PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.: CIÉNEGA DE FLORES

ANALISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS: ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

GAS RZA S.A.S. DE C.V.

CARRETERA NACIONAL KM 40+300, LOTE 309, EN LA EX COMUNIDAD MELCHOR BARRERA, C.P. 65556, MUNICIPIO DE CIÉNEGA DE FLORES, ESTADO DE NUEVO LEÓN

TREE CONSULTING

[redacted]

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

I. Datos Generales

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

Gas RZA S.A.S. de C.V.

I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa

GRZ2010169W8

I.3.- Numero de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM)

No Disponible

I.4.- Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación.

No Disponible

I.5.- Actividad productiva principal del establecimiento.

La empresa Gas RZA S.A.S. de C.V. se dedica principalmente a:

- Otros servicios de reparación y mantenimiento de automóviles y camiones, Otro autotransporte local de carga especializado, Otros intermediarios del comercio al por menor, Otros servicios de apoyo a los negocios, Comercio al por menor de gas L.P. en cilindros y para tanques estacionarios.

Para el caso concreto de la Planta de Distribución de Gas L.P., la instalación proporcionará el servicio de venta de Gas L.P. por medio de pipas de distribución, por lo que, del tanque de almacenamiento fijo de capacidad de 250,000 litros base agua, se cargarán auto tanques, los cuales abastecerán de gas L.P. a tanques estacionarios domiciliarios y estaciones de carburación pertenecientes a la misma empresa.

I.6.- Clave del Catálogo MAP

No disponible

I.7.- Código Ambiental (CA)

No disponible

I.8.- Domicilio del establecimiento.

El sitio donde se desarrollará el proyecto correspondiente a la Planta de Distribución se localiza en la Carretera Nacional Km 40+300, Lote 309, en la Ex Comunidad Melchor Barrera, C.P. 65556, Municipio de Ciénega de Flores, Estado de Nuevo León.

La localización en coordenadas geográficas en grados, minutos y segundos del predio es:

26° 0' 8.58" N
100° 7' 29.12" O

Equivalente a:

Latitud: 26.002384° Longitud: -100.124755°

14 R 387,434.93 mE y 2,876,432.32mN

Con una elevación de 454 m.s.n.m.

I.9.- Domicilio para oír y recibir notificaciones.

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

Domicilio Fiscal	[redacted]
C.P.	[redacted]
Municipio	[redacted]
Estado	[redacted]
RFC	[redacted]
Teléfono	[redacted]
Correo Electrónico	[redacted]

I.10.- Fecha de inicio de operación

La Planta de Distribución de Gas L.P. se trata de un proyecto nuevo, por lo tanto, aún no ha sido construida

I.11.- Número de trabajadores equivalente.

No disponible ya que la Planta de Distribución aún no ha sido construida, pero al momento en que la Planta se encuentre en operación, se estima que al menos laborarán 5 personas.

I.12.- Total de horas semanales trabajadas en la planta.

No disponible aún, porque la Planta de Distribución aún no ha sido construida, sin embargo, una vez que inicie operaciones, se estima que se labore un mínimo de 60 horas a la semana.

I.13.- Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.

No disponible, pero al momento que la Planta de Distribución se encuentre en operación se estima que al menos laborarán 5 personas.

I.14.- ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal?

No Disponible

I.15.- ¿Pertenece a alguna corporación?

Gas RZA S.A.S de C.V.

I.16.- Participación de capital

Sociedad por Acciones Simplificada de Capital Variable (S.A. de C.V.)

I.17.- Número de empleos indirectos a generar.

Aproximadamente 15 personas para la preparación y construcción más los gestores de permisos

I.18.- Inversión estimada.

La inversión aproximada será de [redacted] incluyendo la obra civil y la instalación del equipo para la Planta de Distribución de Gas L.P.

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

I.19.-Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).

Cesar Israel Torres Bravo

Representante Legal

I.20.- Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.

Cesar Israel Torres Bravo

Representante Legal

I.21.-Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo.

I.22.- Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riego.

I.23.- Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.

Responsable de la elaboración del estudio	Biol Alejandro Jiménez Loy Biólogo, Cédula Profesional: 6937162
	Ing. Rafael Morales Ramírez Ingeniero Bioquímico; Cédula Profesional: 5932479
Razón social de la empresa:	TREE Consulting
Registro Federal de Contribuyentes	[redacted]
Nombre y firma del responsable estudio y de los participantes en la elaboración	_____ Biol. Alejandro Jiménez Loy _____ Ing. Rafael Morales Ramírez
Calle	[redacted]
Número	[redacted]
Colonia	[redacted]
C.P.	[redacted]
Municipio	[redacted]
Entidad federativa	[redacted]
Teléfono y fax:	[redacted]
Correo electrónico	[redacted]

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

II. Descripción del Proyecto

El Municipio de Ciénega de Flores, por medio de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas de Ciénega de Flores, Nuevo León, otorgó la Licencia de Uso de Suelo, así como la Licencia de Construcción Municipal para la edificación para instalar una Planta de Distribución de Gas L.P. En el considerando 2 menciona que el predio se encuentra ubicado, en una zona considera como Corredor Mixto, Comercial y Agropecuario, siendo compatible con el uso de suelo solicitado (Planta de Distribución de Gas L.P.), según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ciénega de Flores, N.L. 2020, publicado en el Periódico Oficial del Estado, en fecha 31 de Agosto del 2020.

Modelo de Ordenamiento Ecológico

El Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio (MOET) es físicamente un mapa que contiene las áreas con usos y aprovechamiento permitidos, prohibidos y condicionados. A semejanza de los Planes de desarrollo Urbano, este mapa puede ser decretado a nivel estatal y debe inscribirse en el Registro Público de la Propiedad, con el fin de que su observancia sea obligatoria por todos los sectores o particulares que se asienten y pretenden explotar los recursos naturales. Para el Estado de Nuevo León se cuenta con el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos, el cual es de carácter regional. El área que abarca este ordenamiento ecológico involucra a las 7 cuencas más importantes de acuerdo con la regionalización hidrológica de la Comisión Nacional del Agua, estas son: Presa Flacón – Río Salado, Río Bravo – Matamoros. Reynosa, Río Bravo – Nuevo Laredo, Río Bravo – San Juan, Río Bravo – Sosa, Río San Fernando y Laguna Madre. Administrativamente, esta área involucra en su totalidad la superficie de 31 municipios del Estado de Coahuila, 48 de Nuevo León y 19 de Tamaulipas. Este Programa de Ordenamiento está constituido por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA):

Unidades de Gestión Ambiental

Las Unidades de Gestión Ambiental son áreas del territorio relativamente homogéneas a las que se les asignan lineamientos y las estrategias ecológicas. El estado deseable de cada UGA se refleja en la asignación de la política ambiental y el lineamiento ecológico que le corresponde. Debido a su extensión y complejidad territorial, el modelo de ordenamiento ecológico para la Región Cuenca de Burgos contiene 636 tipos diferentes de UGA.

El Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos promueve el desarrollo de las actividades productivas en aquellas áreas donde se presenten las condiciones ambientales, sociales y económicas más aptas para ello. Para inducir las actividades, este ordenamiento ecológico define estrategias, lineamientos, objetivos específicos y criterios de regulación ecológica, encaminados a hacer que el desarrollo de la Cuenca de Burgos sea consistente con los principios y líneas de la política ambiental federal y de los estados participantes, particularmente en lo relativo a la explotación, uso y aprovechamiento del suelo a partir de su vocación y aptitud, en el ámbito de sus facultades.

Las políticas ambientales que se definen para la Región, se clasifican en los siguientes rubros: Preservación, Protección, Restauración y Aprovechamiento Sustentable, conceptos cuyo alcance se encuentra determinado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. La asignación de cada una de las políticas ambientales en la Región Cuenca de Burgos se realizó en función de las características biofísicas, sociales, económicas y jurídicas del territorio, analizadas durante la formulación de este ordenamiento ecológico.

En general, las áreas a las que se asignó la política de Preservación son aquellas que ya se encuentran bajo un régimen jurídico de preservación, principalmente, las Áreas Naturales Protegidas. La política de Protección se asignó a aquellas áreas que contiene recursos naturales cuyo aprovechamiento resulta importante desde el punto de vista económico y social y que, al mismo tiempo, deben ser protegidas por contener ecosistemas en buen estado de conservación, que requieren salvaguardarse de aquellos factores que propicien su deterioro, tales como; la degradación

del suelo, la falta de disponibilidad de agua, la fragmentación de ecosistemas, tipos de cambio de uso del suelo e intensidad de esos cambios.

Por su parte la política de Restauración se asignó a aquellas áreas de la Región Cuenca de Burgos que presentan ecosistemas cuyas condiciones hacen necesaria la intervención humana para recuperar los procesos naturales. Finalmente. Las áreas con política de Aprovechamiento Sustentable son aquellas que contienen recursos naturales que son o pueden ser aprovechados pero cuyas estrategias de aprovechamiento deberán considerar lo establecido por este ordenamiento ecológico de manera que se promueva un desarrollo sustentable en la región.

Para cada UGA se tiene por un lado una política ambiental aplicable y por otro, un uso de suelo dominante, es decir, sabemos el estado de los ecosistemas y el tipo de aprovechamiento que puede desarrollarse. Esta situación determinó que, como resultado de la extensión territorial y la heterogeneidad de la Región Cuencas de Burgos, se presentará una serie de combinaciones entre política ambiental y uso de suelo dominante conflictivas, definiendo el conflicto en función de la compatibilidad entre política / uso de suelo dominante, esto es, entre el estado del ecosistema / aprovechamiento potencial. Así, por ejemplo, se encontraron combinaciones del tipo: Preservación / Actividades Extractivas, Aprovechamiento Sustentable / Conservación o Restauración / Asentamientos humanos, por mencionar algunos.

Para simplificar este análisis, se agruparon los usos de suelo dominantes en:

Tabla 1: Agrupación de los usos de suelo dominantes.

Grupo de uso	Uso de suelo dominante
Conservación	Conservación
Desarrollo	Desarrollo Industrial
	Asentamientos humanos
Aprovechamiento	Actividades extractivas
	Forestal
	Cinegético

Grupo de uso	Uso de suelo dominante
	Agrícola
	Pecuario
	Pesca
	Turismo

En el caso de los lineamientos ecológicos, el Comité de Ordenamiento Ecológico determinó que para definir claramente el estado deseado de las UGA era necesario establecer dos conjuntos de lineamientos ecológicos: uno por política y otro por uso del suelo dominante. A cada UGA le corresponde al menos un lineamiento ecológico por política y otro por uso de suelo. De esta manera, los lineamientos ecológicos asignados por política ambiental aseguran la atención y mantenimientos de las características físicas, biológicas y socioeconómicas de cada UGA, mismas que definieron la asignación de dicha política.

Por su parte, los lineamientos ecológicos asignados por uso de suelo dominante promueven que en cada una de las actividades se consideren los aspectos señalados en cada lineamiento ecológico como parte de sus estrategias de desarrollo que permitan llevarlo a cabo en términos de sustentabilidad ambiental. Con esta estructura, aquellos usos de suelo que no se refieren a los dominantes en este ordenamiento ecológico pueden identificar los lineamientos ecológicos que aplican a cada UGA y considerarlos como parte de su estrategia de desarrollo.

La Planta de Distribución para Gas L.P. Ciénega de Flores se localiza en la Unidad de Gestión Ambiental PRO-456.

La Unidad DE Gestión Ambiental que le corresponde al área del proyecto se puede apreciar en la siguiente carta:

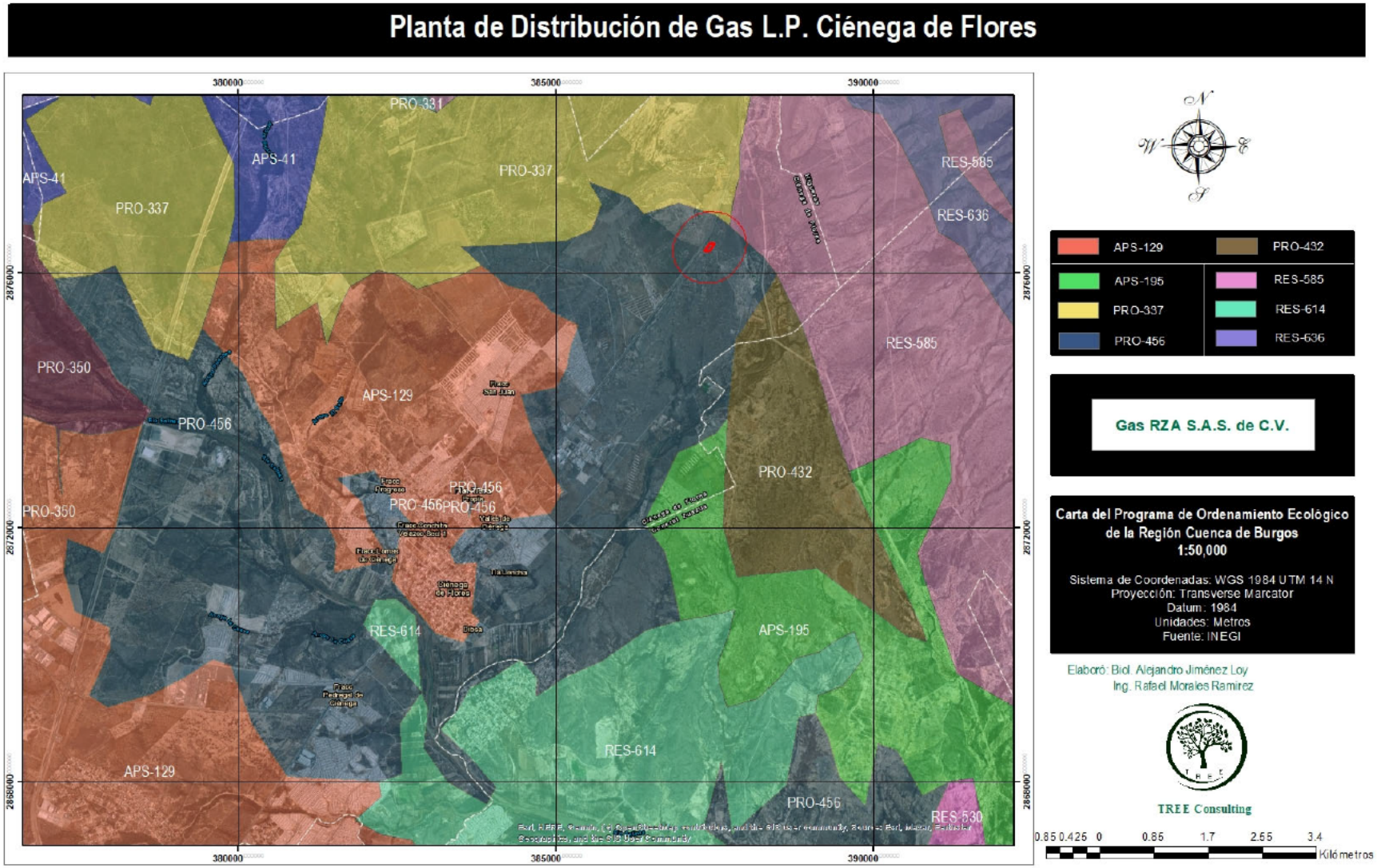


Figura 1: Carta de Ordenamiento Ecológico Cuenca de Burgos 1:50,000.

Los objetivos y criterios de regulación ecológica le dan mayor especificidad a la aplicación de cada lineamiento ecológico, considerando la heterogeneidad de la región y, en consecuencia, las características a cada UGA. De manera que toda actividad a desarrollarse en la región pueda darle cumplimiento a los lineamientos ecológicos en la medida en que atienda los criterios de regulación ecológica definidos en cada caso.

Para el caso del predio donde se desarrollará el proyecto le corresponde la estrategia: PRO/DE (Protección/Desarrollo Industrial) y, por lo tanto, los siguientes lineamientos Ecológicos y Objetivos:

Tabla 2: Lineamientos Ecológicos aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica de la zona.

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterio de Regulación Ecológica
L5	Conservar los ecosistemas de la región	01	Detener y disminuir la presión de cambio de uso de suelo, principalmente hacia la agricultura y los pastizales, en zonas con MET, Mezquitales y Matorral Sub-montano.	28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 51, 64, 65, 74, 75, 81, 88, 91,92, 94
		02	Promover la regeneración y permanencia de la vegetación natural y el mejoramiento de la calidad de los suelos.	16, 25, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 65, 68, 69, 74, 75, 79, 81, 84, 85, 86, 88, 92, 93, 94
		03	Controlar y monitorear la emisión de partículas a la atmósfera.	16, 20, 24, 27, 29, 30, 48, 51, 67, 89
		04	Disminuir los efectos negativos al ambiente de las actividades productivas.	10, 17, 34, 35, 49, 51, 59, 64, 76, 77, 81, 88, 97
L6		01	Evitar la deforestación.	3, 6, 25, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 40, 51, 53, 54, 56,

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterio de Regulación Ecológica
	Conservar las zonas de recarga hidrológica			64, 68, 69, 71, 75, 81, 83, 89, 92, 91, 93
		02	Mantener y mejorar la calidad de los suelos y las condiciones de la cobertura vegetal.	3, 6, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 43, 47, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 62, 63, 68, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 81, 86, 88, 91, 92, 94, 95
		03	Mantener y mejorar las condiciones actuales de cobertura de vegetación, de presencia de especies; así como la cantidad y calidad del agua, requeridas para el funcionamiento de los ecosistemas riparios.	1, 3, 6, 9, 10, 13, 15, 17, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 43, 45, 47, 50, 51, 75, 81, 86, 88, 90, 92, 94,
L8	Mejorar las oportunidades socioeconómicas en función de la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	01	Apoyar económicamente la restauración y protección de ecosistemas degradados.	43, 62, 75, 81, 84, 88, 92, 93, 94
		02	Promover y difundir programas de educación ambiental y de transferencia de tecnología limpia y de bajo costo.	61, 62, 75, 89
		03	Promover programas de capacitación en manejo integral de ecosistemas.	43, 72, 74, 75, 81, 88
L11	Proteger los ecosistemas	01	Asegurar la provisión de los servicios ambientales de los	2, 3, 6, 9, 10, 14, 16, 17, 20, 23, 25, 26, 27, 29, 30,

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterio de Regulación Ecológica
	adyacentes a los centros de población y las zonas industriales		ecosistemas en el área de crecimiento potencial de los centros de población y las zonas industriales.	34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 44, 45, 47, 48, 50, 51, 54, 64, 66, 68, 76, 81, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94
		02	Promover acciones de prevención de contaminación de cuerpos de agua superficiales y acuíferos.	1, 5, 9, 12, 13, 15, 19, 21, 26, 47, 63, 66, 73, 75, 76, 81, 88, 92, 94, 97
		03	Detener la fragmentación de los ecosistemas para mantener el flujo de especies en regiones similares.	28, 29, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 45, 51, 62, 64, 65, 69, 75, 79, 81, 88, 90, 91, 92, 93
L19	Promover la incorporación de criterios de regulación ecológica para la fundación y crecimiento de centros de población y zonas industriales.	01	Promover la elaboración y actualización de los planes y programas de desarrollo urbano que tomen en cuenta la aptitud del territorio.	1, 3, 10, 11, 13, 15, 17, 23, 27, 33, 34, 47, 48, 51, 54, 64, 66, 75, 76, 81, 89, 97
		02	Conservar las áreas de alta productividad agrícola cercanas a los centros urbanos.	10, 18, 51, 75, 88
		03	Evitar el establecimiento de asentamientos humanos y el desarrollo industrial en zonas de riesgo (nivel de amenaza alto y muy alto)	4, 46, 51, 66, 67, 75, 89
		04	Mantener las áreas de protección o preservación ecológica	1, 3, 6, 9, 12, 13, 20, 23, 27, 34, 37, 38, 43, 45, 51, 66, 68, 69, 74, 75, 77, 79,

Clave	Lineamiento	Clave	Objetivo	Criterio de Regulación Ecológica
			establecidas en los planes y programas de desarrollo urbano.	81, 83, 85, 87, 89, 90, 92, 93, 94, 95

A continuación, se describen los criterios de regulación ecológica que aplican al desarrollo del proyecto:

Tabla 3: Criterios de regulación ecológica aplicables al proyecto.

