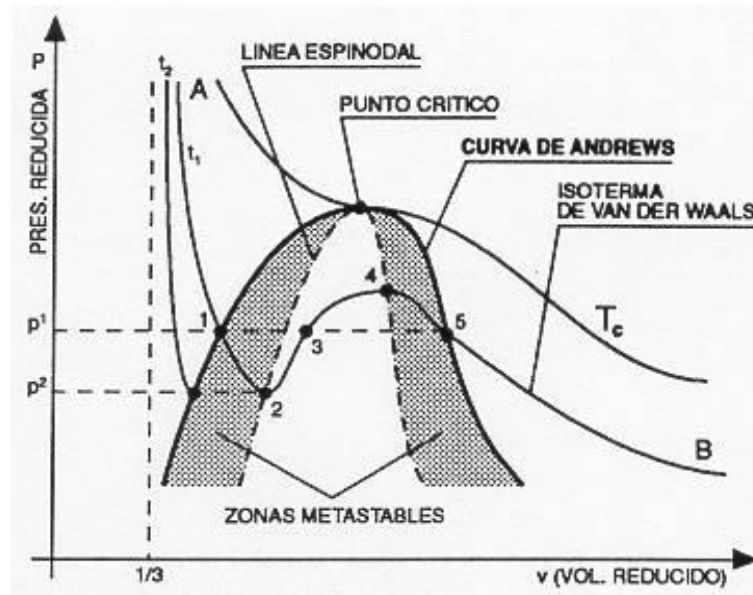
P_c , V_c y T_c = constantes críticas

Esta ecuación, que se representa gráficamente en el diagrama de la [fig. 18], muestra para cada isoterma la relación existente entre presión y volumen para un gas licuado tipo.

En dicho diagrama se han representado los dos posibles estados de inestabilidad [estados meta estables], el del líquido sobrecalentado y el del vapor subenfriado, que corresponden respectivamente, para la isoterma representada, al tramo 1-2 y 4-5. Precisamente en estos puntos límites de inestabilidad 2 y 4 le corresponde un mínimo y un máximo de la ecuación de estado, por lo que en ellos la pendiente de la tangente a la curva es cero.

$$\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_{t=\text{cte}} = 0$$

Fig. 18. Gráfica P-T-V para gases licuables.



La línea que une los diferentes puntos límite de inestabilidad para líquidos sobrecalentados y vapores subenfriados se suele denominar línea espinodal.

Las zonas de meta estabilidad quedan delimitadas entre dicha curva espinodal y la curva binodal o de Andrews la cual separa el área en la que existen dos fases, vapor y líquido, de las áreas en que sólo existe una sola fase [líquido o vapor].

En el punto crítico la línea binodal y espinodal coinciden con tangente común, que es precisamente la tangente a la curva de presión de vapor en dicho punto crítico.

Tales puntos límite de sobrecalentamiento de la línea espinodal pueden representarse en el anterior diagrama de presión de vapor - temperatura de la fig. 17 en una curva.

Cabe reseñar que respecto a la posible BLEVE que nos ocupa, no toda la zona de meta estabilidad de líquidos sobrecalentados entraña riesgo, ya que precisamente éste se concreta al alcanzar los mínimos de la curva de Van der Waals en los que irremisiblemente el líquido sobrecalentado se vaporiza súbitamente con una nucleación homogénea.

Para determinar el límite de sobrecalentamiento en el que se produce la nucleación espontánea y consecuentemente la BLEVE, habría que obtener los diferentes puntos de la curva espinodal que permitieran representarla. Dado que la tangente a esta curva en el punto crítico estará siempre en la gráfica a la izquierda de tal tramo de la misma, suele admitirse según los estudios más recientes que dicha recta tangente constituye el límite de seguridad con un margen suficientemente amplio.

Según datos experimentales se ha comprobado que la diferencia entre el límite real de sobrecalentamiento que podría provocar la BLEVE y el límite establecido por la tangente a la curva de saturación en el punto crítico y a presión atmosférica oscila entre 20 y 35 °C.

La curva de saturación del diagrama presión de vapor-temperatura se asimila a la ecuación de Antoine, que es una aproximación de la de Clausius Clapeyron, según la cual:

$$\ln P = -\frac{A}{T} + B \quad \text{o bien} \quad P = e^{-\frac{A}{T} + B}$$

Siendo:

P = presión de vapor [atm].

T = temperatura absoluta [K].

A y B = constantes para cada compuesto.

La tangente a dicha curva de saturación en el punto crítico se obtiene calculando la derivada de la presión respecto a la temperatura en dicho punto:

$$\frac{dP}{dT} = P \cdot \frac{A}{T^2}$$

$$\text{y el punto crítico } \frac{dP_c}{dT_c} = P_c \cdot \frac{A}{T_c^2} = \operatorname{tg} \alpha$$

Ejemplo.

Calcular los límites de seguridad de sobrecalentamiento del gas L.P. frente al riesgo de BLEVE.

En un manual de datos físico-químicos de sustancias, podemos obtener dos puntos de la curva de saturación, tales como:

$P_c = 38.7 \text{ atm.}$

$P = 1 \text{ atm.}$

$T_c = 152.8 \text{ °C}$

$T = -0.5 \text{ °C}$

$$\ln 1 = 0 = -\frac{A}{272,5} + B$$

$$\ln 38,7 = 3,65 = -\frac{A}{425,8} + B$$

Resolviendo las dos ecuaciones obtenemos $A = 2769$ y $B = 10,16$

La tangente al punto crítico será:

$$\frac{dP_c}{dT_c} = P_c \cdot \frac{A}{T_c^2} = \operatorname{tg} \alpha = 38,7 \cdot \frac{2769}{425,8^2} = 0,591$$

La ecuación de la referida tangente es:

$$P = T \cdot \operatorname{tg} \alpha + b$$

La constante b se obtiene sustituyendo valores en el punto crítico:

$$38.7 = 0.591 \cdot 425.8 + b = -213$$

El otro punto clave a la presión absoluta de cero atmósferas, es el punto de corte con el eje de abscisas.

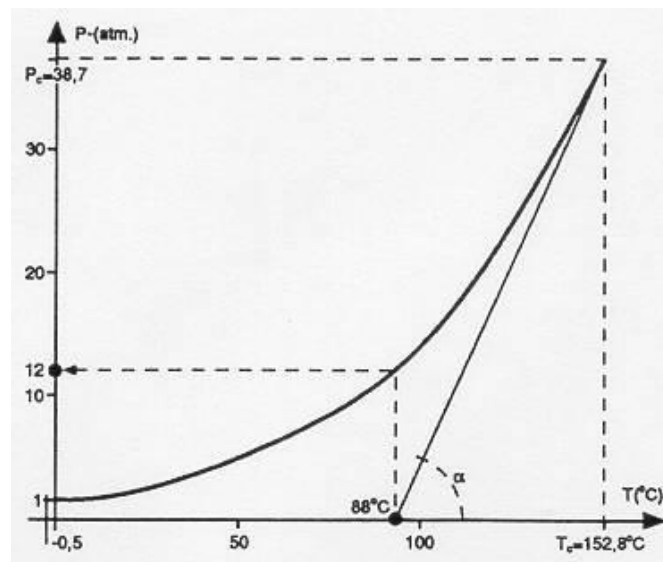
$$0 = 0.591 \cdot T_0 - 213 \quad T_0 = 360.4 \text{ } ^\circ\text{K} \gg 88 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Consecuentemente los límites prácticos de riesgo estarán comprendidos entre una temperatura de 88 °C y 152.8 °C, lo que correspondería a las presiones de vapor comprendidas entre 12 y 38.7 atm.

$$\ln P = -\frac{2769}{361} + 10.16;$$

$$\ln P = -7.67 + 10.16 = 2.49; P = 12.06 \text{ atm}$$

Fig. 19. Estimación de los límites teóricos de sobrecalentamiento para el butano.



CONSECUENCIAS DE UNA BLEVE.

Aunque en sentido estricto la BLEVE es la explosión mecánica del recipiente, dado que normalmente va asociada originariamente a incendios sobre recipientes que contienen líquidos inflamables, nos limitaremos en este último apartado a los tres tipos de consecuencias que suceden en este último caso:

- 3) Radiación térmica.
- 4) Sobre presiones por la onda expansiva.
- 5) Proyección de fragmentos metálicos.

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

Dada la diversidad de modelos matemáticos existentes, aquí se recoge solamente un sistema simplificado de cálculo, validado por instituciones especializadas en este campo.

El efecto más nocivo de una BLEVE es el derivado de la radiación térmica, aspecto sobre el que se centra esta Nota. La altísima radiación térmica de la bola de fuego formada, provocará la muerte de todo ser vivo que quede encerrado en la misma y la posibilidad de propagación de incendios y BLEVE's a instalaciones y recipientes próximos generando un efecto dominó.

Evidentemente la gravedad de los daños a personas y bienes estará en función de la distancia a la susodicha bola de fuego. La proyección de fragmentos metálicos de diferentes tamaños del recipiente explosionado podrá alcanzar distancias considerables, incluso de hasta 1000 m.

Si bien los daños graves a personas por lesiones pulmonares y/o rotura de tímpano no suelen ocurrir a más de 100 m de la superficie exterior de la bola de fuego, los daños estructurales considerables podrían alcanzar en casos extremos a 500 m desde el centro de la explosión.

Radiación térmica.

Previamente al cálculo de la dosis de radiación térmica a la que van a estar expuestas personas e instalaciones en una BLEVE, es preciso conocer las siguientes características sobre la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada:

- a) El diámetro de la bola de fuego.
- b) La altura de dicha bola.
- c) La duración máxima de la deflagración.

Diámetro de la bola de fuego.

El diámetro de la bola de fuego se puede obtener mediante la siguiente ecuación:

$$D = 6,48 \cdot W^{0,325} \text{ (T. N. O.)} = \text{(Technic Netherland Organisation, Model)}$$

Siendo:

D = diámetro máximo [m].

W = masa total del combustible [kg].

Altura de la bola de fuego.

$$H = 0,75 D$$

Siendo:

H = altura del centro de la bola [m].

D = diámetro máximo [m].

Duración de la bola de fuego.

$$t = 0,852 W^{0,26} \text{ (Modelo de la organización técnica holandesa)}$$

Siendo:

t = tiempo de duración (s).

W = masa total del combustible (kg).

La experiencia demuestra que la duración puede llegar a durar hasta tres minutos para las esferas de gran capacidad.

Radiación térmica recibida.

La radiación recibida en un punto determinado se obtiene mediante la ecuación genérica siguiente:

$$I = d F E$$

Siendo:

I = irradiación recibida (kW/M²).

d = coeficiente de transmisión atmosférica.

F = Factor geométrico de visión.

E = Intensidad media de radiación (kW/m²).

El coeficiente de transmisión atmosférica es función de la humedad relativa del aire y de la distancia al punto en cuestión.

$$d = 2,02 (P'_{v.} x)^{0,09}$$

Siendo:

$P'_{v.}$ = presión parcial absoluta del vapor en el aire ambiental (Pa) (1 bar = 10⁵ Pa).

x = distancia entre la envolvente de la bola de fuego y el punto considerado (m).

El factor geométrico F es un coeficiente que depende de la forma del foco emisor y receptor, y de la distancia.

En el caso de BLEVE's, al asimilarse la bola de fuego a una esfera y el cuerpo receptor a una superficie normal a la radiación directa en la línea procedente del centro de la esfera, se demuestra que el factor geométrico tiene el valor:

$$F = D^2 / 4 X^2$$

Siendo:

D = diámetro máximo de bola de fuego (m).

x = distancia entre el centro de la esfera y el cuerpo irradiado (m).

La intensidad media de radiación E es el flujo radiante por unidad de superficie y tiempo, y se calcula según la siguiente expresión:

$$E = f_r \cdot W \cdot H_c / p \cdot D^2 \cdot t$$

Siendo f_r un coeficiente de radiación que puede oscilar entre 0.25 y 0.40. El coeficiente f_r nos indica la fracción de la energía total desarrollada en la combustión, ya que esta energía se ve reducida por las pérdidas, fundamentalmente en la convección de humos.

W = masa total del combustible [kg].

H_c = calor de combustión [kJ/kg].

D = diámetro máximo de la bola de fuego [m].

t = tiempo de duración de la BLEVE [s].

Una vez calculada la irradiación térmica, hay que proceder al cálculo de la dosis de radiación térmica para personas expuestas. Una de las fórmulas más empleadas es la de Eisenberg:

$$\text{Dosis} = t \cdot I^{4/3}$$

En la que:

t = tiempo de exposición [s].

I = irradiación recibida [W/m^2].

El valor exponencial de la I , representa un coeficiente de mayoración de la dosis, a efectos de seguridad. Tengamos en cuenta, que según la Directriz Básica para la elaboración de los planos especiales del sector químico (BOE 6-2-91), los valores umbral son:

Para el límite de la Zona de Intervención en la cual el nivel de daños justifica la implantación inmediata de medidas de protección, $5 \text{ kW}/m^2$ en un tiempo máximo de exposición de 3 minutos, y para el límite de Zona de Alerta de $3 \text{ kW}/m^2$ en tiempo de exposición prácticamente indeterminado, ya que los daños solo serían perceptibles por los grupos de población críticos.

A título orientativo se indica a continuación la máxima radiación tolerable de materiales, [fuente - programa Toccata - Italia].

MATERIAL	RADIACION MAXIMA TOLERABLE I (W/m^2)
CEMENTO	60.000
HORMIGON ARMADO	200.000
ACERO	40.000
MADERA	10.000
VIDRIO	30.000 - 300.000
PARED DE LADRILLO	400.000

Ejemplo:

Calcular las consecuencias de radiación térmica de la BLEVE de una esfera que contiene 200 m^3 de butano almacenado a 20°C , a una distancia de 200 m . La humedad relativa atmosférica es 50% .

Datos:

Según tablas de la presión absoluta del vapor de agua saturado, a 20°C corresponden a 2310 Pa .

El calor de combustión es 45800 kJ/kg .

La densidad del butano en estas condiciones es, aproximadamente, 0.5 kg/dm^3 .

$$W = 0.5 \text{ kg/dm}^3 \cdot 200.000 \text{ dm}^3 = 100.000 \text{ kg}$$

Solución:

Diámetro de la bola de fuego:

$$D = 6,48 \cdot 100.000^{0,325} = 273 \text{ m}$$

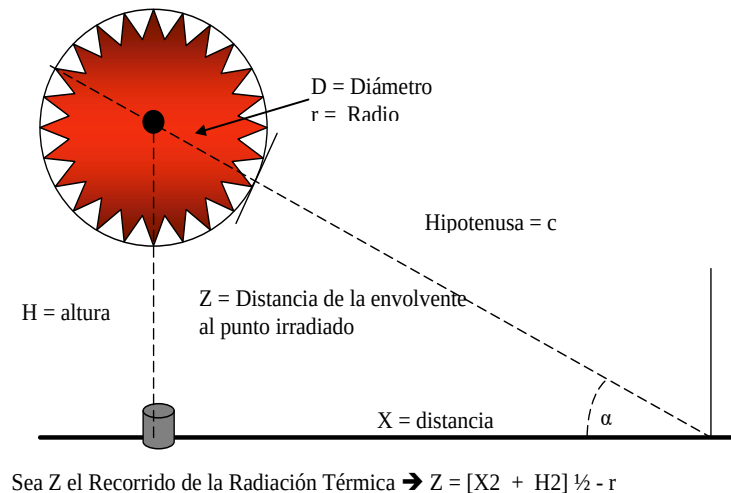
Altura de la bola de fuego:

$$H = 0,75 \cdot 273 = 204 \text{ m}$$

Duración de la bola de fuego:

$$t = 0,852 \cdot 100.000^{0,26} = 17 \text{ s}$$

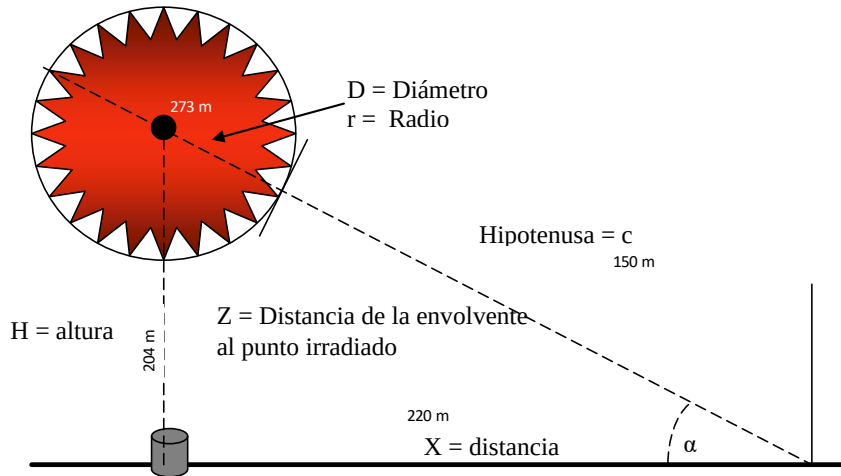
La distancia entre la envolvente de la bola de fuego y el punto considerado a efectos de determinar el coeficiente de transmisión atmosférica, se calcula por el teorema de Pitágoras, tal como se indica en la siguiente figura:



La distancia entre la envolvente de la bola de fuego y el punto considerado a efectos de determinar el coeficiente de transmisión atmosférica, se calcula tal como se indica en la figura 27.

Sustituyendo en el ejemplo tenemos:

Figura 27. Cálculo de la distancia x **Coeficiente de transmisión atmosférica.**



Sea Z el Recorrido de la Radiación Térmica $\rightarrow Z = [X^2 + H^2]^{1/2} - r$
 $(220^2 + 204^2)^{1/2} - 136.5 = 150 \text{ m}$

Coeficiente de transmisión atmosférica.

La presión parcial absoluta del vapor de agua P'_v con una humedad relativa del 50% contenido en la masa de aire húmedo se calcula así:

$$P'_v / P_v = -0.5 \Rightarrow P'_v = 0.5 \cdot 2310 = 1155 \text{ Pa}$$

P_v = Presión absoluta del vapor de agua saturado

P'_v = Presión parcial absoluta del vapor de agua en un ambiente de humedad relativa $x\%$

$$d = 2,02 [1155 \cdot 150]^{0.09} = 0,68$$

Factor geométrico de visión.

$$F = 273^2 / 4 [273/2 + 150]^2 = 0,23$$

Intensidad media de radiación.

Se adopta $f_r = 0,25$

$$E = 0,25 \cdot 100000 \cdot 45800 / 3,14 \cdot 273^2 \cdot 17 = 288 \text{ kW/m}^2$$

Irradiación recibida.

$$I = 0,68 \cdot 0,23 \cdot 288 = 45 \text{ kW/m}^2 \text{ [sobre hipotética superficie perpendicular a la radiación].}$$

$$T_{ga} = 204 / 200 = 1,02 \text{ a } \gg 45^\circ$$

La irradiación recibida sobre una persona o superficie vertical en el suelo será:

$$I_{\text{real}} = 45 \cdot \cos 45^\circ = 45 \cdot 0,7 = 31.5 \text{ kW/m}^2 = 31,500 \text{ W/m}^2$$

Dosis de irradiación.

$$\text{Dosis} = [17 \cdot 31.500^{4/3}] = 16,912 \text{ W/m}^2$$

EFFECTOS DE LA RADIACIÓN TÉRMICA.

La radiación térmica va directamente relacionada con la cantidad de calor emitida de un incendio.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a la radiación térmica. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad de calor y el tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kw/m^2 durante solo 0.4 segundos antes de que se sienta dolor.

Los incendios se producen en la industria con más frecuencia que las explosiones y las emanaciones de sustancias tóxicas, aunque las consecuencias medidas en pérdida de vidas humanas suelen ser menos graves. Por consiguiente, podría considerarse que los incendios constituyen un menor peligro potencial. No obstante, si se retrasa la ignición de un material inflamable que se escapa, puede constituirse una nube de vapor de material inflamable no encerrada.

Los incendios pueden adoptar varias formas diferentes, entre ellas la de incendios de chorro, depósitos, los producidos por relámpagos y explosiones provocadas por la ebullición de líquidos que expanden vapor.

Un incendio de surtidor o chorro podría surgir cuando una larga llama estrecha procedente, por ejemplo, de una tubería inflamable tiene un escape.

Un incendio de depósito se produciría, por ejemplo, si una fuga de petróleo bruto de un depósito situado dentro de un muro de protección se inflamara.

Un incendio repentino podría originarse si un escape de gas llegara a una fuente de combustión y se quemara rápidamente regresando a la fuente del escape.

Las explosiones provocadas por la ebullición de líquidos que expanden vapor son comúnmente mucho más graves que los demás incendios.

La radiación térmica es una de las consecuencias de una BLEVE, por lo que, es preciso conocer las características sobre la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada:

- ♣ El diámetro de la bola de fuego.
- ♣ La altura de dicha bola.
- ♣ La duración máxima de la deflagración.

Otro efecto letal que se considera al producirse un incendio es la disminución del oxígeno en la atmósfera debido al consumo de oxígeno en el proceso de la combustión. En general, este efecto se limita al entorno inmediato del lugar del incendio. Son así mismo importantes los efectos sobre la salud originados por la exposición de los humos generados por el incendio.

Estos humos pueden incluir gases tóxicos, como bióxido de azufre, de la combustión de bisulfuro de carbono y de óxidos nitrosos de los incendios en los que interviene el nitrato amónico.

Para determinar los radios potenciales de afectación supuestos, de acuerdo con los resultados de identificación de riesgos para la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., en Corregidora, Querétaro, utilizaremos un modelo cuantitativo.

AREAL LOCATIONS OF HAZARD ATMOSPHERES (ALOHA)

Con el fin de identificar los riesgos que tendrían una afectación potencial al entorno de las instalaciones se llevó a cabo la simulación de los eventos antes descritos. Esta simulación se realizó empleando el programa **ALOHA** para el caso de eventos de incendio y explosiones.

El ALOHA, fue seleccionado entre otros modelos en virtud de que emplea criterios para la determinación primaria de afectaciones a la atmósfera por fugas y derrames de sustancias, sin considerar que existen barreras ni ninguna otra influencia en el entorno, sino únicamente las condiciones meteorológicas del sitio de localización de la planta.

Lo anterior implica que las determinaciones así realizadas representarán los eventos probables que pueden ocurrir bajo las peores circunstancias, lo cual en la práctica tiene un margen poco probable de ocurrencia, pero que nos permite establecer las medidas necesarias para minimizar las afectaciones y para dar la atención a un evento indeseado en caso de que llegue a ocurrir.

La mayoría de las evaluaciones y análisis de consecuencias requieren del apoyo de un programa computacional como el **ALOHA**, programa automatizado para la evaluación de incidentes por riesgos químicos, cuyo objetivo es proporcionar al personal de respuestas a emergencias un cálculo de las consecuencias de afectación.

Existen varios métodos integrados de estimación que pueden ser utilizados para evaluar riesgo por dispersiones de vapores tóxicos, fuego, impactos de explosiones asociadas con la descarga no controlada de materiales al ambiente. Este modelo tiene también la intención de facilitar el entendimiento de la naturaleza y secuencias de los eventos que pueden darse como consecuencias de un evento.

El programa está diseñado para proporcionar las consecuencias aproximadas de un evento para los propósitos de planeación de respuesta a emergencias. En la mayoría de los casos generará resultados **sobrestimados en vez de subestimados** de los riesgos para la comunidad, pero ocasionalmente existe la posibilidad y la probabilidad de lo opuesto.

Entre los modelos o procedimientos de cálculo incorporados al programa **ALOHA**, tenemos:

- ✓ Métodos para estimar el índice de descarga y duración de un gas o un líquido liberado de un tanque o una tubería.
- ✓ Método para estimar el tamaño de la zona peligrosa a favor del viento, que puede requerir evacuación u otra acción de protección pública suficiente para la liberación de un gas tóxico o vapor a la atmósfera.
- ✓ Métodos para evaluar el tamaño del área a favor del viento que puede estar sujeta a una concentración inflamable o explosiva de gases o vapores en el aire suficiente para liberar un gas o vapor explosivos, junto con el peso máximo de gas o vapor potencialmente explosivo en aire que ocurre durante el accidente.
- ✓ Método para evaluar las consecuencias de una surgida de la presurización por sellado interno o por un inadecuado venteo de cada tanque, suficiente para provocar un calentamiento externo o reacción interna.

El menú de selección del programa ALOHA, para la evaluación de escenarios de riesgo, involucra los siguientes modelos:

- a) Índice de descarga estimada de gas.
- b) Evaluación de riesgos por dispersión de vapores tóxicos.
- c) Evaluación de riesgos por radiación Bola de Fuego.
- d) Evaluación de riesgos de Flama de Chorro.
- e) Evaluación de riesgos Nube de Vapor/Pluma de Fuego.
- f) Evaluación de riesgos por explosión de una nube de vapor
- g) Evaluación de riesgos de ruptura de un tanque presurizado.

A continuación, se presenta en la tabla siguiente, la radiación máxima tolerable para determinados materiales que se utilizan habitualmente en la construcción.

Tabla 12. Valores de radiación Máxima tolerable para materiales de construcción

Material	Radiación máxima tolerable [kW/m²]
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 siguiente tabla:

Tabla 13. Efectos sobre las personas durante una explosión.