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		**Vinculación con el proyecto**
Agua		
1	Promover la captación, tratamiento y monitoreo de aguas residuales	Dentro de la Planta de Distribución de Gas L.P. solo se tendrá agua residual proveniente de los servicios sanitarios, la cual será descargada a una fosa séptica.
3	Promover la conservación de la vegetación natural y acciones de conservación de suelos en zonas de recarga, barrancas y cañadas.	Dentro de la Planta de Distribución se tendrán algunas áreas verdes, las cuales estarán compuestas por vegetación de ornato, así como algunos ejemplares de la vegetación con la que actualmente cuenta el predio y que no será removida , a las cuales se les dará mantenimiento.
4	Fortalecer la prevención de riesgos meteorológicos.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
5	Promover el cambio de sistemas de riego tradicionales a riego presurizado	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
6	Promover el mantenimiento del caudal ambiental en los principales ríos de la región.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		**Vinculación con el proyecto**
9	Promover acciones para el mejoramiento de la cobertura vegetal y para la conservación de los suelos, con el objeto de evitar la sedimentación en los principales cuerpos de agua (laguna madre y grandes presas).	La Planta de Distribución contará con áreas verdes compuestas por vegetación de ornato, así como algunos ejemplares de la vegetación con la que actualmente cuenta el predio y que no será removida, siempre y cuando no interfiera en la operación de la instalación
10	Controlar el crecimiento urbano, pecuario e industrial en función de la disponibilidad de agua superficial y subterránea, manteniendo los caudales ambientales.	Para el abastecimiento de agua para la Planta de Distribución de Gas L.P. se contará con una cisterna con capacidad apropiada
11	Impulsar el mantenimiento de las redes de distribución de agua	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
12	Promover la reutilización de las aguas tratadas.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
13	Evitar los procesos de contaminación del agua superficial y subterránea, producto de las actividades productivas.	En las Instalaciones de la Planta de Distribución se contará con botes para almacenar y recolectar los residuos que se generen por la operación, tanto sólidos urbanos, como de manejo especial y peligrosos, para los cuales se contará con un prestador de servicios autorizado para que se encargue de su recolección y disposición final. Además, el personal se encontrará debidamente capacitado en materia de residuos para prevenir la contaminación en los diferentes factores ambientales.
14	Promover que en el otorgamiento de las concesiones de agua se consideren los escenarios de cambio climático	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto..

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		**Vinculación con el proyecto**
15	Promover el saneamiento de las aguas contaminadas y su reutilización.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
Suelo		
16	Promover la recuperación física, química y biológica de suelos afectados por algún tipo de degradación.	Se contará con áreas verdes a las cuales se les dará mantenimiento, lo que propicia en cierta forma la recuperación de suelo.
17	Mitigar los procesos de contaminación de los suelos, producto de las actividades productivas	No aplica, sin embargo, durante el desarrollo del proyecto se recolectarán, almacenarán y por medio de un prestador de servicio se llevará a cabo la disposición final de los residuos que se generen.
18	Promover el manejo sustentable del suelo agrícola con prácticas de conservación agronómicas, tales como la labranza mínima o de conservación, incorporación de abonos verdes y rastrojos, rotación de cultivos, entre otros.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
19	Promover el uso de abonos orgánicos en áreas agrícolas	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
20	Prevenir la erosión eólica a través de la estabilización de los suelos con cobertura vegetal y el establecimiento de cortinas rompe vientos.	La Planta de Distribución contará con algunas zonas de áreas verdes, a las cuales se les dará mantenimiento, lo que propiciará en cierta medida la estabilización de los suelos.
21	Promover acciones de remediación en sitios contaminados (minas, jales, canteras, entre otros).	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
22	Impulsar el manejo sustentable del suelo pecuario mediante el cumplimiento de los coeficientes de agostadero.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

Criterios de regulación ecológica		
	Criterios de regulación Ecológica	**Vinculación con el proyecto**
23	Promover que las áreas verdes urbanas se establezcan sobre suelos con una calidad adecuada.	La Planta de Distribución contará con áreas verdes a las cuales se les dará mantenimiento constante
24	En la realización de actividades de aprovechamientos forestales, se deberá evitar la erosión o degradación del suelo, para lo cual dichas actividades se realizarán de manera tal que mantenga su integridad, su capacidad productiva forestal, y que no se comprometa su biodiversidad y los servicios ambientales que presta, para hacerlo consistente con los criterios obligatorios de política forestal de carácter ambiental y silvícola a que se refiere el Artículo 33, fracciones V y VI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
25	El aprovechamiento de tierra de monte debe hacerse de manera que se mantenga la integridad física y la capacidad productiva del suelo, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
26	Crear y/o fortalecer los centros de compostaje municipal.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
27	Promover el establecimiento y mantenimiento de áreas verdes en zonas urbanas (entre 9 y 16 m2/habitante).	La Planta de Distribución contará con áreas verdes a las cuales se les dará mantenimiento constante, las cuales estarán compuestas por vegetación de ornato, así como

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		Vinculación con el proyecto
		de algunos ejemplares que se encuentran actualmente el predio y que no serán removidos.
Cobertura Vegetal		
28	Promover la conservación de espacios con vegetación forestal en las zonas de aprovechamiento productivo.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo, la Planta de Distribución contará con áreas verdes a las cuales se les dará mantenimiento constante, las cuales estarán compuestas por vegetación de ornato, así como de algunos ejemplares que se encuentran actualmente el predio y que no serán removidos.
29	Fortalecer y extender los programas que inciden sobre el control de incendios, plagas y enfermedades.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
30	Impulsar la restauración de las áreas afectadas por las explotaciones industriales, mineras, y otras que provoquen la degradación de los suelos y de la cobertura vegetal.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto. Actualmente el predio presenta zonas las cuales fueron cubiertas con material, cuando se llevó a cabo la ampliación de la carretera Nacional, por lo tanto la afectación que se tendrá con el desarrollo del proyecto no se considera grave, por el contrario, con el establecimiento de la Planta, se contará con áreas verdes compuestas con vegetación de ornato y vegetación que actualmente se tiene en el predio, las cuales ayudan en cierta medida a la restauración.
31	Mantener y extender las áreas de pastizales nativos o endémicos.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
32	Privilegiar la siembra de pastos nativos sobre los pastos exóticos.	Las áreas verdes que se establecerán estarán compuestas por vegetación de ornato, y se tratará que

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		Vinculación con el proyecto
		sea vegetación nativa para asegurar su supervivencia, además de que se les dará el mantenimiento adecuado
33	En aquellas zonas colindantes a las áreas naturales protegidas de competencia federal, o que se determinen como zonas de influencia de las mismas en los programas de manejo respectivos, privilegiar actividades compatibles con la zonificación y subzonificación de dichas Áreas Naturales Protegidas.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo, se cuenta con el uso de suelo otorgado por el municipio para el establecimiento de la Planta, por lo tanto se considera que es una actividad compatible, además según el Programa de Ordenamiento Ecológico, además de ser una zona de protección, la zona se considera con un uso de suelo predominante de desarrollo industrial.
34	Fomentar la conservación del matorral espinoso tamaulipeco, de los mezquitales y el matorral submontano.	Dentro de las instalaciones de la Planta se contará con áreas verdes compuestas por vegetación de ornato, así como algunos ejemplares arbóreos que actualmente se encuentran presentes en el predio ya que parte de dicha vegetación no será necesario removerla.
35	Promover la conectividad entre parches de vegetación para establecer corredores biológicos que faciliten la movilización y dispersión de la vida silvestre.	Como se mencionó, la Planta de Distribución contará con áreas verdes tanto con vegetación de ornato como con vegetación nativa, además, la instalación estará delimita por medio de malla ciclónica, lo que podrá mitigar en cierta medida la formación de barreras físicas para el tránsito de fauna, siendo importante mencionar que en el predio no se considera un alto flujo de fauna debido a la cercanía que se tiene con la carretera nacional en si lindero Poniente y el camino vecinal que se localiza en el lindero Sur, esto debido a que la vibración y ruido provocan que los animales se retiren.

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		**Vinculación con el proyecto**
36	Promover que la producción de carbón vegetal utilice madera proveniente de plantaciones forestales.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
37	Promover la reforestación con especies nativas y con obras de conservación de suelos.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo, dentro de las instalaciones se contará con áreas verdes, donde se recomienda que se plante vegetación nativa de la zona.
38	Promover la reforestación con especies adecuadas para la recuperación de las zonas riparias.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo, dentro de las instalaciones se contará con áreas verdes, donde se recomienda que se plante vegetación nativa de la zona.
39	Promover que la reforestación considere los escenarios de cambio climático.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo, dentro de las instalaciones se contará con áreas verdes, donde se recomienda que se plante vegetación nativa de la zona.
40	Considerar métodos de cosecha de especies no maderables, que garanticen la permanencia de sus poblaciones	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo en el predio se tiene la presencia de algunos mezquites, de los cuales una parte se considerará dejarlos, siempre y cuando no pongan en riesgo o interrumpan la operación la Planta de Distribución, los cuales se considerarán como áreas verdes, además se plantará vegetación de ornato para complementar
41	Fortalecer los esquemas de seguimiento y vigilancia a las medidas de mitigación marcadas en los estudios de impacto ambiental (medidas de manejo, de	La empresa deberá seguir las recomendaciones y medidas de mitigación propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental y Análisis de Riesgo

Criterios de regulación ecológica		
	Criterios de regulación Ecológica	**Vinculación con el proyecto**
	prevención, minimización, de compensación y de rehabilitación).	
	Fauna	
43	Recuperar las poblaciones de Fauna acuática nativa mediante la restauración de las condiciones de los ecosistemas acuáticos.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
44	Promover la preservación y recuperación de las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, en los recorridos que se hicieron en el predio, no se detectaron especies en peligro de extinción.
	Monitoreo, inspección y vigilancia	
45	Generar sistemas de información que permitan la prevención de riesgos meteorológicos, geológicos y antropogénicos	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
46	Fortalecer y contribuir al Sistema Nacional de Información sobre Cantidad, Calidad, Usos y Conservación del Agua (SINA).	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
47	Fortalecer el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA)	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
48	Promover la creación de un sistema que permita monitorear los impactos de las actividades turísticas y recreativas en Áreas Naturales Protegidas.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto

Criterios de regulación ecológica		
	Criterios de regulación Ecológica	**Vinculación con el proyecto**
49	Monitorear la eficiencia de las acciones de conservación en el mejoramiento de la calidad del suelo.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
Alternativas económicas y productivas		
50	Fomentar la integración de las actividades productivas en cadenas sistema – producto a nivel municipal y regional. Las actividades que pretendan realizarse dentro de las áreas naturales protegidas de competencia federal se regirán por lo dispuesto en la declaratoria respectiva y en el Programa de Manejo de cada área.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, el proyecto solo contempla la venta y distribución de Gas L.P., además el sitio donde se construirá la Planta de Distribución no se encuentra en un área natural protegida, por el contrario, se cuenta con el uso de suelo favorable emitido por el municipio de Ciénega de Flores para llevar a cabo la actividad pretendida, además el uso de suelo predominante según el Programa de Ordenamiento de la Cuenca de Burgos corresponde a desarrollo industrial.
51	Impulsar la creación de sistemas silvo – pastoriles con el uso de leguminosas forrajeras, de preferencia nativas de la región	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
53	Incentivar la agricultura orgánica	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
54	Promover el establecimiento de bancos de germoplasma forestal	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
55	Mejorar el manejo piscícola apoyando la realización de estudios biológico pesqueros y económicos	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
56	Promover la creación de Unidades para el Manejo, Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la vida silvestre (UMA).	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		**Vinculación con el proyecto**
59	Diversificar la producción ganadera incluyendo el ecoturismo y la actividad cinegética, mediante el establecimiento de UMA's.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
61	Emplear únicamente agroquímicos permitidos por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas y Sustancias Tóxicas.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
62	Minimizar el impacto de las actividades productivas sobre los ecosistemas frágiles de la región (MET, etc.)	La Planta de Distribución de Gas L.P. no se considera que se encuentre en un sitio con ecosistemas frágiles, se cuenta con el uso de suelo favorable para el desarrollo de la actividad, sin embargo es importante mencionar que se tratará de disminuir, mitigar y prevenir los impactos ambientales que se generen en las diferentes etapas.
63	Promover la utilización de especies nativas en la restauración de caminos y áreas perimetrales a las instalaciones de las actividades extractivas	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo, actualmente se tiene la presencia de algunos mezquites, los cuales se tratará de no remover, siempre y cuando no interfieran con la operación de la Planta de Distribución y que pongan en riesgo a las instalaciones y trabajadores, así mismo se plantará vegetación de ornato para considerarlo como áreas verdes.
64	Promover el manejo adecuado de residuos sólidos mediante la construcción de rellenos sanitarios y otras tecnologías idóneas.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo, durante todas las etapas que componen al proyecto, se contará con botes para la recolección y almacenamiento de los residuos que se generen, y por medio de un prestador de servicio se

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		**Vinculación con el proyecto**
		llevará a cabo su disposición final, además, se capacitará al personal para que lleve a cabo el manejo adecuado de los residuos para evitar contaminación.
65	Impulsar el desarrollo y aplicación de tecnologías para evitar la dispersión de polvos provenientes de las actividades de extracción.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
66	Promover la utilización de los controles biológicos de las plagas.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
67	Promover la participación de las comunidades y de los pueblos indígenas en el uso, protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en los territorios que les pertenezcan, considerando su conocimiento tradicional en dichas actividades.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
Capacidad y educación ambiental		
68	Capacitar a los productores en producción acuícola integral	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
69	Promover la capacitación de los productores locales para el establecimiento de plantaciones forestales.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
71	Implementar programas de capacitación y comercialización de los productos del sector.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		**Vinculación con el proyecto**
72	Promover la difusión de información sobre el impacto de la introducción de especies exóticas en los ecosistemas de la región.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
73	Capacitar en materia ambiental a los municipios.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
74	Realizar programas de educación ambiental para uso adecuado de sitios ecoturísticos	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
Desarrollo técnico e investigación		
75	Identificar los cultivos básicos genéticamente modificados y realizar control y monitoreo de su siembra y producción	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
76	Identificación y difusión de las prácticas adecuadas para la restauración de los sitios degradados.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
77	Elaboración de estudios que fundamenten la incorporación de sitios prioritarios para la conservación/protección como ANP.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
78	Identificación de los servicios ambientales que ofrecen los distintos ecosistemas y su valoración económica para impulsar programas de pago locales y regionales.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
79	Elaboración de estudios que actualicen y afinen los coeficientes de agostadero, considerando alternativas de diversificación.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		**Vinculación con el proyecto**
81	Elaboración de proyectos específicos de recuperación de suelos de acuerdo al nivel y tipo de afectación	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
83	Elaborar escenarios y sus impactos de cambio climático en la región.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
Financiamiento		
84	Fomentar esquemas o mecanismos de pago local o regional por servicios ambientales de los ecosistemas	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo se tramitarán todos los permisos ambientales requeridos para la construcción y operación de la Planta de Distribución de Gas L.P.
85	Impulsar la realización de estudios sobre la ecología de las poblaciones y de diversidad de especies de fauna silvestre.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
86	Elaboración de un inventario sobre la generación y descargas de residuos.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo, dentro de las instalaciones de la Planta de Distribución se tendrá control de los residuos que se generen, por lo que se contará con botes o tambos para su recolección y por medio de un prestador de servicios autorizados se llevará a cabo su disposición final.
87	Determinar la capacidad de carga de los ecosistemas para las actividades productivas que se realicen en la región	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto
88	Impulsar programas de apoyo a proyectos de restauración de ecosistemas.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
89	Promover el pago de servicios ambientales a los propietarios de terrenos con ecosistemas forestales.	No aplica, sin embargo se tramitarán todos los permisos ambientales requeridos para la construcción y operación de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Criterios de regulación ecológica		
Criterios de regulación Ecológica		Vinculación con el proyecto
90	Crear programas de apoyo para incentivar la actividad cinegética y de conservación de la biodiversidad	No aplica
91	Apoyar económica y técnicamente la reconversión agrícola.	No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto

La empresa Gas RZA S.A.S. de C.V. tramitará la Licencia Ambiental Única, así como su registro como generador de residuos peligrosos ante la ASEA y contará con los procedimientos adecuados en este rubro, como parte del SASISOPA.