INTENSIDAD DE LA EXPOSICIÓN		EFFECTO OBSERVADO
<i>[kw/m²]</i>	<i>[BTU/hrft²]</i>	
35.5	11,252	Causa daño a equipo de proceso
25.0	7,923	Energía mínima necesaria para incendiar la madera, sin fuente de ignición directa
12.5	3,962	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con fuente de ignición directa
9.5	3,000	Daño a personas con una exposición de 8 segundos produciendo quemaduras de primer orden. Y quemaduras de segundo orden con exposición de 20 segundos, puede haber exposición de unos segundos.
6.31	2000	Intensidad de calor en donde pueden realizarse acciones de emergencia hasta por un minuto con ropa apropiada
4.0	1,268	Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos, con ropa apropiada, caso contrario es posible que aparezcan quemaduras de segundo orden durante exposición de 20 a 30 seg.
1.6	500	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

Otro ejemplo es la tabla siguiente, en la que se presentan los daños producidos por explosiones, en función de la sobrepresión a la que se ven expuestas personas y bienes materiales.

Tabla 14. Daños por sobrepresión durante explosiones

sobrepresión [kPa]	Tipo de daño
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 española
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 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

Los resultados de la simulación de consecuencias y/o jerarquización de riesgos mediante un método cuantitativo como lo es el programa ALOHA, se muestran a continuación:

EVENTO 1. Durante este supuesto cuya causa puede ser un error humano al momento de acoplar la válvula del semirremolque a la toma de recepción de unos de los tanques, o bien por error al no revisar procedimientos de abasto con desacople de la válvula y formación equivalente a una fisura cuyo diámetro de abertura es de 1 pulgada, otra causa puede ser por falta de mantenimiento en válvulas de servicios o de seguridad, exceso de corrosión y formación de la fisura, o instrumental defectuoso; en este evento se tienen 3 variantes que son por el contenido del gas, para la primer variante se supone que tiene 60 toneladas, la segunda variante es conteniendo 100 toneladas y la tercera con 40 toneladas; los radios de consecuencias presentan la misma distancia ya que el programa limita el evento a 1 hora (son de muy baja probabilidad), y en los tres casos la masa de gas que se quema es similar.

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 3.37 meters Tank Length: 29.84 meters

Tank Volume: 263 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 12° C

Chemical Mass in Tank: 60 tons Tank is 39% full

Circular Opening Diameter: 1 inches

Opening is 3.30 meters from tank bottom

Max Flame Length: 10 meters

Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Burn Rate: 171 kilograms/min

Total Amount Burned: 10,083 kilograms

Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

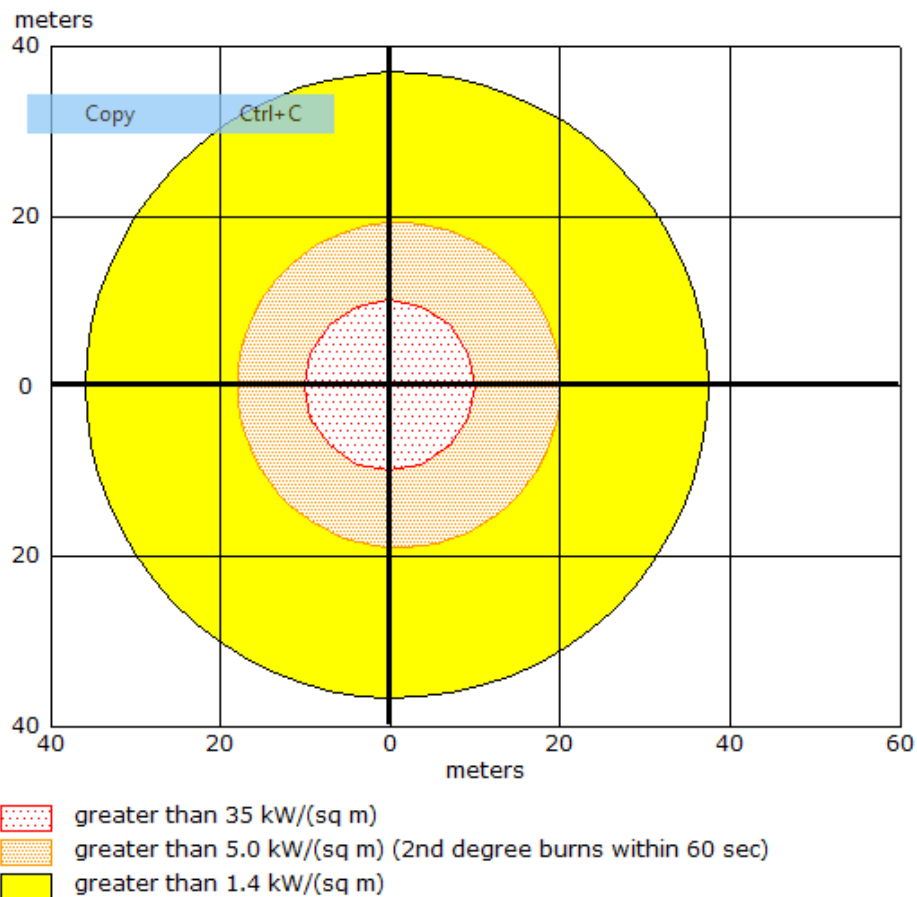
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red: 10 meters – [35 kW/(sq m)]

Orange: 20 meters – [5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec]

Yellow: 38 meters – [1.4 kW/(sq m)]



VARIANTE 2 DEL EVENTO 1.

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 3.37 meters Tank Length: 29.84 meters

Tank Volume: 263 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 12° C

Chemical Mass in Tank: 100 tons Tank is 67% full

Circular Opening Diameter: 1 inches

Opening is 3.30 meters from tank bottom

Max Flame Length: 10 meters

Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Burn Rate: 171 kilograms/min

Total Amount Burned: 10,213 kilograms

Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

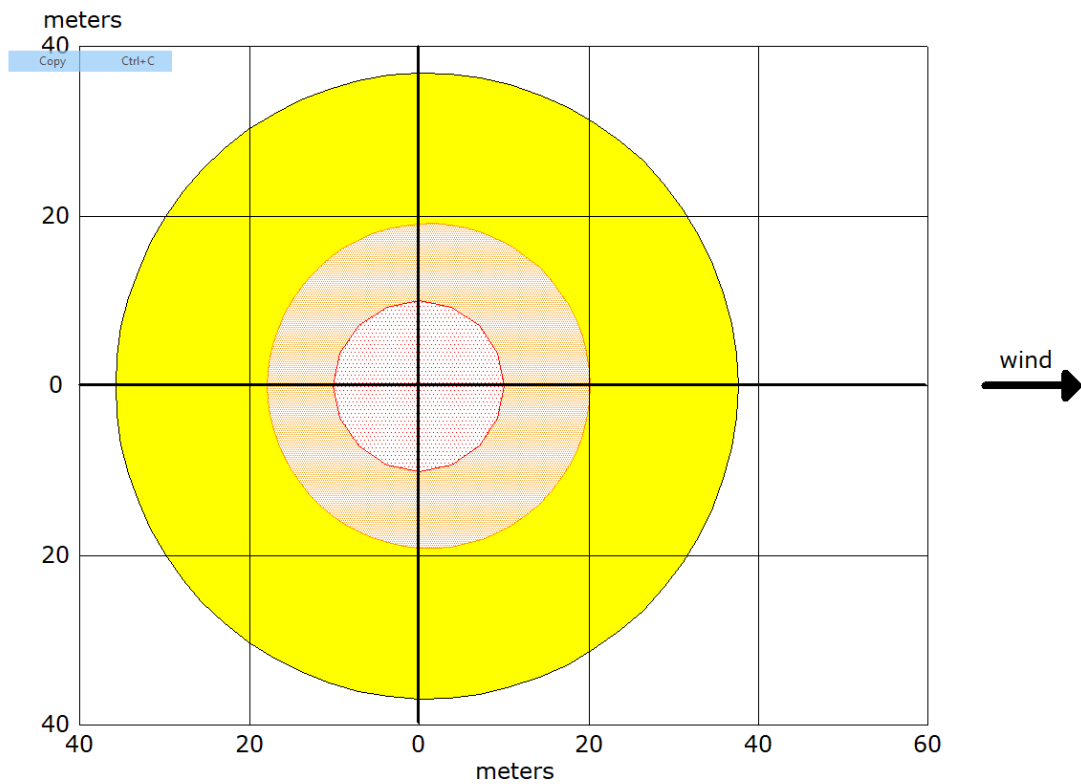
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red: 10 meters — {35 kW/(sq m)}

Orange: 20 meters — {5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec}

Yellow: 38 meters — {1.4 kW/(sq m)}



- greater than 35 kW/(sq m)
- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
- greater than 1.4 kW/(sq m)

VARIANTE 3 DEL EVENTO 1.

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 3.37 meters Tank Length: 29.84 meters

Tank Volume: 263 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 12° C

Chemical Mass in Tank: 40 tons Tank is 25% full

Circular Opening Diameter: 1 inches

Opening is 0.10 meters from tank bottom

Max Flame Length: 10 meters

Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Burn Rate: 171 kilograms/min

Total Amount Burned: 10,166 kilograms

Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

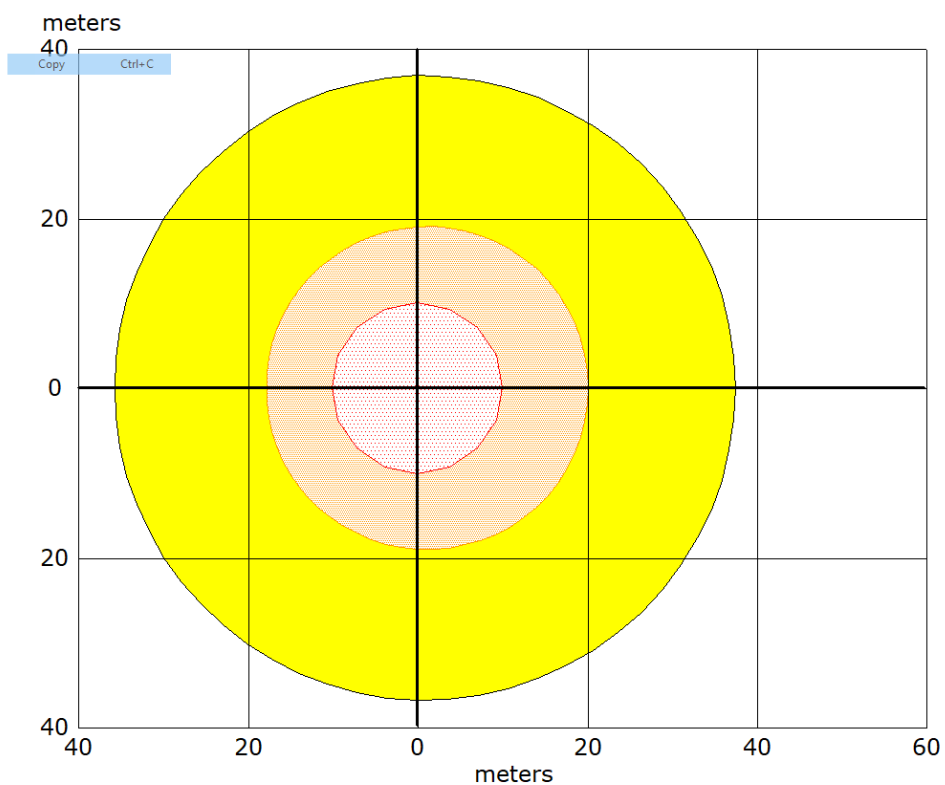
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red: 10 meters — {35 kW/(sq m)}

Orange: 20 meters — {5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec}

Yellow: 38 meters — {1.4 kW/(sq m)}



- greater than 35 kW/(sq m)
- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
- greater than 1.4 kW/(sq m)

TRADUCCIÓN:

INFORMACIÓN DEL LUGAR:

Ubicación: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Dispersión del aire en el sitio Por hora: 10 (especificado por el usuario)

Fecha y Hora: 30 de julio de 2018, 14:20 PM horas ST. (Fecha supuesta)

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA:

Nombre químico: propano.

Peso molecular: 44.10 g/mol

AEGL-1 (60 min): 5500 ppm; AEGL-2 (60 min): 17000 ppm; AEGL-3 (60 min): 33000 ppm

IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm

Punto de ebullición a temperatura ambiente: -44.3 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor que 1 atm

Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100,0%

DATOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS: (datos aportados manualmente)

Velocidad del Viento: 3.2 millas/hora [1.43 metros/segundo] del NW

Tipo de superficie de emisión: En zona urbana.

Nubosidad: 3 décimas

Temperatura del aire de 24° C; la estabilidad: Clase B

No hay inversión térmica: 45% de humedad relativa

DATOS DE LA FUENTE:

Fuga desde perforación de un tramo de ducto o abertura de válvula del tanque

El gas se quema conforme se escapa desde el tanque de almacenamiento

Diámetro del tanque: 3.37 metros; longitud del tanque: 29.84 metros.

Capacidad de volumen de gas en el tanque: 263 metros cúbicos

El tanque contiene gas en estado líquido. La temperatura interna es de 12° C

Masa Química en tanque: 60 toneladas

El tanque está al 39% de su capacidad total.

La abertura de forma circular es de: 1.0 pulgada de diámetro.

La abertura está a 3.30 metros de la altura del tanque.

Longitud Máxima de llama: 10 metros. Duración: 60 minutos

Rango Máximo de fuga: 171 kg/min

Cantidad total de gas quemado: 10,083 kilogramos

Nota: El gas fugado se quema como dardo de fuego.

ZONA DE CONSECUENCIAS:

TRATAMIENTO MODELADO: Radiación Térmica como dardo de fuego.

Radio de zona roja [ver gráfica]: 10 metros [35,0 kW/m²]

Radio de zona naranja [ver gráfica]: 20 [5,0 kW/m² = quemaduras de 2º grado en 60 seg]

Radio de zona amarilla [ver grafica]: 38 metros – [1,4 kW/m²]

EVENTO NÚMERO 2. Para el presente caso se supone una fuga originada en un tramo de tubería que va desde la línea de tubería que va de los tanques de almacenamiento al muelle de llenado de cilindros portátiles, o bien a la toma de carburación para autoabasto la fisura que se forma es de 1 pulgada y el tanque contiene 40 toneladas del gas, que sale hasta que se termina, se supone que el gas se va quemando conforme sale del punto de fuga con una masa quemada total de 2.644 toneladas.

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 3.37 meters Tank Length: 29.84 meters

Tank Volume: 263 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 12° C

Chemical Mass in Tank: 40 tons Tank is 25% full

Circular Opening Diameter: 1 inches

Opening is 0.10 meters from tank bottom

Max Flame Length: 15 meters

Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Burn Rate: 454 kilograms/min

Total Amount Burned: 26,440 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 — (35 kW/[sq m])

Orange: 31 meters — (5.0 kW/[sq m] = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 59 meters — (1.4 kW/[sq m])

meters

75

Copy

Ctrl+C

25

0

25

75

100

50

0

50

100

meters

wind →

-  greater than 35 kW/(sq m)
-  greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
-  greater than 1.4 kW/(sq m)

TRADUCCIÓN:

INFORMACIÓN DEL LUGAR:

Ubicación: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Dispersión del aire en el sitio Por hora: 10 (especificado por el usuario)

Fecha y Hora: 30 de julio de 2018, 14:20 PM horas ST. (Fecha supuesta)

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA:

Nombre químico: propano.

Peso molecular: 44.10 g/mol

AEGL-1 (60 min): 5500 ppm; AEGL-2 (60 min): 17000 ppm; AEGL-3 (60 min): 33000 ppm

IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm

Punto de ebullición a temperatura ambiente: -44.3 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor que 1 atm

Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100,0%

DATOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS: (datos aportados manualmente)

Velocidad del Viento: 3.2 millas/hora [1.43 metros/segundo] del NW

Tipo de superficie de emisión: En zona urbana.

Nubosidad: 3 décimas

Temperatura del aire de 24° C; la estabilidad: Clase B

No hay inversión térmica: 45% de humedad relativa

DATOS DE LA FUENTE:

Fuga desde perforación de un tramo de ducto o abertura de válvula del tanque

El gas se quema conforme se escapa desde el tanque de almacenamiento

Diámetro del tanque: 3.37 metros; longitud del tanque: 29.84 metros.

Capacidad de volumen de gas en el tanque: 263 metros cúbicos

El tanque contiene gas en estado líquido. La temperatura interna es de 12° C

Masa Química en tanque: 40 toneladas

El tanque está al 25% de su capacidad total.

La abertura de forma circular es de: 1.0 pulgada de diámetro.

La abertura está a 0.10 metros de la altura del tanque.

Longitud Máxima de llama: 15 metros. Duración: 60 minutos

Rango Máximo de fuga: 454 kg/min

Cantidad total de gas quemado: 26,440 kilogramos

Nota: El gas fugado se quema como dardo de fuego.

ZONA DE CONSECUENCIAS:

TRATAMIENTO MODELADO: Radiación Térmica como dardo de fuego.

Radio de zona roja [ver gráfica]: 10 metros [35,0 kW/m²]

Radio de zona naranja [ver gráfica]: 31 [5,0 kW/m² = quemaduras de 2º grado en 60 seg]

Radio de zona amarilla [ver grafica]: 59 metros – [1,4 kW/m²]

EVENTO 3. Se trata de un evento simulado considerando consecuencias debidas a la onda de sobrepresión que resultan de una fuga de gas desde una fuente directa (puede ser por fisura de una de las válvulas de servicio; de seguridad, tramo de tubería de las líneas que van desde la toma de suministro hacia la línea de los tanques, o bien de las líneas que abastecen a cada tanque y/o de las líneas que salen de los tanques de almacenamiento hacia el múltiple de llenado, la fuente de fuga emite un volumen de 5 kilos/segundo con una duración de 3 minutos (cando se corta el flujo desde el tanque por cierre de válvula de servicio o de paso en tuberías, puede ser cualquier otro tipo de fuga en la cual la masa de gas equivale a 900 kilos y el tiempo en que encuentra una fuente de ignición para explosión es de 2 minutos por lo que la masa explosiva de gas es de 127 kilos.

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 5 kilograms/sec Source Height: 0

Release Duration: 3 minutes

Release Rate: 300 kilograms/min

Total Amount Released: 900 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

Time of Ignition: 2 minutes after release begins

Type of Ignition: ignited by spark or flame

Level of Congestion: congested

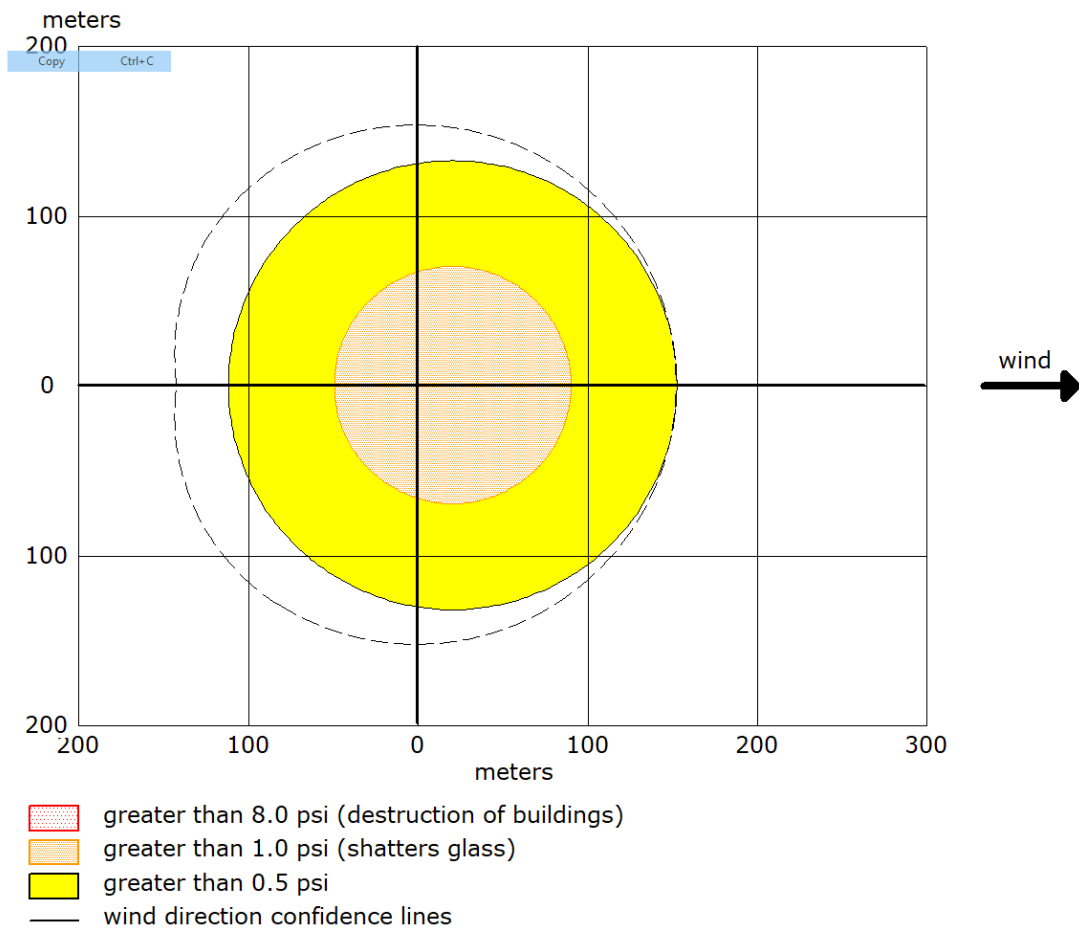
Model Run: Heavy Gas

Explosive mass at time of ignition: 127 kilograms

Red: LOC was never exceeded — (8.0 psi = destruction of buildings)

Orange: 91 meters — (1.0 psi = shatters glass)

Yellow: 153 meters — (0.5 psi)



TRADUCCIÓN:

INFORMACIÓN DEL LUGAR:

Ubicación: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Dispersión del aire en el sitio Por hora: 10 (especificado por el usuario)

Fecha y hora: 30 de julio de 2018, 14:20 PM horas ST. (Fecha supuesta)

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA:

Nombre químico: propano peso molecular: 44.10 g/mol

AEGL-1 (60 min): 5500 ppm; AEGL-2 (60 min): 17000 ppm; AEGL-3 (60 min): 33000 ppm

IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm

Punto de ebullición a temperatura ambiente: -44.3 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor que 1 atm

Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100,0%

DATOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS: (entrada manual de datos)

Velocidad del Viento: 3.2 millas/hora [1.43 metros/segundo] del NW

Tipo de superficie de emisión: En zona urbanizada: Nubosidad: 3 décimas

Temperatura del aire de 24° C la estabilidad: Clase B

No hay inversión térmica: 45% de humedad relativa

DATOS DE LA FUENTE:

Fugas desde una fuente directa (tubo corto o válvula en tanque cilíndrico horizontal)

La tasa de liberación es de: 5 kilos/segundo

Duración de la fuga directa: 3 minutos.

Altura del punto de fuga: 3.10 metros

Tasa de liberación del gas: 300 kilos/minuto

Cantidad total de gas que se fuga: 900 kilos.

Nota: el gas se fuga en ebullición y/o puede dar lugar a un flujo de dos fases.

ZONA DE CONSECUENCIAS:

Amenaza Modelada: Sobrepresión (fuerza de explosión de la nube de vapor)

Tiempo en que encuentra chispa para ignición: 2 minutos posteriores al inicio de la fuga.

Tipo de ignición: encendido por la chispa o la llama

Nivel de congestión (obstáculos o confinamiento): con obstáculos (construcciones en los alrededores)

Ejecución del modelo: gas pesado.

La masa de gas al momento de la ignición es de: 127 kilos

Linea roja: los niveles de sobrepresión no alcanzan los 8 psi.

Linea naranja: 91 metros (en la gráfica) — (1,0 psi = rompe el vidrio)

Linea amarilla: 153 metros (en la gráfica) — (0,5 psi)

EVENTO 4. Otra simulación de un evento donde las consecuencias son por la onda de sobrepresión que resultan de una fuga de gas desde una fuente directa (puede ser por fisura de una de las válvulas de servicio; de seguridad, tramo de tubería del muelle de llenado de cilindros portátiles o desacople de manguera desde la toma de carburación de autoabasto, la fuente de fuga emite un volumen de 15 kilos/segundo con una duración de 3 minutos (cuando se corta el flujo desde el tanque por cierre de válvula de servicio o de paso en tuberías, puede ser cualquier otro tipo de fuga en la cual la masa de gas equivale a 2700 kilos y el tiempo en que encuentra una fuente de ignición para explosión es de 2 minutos por lo que la masa explosiva de gas es de 597 kilos.