El Municipio de Ciénega de Flores, por medio de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas de Ciénega de Flores, Nuevo León, otorgó la Licencia de Uso de Suelo, así como la Licencia de Construcción Municipal para la edificación para instalar una Planta de Distribución de Gas L.P. En el considerando 2 menciona que el predio se encuentra ubicado, en una zona considera como Corredor Mixto, Comercial y Agropecuario, siendo compatible con el uso de suelo solicitado (Planta de Distribución de Gas L.P.), según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ciénega de Flores, N.L. 2020, publicado en el Periódico Oficial del Estado, en fecha 31 de Agosto del 2020.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)**

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a ésta regionalización.

Regionalización Ecológica.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultad la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Cabe señalar que, aun cuando las UAB y las UGA comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales: dichas Unidades difieren en el proceso de construcción toda vez que las UGA se construyen originalmente como unidades de síntesis que concentran, en su caso, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas, en tanto que las UAB, considerando la extensión y complejidad del territorio sujeto a ordenamiento, se construyeron en la etapa de diagnóstico como unidades de análisis, mismas que fueron empleadas en la etapa de propuesta, como unidades de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas Unidades y por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

La Planta de Distribución de Gas L.P.: Ciénega de Flores se encuentra en la Unidad Ambiental Biofísica 36: Llanuras y Lomeríos de Nuevo León y Tamaulipas:

- **UAB 36: Llanuras y Lomeríos de Nuevo León y Tamaulipas: Critico. Conflicto Sectorial Medio**

  - ✓ Muy baja superficie de Áreas Naturales Protegidas.
  - ✓ Muy alta degradación de los suelos.
  - ✓ Muy alta degradación de la vegetación.
  - ✓ Media degradación por desertificación.
  - ✓ La modificación antropogénica es de media a alta.
  - ✓ Longitud de carreteras (Km) Muy alta.
  - ✓ Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja
  - ✓ Porcentaje de cuerpos de agua: Baja.
  - ✓ Densidad de población (hab/Km^2) Media.
  - ✓ El uso de suelo es Otro tipo de vegetación, Agrícola y Pecuario.
  - ✓ Déficit de agua superficial.
  - ✓ Con disponibilidad de agua subterránea.
  - ✓ Porcentaje de zona funcional: alta.
  - ✓ Media marginación social.
  - ✓ Alto índice medio de educación,
  - ✓ Bajo índice medio de salud.
  - ✓ Medio hacinamiento en la vivienda.
  - ✓ Medio indicador de consolidación de la vivienda.
  - ✓ Medio indicador de capitalización industrial.
  - ✓ Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal.
  - ✓ Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios.
  - ✓ Actividad agrícola altamente tecnificada.
  - ✓ Media importancia de la actividad minera.
  - ✓ Alta importancia de la actividad ganadera.

Tabla 4: Criterios aplicables del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
36	Desarrollo Social – Ganadería	Prevención de Flora y Fauna	Agricultura	Minería	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44

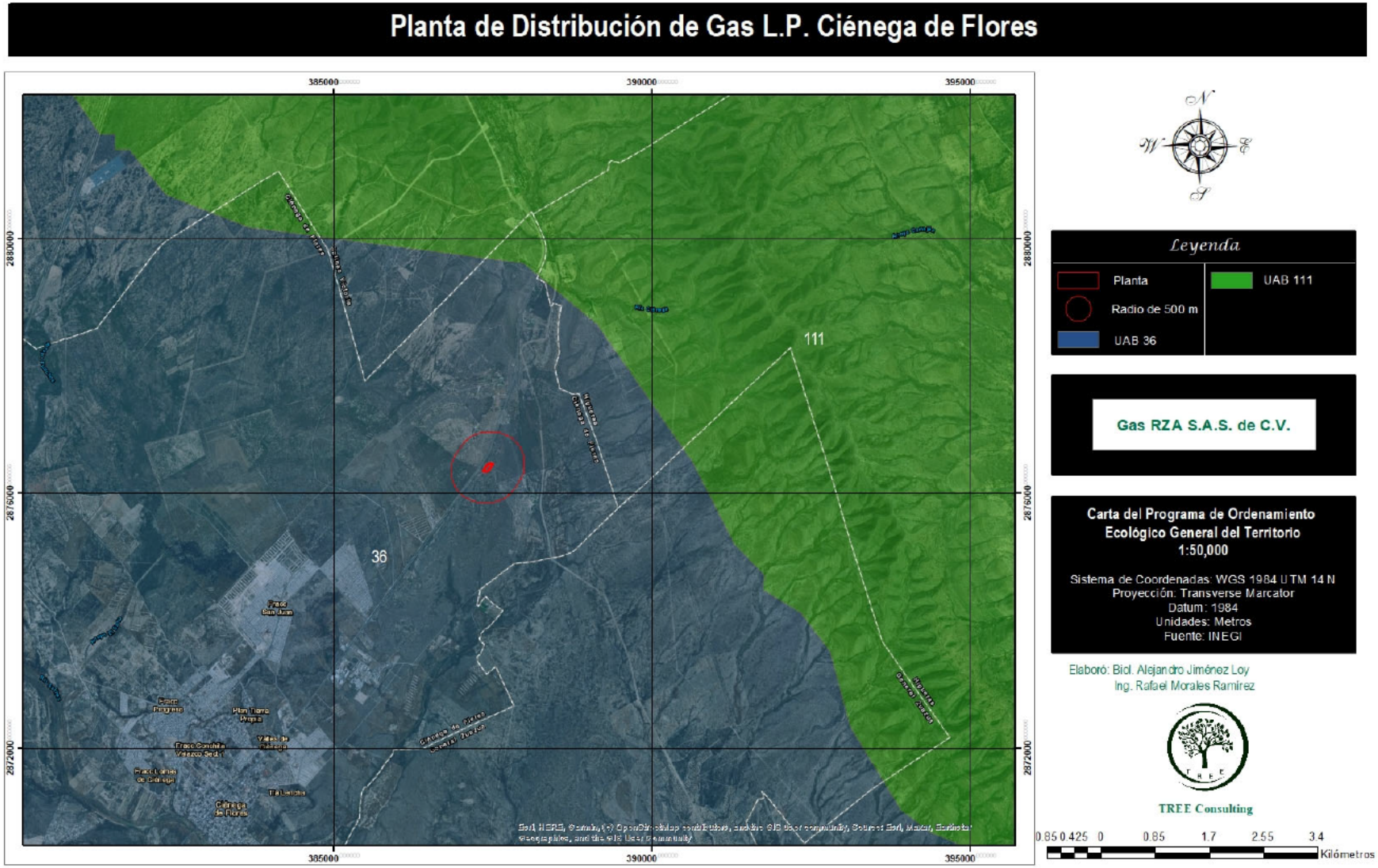


Figura 2: Carta de Unidades Ambientales Biofísicas.

Las estrategias que la aplican a la Unidad Ambiental Biofísica 36 y al proyecto son las siguientes:

- Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio

a) Preservación

- ✓ 1.- Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

- ✓ 2.- Recuperación de especies en riesgo
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica, ya que en el predio no se tiene la presencia de especies en riesgo

- ✓ 3.- Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

b) Dirigidas al aprovechamiento sustentable:

- ✓ 4.-Aprovechamientos sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

- ✓ 5.- Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.
- ✓ 6.- Modernizar la infraestructura hidroagricola y tecnificar las superficies agrícolas.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

- ✓ 7.- Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
  - **Vinculación con el proyecto.-** En algunas zonas del predio actualmente cuentan con vegetación compuesta por vegetación de disturbio, así como algunos garruños y mezquites, algunos ejemplares se tendrán que remover, sin embargo, otros se tratarán de dejar para que sean considerados como áreas verdes, siempre y cuando no pongan en riesgo la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P., así mismo se plantará vegetación de ornato para compensar aquellos que tengan que ser retirados.

- ✓ 8.- Valoración de los servicios ambientales.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

c) Dirigidas a la protección de los recursos naturales

- ✓ 12.- Protección de ecosistemas
  - **Vinculación con el proyecto.-** Se evitará la contaminación por residuos, ya sea por residuos sólidos urbanos, de manejo especial y/o peligrosos para evitar la afectación a suelo y agua, además se cumplirá con los requisitos ambientales como es el caso de la Licencia Ambiental Única y su posterior actualización por medio de la Cédula de Operación Anual.

- ✓ 13.- Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

d) Dirigidas a la Restauración

- ✓ 14.- Restauración de los ecosistemas forestales y suelo agrícolas.
  - **Vinculación con el proyecto.-** Se contará con áreas verdes, las cuales estarán compuestas por vegetación de ornato, así como algunos ejemplares que se encuentran actualmente en el predio y que se tratarán de dejar,

siempre y cuando no pongan en riesgo la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P.

e) Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.

- ✓ 15.- Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

- ✓ 15 Bis.- Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

➢ Grupo II.- Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.

c) Dirigidas al agua y saneamiento.

- ✓ 28.- Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

- ✓ 29.- Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

d) Dirigido a la infraestructura y equipamiento urbano y regional

- ✓ 31.- Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo, con el desarrollo del proyecto y la nueva infraestructura se impulsará el desarrollo del municipio en materia de economía y generación de empleos.

- ✓ 32.- Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
  - **Vinculación con el proyecto.-** El Municipio de Ciénega de Flores otorgó la Licencia de Uso de Suelo, así como la licencia de Construcción

e) Dirigidas al desarrollo Social.

- ✓ 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

- ✓ 37.- Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico – productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
  - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto, sin embargo la empresa Gas RZA S.A.S. de C.V. ofrecerá nuevas fuentes de empleo para laborar en la Planta de Distribución sin distinción de sexo o grupo cultural, siempre y cuando cumplan con el perfil para el desarrollo de las actividades.

- ✓ 39.- Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.
    - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

- ✓ 40.- Atender desde al ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidad. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.
    - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

- ✓ 41.- Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
    - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

➢ Grupo III.- Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

a) Dirigidas al marco jurídico

- ✓ 42.- Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
    - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

b) Dirigidas a la planeación del ordenamiento territorial

- ✓ 43.- Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la información Agraria para impulsar proyectos productivos.
    - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

- ✓ 44.- Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas éntrelos tres órdenes de gobierno y concretadas con la sociedad civil.
    - **Vinculación con el proyecto.-** No aplica debido a la naturaleza de las actividades del proyecto.

Con lo anterior, se puede constatar que no existe contraposición con los programas revisados para la Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P.: Ciénega de Flores de la empresa Gas RZA S.A.S. de C.V.

Cabe mencionar que el diseño de la Planta se hizo apegándose a los lineamientos que señala la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, en el ramo del Petróleo de fecha 5 de diciembre de 2007, y a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Platas de Distribución de Gas L.P., Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación", editada por la Secretaría de Energía, Dirección General de Gas L.P., publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de Octubre de 2014.

En el **Anexo 1.** Se muestran los documentos legales de la empresa.

En el **Anexo 2** se muestra el Anexo fotográfico del predio.

II.1. Proyecto

La empresa pretende construir una Planta de Distribución de Gas L.P. con una capacidad de 250,000 litros, en un predio con una superficie de 10,360.00 m^2.

La justificación o naturaleza del proyecto obedece a la fuerte demanda de fuentes de energía, en este caso, el gas licuado de petróleo. El proyecto se enfoca en atender las crecientes necesidades de combustible y promover el desarrollo económico del Municipio de Ciénega de Flores, así como ofrecer un servicio de calidad.

Las colindancias del terreno que ocupará la Planta de Distribución de Gas L.P. son las siguientes:

Tabla 5. Dimensiones de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Lindero	Medida	Colindancia
Norte	74.00 m	Terreno baldío sin actividad, propiedad de la empresa
Sur	74.00 m	Camino vecinal con futuros accesos a la Planta
Este	140.00 m	Terreno baldío propiedad de la empresa
Oeste	140.00 m	Terreno baldío propiedad de la empresa

Etapa de Preparación del Sitio.

La etapa de preparación del sitio para el desarrollo del presente proyecto se desglosa básicamente en dos etapas:

- Limpieza del terreno.
- Despalme, relleno y nivelación del terreno.

En lo que respecta a la limpieza del terreno, esta actividad consistirá en la remoción de vegetación, principalmente de disturbio o característica de predios en breña, la cual está compuesta principalmente por pastos y herbáceas y algunos ejemplares arbóreos compuestos por mezquites y garruños que están presentes en el predio, siendo importante mencionar que parte de los ejemplares que se encuentran distribuidos en el terreno se podrían dejar siempre y cuando no interfieran con la operación de la Planta de Distribución y que pongan en riesgo a las instalaciones y trabajadores, este tipo de vegetación podrá se considerará como áreas verdes a las cuales se les dará el mantenimiento correspondiente

Como se mencionó anteriormente, se realizará el despalme del sitio donde se ubicará la Planta de Distribución de Gas L.P. para lo cual se tiene proyectado primeramente retirar la capa superficial de tierra y material vegetal del suelo del sitio con una profundidad aproximada de 30 cm y un volumen estimado de 3,108.00 m^3, dicha capa presenta alta contracción lineal y expansión.

Etapa de Construcción.

Las actividades de construcción que se realizarán, se pueden resumir de la siguiente manera:

- Obra civil.
- Instalaciones mecánicas.
- Instalaciones eléctricas.
- Instalación del sistema contra incendio.
- Pruebas de operación

A continuación, se muestra una descripción generalizada de las distintas fases que componen la etapa de construcción:

Tabla. 6 Descripción general de las fases del proyecto.

Fase de construcción	Volumen y tipo de agua	Personal requerido	Tipo de maquinaria y equipo	Combustible[1] y/o energía eléctrica	Impactos al ambiente	Modifica-ciones previstaS
Preparación del sitio	Agua cruda 360,000 litros	2 Choferes 1 Operador para el cargador 1 Operador para la moto-conformadora	1 Camión de volteo 1 Moto-conformadora 1 Cargador 6 Palas 6 Picos	3,000 litros de diésel	Emisión de polvo, ruido, residuos sólidos y gases de combustión	Perturbación del suelo

[1] Durante la etapa de construcción, dentro de las instalaciones del proyecto, no existirá almacenamiento de combustible, la maquinaría que lo requiera se surtirá en las gasolineras cercanas al lugar

Fase de construcción	Volumen y tipo de agua	Personal requerido	Tipo de maquinaria y equipo	Combustible[1] y/o energía eléctrica	Impactos al ambiente	Modifica-ciones previstaS
		1 Ing. Mecánico-Electricista Supervisor del proyecto				
Obra civil	Agua cruda 90,000 litros	10 Albañiles 10 Ayudantes 2 Choferes 1 Ing. Mecánico-Electricista Supervisor del proyecto	1 Revolvedora de concreto 2 Camiones de volteo 10 Juegos de enseres de albañilería	1,800 litros de diésel 1,200 litros de gasolina	Emisión de polvo, ruido, residuos sólidos y gases de combustión	Modificación del paisaje
Instalaciones mecánicas	____	6 Soldadores 3 Ayudantes 1 Ing. Mecánico-Electricista Supervisor del proyecto	1 Camioneta pick- up 3 Soplete gas L.P.-oxígeno 3 Máquinas de soldadura eléctrica 1 Juego de llaves españolas 1 Juego de desarmadores 2 Llaves stilson 2 Llaves pericas	13 KVA 800 litros de gasolina	Emisión de gases de combustión y residuos sólidos y consumo de energía eléctrica.	Modificación del paisaje
Instalaciones eléctricas	____	1 Electricista 1 Técnico 1 Ing. Mecánico-Electricista	1 Camioneta pick- up 1 Voltímetro 1 Guía metálica 1 Juego de desarmadores	600 litros de gasolina	Emisión de gases de combustión y residuos sólidos.	Modificación del paisaje

Fase de construcción	Volumen y tipo de agua	Personal requerido	Tipo de maquinaria y equipo	Combustible[1] y/o energía eléctrica	Impactos al ambiente	Modifica-ciones previstaS
		Supervisor del proyecto	2 Pinzas 1 Pinza de presión			
Pruebas de operación	Agua cruda 5,000 litros	1 Electricista 2 Ayudantes 1 Ing. Mecánico-Electricista Supervisor del proyecto	1 Manómetro 1 Válvula globo de 3/8” 1 Compresor para inyectar aire Reducciones de 3”, 2”, 11/4” y 1” a 3/8”	1 KVA	Consumo de energía eléctrica.	Modificación del paisaje

A continuación, se muestra el equipo estimado que se utilizará para la etapa de construcción de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Tabla 7. Equipo que se utilizará durante la construcción.

Equipo	Horas a usar
Retroexcavadora marca CATERPILLAR Mod. Cat 420-E o similar.	288
Excavadora sobre orugas marca Caterpillar Mod. Cat 324 DL o similar 168 H.P. p/o 28.85 ton	32
Motoconformadora marca CATERPILLAR Mod. Cat 12 K o similar motor cat C7 ACERT p/o 14.3 ton	60
Rodillo vibratorio marca CATERPILLAR Mod. Cat CB 534 C o similar motor cat 105 H.P. p/o 9.19 ton	48
Rodillo vibratorio marca NEUSON WACKER Mod. PD12 o similar motor bicilíndrico de 4 t. refrigerado por aire p/o 1.2 ton	90
Apisonador vibratorio (bailarina) marca NEUSON WACKER Mod. BS50-4 o similar motor a gasolina de 4 t	120

Equipo	Horas a usar
Vibrador de concreto marca CIPSA Mod. MUMP5AA36140 so similar, motor EUROV 4x2 capacidad de carga 14 ton	120
Camión de voltea de 7 m^3 marca INTERNATIONAL Mod. 4300 o similar motor EUROV 4x2 capacidad de carga 14 ton	480
Camión con pipa de agua de 10,000 litros marca INTERNATIONAL Mod. 4300 o similar, motor 4300 NAVISTAR 195 H.P. capacidad de carga 15 ton.	90

Materiales

Los materiales que se requerirán en la etapa de preparación del sitio y construcción se presentan a continuación.