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 15 kilograms/sec Source Height: 0

Release Duration: 3 minutes

Release Rate: 900 kilograms/min

Total Amount Released: 2,700 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

Time of Ignition: 2 minutes after release begins

Type of Ignition: ignited by spark or flame

Level of Congestion: congested

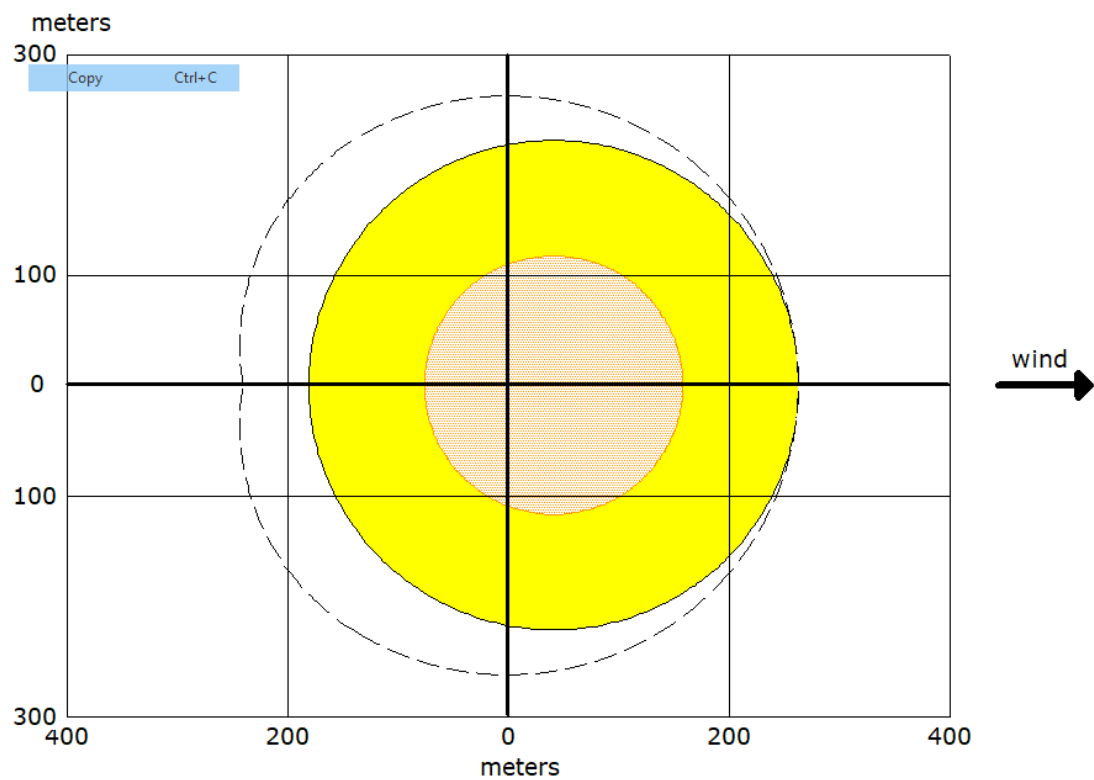
Model Run: Heavy Gas

Explosive mass at time of ignition: 597 kilograms

Red: LOC was never exceeded – (8.0 psi = destruction of buildings)

Orange: 158 meters – (1.0 psi = shatters glass)

Yellow: 263 meters – (0.5 psi)



- greater than 8.0 psi (destruction of buildings)
- greater than 1.0 psi (shatters glass)
- greater than 0.5 psi
- — wind direction confidence lines

TRADUCCIÓN:

INFORMACIÓN DEL LUGAR:

Ubicación: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Dispersión del aire en el sitio Por hora: 10 (especificado por el usuario)

Fecha y hora: 30 de julio de 2018, 14:20 PM horas ST. (Fecha supuesta)

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA:

Nombre químico: propano peso molecular: 44.10 g/mol

AEGL-1 (60 min): 5500 ppm; AEGL-2 (60 min): 17000 ppm; AEGL-3 (60 min): 33000 ppm

IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm

Punto de ebullición a temperatura ambiente: -44.3 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor que 1 atm

Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100,0%

DATOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS: (entrada manual de datos)

Velocidad del Viento: 3.2 millas/hora [1.43 metros/segundo] del NW

Tipo de superficie de emisión: En zona urbanizada: Nubosidad: 3 décimas

Temperatura del aire de 24° C la estabilidad: Clase B

No hay inversión térmica: 45% de humedad relativa

DATOS DE LA FUENTE:

Fugas desde una fuente directa (tubo corto o válvula en tanque cilíndrico horizontal)

La tasa de liberación es de: 15 kilos/segundo

Duración de la fuga directa: 3 minutos.

Altura del punto de fuga: 3.10 metros

Tasa de liberación del gas: 900 kilos/minuto

Cantidad total de gas que se fuga: 2700 kilos.

Nota: el gas se fuga en ebullición y/o puede dar lugar a un flujo de dos fases.

ZONA DE CONSECUENCIAS:

Amenaza Modelada: Sobrepresión (fuerza de explosión de la nube de vapor)

Tiempo en que encuentra chispa para ignición: 2 minutos posteriores al inicio de la fuga.

Tipo de ignición: encendido por la chispa o la llama

Nivel de congestión (obstáculos o confinamiento): con obstáculos (construcciones en los alrededores)

Ejecución del modelo: gas pesado.

La masa de gas al momento de la ignición es de: 597 kilos

Linea roja: los niveles de sobrepresión no alcanzan los 8 psi.

Linea naranja: 158 metros (en la gráfica) — (1,0 psi = rompe el vidrio)

Linea amarilla: 263 metros (en la gráfica) — (0,5 psi)

EVENTO 5. Durante este supuesto; cuya causa puede ser un error humano al momento de acoplar la válvula del semirremolque a la toma de recepción de unos de los tanques, o bien por error al no revisar procedimientos de abasto con desacople de la válvula y formación equivalente a una fisura cuyo diámetro de abertura es de 1 pulgada, otra causa puede ser por falta de mantenimiento en válvulas de servicios o de seguridad, exceso de corrosión y formación de la fisura, o instrumental defectuoso, las consecuencias se proyectan para niveles de radiación por el incendio del gas conforme se escapa desde la fuente de fuga. Las consecuencias se proyectan para niveles de radiación por el incendio del gas conforme se escapa desde la fuente de fuga, la masa de gas que se quema es de 20,585 kg, con duración de hasta una hora [la tasa de liberación promedio es de 369 kilos/minuto, con una perforación d 1 pulgada].

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 3.37 meters Tank Length: 29.80 meters

Tank Volume: 267 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 12° C

Chemical Mass in Tank: 100 tons Tank is 67% full

Circular Opening Diameter: 1 inches

Opening is 3.60 meters from tank bottom

Max Flame Length: 14 meters

Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Burn Rate: 369 kilograms/min

Total Amount Burned: 20,585 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 — (35 kW/[sq m])

Orange: 29 meters — (5.0 kW/[sq m] = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 53 meters — (1.4 kW/[sq m])

meters

75

Copy

Ctrl+C

25

0

25

75

100

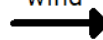
50

meters

50

100

wind



greater than 35 kW/(sq m)



greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)



greater than 1.4 kW/(sq m)

TRADUCCIÓN:

INFORMACIÓN DEL LUGAR:

Ubicación: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Dispersión del aire en el sitio Por hora: 10 (especificado por el usuario)

Fecha y Hora: 30 de julio de 2018, 14:20 PM horas ST. [Fecha supuesta]

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA:

Nombre químico: propano.

Peso molecular: 44.10 g/mol

AEGL-1 (60 min): 5500 ppm; AEGL-2 (60 min): 17000 ppm; AEGL-3 (60 min): 33000 ppm

IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm

Punto de ebullición a temperatura ambiente: -44.3 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor que 1 atm

Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100,0%

DATOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS: [datos aportados manualmente]

Velocidad del Viento: 3.2 millas/hora [1.43 metros/segundo] del NW

Tipo de superficie de emisión: En zona urbana.

Nubosidad: 3 décimas

Temperatura del aire de 24° C; la estabilidad: Clase B

No hay inversión térmica: 45% de humedad relativa

DATOS DE LA FUENTE:

Fuga desde perforación de un tramo de ducto o abertura de válvula del tanque

El gas se quema conforme se escapa desde el tanque de almacenamiento

Diámetro del tanque: 3.37 metros; longitud del tanque: 29.8 metros.

Capacidad de volumen de gas en el tanque: 267 metros cúbicos

El tanque contiene gas en estado líquido. La temperatura interna es de 12° C

Masa Química en tanque: 100 toneladas

El tanque está al 67% de su capacidad total.

La abertura de forma circular es de: 1.0 pulgada de diámetro.

La abertura está a 3.60 metros de la altura del tanque.

Longitud Máxima de llama: 14 metros. Duración: 60 minutos

Rango Máximo de fuga: 369 kg/min

Cantidad total de gas quemado: 20,585 kilogramos

Nota: El gas fugado se quema como dardo de fuego.

ZONA DE CONSECUENCIAS:

TRATAMIENTO MODELADO: Radiación Térmica como dardo de fuego.

Radio de zona roja [ver gráfica]: 10 metros [35,0 kW/m²]

Radio de zona naranja [ver gráfica]: 29 [5,0 kW/m² = quemaduras de 2º grado en 60 seg]

Radio de zona amarilla [ver grafica]: 53 metros – [1,4 kW/m²]

EVENTO 6. Durante este supuesto; cuya causa puede ser un error humano al momento de acoplar la válvula del semirremolque a la toma de recepción de unos de los tanques, o bien por error al no revisar procedimientos de abasto con desacople de la válvula y formación equivalente a una fisura cuyo diámetro de abertura es de 2 pulgada (ruptura de tubería o desacople de válvula), otra causa puede ser por falta de mantenimiento en válvulas de servicios o de seguridad, exceso de corrosión y formación de la fisura, o instrumental defectuoso, las consecuencias se proyectan para niveles de radiación por el incendio del gas conforme se escapa desde la fuente de fuga, la masa de gas que se quema es de 20,585 kg, con duración de hasta una hora (la tasa de liberación promedio es de 1,480 kilos/minuto, con una perforación de 2 pulgadas).

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 [user specified]

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 3.37 meters Tank Length: 29.80 meters

Tank Volume: 267 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 12° C

Chemical Mass in Tank: 100 tons Tank is 67% full

Circular Opening Diameter: 2 inches

Opening is 3.60 meters from tank bottom

Max Flame Length: 27 meters

Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Burn Rate: 1,480 kilograms/min

Total Amount Burned: 63,591 kilograms

Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

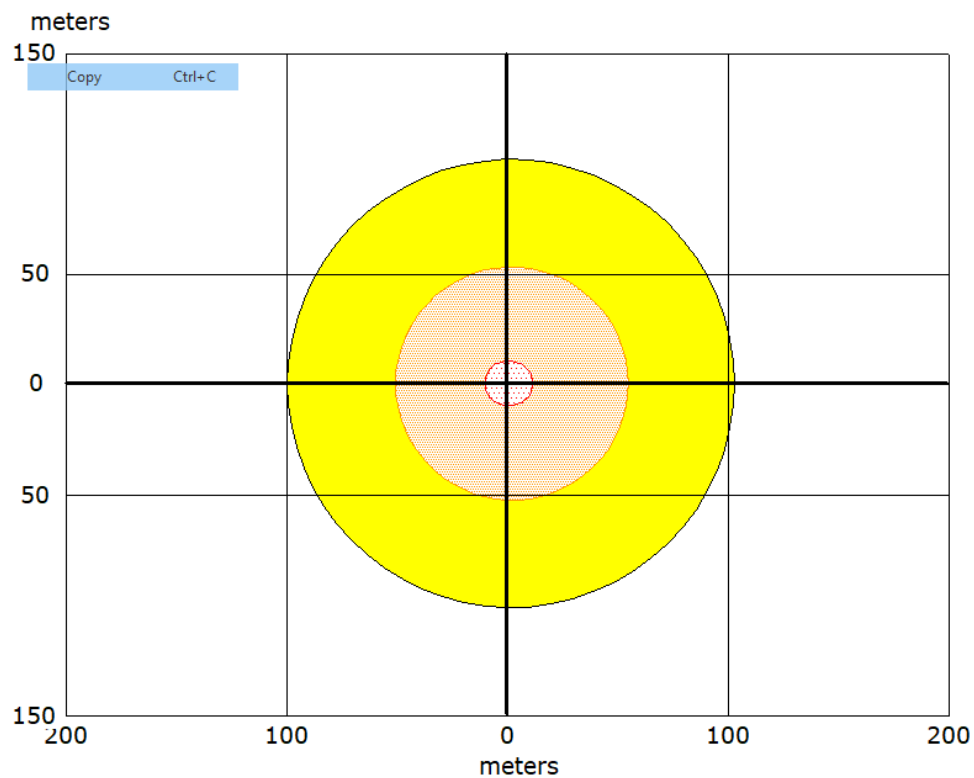
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red: 12 meters – [35 kW/(sq m)]

Orange: 55 meters – [5.0 kW/(sq m)] = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 103 meters – [1.4 kW/(sq m)]



-  greater than 35 kW/(sq m)
-  greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
-  greater than 1.4 kW/(sq m)

TRADUCCIÓN:

INFORMACIÓN DEL LUGAR:

Ubicación: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Dispersión del aire en el sitio Por hora: 10 (especificado por el usuario)

Fecha y Hora: 30 de julio de 2018, 14:20 PM horas ST. [Fecha supuesta]

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA:

Nombre químico: propano.

Peso molecular: 44.10 g/mol

AEGL-1 (60 min): 5500 ppm; AEGL-2 (60 min): 17000 ppm; AEGL-3 (60 min): 33000 ppm

IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm

Punto de ebullición a temperatura ambiente: -44.3 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor que 1 atm

Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100,0%

DATOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS: [datos aportados manualmente]

Velocidad del Viento: 3.2 millas/hora [1.43 metros/segundo] del NW

Tipo de superficie de emisión: En zona urbana.

Nubosidad: 3 décimas

Temperatura del aire de 24° C; la estabilidad: Clase B

No hay inversión térmica: 45% de humedad relativa

DATOS DE LA FUENTE:

Fuga desde perforación de un tramo de ducto o abertura de válvula del tanque

El gas se quema conforme se escapa desde el tanque de almacenamiento

Diámetro del tanque: 3.37 metros; longitud del tanque: 29.8 metros.

Capacidad de volumen de gas en el tanque: 267 metros cúbicos

El tanque contiene gas en estado líquido. La temperatura interna es de 12° C

Masa Química en tanque: 100 toneladas

El tanque está al 67% de su capacidad total.

La abertura de forma circular es de: 2.0 pulgadas de diámetro.

La abertura está a 3.60 metros de la altura del tanque.

Longitud Máxima de llama: 27 metros. Duración: 60 minutos

Rango Máximo de fuga: 1,480 kg/min

Cantidad total de gas quemado: 63,591 kilogramos

Nota: El gas fugado se quema como dardo de fuego.

ZONA DE CONSECUENCIAS:

TRATAMIENTO MODELADO: Radiación Térmica como dardo de fuego.

Radio de zona roja [ver gráfica]: 12 metros [35,0 kW/m²]

Radio de zona naranja [ver gráfica]: 55 [5,0 kW/m² = quemaduras de 2º grado en 60 seg]

Radio de zona amarilla [ver grafica]: 103 metros – [1,4 kW/m²]

EVENTO 7. Durante este supuesto cuya causa puede ser un error humano al momento de acoplar la válvula del semirremolque a la toma de recepción de unos de los tanques, o bien por error al no revisar procedimientos de abasto con desacople de la válvula cuyo diámetro de abertura es de 1 pulgada, otra causa puede ser por falta de mantenimiento en válvulas de servicios o de seguridad, exceso de corrosión y formación de la fisura, o instrumental defectuoso; en este evento se tienen 2 variantes que son por el contenido del gas, para la primer variante se supone que tiene 70 toneladas, la segunda variante es conteniendo 120 toneladas; los radios de consecuencias presentan la misma distancia ya que el programa limita el evento a 1 hora (son de muy baja probabilidad), y en los dos casos la masa de gas que se quema es similar.

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 3.37 meters Tank Length: 29.80 meters

Tank Volume: 267 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 12° C

Chemical Mass in Tank: 70 tons Tank is 45% full

Circular Opening Diameter: 1 inches

Opening is 0.10 meters from tank bottom

Max Flame Length: 10 meters

Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Burn Rate: 172 kilograms/min

Total Amount Burned: 10,225 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 — [35 kW/(sq m)]

Orange: 20 meters — [5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec]

Yellow: 38 meters — [1.4 kW/(sq m)]

TRADUCCIÓN:

INFORMACIÓN DEL LUGAR:

Ubicación: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Dispersión del aire en el sitio Por hora: 10 (especificado por el usuario)

Fecha y Hora: 30 de julio de 2018, 14:20 PM horas ST. [Fecha supuesta]

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA:

Nombre químico: propano.

Peso molecular: 44.10 g/mol

AEGL-1 (60 min): 5500 ppm; AEGL-2 (60 min): 17000 ppm; AEGL-3 (60 min): 33000 ppm

IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm

Punto de ebullición a temperatura ambiente: -44.3 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor que 1 atm

Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100,0%

DATOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS: [datos aportados manualmente]

Velocidad del Viento: 3.2 millas/hora [1.43 metros/segundo] del NW

Tipo de superficie de emisión: En zona urbana.

Nubosidad: 3 décimas

Temperatura del aire de 24° C; la estabilidad: Clase B

No hay inversión térmica: 45% de humedad relativa

DATOS DE LA FUENTE:

Fuga desde perforación de un tramo de ducto o abertura de válvula del tanque

El gas se quema conforme se escapa desde el tanque de almacenamiento

Diámetro del tanque: 3.37 metros; longitud del tanque: 29.8 metros.

Capacidad de volumen de gas en el tanque: 267 metros cúbicos

El tanque contiene gas en estado líquido. La temperatura interna es de 12° C

Masa Química en tanque: 70 toneladas

El tanque está al 45% de su capacidad total.

La abertura de forma circular es de: 1.0 pulgada de diámetro.

La abertura está a 0.10 metros de la altura del tanque.

Longitud Máxima de llama: 10 metros. Duración: 60 minutos

Rango Máximo de fuga: 172 kg/min

Cantidad total de gas quemado: 10,225 kilogramos

Nota: El gas fugado se quema como dardo de fuego.

ZONA DE CONSECUENCIAS:

TRATAMIENTO MODELADO: Radiación Térmica como dardo de fuego.

Radio de zona roja [ver gráfica]: 10 metros [35,0 kW/m²]

Radio de zona naranja [ver gráfica]: 20 [5,0 kW/m² = quemaduras de 2º grado en 60 seg]

Radio de zona amarilla [ver grafica]: 38 metros – [1,4 kW/m²]

EVENTO 8. POR TOXICIDAD. En el presente caso se desea conocer los radios de afectación [consecuencias], por creación de un ambiente tóxico debido a una fuga de gas L.P., de esta manera se obtienen las distancias de exposición referidas a la inmediatamente peligrosa para la vida o la salud (IDLH); AEGL-1 (Concentración a/o por encima de la cual se predice que la población general, incluyendo individuos susceptibles pero excluyendo los hipersusceptibles, puede experimentar una incomodidad notable. Concentraciones por debajo del AEGL 1 representan niveles de exposición que producen ligero olor, sabor u otra irritación sensorial leve). AEGL-2 (Concentración a/o por encima de la cual se predice que la población general, incluyendo individuos susceptibles pero excluyendo los hipersusceptibles, puede experimentar efectos a largo plazo serios o irreversibles o ver impedida su capacidad para escapar. Concentraciones por debajo del AEGL 2 pero por encima del AEGLs 1 representan niveles de exposición que pueden causar notable malestar, el evento es de muy baja probabilidad ya que supone una fuga de hasta 1 hora con una tasa de liberación de 96.2 kilos/minuto y una masa fugada de 5,724 kilos en total.

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

Tank Diameter: 3.37 meters Tank Length: 29.80 meters

Tank Volume: 267 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: 12° C

Chemical Mass in Tank: 60 tons Tank is 38% full

Circular Opening Diameter: 0.75 inches

Opening is 3.5 meters from tank bottom

Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Average Sustained Release Rate: 96.2 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 5,724 kilograms

Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

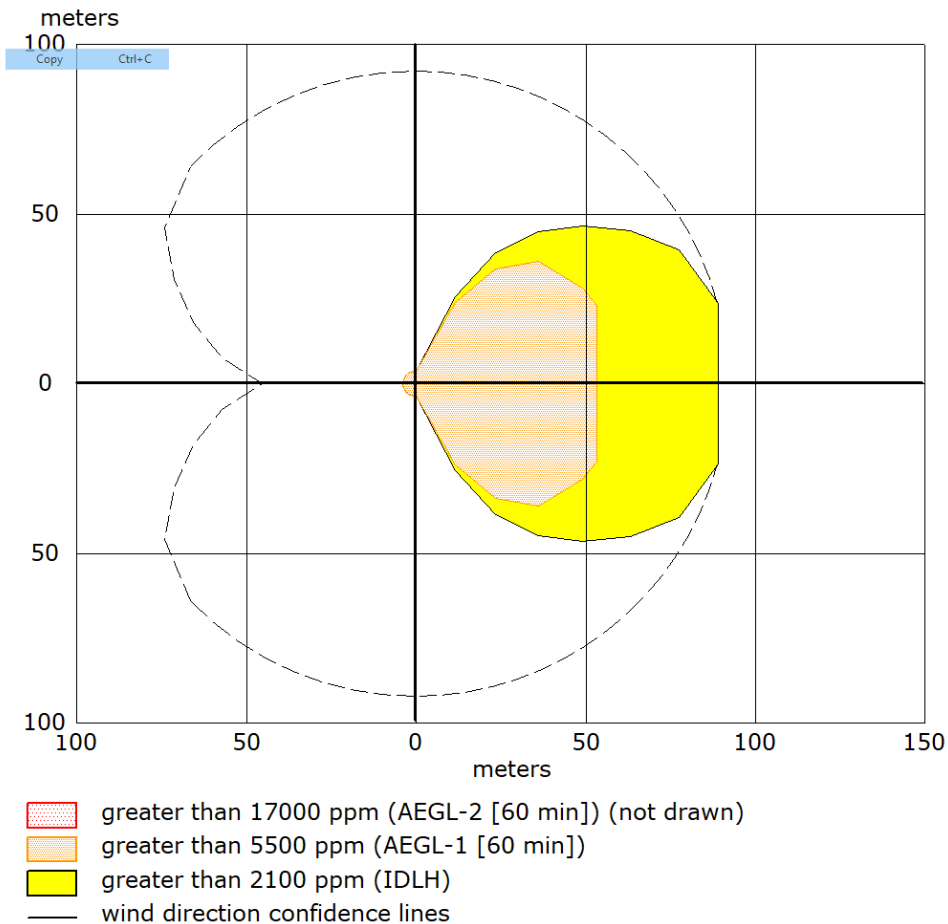
Model Run: Heavy Gas

Red: 30 meters — (17000 ppm = AEGL-2 [60 min])

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Orange: 53 meters — (5500 ppm = AEGL-1 [60 min])

Yellow: 89 meters — (2100 ppm = IDLH)



TRADUCCIÓN:

INFORMACIÓN DEL LUGAR:

Ubicación: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Dispersión del aire en el sitio Por hora: 10 (especificado por el usuario)

Fecha y hora: 30 de julio de 2018, 14:20 PM horas ST. (Fecha supuesta)

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA:

Nombre químico: propano peso molecular: 44.10 g/mol

AEGL-1 (60 min): 5500 ppm; AEGL-2 (60 min): 17000 ppm; AEGL-3 (60 min): 33000 ppm

IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm

Punto de ebullición a temperatura ambiente: -44.3 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor que 1 atm

Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100,0%

DATOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS: [entrada manual de datos]

Velocidad del Viento: 3.2 millas/hora [1.43 metros/segundo] del NW

Tipo de superficie de emisión: En zona urbanizada: Nubosidad: 3 décimas

Temperatura del aire de 24° C la estabilidad: Clase B

No hay inversión térmica: 45% de humedad relativa

DATOS DE LA FUENTE:

Fugas desde una fuente directa (tubo corto o válvula en tanque cilíndrico horizontal)

El gas escapa desde el punto de fuga sin quemarse conforme sale.

Diámetro del tanque: 3.38 metros; longitud del tanque: 29.84 metros.

Capacidad de volumen de gas en el tanque: 267 metros cúbicos

El tanque contiene gas en estado líquido, a una temperatura interna aproximada de 12° C

Masa Química en tanque: 60 toneladas

El tanque está al 38% de su capacidad total.

La abertura de forma circular con 0.75 pulgada de diámetro

La abertura está a 3.50 metros de la altura del tanque [unión de válvula y tubería de suministro].

La fuga se estima que dura 60 minutos

Rango Máximo de fuga: 96.2 kg/min

Cantidad total de gas fugado (sin quemarse): 5,724 kilogramos

Nota: el gas se fuga como una mezcla de gas y vapor [da lugar a un flujo de dos fases].

ZONA DE CONSECUENCIAS:

Ejecución del modelo: gas pesado.

Círculo Rojo en la figura: 30 metros – [17000 ppm = AEGL-2 [60 min]]

Nota: La zona de amenaza no se dibujó porque los efectos del parche de campo cercano

Hacen que las predicciones de dispersión sean menos confiables para distancias cortas.

Círculo naranja: 53 metros – [5500 ppm = AEGL-1 [60 min]]

Círculo amarillo: 89 metros – [2100 ppm = IDLH]

EVENTO 9. Si bien, la probabilidad de que ocurra el evento 9 es prácticamente irreal, ya que se requeriría de la combinación de dos o más eventos (fuga de gas, acumulación del mismo, incendio en área y sobrecalentamiento de uno de los tanques de almacenamiento), lo cual desencadena el evento BLEVE de uno de los tanques de almacenamiento, el cual es considerado el evento catastrófico, se trata de un evento sobre estimado ya que considera que las medidas de seguridad de que se dispone en la planta fallasen aun cuando sean redundantes (falle de energía eléctrica, fallo de apertura de válvulas de seguridad, fallo de válvulas de alivio, fallo de sistema y red contra incendio (bombas de emergencia, rociadores, ayuda externa, etc.), Se considera un contenido de gas de 12 toneladas al momento del evento.

SITE DATA:

Location: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Building Air Exchanges Per Hour: 10 (user specified)

Time: July 30, 2018; 14:20 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: -44.3° 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: 3.2 miles/hour from NW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths

Air Temperature: 24° C Stability Class: B

No Inversion Height Relative Humidity: 45%

SOURCE STRENGTH:

BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank

Tank Diameter: 3.37 meters Tank Length: 29.84 meters

Tank Volume: 263 cubic meters

Tank contains liquid

Internal Storage Temperature: 12° C

Chemical Mass in Tank: 12 tons Tank is 5% full

Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%

Fireball Diameter: 129 meters Burn Duration: 9 seconds

THREAT ZONE:

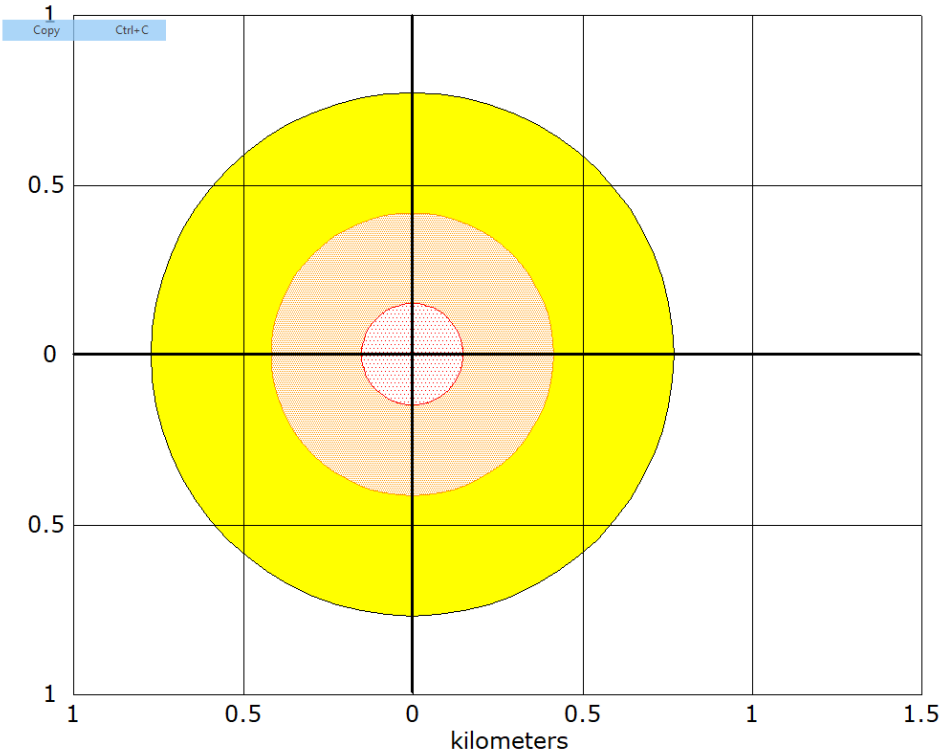
Threat Modeled: Thermal radiation from fireball

Red: 150 meters – (35 kW/(sq m))

Orange: 417 meters – (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 772 meters – (1.4 kW/(sq m))

kilometers



- greater than 35 kW/(sq m)
- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
- greater than 1.4 kW/(sq m)

TRADUCCIÓN:

INFORMACIÓN DEL LUGAR:

Ubicación: MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO

Dispersión del aire en el sitio Por hora: 10 (especificado por el usuario)

Fecha y Hora: 30 de julio de 2018, 14:20 PM horas ST. [Fecha supuesta]

INFORMACIÓN DE LA SUSTANCIA:

Nombre químico: propano.

Peso molecular: 44.10 g/mol

AEGL-1 (60 min): 5500 ppm; AEGL-2 (60 min): 17000 ppm; AEGL-3 (60 min): 33000 ppm

IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm

Punto de ebullición a temperatura ambiente: -44.3 °C

Presión de vapor a temperatura ambiente: mayor que 1 atm

Concentración de saturación ambiental: 1.000.000 ppm o 100,0%

DATOS DE CONDICIONES CLIMÁTICAS: [datos aportados manualmente]

Velocidad del Viento: 3.2 millas/hora [1.43 metros/segundo] del NW

Tipo de superficie de emisión: En zona urbana.

Nubosidad: 3 décimas

Temperatura del aire de 24° C; la estabilidad: Clase B

No hay inversión térmica: 45% de humedad relativa

DATOS DE LA FUENTE:

BLEVE de líquido inflamable en tanque cilíndrico horizontal

Diámetro del tanque: 3.37 metros Longitud del tanque: 29.84 metros

Volumen del tanque: 263 metros cúbicos

El tanque contiene gas en estado líquido

Temperatura de almacenamiento interna: 12 ° C

Masa química en el tanque: 12 toneladas El tanque está lleno al 5%

Porcentaje de masa de tanques en bola de fuego: 100%

Diámetro de la bola de fuego: 129 metros Duración de la bola de fuego: 9 segundos

ZONA DE AMENAZA:

Amenaza modelada: radiación térmica de la bola de fuego

Rojo: 150 metros – [35 kW / [metros cuadrados]]

Naranja: 417 metros – [5.0 kW/[metros cuadrados] = quemaduras de segundo grado en 60 segundos]

Amarillo: 772 metros – [1,4 kW/[metros cuadrados]]

VI.3 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

VI.3.1 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

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

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de alto riesgo	IDLH	5 KW/m² o 1,500 BTU/Pie²h	0.070 Kg/cm² 1.0 lb/plg²
Zona de Amortiguamiento	TLV8 o TLV15	1.4 KW / m² o 440 BTU/Pie²h	0.035 Kg/cm² 0.5 lb/plg²

NOTAS: 1) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zona de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10 % de la energía total liberada.

Previamente se ha presentado el desarrollo de los cálculos para los eventos más probables y el de mayor daño crítico.

Consideración para los cálculos.

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que cuenta la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., la probabilidad de que se presente un evento que pueda generar un riesgo es reducida. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia (con respecto a los demás), como son los eventos 1, 2, 4, 6, 7, 9 y 11, aun cuando las consecuencias sean controlables, dadas las medidas de prevención y seguridad con que se cuenta en planta para la atención de emergencias, así como las potenciales consecuencias.

Propiedades del Gas L.P.

El gas L.P. es un hidrocarburo derivado del petróleo, que se obtiene durante el proceso de refinación del crudo. El término L.P. deriva de: Licuado del Petróleo. Porque se produce en estado de vapor pero se convierte en líquido mediante COMPRESIÓN y ENFRIAMIENTO simultáneos de estos vapores, necesitándose 273 litros de vapor para obtener 1 litro de gas líquido.

El gas al ser comprimido y enfriado se condensa hasta convertirse en líquido, en cuyo estado se le transporta y maneja desde las refinerías, a las plantas de almacenamiento y de estas a los usuarios, ya sea por auto-tanques o recipientes portátiles, en donde el gas sale en estado de vapor para poder ser utilizado en calderas y aparatos domésticos.

Los principales gases que forman el gas L.P. son el PROPANO y BUTANO, que se distinguen entre sí por su composición química, presión, punto de ebullición y en su poder calorífico (o de calentamiento).

Algunas de sus principales características se detallan a continuación:

SE PRODUCE EN ESTADO DE VAPOR, pero se licúa con cierta facilidad, mediante compresión y enfriamiento.

NO TIENE COLOR, es transparente como el agua en su estado líquido.

NO TIENE OLOR, cuando se produce y licúa, pero se le agrega una sustancia de olor penetrante, llamada etyl mercaptano, para detectarlo cuando se fugue.

NO ES TOXICO, solo desplaza el oxígeno, por lo que no es propio para respirarlo mucho tiempo.

ES MUY FLAMABLE, cuando se escapa y se vaporiza se enciende violentamente con la menor llama o chispa.

EXCESIVAMENTE FRIO, por pasar rápidamente del estado líquido a vapor, por lo cual, al contacto con la piel producirá siempre quemaduras de la misma manera que lo hace el fuego.

ES LIMPIO, cuando se quema debidamente combinado con el aire, no forma hollín, ni deja mal sabor en los alimentos preparados con él.

ES ECONÓMICO, por su rendimiento en comparación con otros combustibles.

Un litro de gas líquido pesa aproximadamente $\frac{1}{2}$ Kg. (Un litro de agua pesa 1 Kg.)

Un litro de gas líquido se transforma en 270 litros de vapor de gas.

Por lo que se refiere a su dispersión en caso de fuga, se tiene que este gas se vaporiza de inmediato, sin embargo, los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire =1) y se concentran en lugares bajos, donde no exista buena ventilación para disiparlos, se mezclan con el aire y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, llama o calor) producen una explosión y en algunas ocasiones incendio.

Punto Flash:	-98 °C
Temperatura de ebullición:	-32.5 °C
Temperatura de auto ignición:	435.0 °C
Limites de explosividad:	Inferior 1.8%
	Superior 9.3%
Calor de combustión	21591 BTU/lb [fracción propano en mayor porcentaje].

Es preciso señalar que en el caso de la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P. en Corregidora, Querétaro, debido a las características peligrosas de la sustancia manejada y los resultados de identificación de riesgos reportados en este estudio, será necesario conocer los radios potenciales de afectación y en función de ello determinar las medidas de prevención y atención de emergencias adicionales a las existentes, ya sea por adecuación o incremento de procedimientos de atención a emergencias.

En este sentido y de acuerdo con los valores establecidos en la matriz de riesgo, como consecuencia del análisis HAZOP, se consideran que los principales riesgos a evaluar son aquellos originados por:

A. Ruptura de tuberías o fallos en el instrumental de seguridad y que en ambos casos derivan en fugas con posibilidad de explosión en un área determinada, originando daños en instalaciones cercanas al sitio del evento, pérdidas económicas, lesiones en los trabajadores e incluso daños en el ambiente externo de la planta y en propiedad de terceros, así como instalaciones productivas (caso de invernaderos cercanos a la planta). Debiendo señalar que se efectúa un solo evento por tubería, ya que se consideran los puntos en donde se manejan las mayores presiones y que por lo tanto representa el mayor evento probable para la instalación.

B. Daños en uno de los tanques de almacenamiento y/o semirremolque por sobrepresión y/o sobrecalentamiento que derive en un evento BLEVE (sería el caso más grave), ello acarrearía consecuencias hacia el entorno, las instalaciones interiores y exteriores, así como daños a terceros de mayor magnitud, debido a que una ruptura de uno de los tanques de almacenamiento.

En función de las propiedades fisicoquímicas del gas licuado de petróleo, es posible determinar que el caso de incendio en las instalaciones tan solo es una condición para que se suscite una explosión en la nube de gas L.P. proveniente de una fuga, por lo tanto solo se realizaron las modelaciones de los efectos resultantes de una explosión en un recipiente determinado o de la nube generada como consecuencia de una fuga o liberación masiva de gas.

Modelación de eventos posibles.

Para la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. en Corregidora, Querétaro, se realizaron simulaciones que presuponen la ocurrencia de eventos diversos, los cuales fueron identificados en el análisis de riesgos, así se determinaron los radios potenciales de afectación y en función de los resultados obtenidos se establecieron las áreas de riesgo y amortiguamiento para cada caso.

En específico y de acuerdo con la ponderación resultante de la matriz de riesgo, se tiene los siguientes puntos evaluados en cada nodo:

Nodo	No. de evento (ALOHA)	Evento (s) evaluado (s)
01	1 Tres variantes	Fuga y dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de incendio debido a la formación de una fisura en punto de acople de válvula de servicio de uno de los tanques de almacenamiento, o por desacople de válvula de seguridad debido a fallos o exceso de corrosión la fisura tiene un diámetro de 1 pulgada. o bien por error al no revisar procedimientos de abasto con desacople de la válvula y formación equivalente a una fisura cuyo diámetro de abertura es de 1 pulgada,
02	2	Fuga y dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de incendio debido a la formación de una fisura en punto de acople de válvula de servicio de uno de los tanques de almacenamiento, o por desacople de válvula de seguridad debido a fallos o exceso de corrosión la fisura tiene un diámetro de 1 pulgada, otra causa puede ser desacople de boquilla en toma de carburación de autoabasto.
03	3	Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión debido a fuga de gas por orificio en las líneas que van de los tanques de almacenamiento hacia la línea de conducción hacia muelle de llenado de 2" y 3" de Ø, o bien desde la línea de suministro a un tanque de almacenamiento, a una presión de 8 kg/cm ² . El modelo asume fuga directa que puede incluso deberse a otras causas como fuga directa de 5 kilos de gas por segundo y el evento dura tres minutos hasta que encuentra una llama o chispa para una explosión,
04	4	Evento similar al anterior pero con una fuga de 15 kilos por minuto.
02	5	Fuga y dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de incendio debido a la formación de una fisura en punto de acople de válvula de servicio de uno de los tanques de almacenamiento, o por desacople de válvula de seguridad debido a fallos o exceso de corrosión la fisura tiene un diámetro de 1 pulgada, otra causa puede ser desacople de boquilla en toma de carburación de autoabasto.
04	6	Evento similar al identificado como número 5 pero con la fuente de fuga (fisura o desacople que equivale a una abertura de 2 pulgadas de diámetro.
02	7	Otro evento supuesto con causas varias como puede ser fallo en acople de sistema de tuberías y/o manguera desde en semirremolque de en la toma de abasto, la fuga es por una abertura de 1 pulgada de diámetro.
5	8	EVENTO POR TOXICIDAD, supone que en cualquier caso de los modelados anteriormente, no se encuentra una chispa o llama para explosión y/o incendio en cuyo caso la nube de gas se dispersa formando una nube tóxica para los empleados.
02	9	BLEVE por calentamiento y/o sobrepresión de uno de los tanques de almacenamiento o puede ser por incremento de la presión por flama o explosión en área cercana a un tanque de almacenamiento de gas L.P. que contiene en ese momento 12,000 kg de gas.

RESUMEN DE EVENTOS Y ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.

Planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., en Corregidora, Querétaro.

EVENTO 1 Y VARIANTES 2 y 3: Fuga y dispersión de nube de gas L.P. con incendio; originado por la formación de una fisura en punto de acople de válvula de servicio de uno de los tanques de almacenamiento, o por desacople de válvula de seguridad debido a fallos o exceso de corrosión la fisura tiene un diámetro de 1 pulgada; o bien por error al no revisar procedimientos de abasto con desacople de la válvula y formación equivalente a una fisura cuyo diámetro de abertura es de 1 pulgada.

Los radios potenciales de afectación se obtuvieron de las gráficas y cálculos de los modelos de simulación de dispersión de contaminantes ALOHA, para detalles de las condiciones del medio ver los resultados de los eventos.

TABLA 15-1. <i>Radio potenciales de afectación.</i>			
Forma de Liberación. (El gas se incendia como dardo de fuego).	Escenario tóxico.	Escenario de fuego. Intensidad en distancia [radio/metros]	Escenario de explosión.
El gas se incendia al fugarse. Radio máximo de afectación: 20 m (zona de alto riesgo) y 10 metros para zona de potencial efecto dominó	---	35 kW/m² a 10 5 kW/m² a 20 1.4 kW/m² a 38	---
		35 kW/m² a 10 5 kW/m² a 20 1.4 kW/m² a 38	
		35 kW/m² a 10 5 kW/m² a 20 1.4 kW/m² a 38	
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 2: Fuga y dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de incendio debido a la formación de una fisura en punto de acople de válvula de servicio de uno de los tanques de almacenamiento, o por desacople de válvula de seguridad debido a fallos o exceso de corrosión la fisura tiene un diámetro de 1 pulgada, otra causa puede ser desacople de boquilla en toma de carburación de autoabasto.

TABLA 15-2. <i>Radio potenciales de afectación.</i>			
Forma de Liberación. (El gas se incendia como dardo de fuego).	Escenario tóxico	Escenario de fuego. Intensidad en distancia [radio/metros]	Escenario de explosión

El gas se incendia al fugarse. Radio máximo de afectación: 20 m (zona de alto riesgo) y 10 metros para zona de potencial efecto dominó	---	35 kW/m ² a 10 5 kW/m ² a 31 1.4 kW/m ² a 59	---
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 3. Dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de explosión debido a fuga de gas por orificio en las líneas que van de los tanques de almacenamiento hacia la línea de conducción hacia muelle de llenado de 2" y 3" de Ø, o bien desde la línea de suministro a un tanque de almacenamiento, a una presión de 8 kg/cm². El modelo asume fuga directa que puede incluso deberse a otras causas como fuga directa de 5 kilos de gas por segundo y el evento dura tres minutos hasta que encuentra una llama o chispa para una explosión.

TABLA 15-3. <i>Radio potenciales de afectación.</i>			
Forma de Liberación, la nube de gas explota liberando energía (presión).	Escenario tóxico	Escenario de fuego	Escenario de explosión
El gas explota al fugarse. Radio máximo de afectación: 91 m (zona de alto riesgo)	---	---	8.0 psi N.A. 1.0 psi a 91 m 0.5 psi a 153 m
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 4: Evento similar al anterior pero con una fuga de 15 kilos por minuto.

TABLA 15-4. <i>Radio potenciales de afectación.</i>			
Forma de Liberación, la nube de gas explota liberando energía (presión).	Escenario tóxico	Escenario de fuego	Escenario de explosión
El gas explota al fugarse. Radio máximo de afectación: 158 m (zona de alto riesgo)	---	---	8.0 psi N.A. 1.0 psi a 158 m 0.5 psi a 263 m
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 5: Fuga y dispersión de nube de gas L.P. con riesgo de incendio debido a la formación de una fisura en punto de acople de válvula de servicio de uno de los tanques de almacenamiento, o por desacople de válvula de seguridad debido a fallos o exceso de corrosión la fisura tiene un diámetro de 1 pulgada, otra causa puede ser desacople de boquilla en toma de carburación de autoabasto.

TABLA 15-5. <i>Radio potenciales de afectación.</i>			
Forma de Liberación. (El gas se incendia como dardo de fuego).	Escenario tóxico	Escenario de fuego. Intensidad en distancia (radio/metros)	Escenario de explosión
El gas se incendia al fugarse. Radio máximo de afectación: 29 m (zona de alto riesgo) y 10 metros para zona de potencial efecto dominó	---	35 kW/m ² a 10 5 kW/m ² a 29 1.4 kW/m ² a 53	---
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 6: Evento similar al identificado como número 5 pero con la fuente de fuga (fisura o desacople que equivale a una abertura de 2 pulgadas de diámetro.

TABLA 15-6. <i>Radio potenciales de afectación.</i>			
Forma de Liberación. (El gas se incendia como dardo de fuego).	Escenario tóxico	Escenario de fuego. Intensidad en distancia (radio/metros)	Escenario de explosión
El gas se incendia al fugarse. Radio máximo de afectación: 55 m (zona de alto riesgo) y 12 metros para zona de potencial efecto dominó	---	35 kW/m ² a 12 5 kW/m ² a 55 1.4 kW/m ² a 103	---
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 7: Otro evento supuesto con causas varias como puede ser fallo en acople de sistema de tuberías y/o manguera desde en semirremolque de en la toma de abasto, la fuga es por una abertura de 1 pulgada de diámetro.

TABLA 15-7. <i>Radio potenciales de afectación.</i>			
Forma de Liberación. (El gas se incendia como dardo de fuego).	Escenario tóxico	Escenario de fuego. Intensidad en distancia (radio/metros)	Escenario de explosión
El gas se incendia al fugarse. Radio máximo de afectación: 20 m (zona de alto riesgo) y 10 metros para zona de potencial efecto dominó	---	35 kW/m ² a 10 5 kW/m ² a 20 1.4 kW/m ² a 38	---
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 8: EVENTO POR TOXICIDAD, supone que en cualquier caso de los modelados anteriormente, no se encuentra una chispa o llama para explosión y/o incendio en cuyo caso la nube de gas se dispersa formando una nube tóxica para los empleados.

TABLA 15-8. <i>Radio</i> s potenciales de afectación.			
Forma de Liberación. (El gas se incendia como dardo de fuego).	Escenario tóxico [concentración peligrosa para las personas o fauna silvestre y doméstica]	Escenario de fuego	Escenario de explosión
El gas se fuga creando una nube tóxica (no explota o se incendia). La zona de alto riesgo se ubica en un radio de 30 metros.	Círculo Rojo en la figura: 30 metros – (17000 ppm = AEGL-2 [60 min]) Círculo naranja: 53 metros – (5500 ppm = AEGL-1 [60 min]) Círculo amarillo: 89 metros – (2100 ppm = IDLH)	---	---
BLEVE*	---	---	---

EVENTO 9: BLEVE por calentamiento y/o sobrepresión de uno de los tanques de almacenamiento o puede ser por incremento de la presión por flama o explosión en área cercana a un tanque de almacenamiento de gas L.P. que contiene en ese momento 12,000 kg de gas.

TABLA 15-9. <i>Radio</i> s potenciales de afectación.			
Forma de Liberación. (Ocurre una BLEVE que origina una bola de fuego).	Escenario tóxico	Escenario de fuego. Intensidad en distancia (radio/metros)	Escenario de explosión
El gas se incendia al fugarse.	---	---	---
BLEVE* Radio máximo de afectación: 417 m (zona de alto riesgo) y 150 metros para zona de potencial efecto dominó	---	35 kW/m² a 150 5 kW/m² a 417 1.4 kW/m² a 772	

ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DE LA MODELACIÓN.

De acuerdo con los resultados de los radios de afectación para los eventos simulados mediante el programa ALOHA, a continuación se presentan de manera estimada los potenciales daños para el entorno de la planta, valorando las consecuencias hacia los bienes, las personas y el ambiente.

Para proyectar de manera objetiva, los radios de afectación en el tiempo en que se originaría la intensidad de una radiación y el espacio abarcado, será preciso recordar los efectos de exposición de acuerdo con API-RP-521.

Daños ocasionados por la radiación térmica en diferentes intensidades y los niveles de radiación recomendados para diseño por el “American Petroleum Institute” Recomendado Practice- 521.

Tabla 16. Niveles de radiación recomendados para diseño por (API-RP-521).

INTENSIDAD (Kw/m²)	CONDICIONES Y/O EFECTO OBSERVADO
35.0	Causa daño a equipo de proceso, exposición no permitida.
25.0	Energía mínima necesaria para incendiar la madera sin fuente de ignición directa
9.46	La exposición debe ser de tan solo unos segundos.
	Daño a personas con una exposición de 8 segundos, produciendo quemaduras de primer orden. Y quemaduras de segundo orden con exposición de 20 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
4.0	Sin protección, se producen quemaduras de segundo grado con exposición de 20 a 30 segundos.
01.58	Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida.

Fuentes Consultadas: Análisis del riesgo en instalaciones industriales (Alfaomega, España); Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España; Base de datos propia de LEA. Fotos: Repsol YPF y archivo propio de LEA.

EFFECTOS DE LOS EVENTOS POTENCIALES SOBRE EL ESCENARIO AMBIENTAL DENTRO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DE 1000 METROS (CONSECUENCIAS EN EL ENTORNO).

EVENTO NÚMERO 1, (consecuencias dentro de la zona de influencia). Forma de Liberación. El gas se incendia con radiación emitida (dardo de fuego).			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó (35 kW/m ²) radiación mortal para las personas o animales Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	10		1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 10 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio. 2. No hay consecuencias sobre factores del ambiente externo. 3. Perdida de contención por colapso en tubería y tanques de almacenamiento, daños en equipos con paro de planta, potencialmente puede ser causa de otro evento con fuga e incendio que desencadena un efecto dominó por encontrarse dentro de la zona otros dos tanques de 250,000 litros de capacidad cada uno.
Zona de Alto Riesgo (5 kW/m ²) o 1 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada.	20	Hasta 1 hora.	1. Trabajadores o personal expuestos a esa distancia se pueden realizar actividades de rescate de sin sufrir consecuencias. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en ventanas de tracto camión que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro de tanques.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m ² o 1 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida .	38		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 1- VARIABLE 2, (consecuencias dentro de la zona de influencia). Forma de Liberación. El gas se incendia con radiación emitida (dardo de fuego).			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó (35 kW/m ²) o 8 PSI Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	10		1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 10 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Perdida de contención por colapso en tubería, daños en equipos con paro de planta, potencialmente puede ser causa de otro evento con fuga e incendio que desencadena un efecto dominó (otros dos tanques).

Zona de Alto Riesgo [5 kW/m ²] o 1 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada.	20	Hasta 1 hora.	1. Trabajadores expuestos pueden sufrir quemaduras de segundo grado si la exposición es de más de 30 segundos, se pueden realizar actividades de rescate de unos 15 segundos [tabla API]. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en ventanas de tracto camión que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m ² o 1 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida .	38		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 1 VARIABLE 3. (consecuencias dentro de la zona de influencia).

Forma de Liberación. El gas se incendia con radiación emitida (dardo de fuego).

Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó [35 kW/m ²] o 8 PSI Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	10		1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 10 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Pérdida de contención por colapso en tubería, daños en equipos con paro de planta, potencialmente puede ser causa de otro evento con fuga e incendio que desencadena un efecto dominó [otros dos tanques].
Zona de Alto Riesgo [5 kW/m ²] o 1 psi. Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada.	20	Hasta 1 hora.	1. Trabajadores expuestos pueden sufrir quemaduras de tercer grado si la exposición es de más de 30 segundos, se pueden realizar actividades de rescate de unos 15 segundos [tabla API]. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en ventanas de tracto camión que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m ² o 1 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida .	38		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 2 , [consecuencias dentro de la zona de influencia]. Forma de Liberación. El gas se incendia con radiación emitida (dardo de fuego).			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó [35 kW/m ²] o 8 PSI Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	10		1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 10 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Pérdida de contención por colapso en tubería, daños en equipos con paro de planta, potencialmente puede ser causa de otro evento con fuga e incendio que desencadena un efecto dominó (otros dos tanques).
Zona de Alto Riesgo [5 kW/m ²] o 1 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada.	31	26 min.	1. Trabajadores expuestos pueden sufrir quemaduras de segundo grado si la exposición es de más de 30 segundos, se pueden realizar actividades de rescate de unos 15 segundos (tabla API). 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en ventanas de tracto camión que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro (caso de explosión).
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m ² o 1 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida .	59		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 3 , [consecuencias dentro de la zona de influencia]. Forma de Liberación. El gas inflamable escapa desde el tanque sin quemarse y encuentra una fuente de ignición para detonación.			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó [35 kW/m ²] o 8 PSI Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	No se alcanzan los 8 psi de sobrepresión		1. No hay consecuencias sobre las personas para estos niveles de sobrepresión (no se alcanza). 2. No existen factores del ambiente afectables. 3. No hay consecuencias sobre equipos o instalaciones, ya que no se alcanza este nivel de sobrepresión
Zona de Alto Riesgo [5 kW/m ²] o 1 psi Efectos. Sobrepresión generada	91	Explosión instantánea.	1. Trabajadores expuestos pueden percibir un ruido de gran intensidad, incluyendo daños al oído. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia.

por la explosión.			3. Daños en ventanas de automóviles, o cualquier unidad de transporte que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m ² o 1 psi Efectos. Nivel de sobrepresión donde la exposición puede ser indefinida .	153		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de sobre presión. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 4, (consecuencias dentro de la zona de influencia).