Tabla 8: Materiales y sustancias a utilizar durante la etapa de preparación del sitio y construcción

Material	Cantidad
Acero reforzado (medidas variables)	1.0 ton
Concreto premezclado	10 m^3
Cemento	1.0 ton
Arena	500 m^3
Grava	3 m^3
Cal	20 sacos

Personal requerido

- Ing. Residente
- Almacenista
- Ayudantes generales (5)
- Oficial de albañilería (3)

- Técnico especializado en Plantas de Distribución
- Operador retroexcavadora
- Operador motoconformadora
- Operador vibrocompactador
- Chofer de pipa

Según lo estipulado en la Memoria Técnico Descriptiva, el diseño se apega a los lineamientos que señala la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo de fecha 5 de Diciembre del 2007, y a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación", editada por la Secretaría de Energía, Dirección General de Gas L.P., publicada en el Diario Oficial de la Federación el día miércoles 22 de Octubre del 2014.

Esta norma tiene como objetivo: establecer las especificaciones técnicas mínimas de seguridad que se deben cumplir en el término nacional para el diseño, construcción y operación de las Plantas de Distribución de Gas L.P., en las cuales la temperatura mínima de operación no es inferior s 258.15 K (-15°C), así como el procedimiento para la evaluación de la conformidad con esta Norma Oficial Mexicana.

Así mismo, toma en cuenta los requisitos de los planos y memorias técnico descriptivas, estableciendo las especificaciones de los proyectos: Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio, incluyendo dimensiones, características de construcción, descripción de materiales, características de los recipientes de almacenamiento, características de las tuberías, bombas y compresores, tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo, cálculos para las especificaciones de los componentes del sistema de trasiego, memoria de cálculo de la instalación eléctrica con base en la Norma Oficial NOM-001-SEDE-2012, cálculo hidráulico del sistema de agua contra incendio, rótulos de seguridad, así como las especificaciones de las condiciones de seguridad en la operación de la Planta de Distribución

Proyecto Civil

El terreno que ocupará la Planta de Distribución es de una forma rectangular y tendrá una superficie de 10,360.00 m^2

Urbanización.

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se tendrán en terminación asfaltada y contarán con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, todas las demás áreas libres dentro de la planta se mantendrán limpias y despejadas de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la misma. El piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto y contará con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

La construcción destinada para oficinas, bodega, servicios sanitarios, comedor y accesos se localizará por el lado oeste del terreno, los materiales con que estará construida serán en su totalidad incombustibles, ya que su techo será de losa de concreto, paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas

Bardas o Delimitación del Predio

El terreno se tendrá limitado por sus linderos; norte, sur, este y oeste; con tela tipo "cyclone" de 3 metros de altura

Accesos

Por el lado sur del terreno de la Planta se contará con dos puertas de 6.00m de ancho, usada para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa.

Estacionamiento

La zona destinada para el estacionamiento interior de los vehículos repartidores se localizará por el lado Norte del terreno de la planta, esta, ubicada de tal forma que la entrada o salida de cualquier vehículo a estacionarse no interfiera con la libre circulación de los demás, ni afecte a los ya estacionados. El piso será asfaltado, y contará con la pendiente adecuada para evitar el estancamiento del agua de lluvia, esta planta contará con áreas de circulación adecuadas.

Zonas de Protección.

La protección de la zona de almacenamiento será de plataforma de concreto con altura mínima de 0.60 metros NPT, las bombas se encontrarán dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento y los compresores sobre una isleta o plataforma de concreto de 0.60 metros de altura y tendrán las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia.

Dentro de la propia Memoria Técnico Descriptiva para el proyecto civil elaborado por el Ing. Jorge Santa Rosa Martínez UVSELP-070, se hace un pequeño análisis correspondiente a un estudio de mecánica de suelos, del cual se obtiene lo siguiente:

El lote

El lote estudiado tiene su superficie prácticamente plana con yerbas y zacate.

El terreno está ligeramente hundido con relaciona la rasante de la carretera.

El Subsuelo

Del lote estudiado se exploró haciéndole dos sondeos con posteadora y penetrómetro muestreador de media caña.

De los materiales extraídos se tomaron muestras representativas para determinar su contenido natural de humedad, su peso volumétrico del lugar, sus propiedades índices, así como su clasificación en el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

De los resultados obtenidos se deduce que el subsuelo estudiado está formado por un gran estrato de rocas calizas y areniscas grises y café al cual le yace un estrato delgado de una arcillo café con grava de 0.50 a 0.7 metros de espesor.

En la exploración no se encontró ningún tipo de agua.

Capacidad de carga

La capacidad de carga del subsuelo estudiado se determinó con la prueba de penetración estándar, las características físicas de los materiales estudiados, la suposición de una zapata aislada de 1 metro de ancho y un monograma para calcular la capacidad de carga de suelos friccionantes.

Los resultados obtenidos son los siguientes, considerando un valor máximo de 35 para prueba de penetración.

Capacidad de carga en tm/m^2

SONDEO

Tabla 9: Capacidad de carga.

Perforación en metros	Sondeo 1	Sondeo 2
1.0	50	50
1.5	Roca	Roca
2.0	Roca	Roca

Tomando en cuenta que se construirán apoyos para soportar el tanque, en forma de caballetes y considerando las excelentes características de resistencia y nula compresibilidad del suelo estudiado, se recomienda una cimentación de:

"Zapatas aisladas de concreto reforzado desplantadas a 1 metro de profundidad con relación al nivel actual del terreno, presionado el material con 40 tm/m^2"

La interacción

Suelo – cimiento no tendrá ninguna compresibilidad.

Asentamiento

La cimentación anterior no tendrá asentamientos diferenciales de importancia.

Conclusión

El subsuelo estudiado es adecuado para cimentaciones superficiales.

Servicios Sanitarios.

En la construcción que se localizará por el lindero Oeste del terreno de la planta se localizarán los servicios sanitarios, mismos que estarán construidos en su totalidad con materiales incombustibles. Se contará con un servicio sanitario para el personal de esta planta y constará de dos tazas, tres mingitorios, tres lavabos y cuatro regaderas. Para el personal de oficina se contará con 2 servicios individuales que constarán únicamente de dos tazas y lavabo por la esquina noroeste del servicio sanitario para el personal obrero se contará con un bebedero o garrafón de agua. Para el abastecimiento de aguas se contará con una cisterna de capacidad apropiada.

El drenaje de las aguas negras estará construido por medio de tubos de concreto de 0.15m de diámetro, con una pendiente del 2% a una fosa séptica localizada por el lindero sur del terreno de la planta.

Todos los servicios constarán con pisos impermeables y antiderrapantes, los muros estarán construidos con materiales impermeables hasta una altura de 1.50 m para su fácil limpieza.

Cobertizo de maquinaria

Como cobertizo se considera la estructura de las isletas que contendrá las tomas de recepción y suministro las cuales serán metálicas en su totalidad, siendo su techo de lámina galvanizada y soportada por columnas metálica. Estos cobertizos servirán para proteger de la intemperie al equipo, accesorios y mangueras allí instaladas.

Pintura de los tanques de almacenamiento

El tanque de almacenamiento se tendrá pintado de color blanco brillante, en sus casquetes un círculo rojo

Pintura en topes, postes, protecciones y tuberías

El muro de concreto que constituirá la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto que existirán, en el interior de la planta se tendrán pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

Todas las tuberías se encontrarán pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: rojo las conductoras de agua contra incendio, verde con franjas blancas las que retornan gas líquido al tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas vapor, negro los conductores eléctricos, blanco conducen gas líquido

En el recinto de la planta se encontrarán instalados y distribuidos en lugares apropiados letreros con leyendas como:

- PELIGRO GAS INFLMABLE (varios)
- SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS (a la entrada de la planta)
- SE PROHIBE ENCENDER FUEGO EN ESTA ZONA (en la zona de almacenamiento y trasiego)
- SE PROHIBE EL PASO A ESTA ZONA A PERSONAS NO AUTORIZADAS (encada lado de la zona de almacenamiento)
- Se contará con letreros que indiquen los diferentes pasos de maniobra (muelle, tomas de recepción y suministro).
- Se contará con una tabla que señale los códigos de colores de las tuberías (a la entrada de la planta)
- PROHIBIDO REPARAR VEHICULOS EN ESTA ZONA (zona de almacenamiento y trasiego)

Las distancias mínimas en ésta Planta de Distribución de Gas L.P. serán las siguientes:

a) De tanque de almacenamiento a:

Lindero Oeste	140 m
Lindero Sur	74 m
Lindero Este	140 m
Paño inferior del tanque a piso terminado	2 m
Zona de protección	3 m
Toma de recepción	7 m
Toma de suministro	7 m
Muelle de llenado	N/A
Llenadoras	N/A

b) De compresor a zona de protección: 2 m

c) De bomba a zona de protección: 2 m

Operación

En las etapas de operación y mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. tendrá este cronograma por un tiempo indeterminado, que como mínimo será de 30 años para que en las instalaciones se lleven a cabo las actividades de distribución de Gas L.P. Este tiempo estará en todo momento en función del mantenimiento de los accesorios que por norma deben reemplazarse en la fecha de su caducidad, así como supervisar en todo momento los accesorios que sufran desgaste mecánico o por fricción y la realización de las pruebas de hermeticidad cada 5 años.

Tabla 10. Cronograma para la etapa de operación y mantenimiento.

ACTIVIDAD	AÑOS													
	1		2		3		4		5		6		Siguientes	
General														
Recepción del auto tanque para descarga del Gas L.P. en la Planta de Distribución.														
Implementar las medidas de seguridad como lo son colocar letreros de prohibido el paso, extintores, calzar las ruedas del auto tanque, conectar pinzas tipo caimán a tierra														
Conectar manguera de descarga del auto tanque al tanque de almacenamiento y comenzar la descarga														
Llegar al nivel de llenado deseado e interrumpir la descarga														
Cerrar válvulas y desconectar mangueras														

ACTIVIDAD	AÑOS													
	1		2		3		4		5		6		Siguientes	
Desconectar pinzas tipo caimán y descalzar las ruedas del auto tanque, retirar extintores y letreros														
Abandona el auto tanque las instalaciones														
Planta de Distribución														
SECUENCIA DE LLENADO EN AUTO TANQUE DE REPARTO														
Estacionarse correctamente														
Apagar el motor														
Calzar las llantas														
Conectar a tierra la unidad														
Verificar porcentaje de Gas Líquido														
Conectar mangueras														
Abrir válvulas correspondientes														
Arrancar la bomba														
Vigilar el llenado														
No llenar a más del 90%														
Desconectar mangueras con precaución														
Desconectar tierra y quitar calzas														
SECUENCIA PARA DESCARGA DE SEMIREMOLQUES														
Estacionarse correctamente														
Apagar el motor														
Calzar las llantas														

ACTIVIDAD	AÑOS													
	1		2		3		4		5		6		Siguientes	
Mantenimiento														
El mantenimiento preventivo de las instalaciones incluirá los tanques de almacenamiento, las bombas, válvulas, tuberías y mangueras, tierras físicas, instalaciones eléctricas, extintores, pintura, señalización, limpieza,														
Antes del mantenimiento se suspenderá cualquier suministro de gas L.P., se desconectará la corriente eléctrica, se delimitará la zona a mantener y se evitarán las fuentes de ignición														
Pruebas de hermeticidad a los tanques de gas L.P. cada 5 años														

El terreno que ocupará la Planta de Distribución de Gas L.P.; Ciénega de Flores es de forma regular y presenta una superficie de 10,360 m².

Tabla 11: Distribución de la superficie de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Área	Superficie
Oficina	12.00 m²
Baños	8.00 m²
Cuarto de máquinas y cisterna	16.00 m²
Bodega	12.00 m²
Cuarto eléctrico	4.00 m²
Zona de suministro	21.00 m²

Área	Superficie
Zona de almacenamiento	344.00 m^2
Zona de Estacionamiento	185.00 m^2
Áreas de circulación	9,758.00 m^2
Total	10,360.00 m^2

II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.

Al ser una instalación que aún no se ha construido, no se tienen planes de crecimiento a futuro.

II.1.2. Fecha de inicio de operaciones

La Planta de Distribución aún no ha sido construida

II.1.3. Ubicación de la instalación

El sitio donde se desarrollará el proyecto correspondiente a la Planta de Distribución se localiza en la Carretera Nacional Km 40+300, Lote 309, en la Ex Comunidad Melchor Barrera, C.P. 65556, Municipio de Ciénega de Flores, Estado de Nuevo León.

La localización en coordenadas geográficas en grados, minutos y segundos del predio es:

26° 0’ 8.58” N
100° 7’ 29.12” O

Equivalente a:

Latitud: 26.002384° Longitud: -100.124755°
14 R 387,434.93 mE y 2,876,432.32mN

Con una elevación de 454 m.s.n.m.

A continuación, se muestra la carta de ubicación:

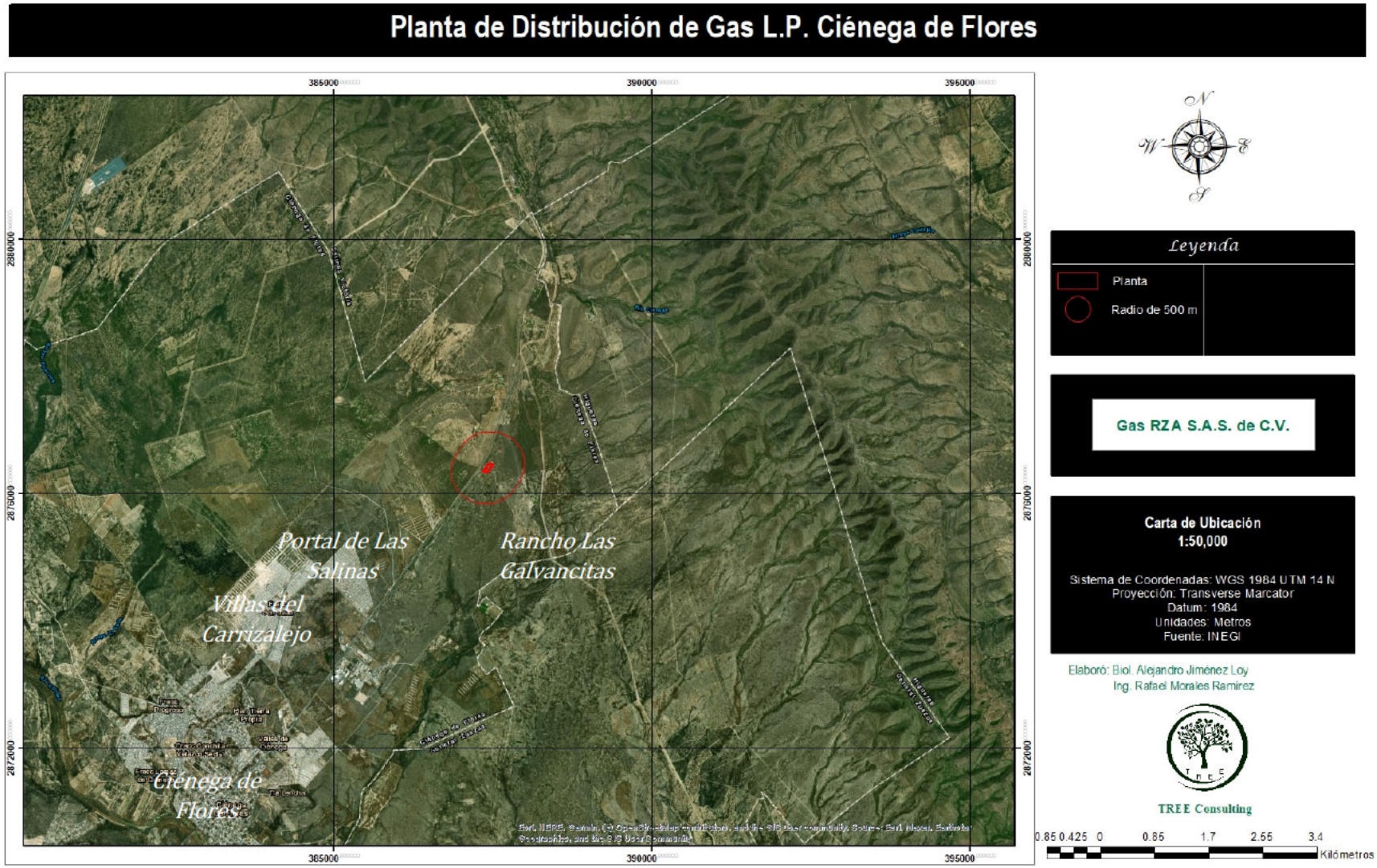


Figura 3. Carta de Ubicación 1:50,000.