Forma de Liberación. El gas inflamable escapa desde el tanque sin quemarse y encuentra una fuente de ignición para detonación.

Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó [35 kW/m ²] o 8 PSI Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	No se alcanzan los 8 psi de sobrepresión		1. No hay consecuencias sobre las personas para estos niveles de sobrepresión (no se alcanza). 2. No existen factores del ambiente afectables. 3. No hay consecuencias sobre equipos o instalaciones ya que no se alcanza este nivel de sobrepresión
Zona de Alto Riesgo [5 kW/m ²] o 1 psi Efectos. Sobrepresión generada por la explosión.	158	Explosión instantánea.	1. Trabajadores expuestos pueden percibir un ruido de gran intensidad incluyendo daños al oído. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Daños en ventanas de automóviles, o cualquier unidad de transporte que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m ² o 1 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida .	263		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de sobre presión. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 5, (consecuencias dentro de la zona de influencia).

Forma de Liberación. El gas se incendia con radiación emitida (dardo de fuego).

Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó [35 kW/m ²] o 8 PSI	10		1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 10 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio.

Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.			2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Perdida de contención por colapso en tubería, daños en equipos con paro de planta, potencialmente puede ser causa de otro evento con fuga e incendio que desencadena un efecto dominó [otros dos tanques].
Zona de Alto Riesgo (5 kW/m²) o 1 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada.	29	1 hora.	1. Trabajadores expuestos pueden sufrir quemaduras de segundo grado si la exposición es de más de 30 segundos, se pueden realizar actividades de rescate de unos 15 segundos [tabla API]. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en ventanas de tracto camión que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m² o 1 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida.	53		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda [establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse], se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 6, (consecuencias dentro de la zona de influencia). Forma de Liberación. El gas inflamable escapa desde el tanque sin quemarse y encuentra una fuente de ignición para detonación.			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó (35 kW/m²) o 8 PSI Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	12		1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 12 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Perdida de contención por colapso en tubería, daños en equipos con paro de planta, potencialmente puede ser causa de otro evento con fuga e incendio que desencadena un efecto dominó [otros dos tanques].
Zona de Alto Riesgo (5 kW/m²) o 1 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada.	55	1 hora	1. Trabajadores expuestos pueden sufrir quemaduras de segundo grado si la exposición es de más de 30 segundos, se pueden realizar actividades de rescate de unos 15 segundos [tabla API]. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en ventanas de tracto camión que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.

Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m ² o 1 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida .	103		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 7, [consecuencias dentro de la zona de influencia].

Forma de Liberación. El gas se incendia con radiación emitida [dardo de fuego].

Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó (35 kW/m ²) o 8 PSI Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	10		1. Trabajadores con quemaduras de tercer grado a una distancia menor a 10 metros respecto al sitio de fuga, explosión y/o incendio. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Perdida de contención por colapso en tubería, daños en equipos con paro de planta, potencialmente puede ser causa de otro evento con fuga e incendio que desencadena un efecto dominó (otros dos tanques).
Zona de Alto Riesgo (5 kW/m ²) o 1 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada.	20	26 min.	1. Trabajadores expuestos pueden sufrir quemaduras de segundo grado si la exposición es de más de 30 segundos, se pueden realizar actividades de rescate de unos 15 segundos (tabla API). 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. Puede haber daños en ventanas de tracto camión que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m ² o 1 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida .	38		1. Los trabajadores dentro del área pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

EVENTO NÚMERO 8, [consecuencias dentro de la zona de influencia].

Forma de Liberación. El gas se fuga sin incendio y sin explotar, se concentra para generar una nube tóxica que luego va dispersándose en la zona.

Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
IDLH: concentración inmediatamente peligrosa para la vida o la salud. [2100 ppm]	89		1. Trabajadores y personal civil pueden presentar signos de intoxicación y dificultad para respirar si se exponen a esta concentración por tiempo prolongado. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No existe afectación sobre instalaciones, construcciones o interacciones de riesgo por estos niveles de concentración de gas L.P.
AEGL-1 [Concentración a/o por encima de la cual se predice que la población general, incluyendo individuos susceptibles pero excluyendo los hipersusceptibles, puede experimentar una incomodidad notable. (5500 ppm)]	53	1 hora	1. Trabajadores pueden presentar incomodidad notable y percepción del gas al respirar. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No existe afectación sobre instalaciones, construcciones o interacciones de riesgo por estos niveles de concentración de gas L.P.
AEGL-2 [Concentración a/o por encima de la cual se predice que la población general, incluyendo individuos susceptibles pero excluyendo los hipersusceptibles, puede experimentar efectos a largo plazo serios o irreversibles o ver impedida su capacidad para escapar. (17000 ppm)]	30		1. Trabajadores pueden presentar dificultad para respirar y consecuencias serias para concentrarse y escapar de la zona de concentración del gas. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No existe afectación sobre instalaciones, construcciones o interacciones de riesgo por estos niveles de concentración de gas L.P.

EVENTO NÚMERO 9 , (consecuencias dentro de la zona de influencia). Forma de Liberación. Evento BLEVE con Radiación térmica de la bola de fuego.			
Zonas evaluadas	Radio de afectación metros	Tiempo del evento.	Consecuencias en el entorno. 1. Población o trabajadores potencialmente vulnerables. 2. Factores del ambiente potencialmente vulnerables (flora, fauna, agua). 3. Edificaciones, Instalaciones de operación, interacciones riesgosas.
Zona de efecto dominó (37 kW/m²) o 8 PSI Efectos. Causa daño a equipo de proceso con daños y deformaciones a equipos y/o estructuras de acero.	150		1. Trabajadores o personal expuesto (población que circulara en vehículos por el libramiento norponiente a la altura de residencial LA VIDA que se utiliza para acceso al momento del evento), o personal civil que se ubique dentro de la distancia con quemaduras mortales aun de corta exposición (9 segundos del evento). 2. Incendio de vegetación y cultivos dentro del radio de la bola de fuego (150 metros), fauna como aves y reptiles perecerían a éste nivel de radiación. 3. Perdida de contención por colapso en tubería y tanques de almacenamiento, daños en equipos con paro de planta, potencialmente puede ser causa de otro evento con fuga e incendio que desencadena un efecto dominó por encontrarse dentro de la zona otros dos tanques de almacenamiento de gas de 250,000 litros de capacidad cada uno; se generaría un efecto domino con otros equipos de la propia planta (tanques camiones de carga y tubería).
Zona de Alto Riesgo (5 kW/m²) o 1 psi Efectos. Intensidad de calor en donde se pueden realizar acciones de emergencia durante varios minutos con ropa apropiada.	417	9 segundos.	1. Trabajadores expuestos pueden sufrir quemaduras de segundo grado si la exposición es de más de 30 segundos (no es el caso), se pueden realizar actividades de rescate de unos 15 segundos (tabla API). 2. Existirían emisiones instantáneas de gases de combustión y partículas sobre el aire a esta distancia y se dispersaría posteriormente, disminuyendo su calidad en corto tiempo. El nivel de radiación causaría migración de fauna y un ambiente de alta temperatura pero de corta duración (clima elevado en corto tiempo para esa distancia) 3. Puede haber daños en ventanas de tracto camión que se encuentre dentro del radio de afectación o en mirilla de manómetro y termómetro.
Zona de Amortiguamiento 1.4 kW/m² o 1 psi Efectos. Nivel de radiación en donde la exposición puede ser indefinida .	772		1. Trabajadores o personal expuesto (población que circulara en vehículos por el libramiento norponiente de acceso al momento del evento), o personal civil que se ubique dentro de la distancia pueden trabajar a este nivel de radiación, aun cuando no es recomendable, dentro de la zona se siente calor intenso. 2. No existen factores del ambiente afectables a esta distancia. 3. No hay daños en construcciones ni equipos a este nivel de exposición, se trata de la zona de salvaguarda (establecida como de seguridad donde se puede escapar de un evento en caso de presentarse), se establece porque no existirán daños en el entorno dentro del radio considerado después de la zona de alto riesgo.

Identificación del evento máximo probable y catastrófico.

Evento Máximo Probable.

Es aquel que debido a sus características y a su frecuencia puede presentarse con mayor probabilidad y sus consecuencias pueden ser no graves.

Con estas condiciones y verificando la verosimilitud de los eventos, se identifican los eventos 1, 2, 3, 5 y 7, como *eventos máximos probables*, **pero de consecuencias mínimas** y a los eventos 4 y 6, como los de consecuencias críticas.

Evento Catastrófico:

Es aquel cuyas consecuencias se consideran graves, **aunque su probabilidad de ocurrencia sea muy reducida y casi improbable.**

En caso de presentarse este evento, efectos incidirían sobre el ambiente, los bienes y las personas que se encuentren dentro del radio de afectación (Evento 9).

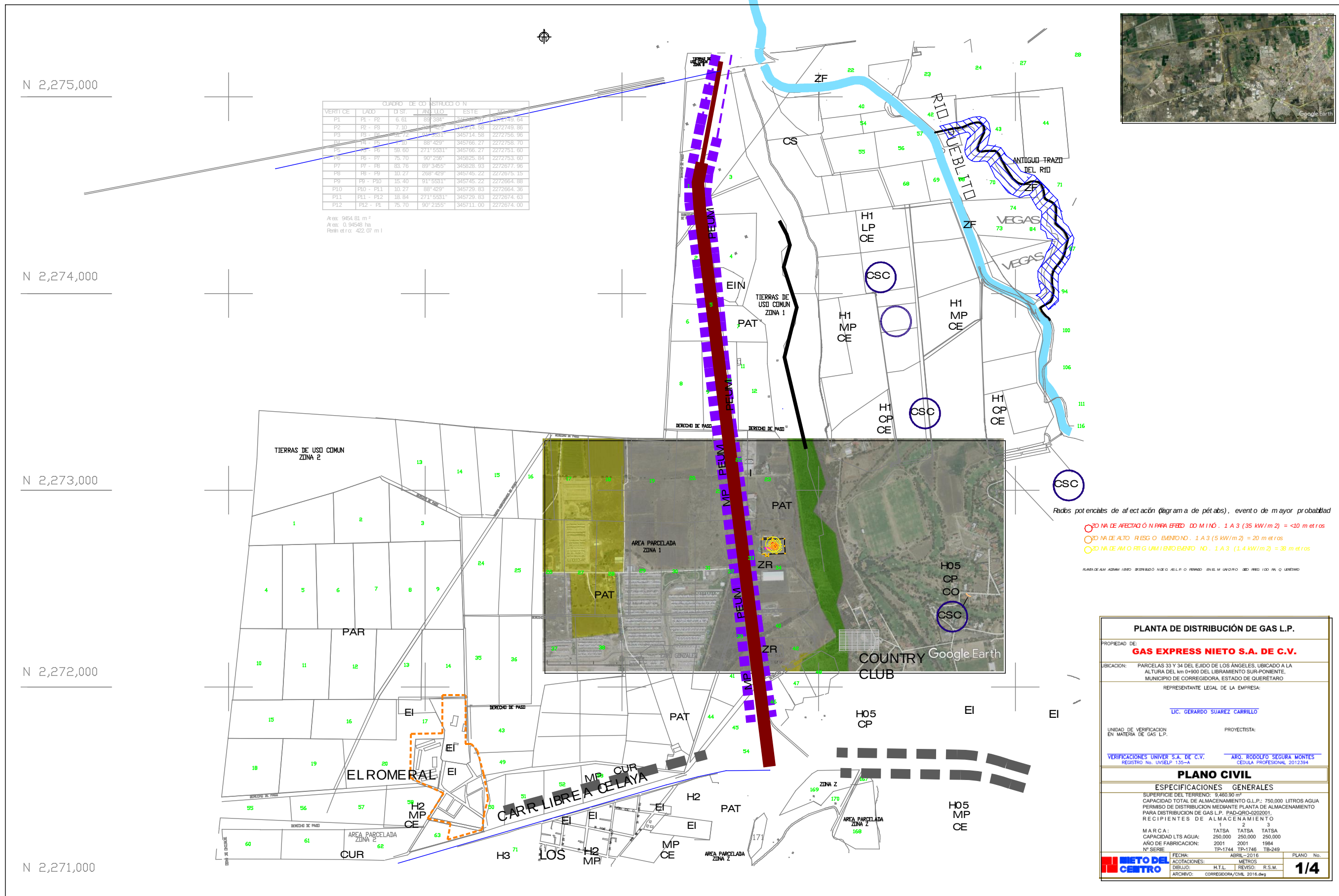
Reiterando; La empresa cuenta con las medidas de seguridad para evitar que ocurran dichos eventos, por lo que se presentan como sobrestimados; sin embargo, se consideran para poder predecir los posibles daños críticos.

VI.3.2 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.).

De los 9 eventos evaluados mediante el programa ALOHA, se seleccionaron 5 para representar los efectos espaciales en la zona de ubicación de la planta, estos se anexan al presente, en forma de diagramas de pétalos (radios de afectación), a través de imagen satelital; sobreponiendo cada evento evaluado desde el plano del polígono de la planta donde se ubican las instalaciones riesgosas elaborado en AUTOCAD georreferenciado (mismos que se incluyen en la sección de anexos en la escala que se señala).

Las siguientes figuras muestran las gráficas de niveles de radiación o sobrepresión (daños), sobrepuestas en una figura satelital de Google Earth georreferenciada:

Figura 28-A. Diagrama de pétalos para el Evento 1, con tres posibilidades (de mayor probabilidad).



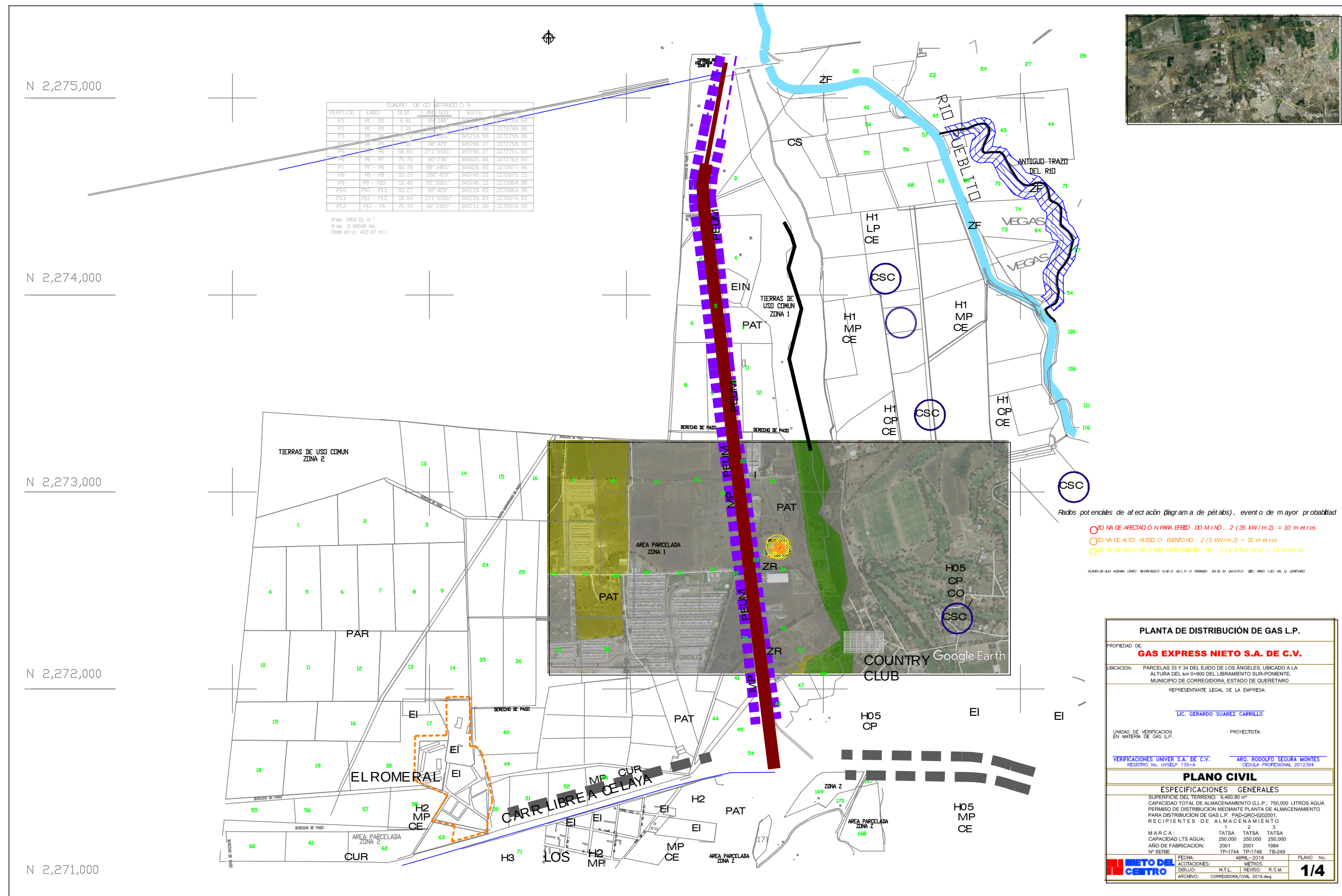
GAS EXPRESS NIETO, S.A.. DE C.V. PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN CON OPERACIONES EN EL MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO (ZONA INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS AL PONIENTE)
RADIOS DE AFECTACIÓN EN CASO DE OCURRENCIA DE UN EVENTO POTENCIAL DE MAYOR PROBABILIDAD IDENTIFICADO EN EL ESTUDIO

PROGRAMA UTILIZADO: ALOHA.
EVENTO No. 1-3

IDENTIFICACIÓN:

- ZONA DE AFECTACIÓN PARA EFECTO DOMINÓ (35.0 kW/m²) = 10 metros
- ZONA DE ALTO RIESGO (5.0 kW/m²) = 20 metros
- ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (1.4 kW/m²) = 38 metros

Figura 28-B. Diagrama de pétalos para el evento 2 (de moderada probabilidad).



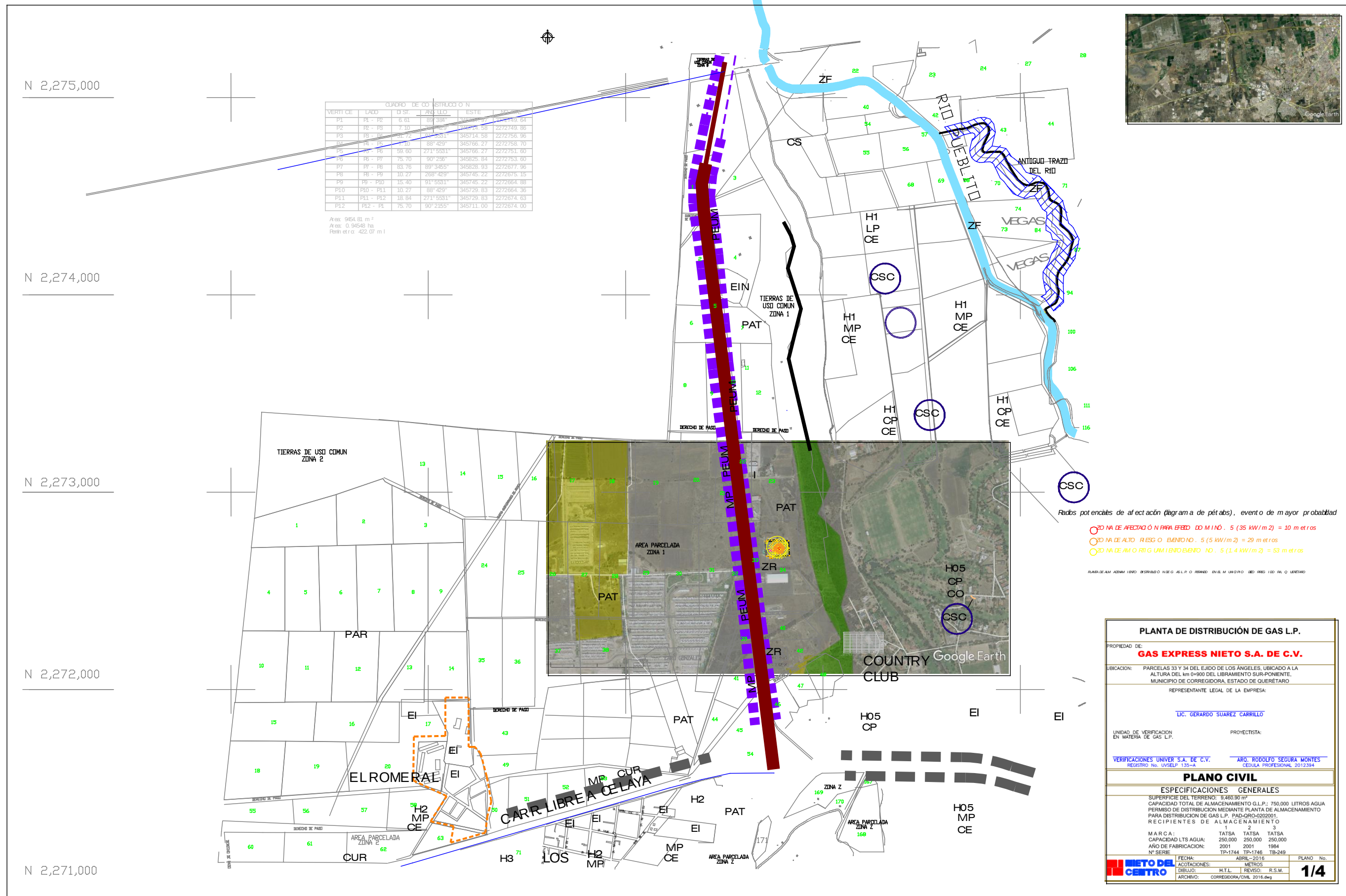
GAS EXPRESS NIETO, S.A.. DE C.V. PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN CON OPERACIONES EN EL MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO (ZONA INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS AL PONIENTE).
RADIOS DE AFECTACIÓN EN CASO DE OCURRENCIA DE UN EVENTO POTENCIAL PROBABLE IDENTIFICADO EN EL ESTUDIO

PROGRAMA UTILIZADO: ALOHA.
EVENTO No. 2

IDENTIFICACIÓN:

- ZONA DE AFECTACIÓN PARA EFECTO DOMINÓ (35.0 kW/m²) = 10 metros
- ZONA DE ALTO RIESGO (5.0 kW/m²) = 31 metros
- ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (1.4 kW/m²) = 59 metros

Figura 28-D. Diagrama de pétalos para el evento 5 (de baja probabilidad).



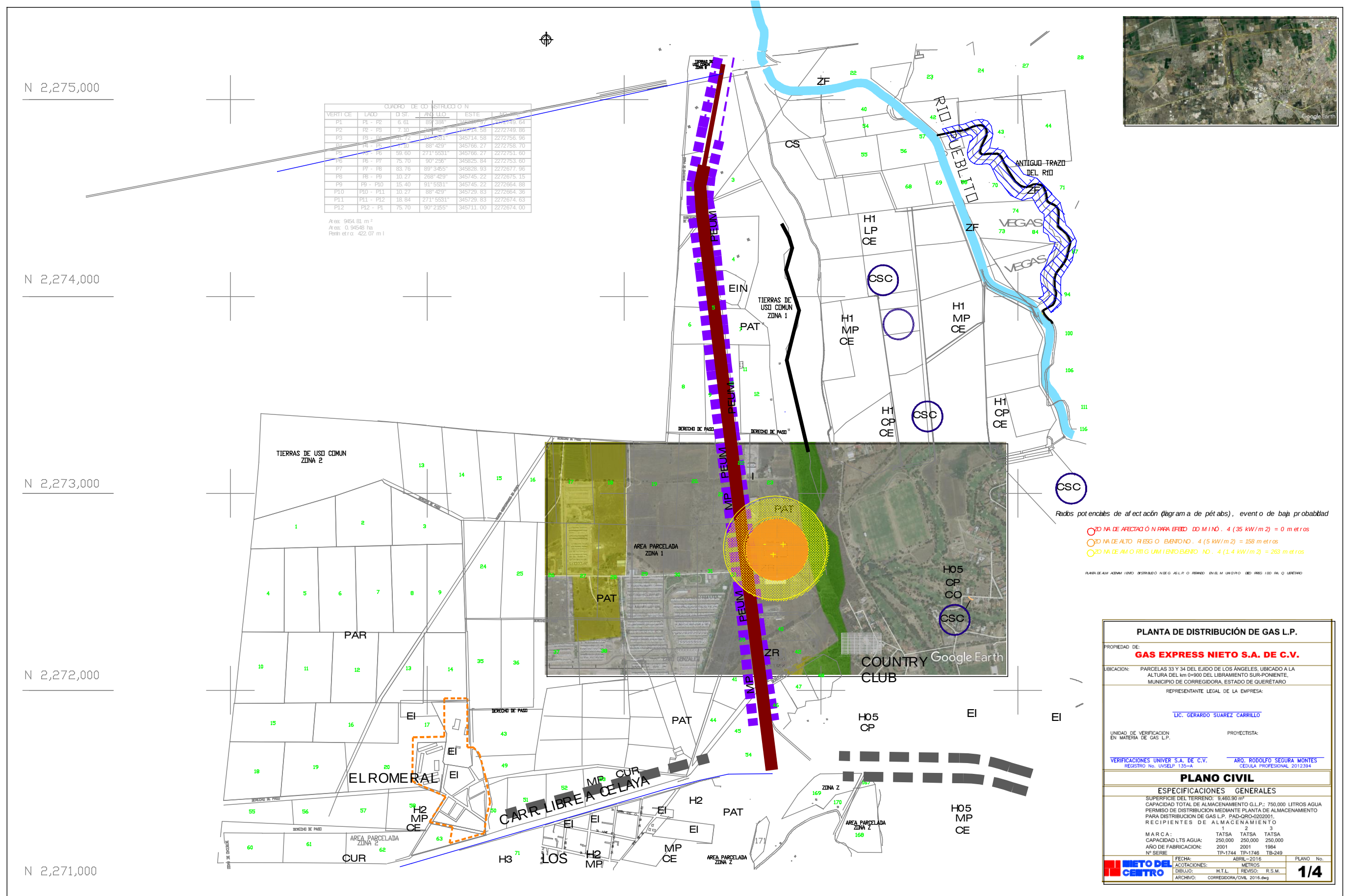
**GAS EXPRESS NIETO, S.A.. DE C.V. PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN CON OPERACIONES EN EL MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO (ZONA INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS AL PONIENTE).
RADIOS DE AFECTACIÓN EN CASO DE OCURRENCIA DE UNO DE LOS EVENTOS DE BAJA PROBABILIDAD IDENTIFICADO EN EL ESTUDIO**

PROGRAMA UTILIZADO: ALOHA.
EVENTO No. 5

IDENTIFICACIÓN:

-  ZONA DE AFECTACIÓN PARA EFECTO DOMINÓ (35.0 kW/m²) = 10 metros
 ZONA DE ALTO RIESGO (5.0 kW/m²) = 29 metros
 ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (1.4 kW/m²) = 53 metros

Figura 28-E. Diagrama de pétalos para el evento 4 (de moderada probabilidad).



GAS EXPRESS NIETO, S.A.. DE C.V. PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN CON OPERACIONES EN EL MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO (ZONA INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS AL PONIENTE).

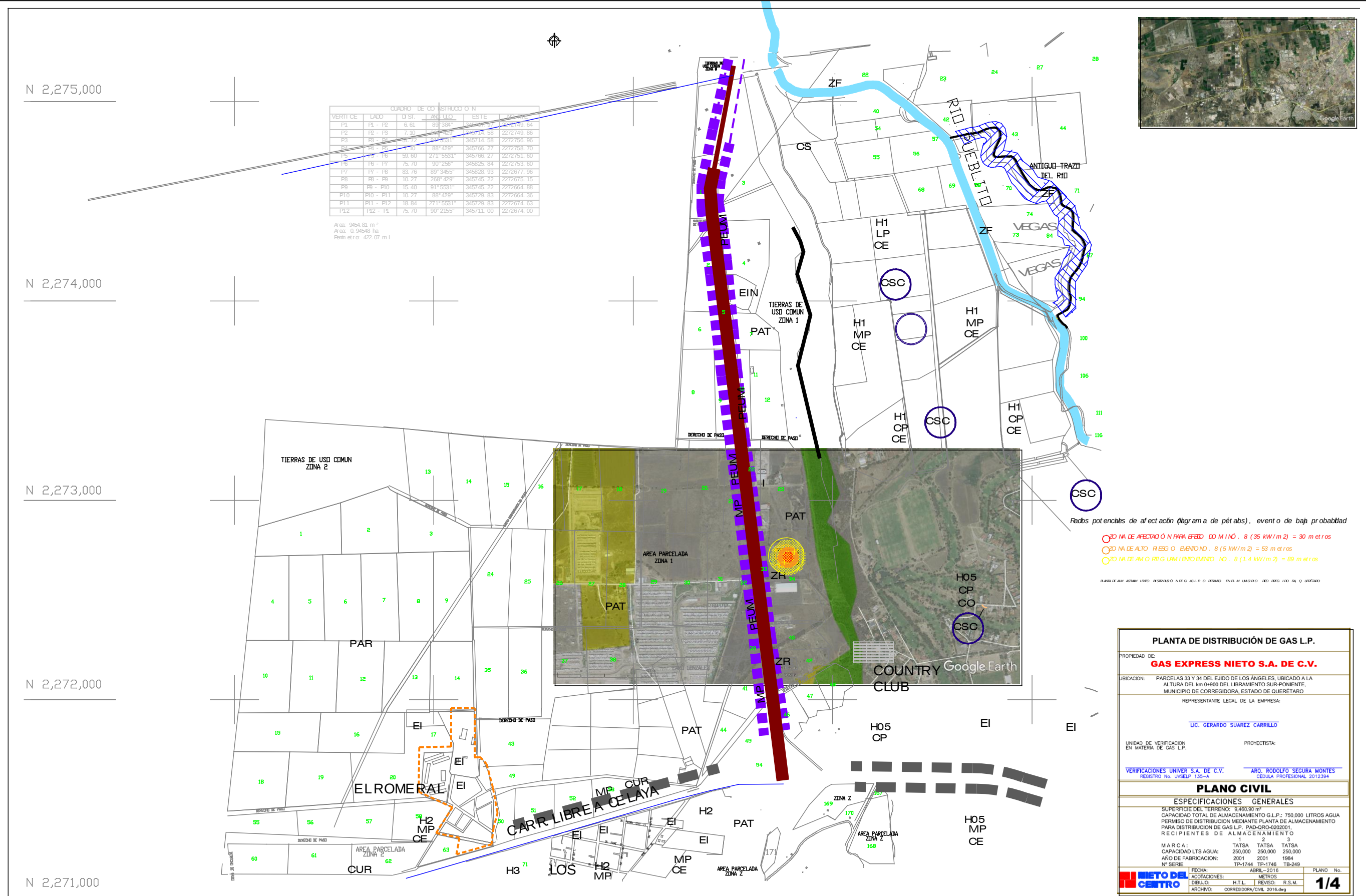
RÁDIOS DE AFECTACIÓN EN CASO DE OCURRENCIA DE UN EVENTO POTENCIAL DE BAJA PROBABILIDAD IDENTIFICADO EN EL ESTUDIO

PROGRAMA UTILIZADO: ALOHA.
EVENTO No. 4

IDENTIFICACIÓN:

-  ZONA DE AFECTACIÓN PARA EFECTO DOMINÓ (8.0 PSI) = NO APLICA
 ZONA DE ALTO RIESGO (1.0 PSI) = 158 metros
 ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (0.5 PSI) = 263 metros

Figura 28-F. Diagrama de pétalos para el evento 8 [de baja probabilidad].



GAS EXPRESS NIETO, S.A.. DE C.V. PLANTA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN CON OPERACIONES EN EL MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO (ZONA INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS AL PONIENTE).
RADIOS DE AFECTACIÓN EN CASO DE OCURRENCIA DE UNO DE LOS EVENTOS POTENCIALES PROBABLE IDENTIFICADO EN EL ESTUDIO (EFECTOS POR TOXICIDAD)

PROGRAMA UTILIZADO: ALOHA.
EVENTO No. 8

IDENTIFICACIÓN:

- ZONA DE AFECTACIÓN PARA EFECTO GRAVE (17000 ppm) = 30 metros
- ZONA DE ALTO RIESGO (5500 ppm) = 53 metros
- ZONA DE AMORTIGUAMIENTO (2100 ppm) = 89 metros

VI.4 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.

El manejo de gas dentro de la planta propiedad de Gas Express Nieto, S.A. de C.V., sin duda se ha venido desarrollando en los 16 años que tiene operando (antes como “Gas San Luis S.A. de C.V.”), con eficiencia y seguridad; la planta ocupa una superficie total de 9,454.80 m², fuera de la zona urbana al Oeste de la localidad de El Pueblito, municipio de Corregidora, Querétaro.

Los eventos de riesgo identificados y evaluados para la planta, están referidos a las actividades con los equipos y operaciones de trasiego de gas L.P., en concordancia con ello, las interacciones de riesgos (incremento de peligros), se dan hacia el interior, durante la operación de los equipos y maquinaria involucrada en el manejo del comburente.

De acuerdo con la ubicación de la planta, se identifican las siguientes instalaciones y actividades en un radio de 1000 metros, (tabla 17):

ORIENTACIÓN	EMPRESA O SERVICIOS.	DISTANCIA (METROS)
PONIENTE	CONJUNTO HABITACIONAL RESIDENCIA LA VIDA	500
NOROESTE	ASENTAMIENTO LOS ÁNGELES	1100
ORIENTE	CLUB DE GOLF	700
ORIENTE	BALVANERA GOLF & POLO COUNTRY CLUB	750
NORESTE	HOTEL VILLA MEXICANA GOLF & EQUESTRIAN RESORT	800
PONIENTE	NICHOS DE MÉXICO, S.A. DE C.V. PRODUCTORA DE ALIMENTOS	650
NORTE	GASOLINERA	200
SUR	GASOLINERA	500
SUR	FORTACERO	200
NORTE	TUVANOSA	850
SUR	VENTA DE MAQUINARIA	950
SUR	CARROCEÍAS QUERÉTARO	980
SUR	HERRERÍA INDUSTRIAL	850
SUR	OBRAS DE EQUIPAMIENTO URBANO (LIBRAMIENTO, RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA, RED DE AGUA)	100-1000
SUROESTE	PARQUE PARA ESPARCIMIENTO	600

Como podemos observar; las instalaciones cercanas son una gasolinera hacia el Norte a unos 200 metros y la empresa Fortacero, a doscientos metros en dirección Sur; en estas orientaciones no se manejan sustancias en cantidades que les clasifiquen como altamente riesgosas, esto significa que no

existe posibilidad de interacciones de riesgo con otras instalaciones del exterior ya que de acuerdo con los resultados obtenidos de radios de afectación (consecuencias), para casos de radiación o sobrepresión que pueda causar daños en instalaciones, no sobrepasa los 200 metros que es la distancia la que se ubican esas instalaciones, incluso; otras instalaciones, asentamientos humanos, infraestructura de servicios y centros de reunión (parques, clubes u hotel), se ubican a mayores distancias dentro de un radio de 1000 metros (área de influencia para efectos en zona de amortiguamiento), sin que puedan resultar afectados con consecuencias para las zonas de alto riesgo.

En el entendido que el **Área de influencia** está definido como la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidas las actividades sociales, económicas y culturales), de la región.

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 evaluar si las medidas de seguridad existentes en la planta son idóneas para prevenir o enfrentar los riesgos y sus consecuencias o establecer medidas de seguridad adicionales, como pueden ser el adecuado mantenimiento y medidas de respuesta a emergencias adicionales a las existentes, a continuación se presenta el análisis de interacciones de riesgo para la propia planta o efecto dominó, considerando 3 tanques de almacenamiento dispuestos en serie en un área de 1000 m².

Los resultados para el evento más grave (catastrófico para la zona de consecuencias), identificado y modelado, suponen la probable interacción hacia las instalaciones de la propia planta, considerando 3 tanques de almacenamiento y dado que la zona de alta radiación para efectos dominó y/o de radiación de alto riesgo por la ocurrencia potencial de un evento BLEVE alcanzan distancia de 150 y 417 metros respectivamente, sin considerar aun las medidas de prevención propias de la planta; no se identificó potencial de interacciones riesgosas con otras instalaciones del exterior en un radio de 1000 metros, ya que la gasolinera se ubica fuera del espacio para consecuencias de radiación y/o explosión causante de daños en equipos (más allá de los 150 metros).

El efecto dominó que se ha considerado en el estudio supone que el mismo evento catastrófico potencial no sería acumulativo en cuanto a consecuencias se refiere, ya que si bien un BLEVE origina radiación tan intensa que puede afectar equipos de proceso, éste solo ocurre de manera independiente, es decir el evento es inmediato (dura 9 segundos), y no acumulativo (es remotamente probable que ocurran dos BLEVES en un mismo tiempo).

Si bien un solo evento presenta una probabilidad reducida, con mayor argumento dos.

EFFECTO DOMINÓ.

Aunque el denominado "efecto dominó" es conocido desde hace tiempo, sólo se ha reconocido oficialmente en la Directiva Seveso II, así como en la legislación de España como en el Real Decreto 1254/99.

La principal fuente de información que sirve de base para el análisis y el entendimiento del fenómeno consisten en analizar estadísticamente series históricas de accidentes. A partir de estos datos se obtienen las características principales de un determinado accidente en orden a establecer las relaciones entre categorías de establecimientos, tipos de efectos físicos y alcances de los efectos dominó referenciados.

Para el caso de estudio en esta planta, derivado del incremento de la capacidad de almacenamiento al incluir un tercer tanque, adicional a los dos tanques con que contaba la planta anteriormente, se utilizó el procedimiento indicado por la Directiva de Seveso II, para realizar un análisis de efecto dominó dentro y fuera de las instalaciones del proyecto, ya que la Directiva de Seveso II es la encargada de conjuntar las normas y lineamientos utilizados para la identificación de los peligros, evaluación de riesgos, información concerniente a las normas para la prevención de accidentes mayores y establecimiento de planes de emergencia que rige a todos los países que conforman a la Unión Europea.

Definición, alcance y análisis del efecto dominó.

El efecto dominó representa la concatenación de posibles accidentes, hecho que puede suponer una multiplicación de las consecuencias previstas.

Para todos los escenarios accidentales identificados en el presente estudio, se deben considerar las consecuencias que aquellos puedan provocar sobre otros equipos de la instalación.

Se considerará como efecto dominó cualquier fenómeno que provoque la propagación de la siniestralidad o consecuencias de un escenario accidental más allá de los límites o efectos que se tendrían en consideración si este escenario se produjera de forma aislada, dadas las mismas condiciones.

Según el Instituto Químico de Sarrià en su documento titulado Institut Químic de Sarrià. "Base de càlcul per a escenaris d'accident" 2002., en el efecto dominó se definen dos tipos básicos de escenarios accidentales:

- Escenario propagador. Es aquel escenario que puede provocar un efecto dominó, es decir, las consecuencias del escenario propagador provocan daños a las instalaciones cercanas en una

magnitud suficiente como para que se puedan considerar los equipos afectados como nuevos escenarios accidentales con consecuencias propias.

- Escenario receptor. Cualquier escenario que reciba las consecuencias de otro escenario accidental y origine consecuencias nuevas. Un escenario receptor puede actuar al mismo tiempo como propagador. Al escenario receptor no propagador se le denomina escenario final. Se pueden definir tres tipos de sucesos iniciadores:
 1. Incendio.
 2. Explosión.
 3. Projectiles.

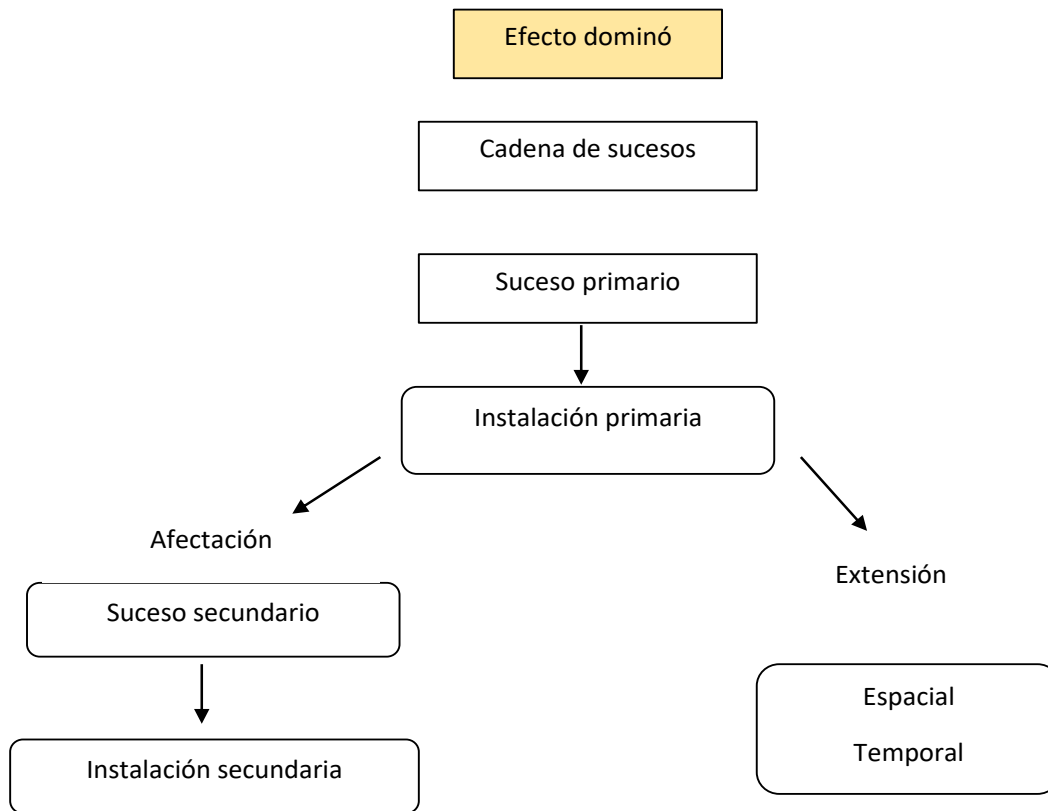
Estos sucesos iniciadores pueden generar efectos de alcance suficientemente grande como para producir consecuencias de daños en otras unidades o equipos y provocar el efecto dominó. Se consideran los siguientes efectos:

- a. Efecto de la temperatura sobre objetos. Este fenómeno se produce en el caso del cálculo de la radiación térmica. Se puede calcular el alcance de la llama así como la potencia de la misma a lo largo del tiempo, para ver los efectos que tiene sobre los equipos cercanos. Tras este estudio, quizás se compruebe la necesidad de instalar cortinas de agua o sprinklers.
- b. Efectos físicos y tecnológicos. Las ondas de choque o sobrepresión que aparecen en caso de detonación o deflagración, así como las consecuencias que un accidente puede tener sobre la red de distribución eléctrica de otras instalaciones o sistemas de control centralizado se han de tener en cuenta a la hora de detectar posibles efectos dominó.
- c. Impacto de proyectiles. Este fenómeno se produce en escenarios en los que se pueden generar sobrepresiones, dado que implica la proyección de objetos a cierta distancia del lugar del accidente. Debido a los proyectiles, se puede plantear la necesidad de instalar pantallas protectoras en los sistemas críticos. Se han consensuado los siguientes valores límite para la consideración de estos efectos:

Tabla 18. Valores límite para la evaluación del efecto dominó.

Tipo de efecto físico peligroso	Zona dominó 1		Zona dominó 2	
	Consecuencias	Valor límite	Consecuencias	Valor límite
Radiación térmica	Fallo de recipientes y equipos protegidos	37 kW/m²	Fallo de recipientes y equipos no protegidos	12 kW/m²
Sobrepresión	Fallo de recipientes y equipos a presión	350 mbar	Fallo de recipientes y equipos atmosféricos o a baja presión	160 mbar
Projectiles	Impacto con daños	100% alcance de fragmentos		

Figura 29. Muestra la secuencia de acontecimientos de un efecto dominó.



La definición que se presenta en el Real Decreto 1254/99 es la siguiente: la concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, reventón, estallido en los mismos, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos.

A partir de esta definición, se puede deducir lo siguiente:

Un efecto dominó implica la existencia de un accidente "primario" que afecta a una instalación "primaria" (este accidente puede no ser un accidente grave), pero que induce uno o varios accidentes "secundarios" que afectan a una o varias instalaciones "secundarias". Este accidente o accidentes secundarios deben ser accidentes más graves y deben extender los daños del accidente "primario".

La extensión de los daños es tanto espacial (áreas no afectadas en el accidente primario, ahora resultan afectadas), como temporal (el accidente secundario afecta a la misma zona pero retardado en el tiempo; en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma), o ambas.

Para ilustrar estos efectos se describe un accidente de estas características ocurrido en una refinería de la ciudad de Texas en el año 1978:

El 30 de mayo de 1978, ocurrió un accidente grave en una refinería de la ciudad de Texas, Estados Unidos. Probablemente, el sobrellenado de una esfera de almacenamiento (la n° 409) de isobutano motivó la ruptura de la esfera y generó la fuga y emisión parcial de su contenido. El isobutano generó una nube de vapor inflamable que explotó debido a un punto de ignición desconocido seguido de un incendio flash y un incendio del charco que se formó. Aproximadamente un minuto después, el incendio del charco generó una explosión tipo BLEVE en la esfera 409 generando una bola de fuego y la emisión de proyectiles. Como consecuencia de esto, una de las válvulas de alivio de la esfera llegó hasta aproximadamente 120 metros de distancia y alcanzó una unidad de concentración de gas, concretamente un intercambiador de calor que resultó destruido. Aproximadamente 20 minutos después, una segunda esfera (la N° 407) falló debido a un sobrecalentamiento por efecto del incendio en sus proximidades y generó una segunda BLEVE. Se produjo una bola de fuego y numerosos proyectiles. Debido a estos proyectiles, una unidad de alquilación resultó gravemente dañada y se generó en ella otro incendio. La cascada de sucesos produjo 7 personas fallecidas y 10 heridas. Las pérdidas materiales superaron los 100 millones de dólares.

Este accidente se representa esquematizado en la figura siguiente:



EJEMPLO DE UN EFECTO DOMINÓ

Accidente en la refinería de Ciudad de Texas.

El análisis del accidente permite identificar cuatro efectos dominó diferentes. En el primer efecto dominó, las instalaciones primaria y secundaria son la misma (esfera 409) y el efecto es temporal, con un ligero retraso con respecto al suceso inicial.

En el segundo efecto dominó, la instalación primaria es también la esfera 409 y la instalación secundaria es la unidad de concentración de gas (efecto dominó espacial debido a la explosión BLEVE y los proyectiles).

En el tercer efecto dominó, la instalación primaria es la esfera 409 (incendio del charco) y la instalación secundaria es la esfera 407 situada en las proximidades de aquélla. Este efecto se puede considerar como temporal con un retraso medio.

Finalmente, en el cuarto efecto dominó, la instalación primaria es la esfera 407 y la secundaria la unidad de alquilación. Se puede considerar un efecto dominó espacial debido al BLEVE y a los proyectiles.

Este ejemplo ilustra la complejidad del efecto dominó. Podemos deducir que muchos tipos de instalaciones pueden resultar afectadas por este efecto, pueden ser de diferente naturaleza y trasladar los daños a diferentes distancias. Obviamente, han ocurrido accidentes graves que no han derivado en efectos dominó (Bhopal, Seveso, Flixbourough, etc.), sin embargo hay que tener en cuenta que en los últimos 50 años se han referenciado más de 40 casos de efecto dominó, lo que nos obliga a analizarlo concienzudamente.

Clasificación del efecto dominó.

Como se ha mencionado anteriormente, desde 1944 hasta 1994, se han referenciado 41 accidentes en los que se ha comprobado la existencia de este efecto. El 65% de ellos se han producido en los últimos 20 años.

El análisis de estos accidentes, permite clasificar el efecto dominó de la manera siguiente:

- El tipo de instalaciones primarias y secundarias afectadas.
- La naturaleza de los efectos físicos primarios y secundarios que se han producido.

Tipos de instalaciones.

Se han identificado 7 tipos principales de instalaciones más afectadas por el efecto dominó: tanques de almacenamiento bajo presión, tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados, equipos de proceso, redes de tuberías, pequeños establecimientos, áreas de almacenamientos de productos

sólidos y áreas de carga y descarga. Estos dos últimos tipos no se han incluido en el análisis por la escasez de datos.

En la tabla siguiente se muestra la frecuencia relativa de ocurrencia de accidentes primarios y secundarios en estos tipos de instalaciones.

	Instalaciones primarias	Instalaciones secundarias
Tanques de almacenamiento presurizados	30 %	33 %
Tanques de almacenamiento atmosféricos o criogenizados	28 %	46 %
Equipos de proceso	30 %	12 %
Redes de tuberías	12 %	–
Pequeños establecimientos	–	9 %

Naturaleza de los efectos primarios y secundarios.

Los principales efectos que se pueden generar en accidentes primarios y secundarios asociados a este tipo de fenómenos e instalaciones se presentan en la tabla. Hay que remarcar que un accidente puede generar más de un efecto secundario.

Tabla 19. Naturaleza de los efectos físicos en accidentes graves con efecto dominó.

ACCIDENTE PRIMARIO		ACCIDENTE SECUNDARIO	
EFFECTO	Ocurrencia relativa del fenómeno físico	EFFECTO	Ocurrencia relativa del fenómeno físico
Mecánico (35%)	VCE (47%) Proyectiles (53%)	Mecánico (37%)	VCE (59%) Proyectiles (50%)
Térmico (77%)	Incendio de charco (24%) Boilover (12%) BLEVE (31%) Dardo de fuego (10%) Incendio flash (14%) Incendio (9%)	Térmico (93%)	Incendio de charco (17%) Boilover (13%) BLEVE (25%) Dardo de fuego (–) Incendio flash (–) Incendio (44%)
		Tóxico (10%)	

Análisis de interacciones de riesgo con instalaciones cercanas (efecto dominó).

En la siguiente tabla se muestran los valores establecidos por la Directiva Seveso II juntos con otros de diferentes autores, tanto para radiación térmica como para sobrepresión.

Las diferencias entre los valores se deben a la variabilidad de las características de los equipos y a la ambigüedad del concepto “daño”, factores que complican la definición de unos valores “estándar”.