Planta de Distribución de Gas L.P. Ciénega de Flores

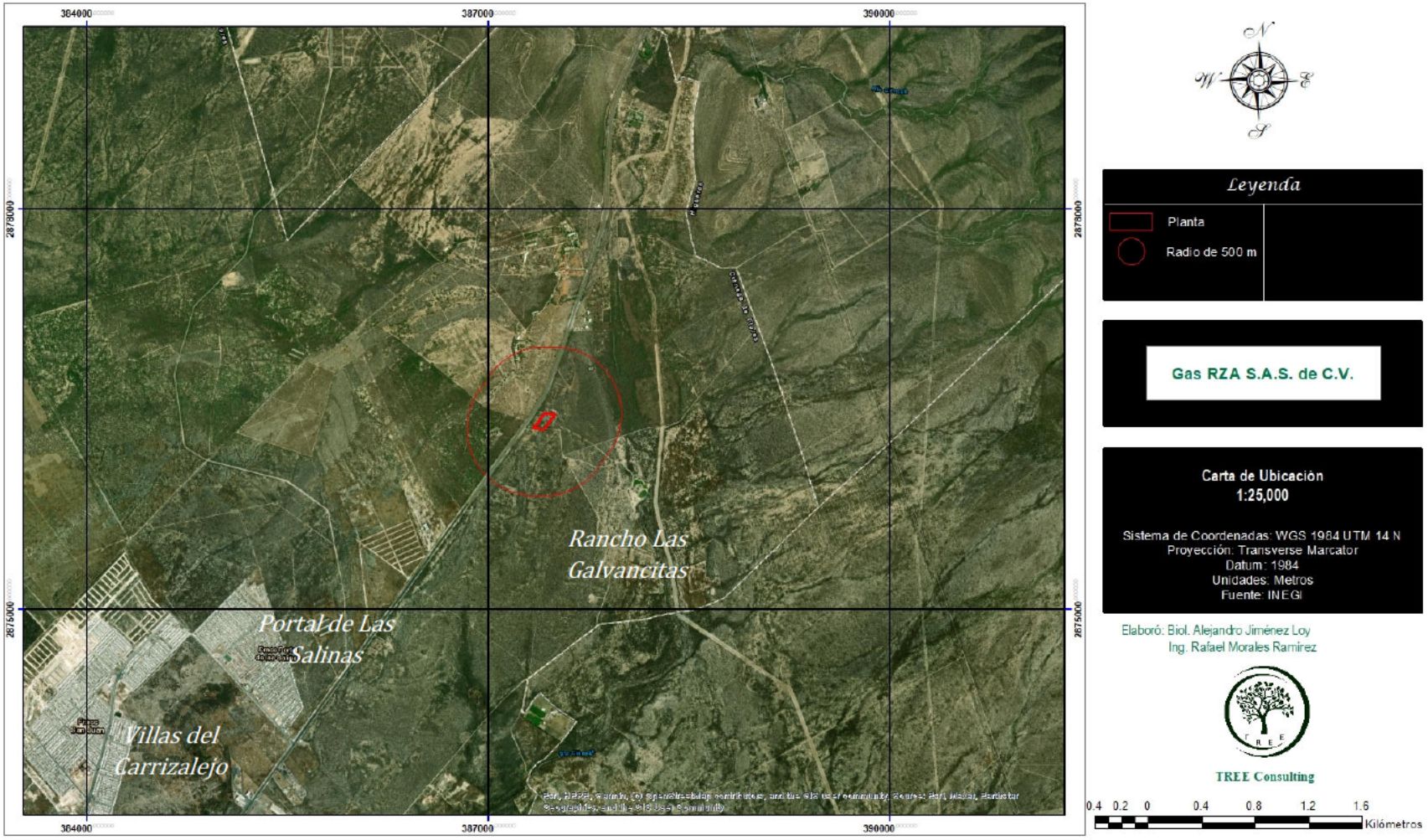


Figura 4: Carta de Ubicación 1:25,000.

A continuación, se muestran las coordenadas del predio:

Figura 5: Coordenadas para la Planta de Distribución de Gas L.P.

Tabla 12: Coordenadas del predio para la Plata de Distribución.

Punto	Coordenadas	
	X mE	Y mN
1	387,422.65	2,876,471.87
2	387,496.61	2,876,468.35
3	387,416.53	2,876,353.98
4	387,343.31	2,876,357.20

En la zona, en un radio de 500 metros, se tiene la presencia de unas construcciones abandonadas dentro del predio total propiedad de la empresa RZA S.A.S. de C.V., aproximadamente a 330 metros en dirección Suroeste se encuentran las instalaciones de un rancho, así mismo, aproximadamente a 430 metros en dirección Noroeste se tiene la presencia de tierras de cultivo.

En la siguiente imagen se puede apreciar tanto el predio como las colindancias (amarillo) y sus alrededores:

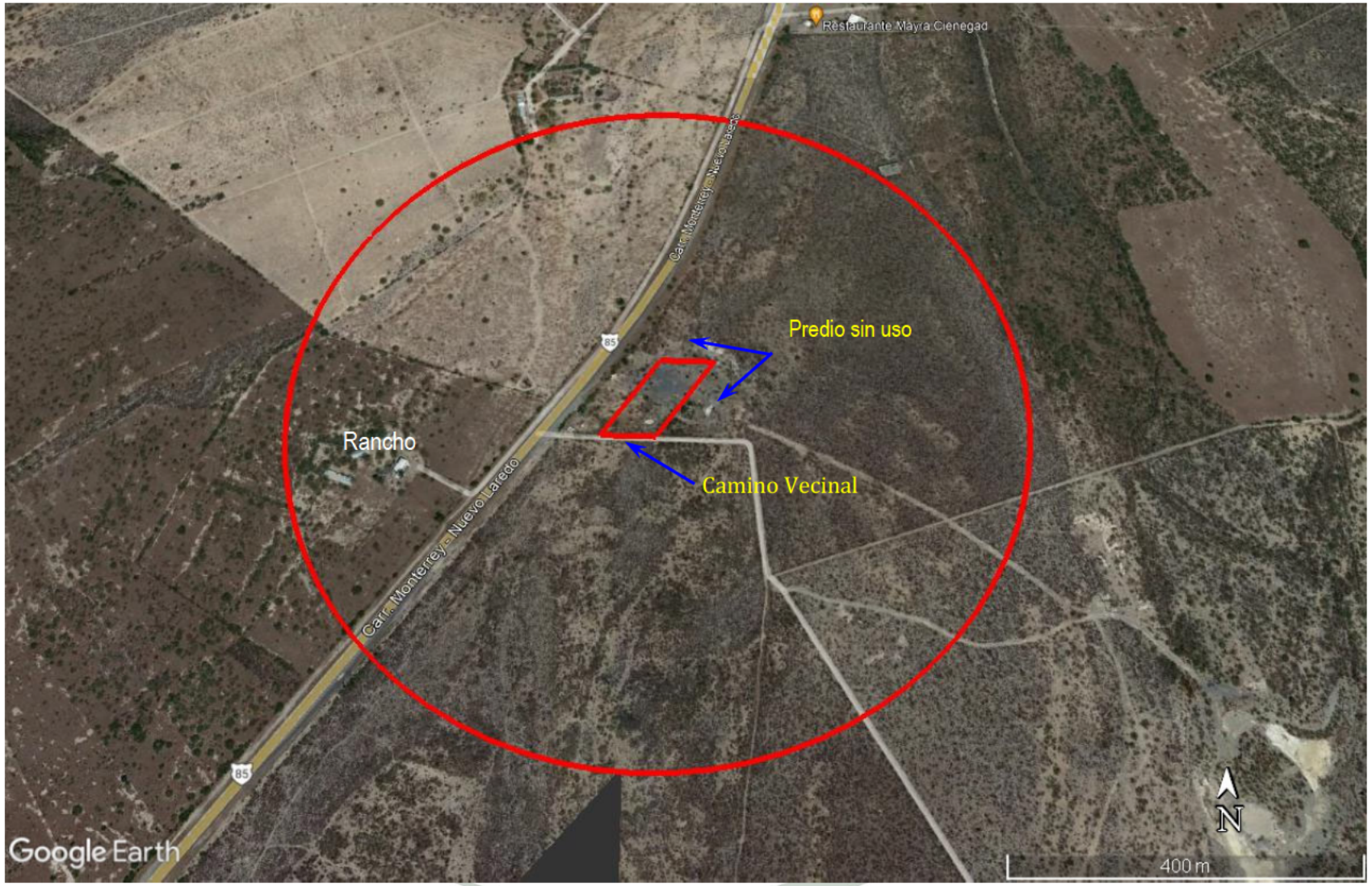


Figura. 6. Imagen de Urbanización del área.

I.1.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de las actividades (m2 o Ha)

El terreno cuenta con una superficie Total de 10,360.00 m^2, el cual presenta las siguientes dimensiones:

Tabla 13. Dimensión y Colindancias de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Lindero	Medida	Colindancia
Norte	74.00 m	Terreno baldío sin actividad, propiedad de la empresa
Sur	74.00 m	Camino vecinal con futuros accesos a la Planta
Este	140.00 m	Terreno baldío propiedad de la empresa
Oeste	140.00 m	Terreno baldío propiedad de la empresa

Por el lado sur del terreno de la Planta se contará con dos puertas de 6.00m de ancho, usada para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa.

Figura 7. Accesos a la Planta de Distribución

El predio donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P. cuenta con los siguientes servicios y urbanización

- Delimitado mediante malla ciclónica en sus cuarto linderos.
- La Planta de Distribución contará con un transformador de 75 KVA para el funcionamiento de la Planta.

Esta planta contará con un tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilindro horizontal, especial para contener Gas L.P., el cual se localizará de tal manera que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias, el cual cumplirá con su código de fabricación, dicho tanque contará con una capacidad de 250,000 litros

Tabla 14. Almacenamiento de hidrocarburos

Hidrocarburo almacenado	Forma de almacenamiento	Capacidad
Gas Licuado de Petróleo	Tanque intemperie cilindro horizontal	250,000 litros

Los componentes principales para el funcionamiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. y que están descritos en el proyecto mecánico y eléctrico son:

- Proyecto Mecánico
  - ✓ Recipientes de almacenamiento.
  - ✓ Bomba.
  - ✓ Compresor.
  - ✓ Controle manuales, automáticos y de medición.
  - ✓ Tuberías y conexiones
  - ✓ Tomas de recepción y suministro.

- Eléctrico.
  - ✓ Demanda total requerida.

- ✓ Relación de carga instalada.

PROYECTO MECANICO

El tanque de almacenamiento se tendrá montado sobre bases de concreto de tal forma que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.

Contará con una zona de protección constituida por plataforma con altura de 0.60 m. NPT

El recipiente estará nivelado y tendrá una altura de 2.00m medida de la parte inferior de los mismos al nivel de piso terminado.

A un costado del tanque se tendrá una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo, se contará también con una escalerilla al frente, misma que será usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.

El tanque, escaleras y pasarelas metálicas, contarán con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

El recipiente que se instalará tendrá las siguientes Características:

Tabla 15: Características del tanque de almacenamiento.

Parámetro	Especificación
Construido por	CYTSA
Según norma	NOM-009-SESH-2011
Capacidad en litros de agua	250,000 Litros
Año de fabricación	08-2018
Diámetro	334.5 mm
Longitud total	2,961 cm
Presión de trabajo	14.06 kg/cm^2

Parámetro	Especificación
Factor de seguridad	4
Forma de las cabezas	Semiesféricas
Eficiencia	100%
Espesor lámina del cabezal	9.9 mm
Material de los cabezales	Tipo 4 SA-62
Espesor lámina cuerpo	18.4 mm
Material lámina cuerpo	Tipo 4 SA-62
No. de serie	TP18664
Tara	42,000 kg

Accesorios

La Planta de Distribución contará con los siguientes accesorios:

- Un medidor magnético para nivel liquido marca Magnatel
- Un termómetro marca Rochester con graduación de -60 a 40° C de 12. 7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca EVA con graduación de 0-21 kg/cm^2 de 6.4 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego, modelo 3165 de 6.4mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 86.25% del nivel del tanque.
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca rego modelo A7639V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 946 LPM (250 GPM) cada una
- Una válvula de exceso de flujo para gas líquido marca rego modelo A3292-B de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 378 LPM (100 GPM) cada una
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas vapor marca rego modelo A3292-B de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 927 m^3/hr (32700 ft^3/hr) cada una
- Dos válvulas multiport bridadas marca cms, modelo 5850-A de 101mm (4") de diámetro con cuatro válvulas de seguridad Marca Regó modelo A3149G de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m^3 /min. Cada una. Estas válvulas con puntos de ruptura
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".

- Las válvulas de seguridad que se tendrán instaladas en la parte superior del tanque contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y 2.00 metros de altura y puntos de ruptura.

La maquinaria para la operación básica de trasiego será la siguiente:

Bomba

La bomba que se utilizará será la siguiente:

Tabla 16: Características de las bombas.

Operación Básica	Carga de auto tanque
Marca	Blackmer
Modelo	LGL- 3E
Motor eléctrico	7.5 C.F.
R.P.M.	780
Capacidad nominal	424 LPM (112 GPM)
Presión diferencial de trabajo (máx)	3.0 Kg/cm^2
Tubería de succión	76 mm (3") de diámetro
Tubería de descarga	76 mm (3") de diámetro

Compresor

El compresor que se utilizará se describe a continuación:

Tabla 17: Características del compresor.

Número	1
Operación básica	Descarga de remolques – tanque
Marca	Blackmer
Modelo	LB-361
Motor eléctrico	15 C.F.
R.P.M.	825
Capacidad nominal	749 L.P.M. (198 G.P.M.)
Desplazamiento	61 m^3/hr
Radio de compresión	1.49
Tubería de gas – líquido	101 mm (4") ϕ 76 mm (3") ϕ
Tubería de gas – vapor	76 mm (3") ϕ 51 mm (2")ϕ

La bomba estará ubicada dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento y el compresor sobre una isleta o plataforma de concreto de 0.60 metros de altura y además cumplirán con las distancias mínimas reglamentarias.

La bomba y el compresor, junto con su motor, estarán cimentados a una base metálica, la que a su vez se fijará por medio de tornillos anclados a una base de concreto.

Los motores eléctricos acoplados a la bomba y al compresor serán los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y contarán con un interruptor automático de sobrecarga, además se encontrarán conectados al sistema general de "tierra".

La descarga de la válvula de purga de líquidos del compresor, estará a una altura mínima de 2.5m sobre nivel de piso.

Controles Manuales

En diversos puntos de la instalación se tendrán válvulas de globo y de bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/cm^2, las que permanecerán "cerradas o abiertas" según el sentido del flujo que se requiere.

Controles Automáticos

A la descarga de la bomba se contará con un control automático de 38 mm (1 1/2"), para retorno de gas líquido excedente al tanque de almacenamiento, este control consistirá en una válvula automática (by – pass), la que actuará por presión diferencial y estará calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm^2 (71 Lb/in^2).

Controles de Medición

En la toma de suministro se contará con medidor NEPTUNE para control de suministro de Gas LP

El medidor de líquido tendrá las siguientes características

Tabla 18: Características del medidor de líquido.

Marca	Neptune
Tipo	4D
Diámetro de entrada	32 mm
Diámetro de salida	32 mm
Capacidad	Max 380 LPM (100 GPM)
Presión de trabajo	24.6 Kg/cm^2)
Registro Modelo	Electrónico
Capacidad del totalizador	99,999,999 litros

Capacidad del registro – impresor	99,999,999 litros

Justificación técnica del diseño de la Planta

Queda justificado en la -memoria técnica que la capacidad total de almacenamiento es de 250,000 lts/agua, misma que se tendrá en un recipiente especial para Gas L.P. tipo intemperie cilíndrico - horizontal, con capacidad de 250,000 litros agua

Para protección de las bombas por sobrecargas, se tendrá instalada una válvula automática para relevo de presión diferencial después de cada bomba, calibrada a 5 kg/cm^2.

La potencia del motor con que contará el compresor será de 15 C.F. operando a 825 RPM obteniendo un desplazamiento de 61 m^3/hr (36 CFM) y capacidad de 749 LPM (198 GPM).

Tuberías y conexiones

Todas las tuberías que se instalarán para conducir Gas L.P. serán de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2 y donde existan accesorios roscados, estos serán para una presión de trabajo de 140-210 kg/cm^2 y con tubería de acero cedula 80.

Tabla 19: Diámetros de las tuberías que se instalarán.

Trayectoria	Tubería	Retorno Líquido	Vapor
De tanque a toma de recepción	76 mm		51 mm
De tanque a toma de suministro	76mm 51 mm	51 mm	51 mm 32 mm

En las tuberías conductoras de gas líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tendrán instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas calibradas para una presión de apertura de 26. 75 kg/cm^2 y capacidad de descarga de 22 m^3/min y serán de 13 mm (1/2") de diámetro.

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

Tomas de recepción y suministro

Las tomas de recepción y suministro que se localizarán por el lado norte de la zona de almacenamiento y para su mejor protección se encontrarán ubicadas sobre una isleta o plataforma de concreto de 0.60 metros de altura, estando dichas tomas a una distancia de 8 metros del tanque (tomas de suministro).

Toma de Recepción

Para descargar remolques-tanque se contará en la plataforma con dos juegos de tomas, constando cada juego de dos bocas terminales de 51 mm (2") de diámetro, para conducir gas-líquido que se conectarán a una tubería de 76mm (3") de diámetro; además cada juego estará integrado por una boca Terminal de 32mm (1/4") de diámetro para conducir gas-vapor que se conectará a la tubería de 51 mm (2") de diámetro

Toma de suministro

Para la carga de auto-tanques se realizará por medio de una bomba, teniéndose la tubería a la descarga de 76 mm (3") de diámetro, hasta llegar a la isleta, de 51 mm (2") de diámetro y conservará el mismo diámetro en su boca terminal, la tubería que conducirá gas-vapor en esta trayectoria será de 51 mm (2") de diámetro, ya en la isleta la tubería de 32 mm (1 ¼") de diámetro en su boca terminal, además la toma de gas – liquido, contará con un medidor volumétrico de 51 mm de diámetro.

Mangueras

Todas las mangueras que se usarán serán especiales para Gas L.P., construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P. están diseñadas para una presión de trabajo de 17.57 Kg/cm^2 y presión de ruptura de 40 Kg/cm^2. Se contará con mangueras en la toma de recepción y suministro, estando estas últimas protegidas contra daños mecánicos.

Las mangueras cuando no estén en servicio, sus acopladores quedarán protegidos con tapón.

Soportes

Las tomas, para su mejor protección, estarán fijas en un extremo de su boca Terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego de Gas L.P., los coples soldables que contendrán a las abrazaderas contarán con puntos de ruptura.

Proyecto Eléctrico.

El objetivo de esta memoria, es la elaboración de un conjunto de requerimientos técnicos para la correcta operación de una instalación eléctrica de fuerza y alumbrado, para la planta de almacenamiento de gas L.P. propiedad de Gas RZA S.A.S. DE C.V. que se ubicará en: CARRETERA NACIONAL KM 40+300, LOTE 309 EN LA EXHACIENDA MELCHOR BARRERO, EN CIENEGA DE FLORES, N.L., que cubra los requisitos de seguridad, minimización de pérdidas eléctricas, operatividad y versatilidad, necesarios para un funcionamiento confiable y prolongado y que además cumpla con la Norma Oficial Mexicana NOM-001 - SEDE-2012 en vigor.

La Planta divide su carga en 3 renglones principales:

Tabla 20: Demanda eléctrica requerida.

2A	Fuerza para la operación de bomba y compresor de gas, con una carga continua de 14,920.00 W, y un factor de demanda del 100%, lo que significa	14,920.00 w
2B	Alumbrado y contactos de una carga de 3,220.00 W y un factor de demanda del 100%, lo que significa	2,580.00 w
	Watts totales	17,500.00 W

La bomba contra incendios 50 CP, nunca va a operar en conjunto con la carga de la planta, ya que, al accionar la bomba, se bloquea el funcionamiento de las demás cargas. Por lo tanto, el transformador será de 75 KVA.

2C	Fuerza para el servicio contra incendio con una carga de 50 C.P. y un factor de demanda del 100%, lo que significa	40,600.00 w

Relación de carga instalada

Tabla 21: Relación de carga instalada

No.	Cantidad	Descripción	Watts	Volts	Fases
3.1	1	Compresor para gas	11,190.00	220	3
3.2	1	Bomba para gas No. 1	3,730.00	220	3
3.3	1	Bomba contra incendio	40,600.00	220	3
3.4	2	Lámpara 400 W más balastro	800.00	220	2
3.5	2	Lámpara 160 W A.P.E.	320.00	220	1
3.6	6	Lámpara 80 W	240.00	127	1
3.7	4	Contacto monofásico 180 W	720.00	127	1
3.8	1	Alarma contra incendio	500.00	127	1
		Watts totales	58,100 Watts		

Valores en Watts para motores eléctricos trifásicos, lámparas y contactos de acuerdo a tabla 430 - 248, tabla 430 - 250 y artículo 220 - 14 de la NOM-001- SEDE-2012.

II.1.5. Características de equipos principales del proyecto

- Tanque de almacenamiento de Gas L.P.

Descripción	Tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilindro horizontal									
Clave o identificación (TAG)	Tanque 1		**Código de diseño**		NOM-009-SESH-2011					
Materiales de construcción	Material lámina de cabezas: Tipo 4 SA-612 Material lámina del cuerpo: Tipo 4 SA-62		**Capacidad**	250 m^3	**Ubicación**	Se localizará a 70 metros del lindero Sur y 30 metros del lindero Norte del predio y estará montado sobre sus bases de concreto y una zona de protección constituida por plataforma con altura de 0.60 m NPT.				
Dimensiones	Diámetro: 3.345 m Longitud: 29.61 m		**Año de fabricación**	08-2018		**Tiempo de vida útil**	30 años			
Sustancia Manejada	Gas L.P.		**Estado físico de la sustancia manejada**			Gas - Líquido				
Presión de prueba hidrostática (Kg/cm^2)	ND									
Datos	**Flujo (Kg/cm^3)**			**Presión (Kg/cm^2)**			**Temperatura (°C)**			
	Mínima	**Normal**	**Máximo**	**Mínima**	**Normal**	**Máxima**	**Mínima**	**Normal**	**Máxima**	
Diseño	NA	NA	NA	ND	ND	ND				
Operación	NA	NA	NA	ND	ND	14.06 Kg/cm^2				
Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención										
Indicador de nivel / Manómetro / Termómetro / Válvula de alivio de presión / Válvulas en los coples / Válvulas de exceso de flujo / Válvulas de máximo llenado /										

- Bomba.

Descripción	Bomba para llenado de auto tanques								
Clave o identificación (TAG)	Modelo LGL-3E	**Código de diseño**	ISO 9001						
Materiales de construcción	Sellos mecánicos de Buna-N y paletas Duravane	**Capacidad**	424 L.P.M.	**Ubicación**	En la zona de almacenamiento				
Dimensiones	ND	**Año de fabricación**	No Disponible	**Tiempo de vida útil**	Al menos 5 años, sin embargo depende del uso y condiciones de operación				
Sustancia Manejada	Gas L.P.	**Estado físico de la sustancia manejada**	Gas						
Presión de prueba hidrostática (Kg/cm²)	NA								
Datos	**Flujo (Kg/cm³)**			**Presión (Kg/cm²)**			**Temperatura (°C)**		
	Mínima	**Normal**	**Máximo**	**Mínima**	**Normal**	**Máxima**	**Mínima**	**Normal**	**Máxima**
Diseño	NA	NA	NA	ND	ND	ND			
Operación	NA	NA	NA	ND	ND	Presión diferencial de trabajo 3.0 Kg/cm²			

Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención

La bomba y el compresor, junto con su motor, estarán cimentados a una base metálica, la que a su vez se fijará por medio de tornillos anclados a una base de concreto, los motores eléctricos acoplados a la bomba y al compresor contarán con un interruptor automático de sobrecarga, además de que se encontrarán conectados al sistema de tierra, este tipo de bombas cuentan con un cople flexible bridado y un filtro tipo "y", en la tubería de succión; mientras que en la tubería de descarga cuentan con un control automático By - Pass (31.8 mm) de diámetro para retorno de gas líquido excedente al tanque de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la cual actúa por presión diferencial y estará calibrada para una presión de apertura entre 3 y 5 Kg/cm².

➤ Compresor

Descripción	Compresor para la descarga de remolques y llenado de auto tanques								
Clave o identificación (TAG)	Compresor 1			**Código de diseño**			ND		
Materiales de construcción	Hierro dúctil		**Capacidad**	15 HP 749 L.P.M.		**Ubicación**	En la zona de almacenamiento		
Dimensiones	Diámetro del cilindro 4.0 in		**Año de fabricación**	No Disponible		**Tiempo de vida útil**	Al menos 5 años, sin embargo depende del uso y condiciones de operación		
Sustancia Manejada	Gas L.P.		**Estado físico de la sustancia manejada**			Gas – Liquido			
Presión de prueba hidrostática (Kg/cm²)			ND						
Datos	**Flujo (Kg/cm³)**			**Presión (Kg/cm²)**			**Temperatura (°C)**		
	Mínima	**Normal**	**Máximo**	**Mínima**	**Normal**	**Máxima**	**Mínima**	**Normal**	**Máxima**
Diseño	NA	NA	NA	ND	ND	ND			
Operación	NA	NA	NA	ND	ND	28 Kg/cm²			
Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención									
La bomba y el compresor, junto con su motor, estarán cimentados a una base metálica, la que a su vez se fijará por medio de tornillos anclados a una base de concreto, los motores eléctricos acoplados a la bomba y al compresor contarán con un interruptor automático de sobrecarga, además de que se encontrarán conectados al sistema de tierra, este tipo de compresores cuentan con una válvula de seguridad para alivio de presión hidrostática calibrada para una presión de apertura de 28 kg/cm² y una capacidad de desplazamiento de 61 m³/hr.									

A continuación, se muestran las presiones máximas de operación:

Tabla 22. Presiones de operación de los equipos y accesorios de la Planta de Distribución de Gas L.P.

Equipo	Presión
Tanque de almacenamiento de Gas L.P.	Presión de operación 14.06 Kg/cm^2
Manómetro	Graduación 0 - 21 Kg/cm^2
Válvula de globo recta	28 Kg/cm^2
Válvula de bola	28 Kg/cm^2
Válvula automática (By – Pass) del control automático de 38 mm	Presión diferencial 5 Kg/cm^2
Medidor Neptune para el control de suministro de Gas L.P.	Presión de Trabajo 24.6 Kg/cm^2
Tuberías para conducir Gas L.P.	Presión mínima de trabajo 21 Kg/cm^2
Tuberías	Con accesorios roscados: 140-210 Kg/cm^2
En las Tuberías conductoras de gas líquido se cuenta con: válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas	Presión de apertura: 26.75 Kg/cm^2
Manguera especial para Gas L.P.	Presión de trabajo: 17.57 Kg/cm^2 Presión de ruptura: 40 Kg/cm^2
Válvula de control remoto neumática	28 Kg/cm^2
Válvula de seguridad para línea	Apertura 26.75 Kg/cm^2
Válvula automática de retorno (By-Pass)	Presión diferencial 3 y 5 Kg/cm^2
Válvula de aguja	28 Kg/cm^2

II.1.6.- Características de:

a) Cuarto de control

- Tablero eléctrico
  - ✓ Control de motores: Todos los motores serán controlados por estaciones de botones a prueba de explosión. Los conductores de estas botoneras serán llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general, utilizando canalizaciones subterráneas compartidas, con los circuitos de alumbrado de la zona de almacenamiento

- Cuarto de máquinas

La superficie para el cuarto de máquinas y cisterna de la Planta de Distribución de Gas L.P. será de 16.00 m^2

El cuarto de máquinas que se encontrará en una esquina de la cisterna con dimensiones en planta de 4.5 x 3 metros y altura de 2.5 m, estará equipada con los siguientes elementos:

- Bomba con motor eléctrico de 30 HP
  - ✓ Bomba con motor de combustión interna de 50 HP y gasto de 3600 L.P.M. a 6 Kg/cm^2
  - ✓ Bomba con motor eléctrico de 50 HP y gasto de 3600 L.P.M. a 6 Kg/cm^2
  - ✓ Control automático para la bomba de combustión que dará hasta 6 intentos de arranque
  - ✓ Tanque de combustible de 100 litros con tubo de nivel.

- **Estaciones de Manguera.-** En la Planta se tendrán tres estaciones de manguera ubicadas dos por el lindero Norte, por el lado este y oeste de la zona de almacenamiento, por este mismo lado se contará con una salida que alimentará a los rciadores del tanque de almacenamiento con tuberías de 101 mm (4") de diámetro, alimentará a dos ramales cada una, cada ramal alimentará a doce aspersores, dichos ramales serán de 51 mm (2") de diámetro.

El rociado se hará por medio de boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 12 boquillas en cada ramal. Las boquillas de rociado serán de la marca Spraying System, tipo recto de cono llenado, con diámetro de entrada de ¾" y pasaje libre máximo de 13/64" y un gasto individual de 61.31 LPM y a una presión de 3 kg/cm^2

b) Sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión y toxicidad.

Tabla 23: Accesorios y dispositivos de seguridad con los que contará la instalación.

Tipo	Ubicación	Forma de accionamiento
Indicador de nivel	Zona de almacenamiento (Tanque)	Automático
Manómetro	Zona de almacenamiento (Tanque)	Automático
Termómetro	Zona de almacenamiento (Tanque)	Automático
Válvulas de alivio de presión	Zona de almacenamiento (Tanque) y compresor	Automática y manual
Válvulas de exceso de flujo	Zona de almacenamiento (coples destinados al trasiego)	Automática
Válvula de máximo llenado	Zona de almacenamiento (Tanque)	Manual
Cople flexible bridado	Bomba de descarga de remolque y llenado de auto tanques (tubería de succión) y compresor	NA
Control automático By – Pass (válvula)	Bomba de descarga de remolques y llenado de auto tanques (tubería de descarga)	Automático
Medidores	Toma de suministro	Automático
Tuberías		
Indicadores de flujo tipo mirilla de cristal	Tubería de descarga de la toma de recepción y de suministro	NA
Control automático By-Pass para retorno de gas líquido excedente al tanque (válvula)	Tubería de descarga	Automática

Tipo	Ubicación	Forma de accionamiento
Manómetros con graduación de 0-21 Kg/cm^2	Tubería	Automático
Válvula de aguja	Tubería	Manual
Válvulas esfera	Diversos puntos de la instalación	Manual
Válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas	En las tuberías de gas líquido	Automática
Actuadores neumáticos	Torres de carga y descarga	Automáticos
Puntos de fractura	Cada conexión de ambas tomas	Automático
Válvula de exceso de flujo	Toma de recepción y suministro: Bocas terminales, tanto la de líquido como la de vapor	Automática
Válvula de globo recta	Toma de recepción y suministro: Bocas terminales, tanto la de líquido como la de vapor	Automática
Válvula de paro de emergencia	Toma de recepción y suministro: Bocas terminales, tanto la de líquido como la de vapor	Automática

c) Sistemas de contención para derrames.

Aunque una parte del combustible que se almacenará en el tanque se encontrará en estado líquido, al momento de tener contacto con el ambiente se gasifica de forma inmediata, por lo tanto, se considera que los derrames no se presentarán en la Planta de Distribución de Gas L.P., sin embargo, en caso de presentarse algún otro tipo de derrame, por ejemplo un derrame de aceite que pueda presentar algún vehículo que ingrese a las instalaciones, será recolectado de inmediato y tratado como residuo peligroso, el cual, por medio de un prestador de servicios autorizado se llevará a cabo su disposición final.

d) Sistemas de desfogues.

El tanque de almacenamiento contará con dos válvulas multiport bridada marca Rego Modelo 5850-A de 101 mm. de diámetro (4") con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149G de 64 mm (2 ½") de diámetro y una capacidad de desfogue de 294 m^3/min. cada una, por lo que las válvulas de seguridad que se tendrán instaladas en la parte superior del tanque de almacenamiento contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y 2.00 m. de altura, el cual se encontrará roscado en el diámetro interior por lo que el diámetro del tubo es igual al interior de la descarga de la válvula.

e) Sistemas de instrumentación.

La instrumentación trata los sistemas integrados cuya finalidad es medir magnitudes físicas de un sistema externo, elaborar la información asociada a ellas y presentarla a un operador.

Las características por las que la tecnología electrónica es la más utilizada por los sistemas de instrumentación, son:

- Las señales eléctricas permiten manejar señales en un rango dinámico de tiempos muy amplio (1015), desde los picosegundos (10-12 s) hasta horas (103 s).
- Las señales eléctricas pueden ser transmitidas muy fácilmente a través de cables metálicos, sistemas radiados, o fibra óptica.
- Las señales eléctricas pueden ser amplificadas por circuitos electrónicos de forma muy eficientes, y pueden manejarse rangos de señal muy amplios (1012), desde los nanovoltios (10-9 V) hasta los kilovoltios (103 V).
- Los sistemas electrónicos permiten complejas transformaciones funcionales de las señales eléctricas.
- Las señales eléctricas son las más apropiadas para ser introducidas en los computadores, los cuales representan el medio más potente de registro, transformación y presentación de la información.
- La tecnología electrónica actual es la que presenta mejor relación prestaciones /costo.

I. Transductor

El transductor es el componente que convierte la magnitud física a medir, en una señal eléctrica.

En este componente se puede diferenciar entre el sensor, que es el elemento sensible primario que responde a las variaciones de la magnitud que se mide, y el transductor que es el que lleva acabo la conversión energética entre la magnitud de entrada y de salida.

II. Acondicionamiento de la señal

Incluye todas aquellas transformaciones que deben realizarse sobre señales eléctricas que resultan en la salida del transductor, y que son previas al procesado para extraer la información que se mide o evalúa.

III. Procesamiento de la señal

Incluye el conjunto de transformaciones a que debe ser sometida la señal eléctrica a fin de extraer de ella, la información que se busca.

El procesamiento de la señal suele contener muy diversas operaciones, ya sean lineales, no lineales, de composición de múltiples señales, o de procesado digital de las señales

IV. Registro de la señal

Almacén permanente o temporal de las señales para su posterior análisis o supervisión. Esta operación es necesaria si el flujo de información que se adquiere supera la capacidad de procesamiento de que se dispone.

El método tradicional de registro ha sido el basado en cinta magnética, ya sea a través de grabación analógica o utilizando codificación digital. Actualmente los métodos de registro que se utilizan, están basados en un computador, y el soporte en que se almacena la información es cualquiera de los sistemas de memoria masiva de que disponen estos equipos.

V. Presentación de la información

La información resultante del proceso de medida debe ser presentada de forma comprensible al operador, o elaborada e integrada para que pueda ser interpretada por un sistema supervisor automático.

Los sistemas de presentación de información eléctrica analógica tradicionales, han sido: los indicadores de aguja, los registradores gráficos de papel y los tubos de rayos catódicos.

Actualmente, los terminales alfanuméricos y gráficos basados en computadores suelen ser el método más utilizado para presentar todo tipo de información

VI. Generador de estímulo

Habitualmente el estímulo y el proceso de medida deben estar sincronizados, de forma que solo las señales que sean respuesta del estímulo sean analizadas.

Por la descripción antes mencionada, en la Planta de Distribución de Gas L.P. no se cuenta con este tipo de sistemas de instrumentación

f) Sistema contra incendios.

Componentes del sistema

a) Extintores manuales clase ABC

b) Extintor de carretilla
c) Accesorios de protección
d) Alarma
e) Comunicaciones
f) Manejo de agua a presión
g) Entrenamiento de personal

Extintores manuales clase ABC

Como medida de seguridad y protección contra incendio se tendrán instalados extintores de polvo químico seco (P.Q.S.) Tipo manual, clase ABC de 9 kg. de capacidad c/u en los lugares siguientes a una altura máxima de 1 .50 metros y mínima de 1.20 metros, medidos a la parte más alta del extintor.

1. Uno en cuarto de maquinas
2. Uno junto a tablero eléctrico (bióxido de carbono)
3. Tres en oficinas
4. Tres en estacionamiento para vehículos de reparto
5. Uno en servicio sanitario
6. Dos en isleta de descarga de remolques-tanque
7. Dos en isleta de carga de autos-tanque
8. Cuatro en zona de almacenamiento
9. Uno en bodega

Extintor de carretilla

Se contará con un extintor de carretilla con capacidad de 60 kg. de polvo seco tipo ABC localizado en la zona de almacenamiento.

Accesorios de protección

En la entrada de la planta se encontrará instalado un anaquel con suficientes artefactos mata chispas de diferentes diámetros, los que serán adaptados a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la planta, se contará, además con trajes de nomex para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio, se contará también en un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica operada está en casos de emergencia.

Alarma

La alarma que se instalará será del tipo sonora claramente audible en el interior de la planta con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operarán con corriente eléctrica C.A. 127 voltios.

Comunicaciones.

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

Manejo de agua a presión.

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

a) Cisterna de seguridad con capacidad de 220.80 m^3 de agua con medidas en la Planta de 12 X 8 metros y 2.30 metros de profundidad, este recinto será subterráneo, construido con concreto armado y contará con acceso de personas de 0.70 X 0.70 metros, cárcamo de succión con medidas de 3 x 1.2 metros y profundidad de 1 metro, su llenado se hará por medio de pipas.

b) Cuarto de máquinas que se construirá en una esquina de la cisterna con dimensiones en planta de 4.5 x 3 metros y altura de 2.5 metros, contará con un acceso para maquinaria y/o personal.