Tabla 19-B. Criterios utilizados para evaluar los alcances del efecto dominó.

VARIABLE	VALORES DE LA DIRECTIVA DE SEVESO II	OTROS AUTORES		
Radiación térmica	8 kw/m ²	Latha, Gautam&taghavan: 12.6 kw/m ² para edificios 37.8 kw/m ² para equipos de proceso		
		Autores	Equipos atmosféricos	Equipos presurizados
Sobre presión	160 mbar (2.32 psi)	Petitt, Schumacher & Seeley	140	350
		Cremer & Wamer	140	350
		Botteberghs & Ale	100	300
		Brasie Simpson	203	550
Fragmentos	Alcance máximo de los proyectos	Complicados de determinar Los proyectiles pueden llegar a distancias de más de un kilómetro, dependiendo de las características dl accidente.		

Fuente: Valores Umbral para efecto dominó. Extracto de COZZANI.

Los valores establecidos en ésta tabla se tomaron como referencia para calcular los radios de afectación por radiación térmica o sobrepresión al emplear el programa ALOHA.

En la memoria de cálculos de las modelaciones se muestran los resultados de las modelaciones y los radios de afectación para efectos de establecer los alcances de consecuencias para un efecto dominó.

El plan de respuesta ambiental se deberá considerar como parte del programa para la prevención de accidentes que se deriva del presente ERA.

Efectos sobre el Área de influencia Ambiental (radio de 1000 metros).

En el entendido que el **Área de influencia (radio de 1000 metros)** está definido como la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales), de la región.

Elementos relevantes del Área de influencia (radio de 1000 metros) en el área de influencia del proyecto.

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, de tal manera que, para el presente caso se identificaron probabilidades de interacción de eventos riesgosos que se concatenen entre si dentro de las propias instalaciones.

La cuantificación de los principales eventos de riesgo identificados, ha generado escenarios que nos indican las distancias a las cuales se tendrían consecuencias de gran magnitud 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, de amortiguamiento y de efecto dominó, para las áreas evaluadas con baja probabilidad de que existan interacciones de riesgo que incrementará las consecuencias hacia el ambiente, los bienes y población civil fuera de la planta.

Referente a interacciones con otras actividades en la zona de influencia ambiental del proyecto, no existen otras instalaciones o actividades que representen un escenario de riesgo combinado (efecto dómينو), dada la distancia de consecuencias para efecto dominó (150 metros del evento 9 o “BLEVE), que a su vez el de mínima probabilidad y la ubicación de la gasolinera al Oeste (a unos 200 metros).

Se ha evaluado también la probabilidad de que un evento de naturaleza externa, tal como puede ser un sismo o fenómeno meteorológico pueda interactuar de manera que genere a su vez un riesgo en las instalaciones sin que exista tal posibilidad.

RESUMEN DE POTENCIALES INTERACCIONES DE RIESGO.

La cuantificación de los principales eventos de riesgo identificados, ha generado escenarios que nos indican las distancias a las cuales se tendrían consecuencias de gran magnitud 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, así como para potencial efectos dominó (por tal intensidad de radiación), 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 planta.**

Colindancias. De acuerdo a la visita de campo realizada por personal el equipo evaluador, el escenario actual en los alrededores y zona de influencia presenta las siguientes características:

- Uso de suelo mixto (agrícola, suburbano y de servicios).

Colindancias en un radio de 1,000 metros en el entorno de la planta.

Ver tabla 16.

Núcleos Poblacionales.

En la zona fuera del radio de los 1000 metros entorno a la planta, se localiza la zona urbana de la localidad El Pueblito municipio de Corregidora, Querétaro; con asentamientos urbanos en dirección al este, localidad con 71,254 habitantes (INEGI 2010).

Los elementos del medio natural y socioeconómico, ya fueron descritos para la zona donde se ubica la planta; para sintetizar los aspectos del escenario, baste mencionar que se trata de una zona no urbana, donde no existen asentamientos urbanos dentro de un radio de menos de 500 metros respecto a las instalaciones. Así se reconoce que el medio abiótico no representa elementos vulnerables por las actividades y los componentes bióticos dentro de un radio de 300 metros, están representados por vegetación arborea y vegetación secundaria; mientras que la fauna silvestre es escasa debido al tipo de hábitat predominante y es común encontrar aves por el tipo de desplazamiento.

Las interacciones de riesgo como se ha señalado anteriormente, solo son posibles entre instalaciones de la propia planta.

Sin embargo, la empresa deberá adoptar medidas de seguridad que llevarán a la reducción de riesgos entre las que se incluyen las siguientes:

- 1.- Se recomienda revisar y actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).*
- 2.- Se recomienda tener comunicación con los sistemas de emergencia de la capital de Querétaro y lógicamente de la zona urbana del Pueblito municipio de corregidora del mismo estado; en caso de cualquier contingencia que pudiese ocurrir.*
- 3.- Se debe tener un constante monitoreo del equipo en cuanto a mantenimiento, a través de bitácoras que registren el mantenimiento realizado a [válvulas, tuberías, extintores, etc.], para que todo el equipo se encuentre en óptimas condiciones.*
- 4.- Realizar inspecciones y auditorías de seguridad.*
- 5.- Realizar pruebas de espesor de placa para los tanques de almacenamiento de manera periódica [cada 10 años].*
- 6.- Realizar simulacros de eventos por fuga de gas L.P. e incendios.*
- 7.- Proporcionar capacitación permanente para personal de nuevo ingreso y actualización para personal de planta con más de 5 años de antigüedad.*

Por lo que respecta a la vulnerabilidad del ecosistema actual en las colindancias de la instalación y la 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 la metodología 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 ambiente 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 planta.

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 se requiere agua para procesos solo de servicios.
B. ¿Existe riesgo de que un vertido afecte a áreas recreativas, de producción, pesquera o de interés ecológico?	0	-	No, la actividad de manejo de gas L.P., no lo involucra. 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 2 km de la planta, donde se desarrollan las actividades, siendo está la localidad de El Pueblito, Querétaro.
E. ¿Existen instalaciones afectadas a distancia menor a 1 Km?	0	-	No existen afectadas o deterioradas cercanas al sitio donde se ubica la planta.
F. ¿Existen los servicios públicos que se indican a continuación?			
-Concentraciones de población de alto riesgo (hospitales, escuelas, residencias) a distancia menor a 2 Km.	-	5	Los locales o centros de concentración masiva de personas se ubican a más de 500 metros de la planta, inician en el poblado de Cerro Gordo y Zona Sur de Corregidora.

-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.
G. ¿Existen áreas protegidas de patrimonio público a distancias menores a 2 Km?	0	-	No, la planta 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	El libramiento norponiente a la altura de residencial LA VIDA, se ubica dentro de la distancia.
I. ¿Hay un aeropuerto a distancia menor a 5 Km?	0	-	No; el aeropuerto intercontinental de Querétaro se ubica al noreste de la planta a más de 10 km.
J. ¿Se trata de una zona crítica por motivos políticos-sociales?	0	-	No, la planta 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 (Atlas de Riesgo)

$$i=L$$

$$FV=\sum P_i$$

$$I=a$$

Siendo P_i 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
$10 \leq FV < 30$	Entorno medianamente vulnerable
$FV \geq 30$	Entorno muy vulnerable

CONCLUSIÓN.

De acuerdo a Las características del entorno en que se ubica la planta: Se corrobora que el entorno es POCO vulnerable.

MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

Con base en los puntos anteriores y de acuerdo al análisis y evaluación de riesgo previamente realizado, se determinó que el evento máximo catastrófico para la zona de consecuencias, el cual determina las

zonas totales de afectación, involucra la explosión BLEVE de uno de los tanques de almacenamiento, la cual genera graves consecuencias, fundamentalmente por radiación térmica.

La radiación térmica que genera la bola de fuego formada y el posible impacto de trozos de recipiente proyectados en la explosión, potencialmente puede provocar daños en las instalaciones y edificaciones con necesidad de paro prolongado de actividades, los efectos alcanzarían áreas laborales con personal lesionado y con quemaduras de diferente magnitud (primero y segundo grado), al existir otros 2 tanques de almacenamiento, el efecto dominó solo sería latente en un remoto y casi improbable caso.

Por ello es de vital importancia prevenir cualquier posibilidad de que se presente un evento causante de una BLEVE, por lo que las medidas de prevención en la planta irán encaminadas a evitar las condiciones determinantes que permiten la BLEVE; tales medidas se pueden englobar en los siguientes objetivos:

- ✚ Evitar cualquier probabilidad de que se presenten presiones excesivas en los tanques.
- ✚ Evitar cualquier probabilidad de que se presenten temperaturas excesivas.
- ✚ Prevención de roturas en las paredes de cada tanque [mediante pruebas de espesor].

Las medidas preventivas, se implementaron (ya forman parte de las medidas adoptadas por la empresa en sus operaciones), para minimizar la probabilidad de que se presente un evento indeseado, éstas se determinaron desde el diseño y construcción de la planta. Dichas medidas son detalladas en el punto VI.5.2.

Por su parte cada tanque de almacenamiento, cuenta con los siguientes elementos básicos de seguridad:

- a) Medidor rotatorio de nivel.
- b) Medidor magnético de nivel de líquido roscado.
- c) Termómetro -50 a +50 °C.
- d) Manómetro 0 a 21 Kg/cm².
- e) Válvulas de máximo llenado al 90 y 86.25%.
- f) Válvulas de no retroceso.
- g) Válvula de exceso de flujo para gas líquido.
- h) Válvula de exceso de flujo para gas vapor.
- i) Válvulas Multiport bridadas.
- j) Conexión soldada para tierra.
- k) Tubo de desfogue con capuchón.
- l) Rociadores de agua contra incendios.

m) Aditamentos múltiples. Se tienen dos aditamentos múltiples en cada recipiente, estos aditamentos son de conexión bridada marca Rego modelo 8574G, de 102 mm (4") de diámetro, se alojan cuatro válvulas de alivio de presión por cada aditamento múltiple.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES Y TEMPERATURAS EXCESIVAS.

- a) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.
- b) Mantenimiento en válvulas de seguridad.
- c) Evitar cualquier material que pueda incendiarse en área de almacenamiento.
- d) Revisión, mantenimiento y realización de pruebas en el sistema de aspersión al tanque y en general de la red de combate de incendios, mediante la realización de simulacros anuales.
- e) Control riguroso del grado de llenado de cada tanque de almacenamiento.
- f) Supervisar las maniobras de abasto desde las tomas de abasto de semirremolques hacia cada tanque de almacenamiento.
- g) Mantenimiento y revisión de la hermeticidad del sistema en operación para detectar válvulas, empaques, orificios en tubería, etc.

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

- Actualización del Programa de mantenimiento preventivo a equipo y accesorios, dentro de los cuales se contempla un *"Programa Calendarizado de Revisión de Espesores de Tuberías y Mangueras Especiales"*.
- Pruebas de Ultrasonido a cada tanque de almacenamiento. (Una vez que lo requieran), para determinar si son aptos para seguir operando. *Ver ultrasonidos de los 3 tanques en los anexos.*

DIAGNÓSTICO DE SEGURIDAD.

Esta revisión se implementará a partir del año 2019, con la finalidad de conocer el estado actual de las instalaciones referente a su sistema integral de seguridad.

Los resultados del diagnóstico permitirán añadir las medidas correctivas adicionales y necesarias para revertir, minimizar y prevenir aquellas situaciones que pueden llevar a la materialización de un evento de riesgo para las instalaciones y que fueron identificadas en el presente estudio. En su caso, se podrán compensar posibles deterioros en los factores del ambiente que surgen por las actividades (ejemplo: el manejo de residuos).

Es importante mencionar que la empresa complementa las acciones de prevención de riesgos y control de emergencias mediante la capacitación del personal laboral, quienes participan en el programa interno de atención de emergencias, que se incluye dentro del Programa para la Prevención de Accidentes con

que cuenta la empresa a la fecha. Dentro del mencionado PPA, se mantiene contacto permanente con las dependencias correspondientes como Protección Civil, Bomberos, Cruz Roja, etc., para recibir apoyo en caso de emergencias dentro de la planta, lo que permitirá reducir la probabilidad de que alguna contingencia en la planta de almacenamiento pueda representar un riesgo hacia el entorno, los bienes o las personas en las inmediaciones o en la propia planta.

VI.5 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 donde se maneja el gas L.P. y durante el tiempo que viene operando la planta (16 años), muestra que no es frecuente tener accidentes de gran magnitud, sin embargo, este estudio presenta los resultados esperados, desde una fuga en las zonas de recepción y suministro, hasta la explosión total de uno de los tanques de almacenamiento.

Cabe mencionar que algunos de los eventos evaluados fueron sobrestimados y se consideran de baja probabilidad de suceder, aun así se tomaron en cuenta 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:

- ✓ Continuar con la capacitación del personal con respecto a la atención de emergencias durante el manejo de gas L.P., sus características y del manejo del equipo del que se compone la instalación, además de los peligros asociados con el combustible.
- ✓ Asegurar que las actividades de mantenimiento, revisión y pruebas sean llevadas correcta y consistentemente, siguiendo los procedimientos establecidos por la empresa.
- ✓ Investigación de accidentes/incidentes ocurridos durante el manejo de este combustible dentro de la instalación.
- ✓ En temporadas donde se presentan altas temperaturas llevar un registro de éstas.
- ✓ Inspección de tuberías, equipos y accesorios de manera cotidiana.
- ✓ Revisión y actualización de las condiciones y procedimientos de operación de la instalación con la finalidad de identificar posibles desviaciones.

- ✓ Verificar con el cumplimiento al programa de mantenimiento de unidades de carga que abastecen el gas.
- ✓ Cumplir con estrictamente con la normatividad mexicana vigente.
- ✓ Inspección y toma de datos de las condiciones del remolque-tanque (nivel, temperatura, presión, etc.) a su llegada.
- ✓ Lista de verificación de condiciones de equipo y accesorios del remolque-tanque antes de la descarga.
- ✓ Cumplir con programa de mantenimiento preventivo y correctivo a todos los sistemas que conforman la planta de almacenamiento.
- ✓ Revisar la efectividad del sistema de tierras.
- ✓ Continuar con la comunicación con protección civil de la región.
- ✓ Cumplir con programa de simulacros.
- ✓ Supervisión de la aplicación de los procedimientos operativos de carga y descarga.
- ✓ Verificación y mantenimiento de sistemas contra incendio y de respuesta a emergencia.
- ✓ Mantenimiento de la señalización preventiva y restrictiva alusiva al riesgo.
- ✓ Supervisión del uso de equipo de uniformes que eviten la generación de chispas.

VI.5.1 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.

Las plantas de gas L.P. con almacenamiento fijo se construyen, operan y mantienen bajo supervisión y normatividad de la Secretaría de Energía a nivel federal, y bajo la supervisión de los subcomités de prevención y verificación, a niveles estatales y municipales, así como bajo los lineamientos, en cuanto a su ubicación, de los planes directores de desarrollo urbano en aquellos municipios en que existen.

Asimismo se verifica el cumplimiento ambiental de las disposiciones relacionadas con el riesgo ambiental por parte de la ASEA (agencia de seguridad energía y ambiente), que en muchas veces coinciden también con las que exige la Secretaría del Trabajo para áreas laborales.

Para minimizar riesgos, tanto por condiciones como por actividades inseguras; la empresa impartirá capacitación continua al personal de la planta, además de contar con programas de mantenimiento de equipo. Así mismo se tendrán manuales de procedimiento por escrito de cada actividad que se desempeñará en la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P. y se cuenta con la constancia de cursos de actualización en materia de uso y manejo de gas L.P., y práctica y manejo de combate contra incendios y uso de extintores e hidrantes.

De manera periódica y como procedimiento seguro de operación, se realizarán estudios a los tanques de almacenamiento, tanto a los accesorios como al cuerpo y uniones, para asegurar su funcionamiento correcto y evitar posibles contingencias. Para garantizar que el personal conozca las acciones que tendría que realizar en caso de contingencia y como desempeñar su trabajo de manera segura, en la planta se cuenta con los siguientes planes de emergencia y manuales de seguridad:

Manuales de mantenimiento.

1. Puntos críticos en la inspección de una planta de almacenamiento.
2. Programa de mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones.
3. Programa anual de mantenimiento preventivo para la red de manejo de gas LP; tanques de almacenamiento y área de trasiego y de mangueras y ductos, así como para todos los sistemas de seguridad con que contará para atención de posibles emergencias.
4. Manual de mantenimiento de una planta de gas LP.
5. Puntos críticos para revisión de auto-tanque [tracto camión y semirremolques].

Manuales de supervisión.

6. Manual de supervisión para plantas de almacenamiento de gas L.P.
7. Manual de supervisión de auto-tanque.

Específicamente para el control y combate de contingencias se cuenta con lo siguiente:

Manuales para prevención y combate a emergencias.

8. Manual para la prevención y atención a siniestros ocasionados por el manejo en unidades de carga de más de 10 toneladas que transportan gas L.P., en cumplimiento con lo que dicta la norma NOM-010-SEDEG-2000.
9. Conformación de la brigada de ataque contra incendios para la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P.
10. Reglamento de actuación en caso de emergencia,
11. ¿Qué hacer antes, durante y después de una contingencia?
12. Plan de emergencias de la unidad interna a conformar.
13. Como prevenir accidentes en auto-tanque.
14. Manual para atacar una fuga de gas en auto-tanque.

De igual manera se cuenta con brigadas de combate contra incendios. Así mismo se cuenta equipo de protección personal para bomberos.

De la misma manera se realizarán pruebas no destructivas en los tanques de almacenamiento para verificar su resistencia a la presión y cambio de pintura cada 3 o 5 años, según se necesite, para evitar oxidación y corrosión.

Así mismo se cuenta con:

1. Filtros para evitar que las impurezas que el gas contiene lleguen a la bomba y le causen daño.
2. Válvula de paso que controla el paso del líquido o vapor en uno u otro sentido.
3. Válvula de seguridad que salvaguarda el exceso de presión interior debido al sobrellenado o a un excesivo calentamiento de algún tanque por la acción del fuego.
4. Válvulas de exceso de flujo, que permiten el paso de un fluido sólo en una cantidad determinada, cuando por cualquier motivo se exceda ese flujo, la válvula cierra automáticamente.
5. Válvula de no retroceso, que permite el flujo de líquido sólo en una dirección.
6. Válvula de relevo de presión [by-pass], cuya función consiste en retornar al tanque el exceso de líquido para evitar desajustes en válvulas, forzamiento de la bomba o presurización de líneas.
7. Válvula de cierre rápido que permite o impide el paso de líquidos.
8. Soportería y abrazadera, que permiten mantener la tubería fija, evitando vibraciones que la dañen, ocasionando desgaste y fugas.
9. Fusibles de ruptura, que protegen las instalaciones y equipo eléctrico al presentarse una sobrecarga.
10. Tierra estática, para descargar la energía generada por la fricción del líquido contra las paredes de un tanque, así como por la fricción del viento contra las paredes de los tanques.
11. Protecciones, para evitar daños a válvulas, mangueras, tuberías, soportes, bombas, etc. por el posible paso de vehículos; esta protección es de aproximadamente 40 cm de alto y de concreto.
12. Mecanismo Multiport, que contiene en su unidad las válvulas de seguridad de un tanque de almacenamiento y su función consiste en llenar c/u de los orificios que alojan dichas válvulas, para poder realizar reparaciones, reposiciones, limpieza o lubricación de las mismas.
13. Sistema de pararrayos, que protege las instalaciones, equipo y al edificio, contra descargas eléctricas. Éstos se encuentran distribuidos en toda el área de la planta.
14. Protecciones de madera, lo cual amortigua el golpe que el vehículo ocasiona al estacionarse para cargar.
15. Letreros preventivos, tienen por objeto orientar y prevenir tanto al personal que labora en la planta como a visitantes sobre riesgos y cuidados que se deben de obtener dentro de la planta.

SISTEMA GENERAL DE CONEXIONES A TIERRA.

El sistema de tierras tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además el sistema de tierras cumple con el propósito de disponer caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

Los equipos que será necesario conectar a tierra son: tanques de almacenamiento, bombas, ductos e instalaciones del andén de llenado de cilindros portátiles, tomas de suministro, tuberías, múltiple de llenado, transformador y tablero eléctrico.

DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO Y SEGURIDAD

Descripción de los componentes del sistema.

Los elementos del sistema se han descrito ya en el apartado V.1.4 PROYECTO EJECUTADO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO, de igual manera se integra en la memoria técnica constructiva de la estación misma que se incluye en la sección de anexos del presente ERA; y describe los siguientes apartados:

- a) Extintores manuales.
- b) Extintor de carretilla.
- c) Accesorios de protección.
- d) Sistema de Alarmas.
- e) Sistema de paro de emergencia
- f) Comunicaciones.
- g) Manejo de agua a presión.
- h) Entrenamiento de personal.

El personal que labora en la planta recibió un curso de inducción y entrenamiento, que abarcó los siguientes temas:

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

h) Acciones a ejecutar en caso de siniestro.

- Interpretación de las alarmas.
- Uso de accesorios de protección.
- Uso de los medios de comunicación.
- Evacuación de personal y desalojo de vehículos.
- Cierre de válvulas estratégicas de gas.
- Corte de electricidad.
- Uso de extintores.
- Uso de hidrantes como refrigerante.
- Operación manual del rociado a tanques.
- Ahorro de agua.

i) Mantenimiento general:

Puntos que se revisan:

- Acciones de mantenimiento diversas (ver programa de mantenimiento), y su periodicidad.
- Mantenimiento preventivo a equipos y sistema de abasto de agua.
- Mantenimiento correctivo.

j) Prohibiciones.

- Se prohíbe el uso de fuego en la planta.

Para el personal con acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego, se les prohíbe protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines, excepto los de aluminio, ropa de rayón, seda y materiales semejantes que puedan producir chispas y toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas para atmósferas de gas inflamable.

PROTECCIÓN PERSONAL PARA COMBATE DE INCENDIOS.

Para protección del personal que pertenece a la brigada de combate de incendios, se Tienen hasta 4 trajes de acercamiento al fuego, que consisten cada uno de:

- 1 Casco de fibra de vidrio con protección facial de policarbonato de 4" y nuquera de tela nómex.
- 1 Chaquetón de tela nómex con forro, cuello protector y broches de cierre rápido.
- 1 Pantalón de tela nómex con forro, cubierta de neopreno y tirantes.

1 Par de guantes de bombero de tela nómex, con forro y una cubierta de neopreno.

1 Par de botas para bombero de 40 cm de altura, con suela antiderrapante.

k) Rótulos de prevención y pintura.

- Pintura de tanque de almacenamiento.

Cada tanque de almacenamiento está pintado de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo, cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que lo contiene, también tiene inscrito con caracteres no menores de 15 cm, la capacidad total en litros de agua, así como la razón social de la empresa y número económico.

- Pintura en topes, postes, protecciones y tuberías.

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

Todas las tuberías se pintaron anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de blanco las conductoras de gas líquido, blanco con bandas en color verde las que retornan gas líquido a cada tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul las de aire o gas inerte. Se cuenta con 12 señalamientos para la ruta de evacuación en el recinto de la planta de distribución, se tienen fijados letreros o pictogramas como se indica en el apartado V.1.4.

Se cuenta con letreros que indican los procedimientos de maniobras de trasiego en el área de los tanques de almacenamiento, área de isla de abasto (al tanque), y suministro (a auto-tanques), área de isla de toma de carburación auto-abasto y en anden de llenado de cilindros portátiles (una toma de recepción a semirremolques y suministro).

Como ya se describió en secciones anteriores, en esta planta no se generan subproductos, ni se tiene un proceso de transformación. En cuanto a las normas de seguridad para el manejo de gas L.P., se siguen todas aquellas que son aplicables de acuerdo a las diversas legislaciones vigentes, incluidas las emitidas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social; las derivadas de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley de la ASEA, sus Reglamentos y Normas ambientales; toda la normatividad aplicable a gas emitida por la Secretaría de Energía; lo aplicable de las normas de la ASEA, de la CRE, etc.; y las disposiciones de la Ley Estatal de Protección Civil.

VI.5.2 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.

Como se ha mencionado en el desarrollo del presente estudio, la operación de la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química.

La eficiencia en la operación de la planta de almacenamiento y distribución de gas L.P., propiedad de Gas Express Nieto, S.A. de C.V., en el municipio de Corregidora, Querétaro, es el resultado de factores que se conjugan para ofrecer un servicio eficiente, seguro, con los menores riesgos ambientales y cubriendo la normatividad aplicable al tipo de actividades relacionadas con el manejo de una sustancia combustible de alto riesgo.

La experiencia es fundamental, también lo es, el disponer de medidas de prevención para reducir la ocurrencia de eventos peligrosos, que puedan representar una posibilidad de afectar las propias instalaciones, el ambiente laboral, los bienes de terceros o el ambiente circundante a las instalaciones.

Como se ha señalado en el punto anterior, la planta cuenta con un sistema de seguridad enfocado a la prevención y atención de emergencias ambientales potenciales, las cuales fueron identificadas mediante las metodologías empleadas en el presente estudio.

Con el afán de proponer objetivamente las medidas de prevención adicionales a las ya existentes, y señaladas con anterioridad; nos abocaremos a señalar las adicionales en orden de importancia, tomando como base los riesgos identificados y las áreas involucradas:

1. Una vez elaborado el presente estudio, difundirlo entre el personal con injerencia y participación en el plan de atención de emergencias, en el nivel interno y externo.

2. EQUIPO, OBRAS Y/O ACTIVIDADES ADICIONALES.

- Programar pruebas en secciones de tubería que pueden haber sufrido desgaste con el transcurso del tiempo.
- Actualización del directorio completo del personal de la instalación.
- Adquirir un detector de ambientes explosivos para la instalación.
- Supervisión permanente de las operaciones de trasiego de gas dentro de la planta.
- Revisar el programa de mantenimiento para cruzar información y detectar requerimientos de sustitución de piezas o instrumental de seguridad (válvulas, empaques, mangueras, etc.)