Este cuarto estará equipado con los siguientes elementos:

- Bomba de motor de combustión a diésel de 50 HP y gasto de 3600 LPM a 6 kg/cm^2
- Bomba con motor eléctrico de 50HP y gasto de 3600 LPM a 6kg/cm^2
- Control automático de operación de la bomba eléctrica equipado con arrancadores a tensión reducida
- Control automático para la bomba de combustión que dará hasta 6 intentos de arranque
- Tanque de combustible de 100 litros con tubo de nivel

c) Red distribuidora, construida con tubo de 152 mm de diámetro de PVC, clase 11.2 Kg/cm^2 y accesorios y conexiones de fierro clase 8.5 Kg/cm^2, esta tubería se instalará subterránea a una profundidad de 1.00 metro; la red que alimentará al sistema de enfriamiento iniciará su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tuberías de 152 mm (6”) de diámetro

Este sistema alimentará a los siguientes componentes

- Tres estaciones de manguera, ubicadas dos por el lindero norte por el lado este y oeste zona de almacenamiento, por este mismo lado se contará con una salida que alimentará a los rociadores del tanque de almacenamiento con tuberías de 101 mm (4") de diámetro, alimentará a dos ramales cada una, cada ramal alimentará a doce aspersores, dichos ramales serán de 51 mm (2") de diámetro

- La tubería será de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible

d) Tubería y elementos de rociado para el tanque:

El tanque contará con dos tubos de rociado paralelos el eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba.

Estas tuberías serán de 51 mm (2") de diámetro. Los tubos se instalarán a lo largo del tanque, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda la longitud.

Las tuberías serán soportadas mecánicamente y en su parte central por la propia tubería alimentadora y hacia los lados por soportes apoyados sobre el tanque a una distancia de 5 metros entre ellos, formando 2 conjuntos de tres soportes cada uno, hacia cada lado de la tubería central. Estos serán construidos de solera de fierro 4" x 5/16" en forma de una semicircunferencia, el anillo de solera formado tendrá por su cara interior un separador de asbesto de 1/16" de espesor y llevara por su cara exterior 2 tramos de canal de acero de 3" con longitud de 85 cm soldados radicalmente a 90 grados y serán reforzados cada uno con 2 cartabones triangulares de placas de acero soldados sobre canal y solera y en el extremo libre se colocara una abrazadera U de 3" que soportara a los tubos de distribución de rociado.

El rociado se hará por medio de boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 12 boquillas en cada ramal. Las boquillas de rociado serán de la marca Spraying System tipo recto de cono llenado, con diámetro de entrada de ¾" y pasaje libre máximo de 13/64" y un gasto individual de 61.31 LPM y a una presión de 3 kg/cm^2.

Entrenamiento de personal

Una vez en marcha el sistema contra incendio, se procederá a impartir un curso de entrenamiento del personal, que abarcará los siguientes temas:

- Posibilidades y limitaciones del sistema.
- Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- Uso de manuales
    a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro
        - Interpretación de las alarmas
        - Uso de accesorios de protección.
        - Uso de los medios de comunicación. Evacuación del 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.
    b) Mantenimiento general
        - Puntos a revisar.
        - Acciones diversas y su periodicidad.
        - Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
        - Mantenimiento correctivo y agua.

Prohibiciones

Se prohíbe el uso en la planta de lo siguiente:

1. Fuego

- Para el personal con acceso a la zona de almacenamiento y trasiego:
    - Protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines excepto los de aluminio. Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que pueda producir chispas.
    - Toda clase de lámparas de mano, a base combustión y las eléctricas que no sean apropiadas para atmósferas de gas inflamable.

g) Sistema de detección de gas y fuego.

Como tal, no se cuenta con sistemas de detección de fugas, sin embargo, se contará con dispositivos de seguridad para prevenir o disminuir la ocurrencia de fugas, como es el caso de válvulas de seguridad, las cuales al detectar un exceso de flujo se cierran automáticamente para detener una fuga, así mismo se contará con válvulas con punto de ruptura, las cuales al momento de que se rompe una manguera o tubería a la que estén conectadas se cierran de manera inmediata.

Por otro lado, el principal indicio de que se presente una fuga es que, el gas normalmente carece de olor propio, por tal motivo, y siendo de gran peligro tener una fuga y no poder identificarla, este sufre un proceso de odorización, llevado a cabo en las refinerías, que consiste en la adición de "mercaptanos", substancias orgánicas azufradas, que le comunican ese olor penetrante y desagradable parecido al de huevo en descomposición, con el que se identifica fácilmente. Basta un litro de esa substancia para dar olor a 10,000 litros de Gas L. P.

Sin embargo, se recomienda que se instalen sensores de detección de Gas L.P. los cuales se calibran para detectar una concentración deseada, por lo general por debajo del Límite Inferior de Explosividad para detectar alguna fuga, aunque sea pequeña.

Así mismo, los procedimientos de mantenimiento preventivo deben tener por objeto evitar fugas de Gas L.P. de tanques de almacenamiento, tuberías o equipo del Sistema de almacenamiento, por lo tanto, se deben inspeccionar periódicamente los equipos y accesorios para identificar en su caso, corrosión externa e interna, deterioro y daños que puedan aumentar el riesgo de fuga o falla.

h) Civil y estructural.

Los accesos a la Planta tendrán una terminación superficial consolidada y permitirán el transito seguro a los transportes con gas L.P. y su nivelación superficial permite el desalojo de aguas pluviales.

El predio no es cruzado por líneas de alta tensión, ni aéreas ni subterráneas.

La Planta de distribución cumplirá con las distancias mínimas entre la tangente del recipiente de almacenamiento a los elementos externos que establece la norma. Tomando la medición de la tangente del recipiente de almacenamiento a la pared de la edificación del lugar de reunión.

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se tendrán en terminación asfaltada y contarán con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia.

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

La construcción destinada para oficinas, bodega, servicios sanitarios, comedor y accesos se localizará por el lado oeste del terreno, los materiales con que estará construida serán en su totalidad incombustibles, ya que su techo será de losa de concreto, paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas

Por el lado sur del terreno de la Planta se contará con dos puertas de 6.00m de ancho, usada para entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa.

La protección de la zona de almacenamiento será de plataforma de concreto con altura mínima de 0.60 metros NPT, las bombas se encontrarán dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento y los compresores sobre una isleta o plataforma de concreto de 0.60 metros de altura y tendrán las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia.

En la construcción que se localizará por el lindero Oeste del terreno de la planta se localizarán los servicios sanitarios, mismos que estarán construidos en su totalidad con materiales incombustibles. Se contará con un servicio sanitario para el personal de esta planta y constará de dos tazas, tres mingitorios, tres lavabos y cuatro regaderas.

El drenaje de las aguas negras estará construido por medio de tubos de concreto de 0.15m de diámetro, con una pendiente del 2% a una fosa séptica localizada por el lindero sur del terreno de la planta.

Como cobertizo se considera la estructura de las isletas que contendrá las tomas de recepción y suministro las cuales serán metálicas en su totalidad, siendo su techo de lámina galvanizada y soportada por columnas metálica. Estos cobertizos servirán para proteger de la intemperie al equipo, accesorios y mangueras allí instaladas.

i) Servicios Auxiliares.

Como servicios auxiliares se consideran los siguientes:

Proyecto Eléctrico

Derivaciones hacia los motores.

Las derivaciones de alimentación hacia los motores, parten directamente desde los arrancadores colocados en el tablero principal. Cada circuito realizará su trayecto por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

Tipos de motores

Todos los motores que estarán instalados en el área considerada como peligrosa, serán a prueba de explosión.

Control de motores.

Todos los motores serán controlados por estaciones de botones a prueba de explosión. Los conductores de estas botoneras serán llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general, utilizando canalizaciones subterráneas compartidas, con los circuitos de alumbrado de la zona de almacenamiento.

Alumbrado exterior.

El alumbrado perimetral estará instalado sobre postes, con luminarias de aditivos metálicos de 400 W, 220 V. 2 en total con altura de 7 m. los postes estarán protegidos por muretes de concreto de 1 m de altura, contra daño mecánico. Se encontrarán en el acceso a la planta de distribución, en la salida de emergencia y en los linderos.

Alumbrado en zona de almacenamiento.

El alumbrado dentro de la zona de almacenamiento y trasiego de gas, estará constituido por dos luminarias de 160 W, aditivos metálicos, a prueba de explosión, montados en postes metálicos de 5 m de alto totalmente cerrados. Se encontrarán en la zona de almacenamiento, así como en la toma de recepción y en la toma de suministro.

Para el alumbrado dentro de las oficinas se colocarán lámparas 80 W. tanto en oficinas como bodegas y en el área de las bombas contra incendio.

Áreas Peligrosas.- de acuerdo con las disposiciones correspondientes, se consideran áreas peligrosas a las superficies contenidas junto al recipiente de almacenamiento y las zonas de trasiego de Gas L.P. hasta una distancia horizontal de 15.00 metros a partir de los mismos. (Artículo 515 de la NOM-001-SEDE-2012)

Por lo anterior, en estos espacios se usarán solamente aparatos y cajas de conexiones a prueba de explosión, aislando estas últimas con los sellos correspondientes de acuerdo con el artículo 500 de la NOM-001-SEDE-2012. Equipo Clase I, Grupo D.

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 cumplirá con el propósito de disponer caminos francos de retorno de falla, para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

Según los cálculos establecidos en la memoria técnico descriptiva, la máxima resistencia a tierra no rebasara 1 Ohm.

Los equipos conectados a tierra física serán: Tanque de almacenamiento, bomba, tuberías, tomas de suministro, compresor y tablero eléctrico.

En el caso de las tomas de recepción y suministro se contará con conexión a tierra mediante cable flexibles y pinzas tipo caimán para conectar los vehículos que se carguen o descarguen.

PROYECTO SISTEMA CONTRA INCENDIO Y SEGUIRIDAD

Componentes del sistema

a) Extintores manuales clase ABC
b) Extintor de carretilla
c) Accesorios de protección
d) Alarma
e) Comunicaciones
f) Manejo de agua a presión
g) Entrenamiento de personal

j) Rutas de traslado de los materiales de alto riesgo.

La Ruta de traslado del material peligroso (Gas L.P.) se llevará a cabo por el lindero Oriente de la Planta de Distribución que corresponde a la Carretera Allende. En la siguiente figura se indica la ruta de traslado o circulación que seguirá el autotanque.

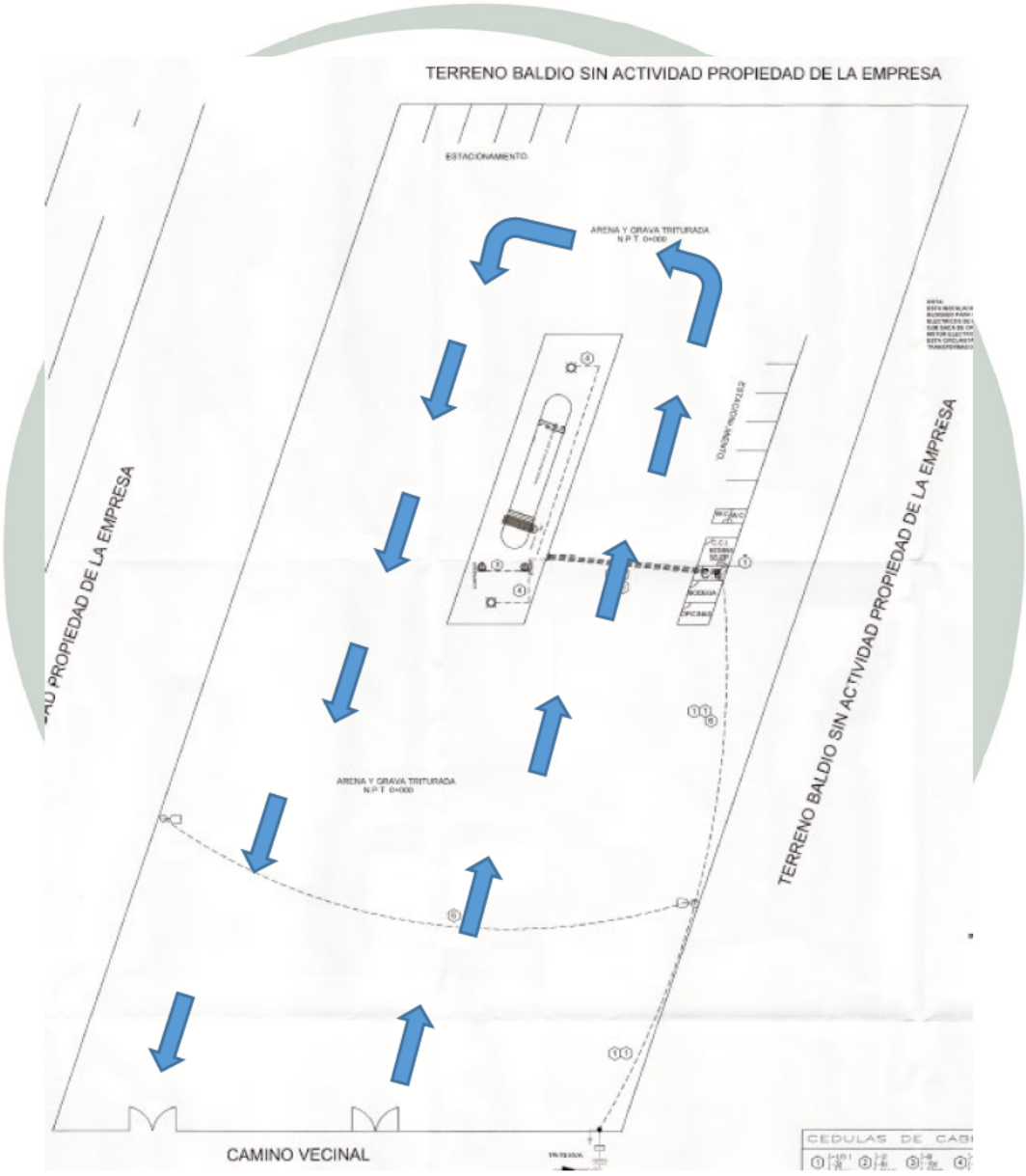


Figura 8. Ruta de traslado de materiales de alto riesgo

Ver en el **Anexo 5** los planos de la Planta de Distribución.

III. Descripción del Proceso

III.1. Criterios de diseño de la instalación

Según lo estipulado en la Memoria Técnico Descriptiva, el diseño se apega a los lineamientos que señala la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo de fecha 5 de Diciembre del 2007, y a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación", editada por la Secretaría de Energía, Dirección General de Gas L.P., publicada en el Diario Oficial de la Federación el día miércoles 22 de Octubre del 2014.

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

La operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. no implica un proceso de transformación de materias primas, dado que las actividades principales serán:

I. Recepción y descarga de combustibles

La operación de la Planta de Distribución para Gas L.P. proporcionará el servicio de Venta de gas L.P. por medio de pipas de distribución, por lo que, del tanque de almacenamiento fijo de capacidad de 250,000 litros cada uno base agua, se cargarán auto tanques, los cuales abastecerán de gas L.P. a tanques estacionarios domiciliarios y estaciones de carburación pertenecientes a la misma empresa.

La operación de la Planta no implicará un proceso de transformación de materias primas; esto quiere decir que no existirá un metabolismo industrial, dado que las actividades tan sólo implicarán el almacenamiento y distribución de Gas L.P.

La única materia que se manejará en la Planta es el Gas L. P. y no sufrirá ninguna transformación. Solo se realizarán operaciones de transvase, por lo que no existirá consumo interno del material ni de otros insumos como el agua y por ende, no se tendrá generación de residuos peligrosos ni emisiones contaminantes al aire en grandes cantidades y al agua.

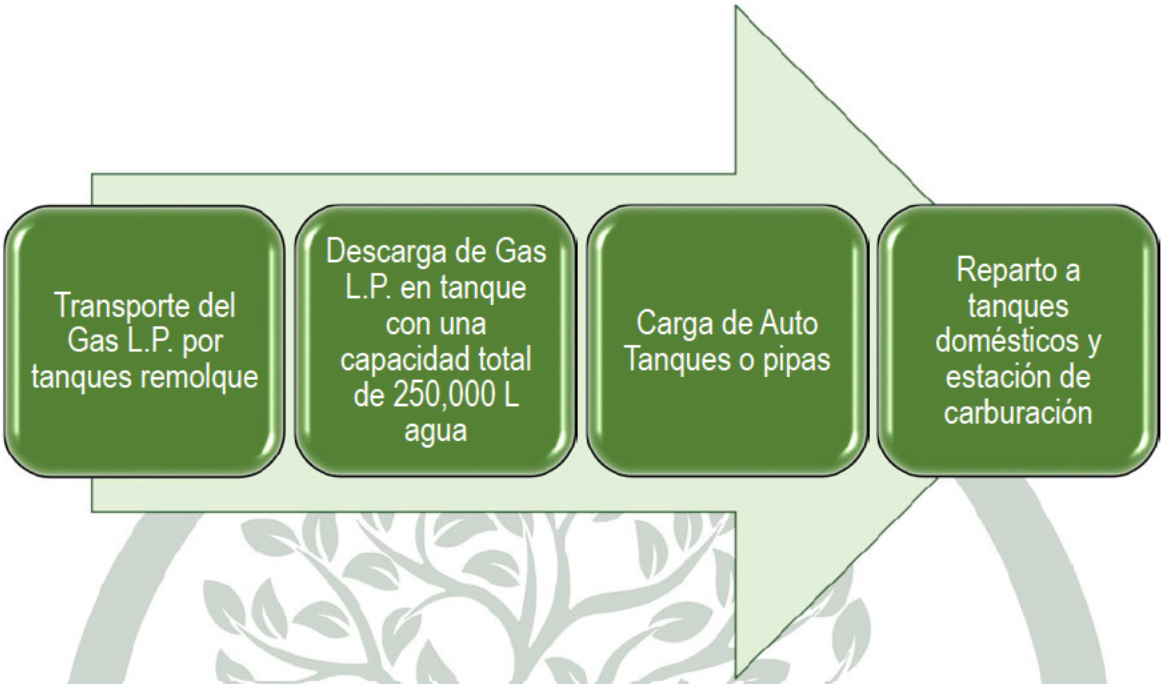
El volumen estimado de agua a utilizarse en la planta será de 3,000 litros/mes aproximadamente, este será utilizado para abastecer el sistema contra incendio y los sanitarios de la planta.