- Documentar los resultados de realización de simulacros.
- Continuar con la impartición de capacitación al personal con injerencia en el plan de atención de emergencias de nivel interno y externo.

3. ACCESORIOS DE PROTECCIÓN.

Ya se cuenta con trajes de bomberos.

4. PROCEDIMIENTOS ESPECIALES DE COMBATE DE INCENDIO.

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 al encontrar una fuente de ignición. La recomendación para evitar este supuesto escenario es:

- ✚ Asegurar a que la integridad mecánica y eléctrica de las instalaciones se encuentren en óptimas condiciones (mantenimiento permanente).
- ✚ Tener disponibilidad de agua contra incendio.
- ✚ Activar el plan de atención de emergencias en el nivel interno y si el evento escapa a las posibilidades de atención con el personal de la planta, solicitar el apoyo de instituciones de atención de emergencias del nivel externo.
- ✚ Que cada integrante del Plan de emergencias realice su función establecida previamente.

b) Fuga a la atmósfera de gas licuado, con incendio:

- ✚ El procedimiento consiste en no intentar 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.
- ✚ Tener disponibilidad de agua contra incendio.
- ✚ Activar el plan de atención de emergencias en el nivel interno y si el evento escapa a las posibilidades de atención con el personal de la planta, solicitar el apoyo de instituciones de atención de emergencias del nivel externo.
- ✚ Que cada integrante del Plan de emergencias realice su función establecida previamente.

5. PRECAUCIONES A SER TOMADAS EN CUENTA PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO.

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.

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

Al respecto tenemos que, de conformidad con la norma NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, se ha determinado el grado de riesgo de incendio conforme al APÉNDICE A, Tabla A1, y considerando el inventario de gases inflamables, en litros (en fase líquida) mayor de 3,000, obtenemos que el grado de riesgo para la actividad es alto. Dentro de los requerimientos para las áreas con grado de riesgo de incendio alto, se cumplen las siguientes (entre otros):

- ✚ Los materiales son resistentes al fuego.
- ✚ Se restringe el acceso a toda persona no autorizada.
- ✚ Se han colocado en lugares visibles señales que indiquen las prohibiciones, acciones de mando, precauciones y la información necesaria para prevenir riesgos de incendio en la entrada e interior.

6. EXTINTORES EN LAS ÁREAS DEL CENTRO DE TRABAJO, de acuerdo con lo siguiente:

- ✚ a) Contar con extintores conforme a la clase de fuego que se pueda presentar (Véanse la Guía de Referencia VII, Extintores contra Incendio y la Guía de Referencia VIII Agentes Extintores);
- ✚ c) Colocar al menos un extintor por cada 200 metros cuadrados de superficie o fracción, si el grado de riesgo es alto (se cumple con una red de extintores instalada);
- ✚ Que las puertas consideradas como salidas de emergencia estén libres de obstáculos, candados, picaportes o cerraduras con seguros puestos durante las horas laborales, que impidan su utilización en casos de emergencia.
- ✚ Como se ha señalado, se dispone de un programa específico de seguridad para la prevención, protección y combate de incendios (PPA).
- ✚ Se proporciona capacitación continua a los participantes del programa de atención de emergencias contenido en el PPA.
- ✚ Se cuenta con detectores de fuego y detectores de gases combustibles en las áreas donde se almacena el gas L.P.

7. MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

Control de la contaminación por descarga de aguas residuales.

La operación de la planta, no requiere del uso de agua, debido a que el proceso se limita a la recepción, almacenamiento y transvase de gas L.P., por lo que la única fuente de generación de agua residual es la resultante de los servicios sanitarios, la cual se descarga al sistema de fosa séptica, la cual se localiza por el lindero Este, de donde éstos residuos sanitarios son retirados por una empresa externa especializada, que al efecto se contrata, la cual se encarga del vaciado de la fosa y del manejo adecuado a dichos residuos.

Mejora del control de emisiones.

Durante la operación normal de la planta, no existen fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tendrán liberaciones de gas L.P. casi imperceptibles al desconectar las mangueras del área de muelle de llenado, recepción y suministro y toma de carburación de autoabasto; estas insignificantes emisiones no son constantes ni considerables, ya que se cuenta con sistemas de seguridad (válvulas de corte) altamente eficientes, y además, al encontrarse en área abierta existe suficiente ventilación, asegurando que la dispersión sea inmediata, por lo que esto no tiene un efecto ambiental grave ni constituyen un riesgo para el ambiente, las instalaciones o la salud de la población.

Gestión de residuos.

En el caso de generación de residuos peligrosos, derivados de las actividades de mantenimiento y reparación de vehículos, (aceite gastado y filtros automotrices impregnados de aceite), la empresa se apega a la normatividad en cuanto al uso, manejo y disposición final de residuos peligrosos.

La legislación a la que se apega la empresa es la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, así como las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-161-SEMARNAT-2011 y NOM-EM-005-ASEA-2017.

Los residuos no peligrosos que se generan dentro de las instalaciones de la planta, son de tipo doméstico y de manejo especial, y son resultado de la limpieza de las instalaciones, de las actividades de consumo de los trabajadores y de las oficinas, así como del mantenimiento general de áreas y a vehículos de reparto; los residuos de manejo especial serán manejados de conformidad con lo que establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.

Para el manejo y clasificación de los residuos no peligrosos, la empresa cuenta con un programa que incluye la recolección, clasificación y envío a disposición final de estos residuos, los recipientes utilizados para la recolección de estos residuos, están cubiertos y contarán con identificación y separación, de acuerdo al tipo de residuo generado.

8. MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

Se describieron ya en la página 305.

VI.6. RESIDUOS, DESCARGAS Y EMISIONES GENERADAS DURANTE LA OPERACIÓN.

VI.6.1. Caracterización.

Debido al tipo de actividades, los residuos que se generan en la planta son de los siguientes tipos:

- Residuos sólidos tipo urbano.
- Residuos de manejo especial
- Residuos peligrosos.
- Descarga de aguas residuales
- Emisiones fugitivas de gas.

Para los primeros, estos no se considerarán de manejo especial debido a los volúmenes que se generan por año NO sobrepasan las 10 toneladas por año (NOM-EM-005-ASEA-2017).

Residuos sólidos urbanos.

Los residuos sólidos urbanos se generan durante las actividades de administración, de los servicios (sanitarios), y por consumo de alimentos por parte de los empleados (envases vacíos, plástico, PET, papel, latas de aluminio, etc.); su recolección corresponde al área de mantenimiento y su composición es variada. Para efectos prácticos se han clasificado atendiendo a su composición.

Tabla 20. Tipos de residuos sólidos que se generan.

TIPO DE RESIDUO	PUNTO DE GENERACIÓN	FORMA DE ALMACENAMIENTO	TIPO DE DISPOSICIÓN	VOLUMEN (ANUAL) TONELADAS
ORGÁNICOS HÚMEDOS:				
Restos de alimentos.	Comedor y oficinas	Recipiente de plástico.	Basurero municipal	3.0
ORGÁNICOS SECOS:				
Papel.	Comedor y oficinas	Recipiente de plástico.	Basurero municipal	0.7

Cartón.	Oficinas	Recipiente de plástico.	Basurero municipal	0.7
INORGÁNICOS:				
Latas de aluminio. Latón, etc.	Comedor y oficinas	Recipiente de plástico.	Basurero municipal	0.4
Vidrio, tetrabrik, desechables, etc.	Comedor y oficinas	Tambo metálico y sobre firme de concreto.	Basurero municipal	0.8
Plásticos, (PET y más).	Comedor y oficinas	Recipiente de plástico.	Basurero municipal	0.8

Residuos de manejo especial.

Los residuos de este tipo son las llantas; así como pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente.

Y a su vez Otros que pudiera determinar la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral. [NOM-EM-005-ASEA-2017].

Tabla 21. Formas de almacenamiento de residuos de manejo especial.

Fuente o actividad que los genera.	Tipo de residuo.	Manejo y Forma de Almacenamiento	Cantidad.	Métodos de disposición final
Área de taller de mantenimiento.	Llantas.	Se almacenan a la intemperie en área de taller.	70 unidades por año.	Las recibe el proveedor de las mismas.
Oficinas.	Consumibles de cómputo y equipos obsoletos.	Se almacenan en área de oficinas.	50 kilos por año.	Los recibe el proveedor.

Residuos peligrosos.

La empresa cuenta con su registro como empresa generadora de residuos peligrosos atendiendo lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como lo señalado por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Los residuos que poseen características de peligrosidad se generan principalmente durante las actividades de mantenimiento en el taller, dichos residuos son:

Tabla 22. Generación de residuos peligrosos.

Identificación de cada residuo			Punto de Generación	Almacenamiento de los residuos	
Nombre	Clave	CRETIB		Tambor metálico	A granel/mismo recipiente
Aceite gastado.	RPM/01	T	Taller	X	
Telas contaminadas con aceite usado.	04	T	Taller	X	
Filtros automotrices usados.	0	T	Taller	X	

Residuos Sanitarios.

Los residuales generados en los servicios sanitarios de la planta, son conducidos mediante la red de drenaje a una fosa séptica, donde se concentran como si fuera una gran cisterna, para posteriormente se colectados por una empresa externa especializada, que al efecto se contrata para proporcionar el servicio, quien se encarga de su retiro y disposición adecuada.

Emisiones a la atmósfera.

No se tienen fuentes fijas de emisión de contaminantes al aire, existen casi imperceptibles emisiones durante el desacople de las mangueras que se usan para el trasiego del gas de un recipiente a otro, estas insignificantes emisiones no son constantes ni considerables, ya que se cuenta con sistemas de seguridad (válvulas de corte) altamente eficientes, y además, al encontrarse en área abierta, existe suficiente ventilación, asegurando que la dispersión sea inmediata, por lo que esto no tiene un efecto ambiental grave ni constituyen un riesgo para el ambiente, las instalaciones o la salud de la población.

VI.6.2. Factibilidad de reciclaje o tratamiento de los residuos.

Algunos residuos sólidos inorgánicos son susceptibles de reciclarse, sin que se disponga de tecnología o instalaciones dentro de la planta para realizar esta actividad, enviándose con empresas externas de la localidad que realizan acopio de ciertos materiales.

El resto de los residuos sólidos urbanos que no pueden ser aprovechados, solo son recolectados por el servicio de limpia municipal, para ser dispuestos en el sitio especialmente designado por la autoridad local.

En el caso de los residuos peligrosos, no son susceptibles de reciclaje en las instalaciones de la planta, por lo que éstos son recolectados para su posterior disposición final o tratamiento por empresas autorizadas por la ASEA y/o SEMARNAT.

VI.6.3. Disposición de los residuos.

Tal como se ha explicado los residuos sólidos tipo urbano que no son susceptibles de reciclaje se envían al sitio destinado por la autoridad municipal, donde se disponen bajo lo establecido por el H. Ayuntamiento de Corregidora, Querétaro.

Debido al tipo de los residuos peligrosos éstos tienen como disposición final el reciclaje, re-utilización o aprovechamiento como combustible alternativo, previo su tratamiento o acondicionamiento, todo esto a través de empresas externas autorizadas por la ASEA y/o SEMARNAT.

VII. RESUMEN. 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, elaborado como una actualización por el incremento en la capacidad total de almacenamiento, tiene como finalidad cualificar y cuantificar los riesgos y prever las medidas preventivas necesarias en las actividades de operación y mantenimiento, bajo las nuevas condiciones que genera el incremento en la capacidad, para esta planta de almacenamiento de gas L.P. en Corregidora, Querétaro, propiedad de Gas Express Nieto, S.A. de C.V.; de tal manera que se minimicen los riesgos potenciales y en su caso se disponga de la medidas de respuesta a emergencia, a fin de privilegiar el medio natural, civil y la infraestructura dentro de la planta y en el entorno.

La zona donde se ubica la planta presenta usos de suelo mixtos, con actividades industriales, comerciales, de servicios, asentamientos humanos e incluso áreas de protección ecológica municipal en un radio de 1000 metros (SIATL INEGI-2017).

En la zona de influencia para consecuencias por riesgo [radios de afectación], dentro de un radio 500 metros, se ubican otros establecimientos de servicios, comerciales o industriales y prácticamente no existen núcleos poblacionales de alta densidad de población, ya que los asentamientos humanos se ubican al poniente a más de 500 metros de las instalaciones (Residencia La Vida), y a más de 750 metros a este se ubica el club de Golf Balvanera.

El suministro de gas en esta región próxima a la capital del Estado de Querétaro se cubre con la operación de esta planta.

Las actividades de manejo de gas dentro de la planta se consideran para efectos de potencialidad de riesgos; de riesgo administrable (empresa de alta riesgo para la legislación ambiental aplicable en

nuestro país], en concordancia con la experiencia del personal laboral y la normatividad para plantas de gas, la distribución de las instalaciones y los procedimientos de manejo del combustible, dentro de una planta en funcionamiento regular y con sus operaciones cotidianas, incluyendo el mantenimiento y supervisión permanente.

El diseño y construcción de la planta 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 planta 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 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.
- 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 planta.

- 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.

Una vez que se percibe el escenario anterior referente a los riesgos potenciales que pueden acontecer durante las actividades en la planta y dado que los componentes ambientales como lo es el ecosistema antrópico predominante en el entorno de la planta (usos de suelo mixtos en un radio de 1000 metros); los asentamientos humanos se ubican fuera de la zona de consecuencias para el caso del hipotético evento más catastrófico (para la zona de consecuencias), identificado en el estudio (evento BLEVE), de mínima probabilidad; asimismo tampoco se encuentra a menos de 200 metros en sus cercanías 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.

En el anexo documental se presenta el informe técnico de riesgo con el detalle de las modelaciones.

Es recomendable que se actualice el Programa para la Prevención de Accidentes de la planta y en esta ocasión se consideren los resultados del presente estudio al momento de seleccionar las medidas adicionales de prevención y respuesta en situaciones de emergencia.

De esta manera, una vez identificados los riesgos a través del análisis efectuado se derivan las siguientes recomendaciones:

1. Establecer un programa de pruebas a futuro para espesor de los tanques de almacenamiento y de hermeticidad para el sistema de tubería del sistema de manejo de gas.
2. Verificar la aplicación de procedimientos y programas para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).
3. Establecer un programa de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de calibración de la instrumentación y elementos de control (sistemas contra incendio, válvulas de seguridad, disparo y alarma, etc.).
4. Verificar la disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.

5. Documentar el cumplimiento de las medidas preventivas y recomendaciones señaladas en el presente estudio.

VII.1. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO.

El presente estudio pretende entre otros objetivos, proporcionar un panorama de las nuevas condiciones de riesgo para esta planta, derivado del incremento en la capacidad de almacenamiento, así como los posibles riesgos implícitos que sus actividades ocasionarían en el ambiente interno y el medio que la rodea, para lo cual se utilizaron diversos métodos cualitativos y cuantitativos, esto con el fin de identificar y proporcionar una respuesta inmediata ante algún evento indeseado. La experiencia muestra que no es frecuente tener accidentes de gran magnitud, sin embargo, el estudio cubre los riesgos más inesperados y poco probables; ya que no existe el riesgo cero o nulo.

El diseño de la instalación se realizó en apego a los lineamientos que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, *Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación* y demás disposiciones aplicables en la materia.

La instalación no representa características de inminente riesgo ambiental, dado que se maneja el gas L.P. a las condiciones óptimas de operación; el almacenamiento del combustible se realiza al 85% de la capacidad de cada tanque, es decir, 212,500 litros base agua (114,750 kg., considerando una densidad de 0.54). Derivado de lo anterior, la operación de la planta se considera como una actividad altamente riesgosa [cantidad de reporte 50,000 kg., de acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992].

Como resultado, se tiene que los riesgos identificados son característicos de este sector, adicionalmente, este tipo de instalaciones son inspeccionadas periódicamente por diversas dependencias, tanto federales, como a nivel estatal (ASEA, PROFEPA, SENER y Protección Civil), mediante visitas de verificación e incluso deben ser dictaminadas por las Unidades de Verificación en gas L.P., acreditadas por la EMA y aprobadas por la Secretaría de Energía (SENER).

De acuerdo con los resultados obtenidos al aplicar las metodologías de identificación y jerarquización de riesgos (HAZOP, índice DOW y matriz de jerarquización), los escenarios de riesgo de la planta generaron resultados que se califican como de riesgo administrable, debido a que para el caso de los eventos más probables; en ningún caso las consecuencias se consideran catastróficas para el

personal, las instalaciones o el ambiente, debido a la ubicación de la empresa, fuera del límite de la traza urbanizada periférica del poblado de El Pueblito, Querétaro.

El factor que reduce la vulnerabilidad del entorno es precisamente la ubicación de la planta, lejos de la población, donde las actividades económicas principales son del sector secundario (comercio, servicios e industria predominando en un radio de 1000 metros).

En relación a los eventos de riesgo identificados y modelados a través del programa ALOHA, los resultados para los diversos eventos muestran las consecuencias y las distancias a las que se suscitarían estos percances, no existiendo en los alrededores de la planta instalaciones o actividades que puedan ser amenazadas en caso de presentarse una contingencia. Las actividades inherentes a la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., con todas las medidas de seguridad que dicta la normatividad vigente, se vuelven manejables, por lo que se insiste en que el nivel de riesgo presente es administrable, manteniendo los mismos controles de seguridad y procedimientos actuales.

Durante la modelación de eventos, algunos están sobrestimados y son poco probable que se presenten, 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 evaluar si las medidas de prevención y atención de emergencias con que cuenta la planta son adecuadas.

De acuerdo con la simulación de eventos críticos bajo condiciones extremas, no se encontró justificación para recomendar establecer una zona de protección más alejada que los límites de propiedad, o extrema, a las actualmente establecidas.

Por lo anterior, no se tiene duda de que la empresa cuenta con instalaciones adecuadas y seguras para el almacenamiento de gas L.P.

VII.2. RECOMENDACIONES. Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis 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 o proyecto, para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

Las recomendaciones adicionales sugeridas para adoptarse por parte de la planta 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** (DOF-13-NOV-2018).
- b) Se deberá verificar de manera anual los valores de conductividad de las tierras físicas, de acuerdo a la NOM-022-STPS-2015, para confirmar que todos los equipos y tanque de almacenamiento se encuentren debidamente aterrizados.
- c) Supervisar que se respeten los límites de velocidad máxima a la que deben circular los vehículos en el interior de la planta (10 Km/h).
- d) Supervisar que se coloquen siempre las calzas y aterrizaje a los auto-tanques cuando estén cargando o descargando.
- e) Verificación y mantenimiento de sistemas y dispositivos contra incendio y de respuesta a emergencia. NOM-002-STPS-2010.
- f) 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.
- g) Se debe tener cuidado en el manejo de los cilindros portátiles para que, de existir algún problema, no se convierta en un factor que desencadene un evento de mayor gravedad en el andén de llenado de cilindros (efecto dominó entre los cilindros).
- h) Evitar conexiones eléctricas improvisadas. Lo anterior para cumplir con el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- i) Revisar las bitácoras de mantenimiento para detectar oportunamente el tiempo de sustitución de equipos, piezas o instrumentos de seguridad.

- j) Actualizar el Programa para la Prevención de Accidentes y difundirlo entre el personal involucrado en el plan de emergencias.
- k) Cumplir con programa de mantenimiento preventivo y correctivo a todos los sistemas que conforman la planta de almacenamiento.
- l) Inspección de tuberías, equipos y accesorios de manera cotidiana.
- m) Revisión y actualización de las condiciones y procedimientos de operación de la instalación con la finalidad de identificar posibles desviaciones.
- n) Utilizar dispositivos anti-chispa.
- o) Verificar las condiciones y estado de equipo y accesorios del vehículo que abastece el gas, antes de iniciar la descarga.
- p) Investigación de accidentes/incidentes ocurridos durante el manejo de este combustible dentro de la instalación.
- q) Continuar con la comunicación con Protección Civil de la región.
- r) Cumplir con programa de simulacros.
- s) Supervisión de la aplicación de los procedimientos operativos de carga y descarga de gas en el interior de la planta.
- t) Mantenimiento de la señalización preventiva y restrictiva alusiva al riesgo.
- u) Supervisión del uso de equipo de uniformes que eviten la generación de chispas.
- v) Realizar la verificación de espesores de los tanques de almacenamiento de gas L.P.
- w) 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 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

1. Se solicitó información a la empresa 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 empresa en el municipio de Corregidora, Querétaro, con la finalidad de corroborar en campo la información proporcionada por la empresa. 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 alto riesgo.
3. Se realizaron dos recorridos físicos hacia las instalaciones en las colindancias de la empresa, 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 empresa y su integración con las políticas marcadas en los programas de desarrollo urbano, tanto a nivel municipal, estatal y federal; consultando a la vez, información de INEGI, SEMARNAT, CENAPRED, CONAMP, CONABIO y ASEA, 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 empresa.
5. Se procesó la información obtenida para incorporarla al formato preestablecido del Estudio de Riesgo Ambiental, Nivel II, ya que éste es aplicable a empresas en operación que manejan sustancias de alto riesgo sometidas a presiones anormales.

VIII.2. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Mediante el cotejo con los 2 listados de actividades altamente riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y 04 de mayo de 1992, y atendiendo a lo establecido en el artículo 147 de la LGEEPA, se identificó como actividad altamente riesgosa el manejo de gas L.P., siendo la única sustancia con esta clasificación en la planta. De esta manera, la secuencia técnica fue la siguiente:

I. Se realizó un análisis sobre el total de las actividades que se realizan en la planta, el tipo de instalaciones, equipos, régimen de operación, cantidad de empleados, nivel de capacitación y ubicación de la empresa, para determinar cuáles metodologías se aplicarían en virtud de ser idóneas al tipo de actividades.

II. Se seleccionaron dos metodologías complementarias para la identificación y jerarquización de riesgos (HAZOP e índice DOW), con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en cada una y contar con elementos que nos indicarán posibles desviaciones.

III. Una vez que se determinaron aquellos eventos potenciales para las instalaciones y fuentes originadoras, así como el análisis de las medidas disponibles por la empresa y si son eficaces para prevenir o controlar una situación de emergencia ambiental, se procedió a realizar el análisis de consecuencias.

IV. Para el análisis de consecuencias se recurrió al uso de una metodología cuantitativa mediante el simulador ALOHA, obteniendo los potenciales radios de afectación para los eventos supuestos, ya sea agrupados (una modelación para dos posibles eventos de similar emisión), o de manera individual, con un análisis específico de los eventos más relevantes que son:

1) Evento máximo probable.

2) Evento de consecuencias críticas.

3) Evento catastrófico.

Para establecer eventos creíbles, cada caso supone que las medidas de seguridad disponibles fallasen o que la atención de una fuga no es atendida en tiempo y forma, por lo cual se establecieron cantidades de material que pudiesen emitirse, en base a una situación más apegada a la realidad.

VIII.3. CONSULTAS BIBLIOGRÁFICAS Y DE FUENTES DE DATOS.

Con la finalidad de incorporar datos reales sobre el medio natural y las condiciones meteorológicas de la zona donde ocurren los eventos supuestos, se consultaron fuentes bibliográficas confiables (INEGI, SIGEIA, SIATL, SIORE, CONABIO y SMN).

VIII.4. FOTOGRAFÍAS.

Se anexa una memoria fotográfica, con fotos e imágenes las cuales son, propiedad intelectual de ASAI.

VIII.5. FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

El estudio se presenta en versión de Eurostile, de acuerdo con la Guía para la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental, Nivel II. 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. ESPECIFICACIONES GR SOBRE RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN. PETRÓLEOS MEXICANOS. GERENCIA DE REFINACIÓN. SUPERINTENDENCIA GENERAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL. PEMEX. [1980 -1981].
14. CURSO SUPERIOR DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA EMPRESA MODULO I. INCENDIO Y OTROS DAÑOS. ITSEMAP. MÉXICO, 22 - 26 DE MARZO DE 1993.

15. GUÍA DE ACCIONES DE EMERGENCIA PARA SUSTANCIAS PELIGROSAS. ASOCIACIÓN MEXICANA DE HIGIENE Y SEGURIDAD, A. C. MÉXICO, D.F. (1989).
16. MANEJO Y USO DE GAS L.P. Y NATURAL FERNANDO F. BLUMENKRON. MÉXICO. (1994).
17. ENGINEERED CONTROLS INTERNATIONAL, INC. REGO LP-GAS AND ANHYDROUS AMMONIA EQUIPMENT. CATALOGO L-500 PRINTED USA (1994).
18. CURSO DE CAPACITACIÓN SOBRE LA METODOLOGÍA DE SGS PARA LA EJECUCIÓN DE AUDITORÍAS DE SEGURIDAD. MÉXICO. DF. (1994)
19. MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS Y PETROLERAS, STROCH DE GRACIA, J. M. ED. MC-GRAW HILL, VOL. I, 1998. PAG. 88-89
20. CONTROL DE RIESGOS DE ACCIDENTES MAYORES, OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO ED. ALFAOMEGA, 1993, PAG. 123-130
21. HAZARD ASSESSMENT AND RISK ANALYSIS TECHNIQUES, IMP, 1993. PAG. (9-8)-(9-11)
22. MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS Y PETROLERAS J.M. STORCH DE GRACIA. PÁGS. 325-329.
23. FIABILIDAD Y SEGURIDAD DE PROCESOS INDUSTRIALES. ANTONIO CREUS SOLÉ. PRODUCTICA MARCOMBO BOIXAREU EDITORES. PÁGS. 117-120.