El agua para consumo humano durante la operación de la planta, será suministrada mediante garrafones comerciales de agua purificada

Una vez que la planta inicie operaciones, se elaborará un programa de mantenimiento preventivo para las instalaciones y equipos. Cada mantenimiento será registrado en la bitácora correspondiente.

La planta recibirá el gas L.P. mediante semirremolques cuya capacidad generalmente es de 45,000 Lts al 100% y de los cuales contienen un máximo de 90% de su capacidad, por lo que transportan aproximadamente 40,500 Lts.

A continuación, se presenta un diagrama simplificado de las actividades que se llevarán a cabo en la Planta de Distribución de Gas L.P.



El Gas L. P. es transportado de los centros de almacenamiento de PEMEX, vía terrestre por remolques-tanques a las plantas de distribución en las cuales se trasiega por medio de un compresor a un tanque fijo tipo intemperie cilíndrico horizontal, para su almacenamiento temporal; posteriormente mediante una bomba para transferencia de gas líquido se envía a tomas de carga (auto-tanques).

El balance de materiales es simple en este tipo de instalaciones, ya que todo lo que entra sale, debido a que no existe consumo interno del material ni de otros insumos como el agua, por lo que no existe generación de residuos peligrosos ni emisiones contaminantes al aire y al agua en grandes cantidades. En este sentido, la mayor innovación que en la actualidad ha existido en este tipo de instalaciones es su sistema de presurizado en el almacenamiento y transporte del gas L.P.

El gas normalmente carece de olor propio, por tal motivo, y siendo de gran peligro tener una fuga y no poder identificarla, este sufre un proceso de odorización, llevado a cabo en las refinerías, que consiste en la adición de “mercaptanos”, substancias orgánicas azufradas, que le comunican ese olor penetrante y desagradable parecido al de huevo en descomposición, con el que se identifica fácilmente. Basta un litro de esa substancia para dar olor a 10,000 litros de Gas L. P.

La Planta de Distribución de Gas Licuado de Petróleo estará destinada a realizar actividades de almacenamiento, para ello se contará con las instalaciones apropiadas para realizar el trasiego de Gas L.P.

Las operaciones de trasiego, que se efectuarán dentro de la Planta de Distribución son las siguientes:

1. Descarga de gas L.P. de carro remolque a tanque de almacenamiento.
2. Llenado de los auto tanques para su distribución.

1. Descarga de gas L.P. de carro remolque a los tanques de almacenamiento.

A continuación, se describe el procedimiento de aplicación obligatoria de la descarga de gas L.P.

Medidas preliminares

El personal de la Planta de Distribución y el chofer del carro remolque deberán conocer las características peligrosas del producto que manejan, y recibir la capacitación necesaria para el empleo adecuado del equipo de seguridad.

Al inicio del turno el personal de descarga revisará el espacio disponible de almacenamiento y lo registrará.

Al llegar a la planta, el semi remolque se dirigirá al área de recepción, donde será recibido por el personal de descarga. El descargador revisará el porcentaje en el Medidor Magnético para registrar la cantidad de Gas L.P. contenido en el semirremolque; también revisará la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo.

Indica al operador del semirremolque donde estacionarse y verificará que la unidad esté totalmente detenida, con motor apagado y el freno de mano colocado.

Tomar la lectura en porcentaje del contenido, así como la presión a la que viene.

Colocar las cuñas en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo, también se coloca el cable para aterrizaje con su respectiva pinza.

Acoplar la manguera de líquido misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y color blanca.

Posteriormente, abrirá la válvula de la manguera, así como el de la unidad.

Acoplará la manguera de vapor, que está colocada en la tubería color amarillo, abrirá la válvula tanto de la manguera como de la unidad.

Abrir las válvulas de líquido como de vapor del tanque.

En la línea de tanque hasta la estación de descarga se abrirán las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.

Accionará el interruptor que pone a funcionar la compresora.

Durante la operación de descarga, el operador por ningún motivo se retirará de la isla y verificará periódicamente el contenido restante en el semirremolque mediante el medidor magnético hasta que alcance el valor de cero.

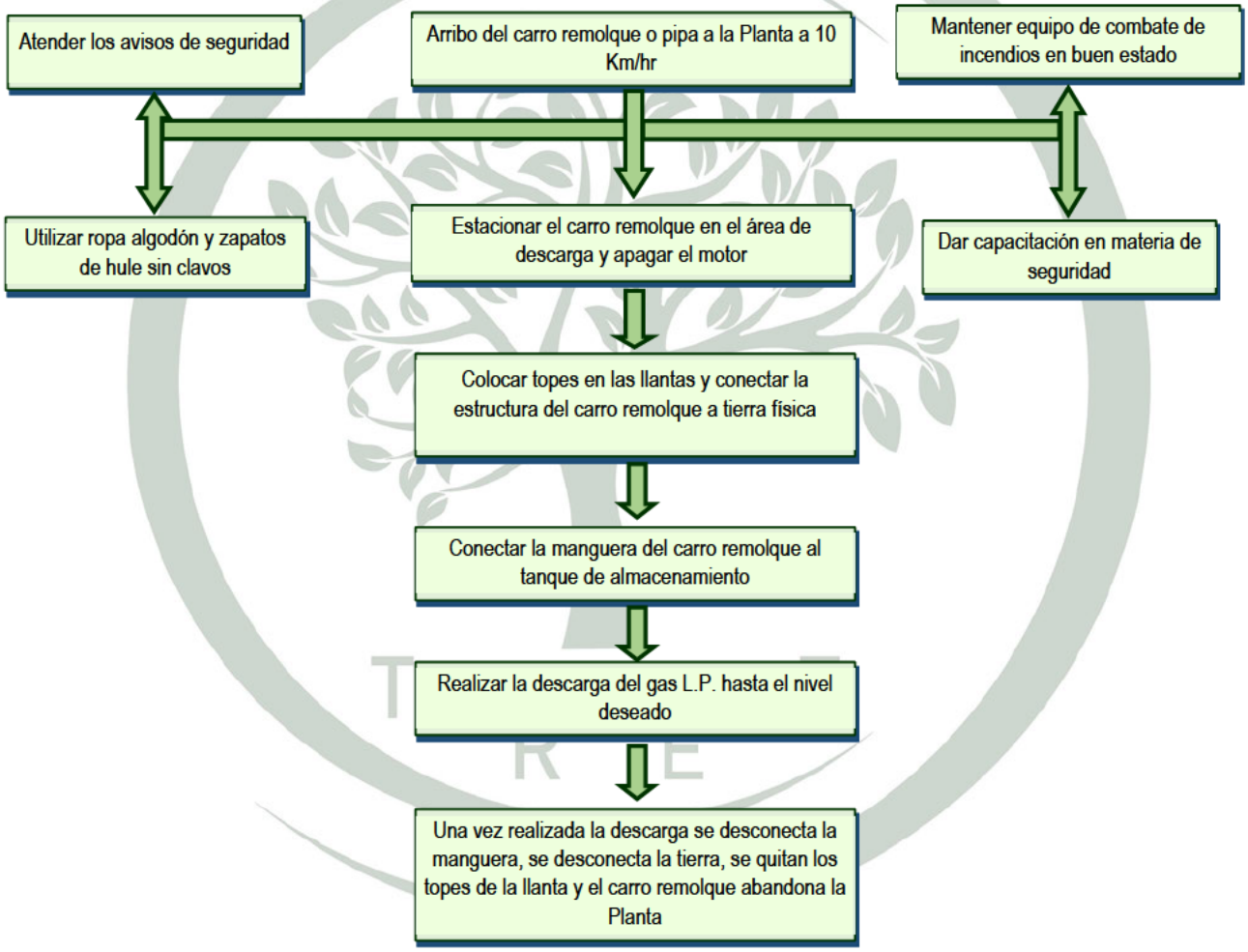
En cuanto el medidor magnético marque cero, el operador apaga el motor de la compresora.

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

Colocar los tapones respectivos en las tomas de líquidos y vapor del semirremolque, así como las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas y el cable de aterrizaje.

Informará al operador que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

Diagrama de flujo de descarga de Gas L.P.
de carro remolque a tanques de almacenamiento



2. Llenado de los auto tanques para su distribución.

a) Si el vehículo no se utiliza exclusivamente para un tipo de Gas L.P. en particular, antes de iniciarse el llenado se debe verificar que dicho vehículo no contenga líquido remanente.

b) Se debe realizar una inspección visual del vehículo antes de iniciarse el llenado para detectar problemas obvios con su integridad estructural y confirmar que no hay evidencias de fugas.

Se permitirá el acceso al interior de la planta a los auto tanques, verificando que en su acceso cuenten con el matachispas instalado.

El operador del vehículo se estacionará en el área de carga: isla de llenado, apagará el motor, radio, luces y otros accesorios. Se colocarán las cuñas y cable de aterrizaje.

El llenador verifica que las llaves de encendido no estén colocadas en el switch de encendido y que se encuentren colocadas correctamente las cuñas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje.

Revisa, utilizando el medidor magnético el porcentaje de gas que tiene el auto tanque (contenido sobrante con el que regresó de ruta).

Con el volumen de porcentaje de gas que contiene el auto tanque, el llenador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado ha llegado al nivel deseado.

Establece la continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo auto tanque por llenar.

Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el auto tanque tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.

Oprime el botón energizando la bomba.

Durante el llenado verifica que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación. Verificará continuamente el porcentaje de llenado del auto tanque.

Retira las calzas de las llantas del auto tanque. Revisará alrededor de la unidad, verificando que no haya fugas en las tomas.

Se dará aviso al operador para que retire la unidad y lo estacione en el lugar asignado a dicho auto tanque.

Descarga de autos tanque

a) Verificar que la cantidad y el tipo de producto que contiene el tanque del vehículo sean los correctos
b) Verificar que el tanque que lo recibirá tenga capacidad disponible suficiente, sin que se llene en exceso.
c) Cuando el clima esté frío se debe verificar que el tanque del vehículo tenga presión positiva suficiente para realizar la descarga. Si no es así, se deben tener los medios para incrementar la presión del GLP dentro de dicho tanque.

Operación de transferencia

La operación de transferencia de Gas L.P. debe considerar al menos los rubros siguientes; conectar mangueras, operar válvulas para purgar el aire, operar válvulas para permitir el flujo de Gas L.P., incrementar el flujo con la tasa adecuada, operar válvulas para reducir el flujo, despresurizar conexiones y desconectar mangueras.

a) El área de transferencia debe estar atendida permanentemente por un mínimo de dos personas. Se refiere a la atención o vigilancia de las condiciones en que se realiza la operación de transferencia, fugas en conexiones, mangueras, dispositivos de control, entre otros.

b) Durante la transferencia se deben monitorear desde el centro de control las condiciones de presión, temperatura y nivel de líquido de los tanques en operación, tanto del que se llena como del que se vacía.

c) El tanque se debe llenar de forma que quede espacio para la expansión térmica del líquido sin que se produzca presión excesiva que pudiera causar venteo de líquido.

d) Se debe conectar la línea de transferencia de vapor entre los tanques en operación, o algún otro medio para evitar que se produzca presión excesiva en el tanque durante el llenado o presión negativa excesiva (vacío) en tanque durante el vaciado.

e) Las instrucciones para transferencia segura se deben colocar en un lugar visible en el área de trasferencia

MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

El programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollarán en la Plantas de Distribución para Gas L.P., para conservar en condiciones óptimas de seguridad y operación los equipos e instalaciones como son: tanque de almacenamiento, bomba, válvulas, tuberías, instalaciones eléctricas, tierras físicas, extintores, limpieza ecológica, pintura en general, señalamientos, etc.; elaborado principalmente en base a los manuales de mantenimiento de cada equipo o en su caso a las indicaciones de los fabricantes.

Por su naturaleza el mantenimiento se divide en preventivo y correctivo:

- **Mantenimiento Preventivo:** Son las actividades que se desarrollan de acuerdo a un programa predeterminado; permite detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto antes de que falle algún equipo o instalación; si se lleva a cabo correctamente disminuirá riesgos e interrupciones repentinas.

- **Mantenimiento Correctivo:** Son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación por reparación o sustitución de los mismos.

Por seguridad y para evitar riesgos, toda reparación será realizada por personal capacitado; ya sea el personal que trabaje en la Planta de Distribución para Gas L.P. o por medio de empresas especializadas, utilizando las herramientas y refacciones adecuadas que garanticen los trabajos de reparación, y atender correctamente y a tiempo cualquier eventualidad.

Bitácora

Para el seguimiento del Programa de Mantenimiento, se llevará una "Bitácora foliada". En la "Bitácora" se registrarán por escrito de forma continua, a detalle y por fechas, las actividades relacionadas con los equipos e instalaciones, así como la propia operación, mantenimiento, supervisión, etc., de la Planta de Distribución.

Los registros en la "Bitácora" serán redactados con claridad, precisión, sin omisiones ni tachaduras y en caso de requerirse alguna corrección, ésta será a través de un nuevo registro, sin eliminar la hoja y sin borrar ni tachar el registro previo.

La "Bitácora" permanecerá en todo momento en la Planta de Distribución para Gas L.P. en un lugar de fácil acceso al personal autorizado.

El tipo, calidad y dimensiones de la "Bitácora" así como la forma de registro contendrá como mínimo lo siguiente:

- Número y nombre de la Planta de Distribución para Gas L.P.
- Domicilio
- Número de Bitácora
- Personas autorizadas para asentar notas en la Bitácora, registrando el nombre y firma de cada una de ellas.
- Hojas no desprendibles y foliadas.
- En todas las notas se utilizará tinta permanente y lo firmará el personal autorizado.

- Firma autógrafa de la o las personas que realizaron el registro, así como la fecha y hora del registro.

Previsiones para realizar el mantenimiento a equipo e instalaciones

Antes de realizar cualquier actividad de mantenimiento en áreas clasificadas como peligrosas, será indispensable:

- Suspender el suministro de energía eléctrica al equipo en mantenimiento si es el caso.
- Verificar que no se presenten concentraciones de vapores en el rango de explosividad en las zonas donde se vayan a realizar trabajos peligrosos.
- Eliminar cualquier punto de ignición que se encuentre dentro de las áreas peligrosas.
- Todas las herramientas eléctricas portátiles estarán aterrizadas y sus conexiones e instalación serán a prueba de explosión.
- En el área de trabajo se designará a una persona capacitada en el uso de extintores para apoyar en todo momento la seguridad de las actividades, con un extintor de 9 kg. de polvo químico seco tipo ABC.
- Los procedimientos de mantenimiento preventivo deben tener por objeto evitar fugas de GLP de tanques de almacenamiento, tuberías o equipo del Sistema de almacenamiento de GLP.
- El mantenimiento sólo podrá ser realizado por personas que hayan recibido capacitación y demostrado su capacidad, habilidad y experiencia para desempeñar las funciones que les sean asignadas.
- La operación de cada fuente de potencia eléctrica de emergencia se debe comprobar mensualmente y su capacidad de operación se debe comprobar anualmente. En la prueba de capacidad se debe considerar la potencia y carga necesarias para arrancar y operar simultáneamente el equipo que tendría que ser accionado por el Sistema de almacenamiento en una emergencia.
- El dispositivo de seguridad que sea puesto fuera de servicio para darle mantenimiento, así como el componente para el cual sirve dicho dispositivo, también debe ser puesto fuera de servicio, a menos que la misma función de seguridad sea proporcionada por un medio alterno.

- Si la operación inadvertida de un componente puesto fuera de servicio puede causar una condición insegura, dicho componente debe tener un letrero en el lugar donde se controla su operación con la advertencia "No Operar".
- Los cambios en el programa de mantenimiento de los equipos de seguridad deben estar justificados técnicamente y quedar documentados.
- Se deben bloquear o fijar en posición abierta las válvulas para el aislamiento de dispositivos de relevo de vacío o presión.
- Se deben bloquear o fijar en posición abierta las válvulas para el aislamiento de dispositivos de relevo de vacío o presión.
- No se debe cerrar más de una válvula al mismo tiempo.

Todos los trabajos peligrosos efectuados por personal de la Planta de Distribución para Gas L.P., o contratados con terceros serán capacitados en temas de seguridad de acuerdo a las actividades a realizar.

El personal interno y externo tendrá la capacidad, capacitación y calificación para el trabajo a desempeñar, y contará con el equipo de seguridad y protección, así como con herramientas y equipos adecuados de acuerdo al lugar y las actividades que vaya a realizar.

Se prohíbe realizar trabajos **"en caliente"** (corte y soldadura) en la Planta de Distribución

Mantenimiento a extintores

Se implementará un programa de mantenimiento de los extintores instalados en la Planta de Distribución de Gas L.P.

En cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, relativa a las condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo, el mantenimiento de los extintores se sujeta a lo siguiente:

- Los extintores recibirán, cuando menos una vez al año, mantenimiento preventivo, a fin de verificar que se encuentren permanentemente en condiciones seguras de funcionamiento, de acuerdo a lo establecido en la NOM-002-STPS-2010.
- Los extintores se colocarán en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos, de tal forma que el recorrido no exceda de 15 metros desde cualquier lugar de la Planta de Distribución; se fijarán entre una altura del piso no menor de 10 cm, medidos del suelo a la parte más baja del extintor y una altura máxima de 1.50 m, medidos del piso a la parte más alta del extintor; colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50°C y no sea menor de -5°C; estar protegidos de la intemperie; señalar su ubicación de acuerdo a lo establecido en la NOM-026-STPS-2008 y estar en posición para ser usados rápidamente.
- Los extintores serán revisados visualmente al momento de su instalación y, posteriormente, a intervalos no mayores de un mes; y en caso de no cumplir con las condiciones señaladas en la Norma, se someterán a mantenimiento y las anomalías se corregirán de inmediato.
- Durante su mantenimiento se sustituirán temporalmente por equipo del mismo tipo de clasificación y de la misma capacidad.
- El mantenimiento consiste en la verificación completa del extintor, siguiendo las instrucciones del fabricante. Dicho mantenimiento tendrá la garantía de que funcionará efectivamente.
- Se identificará claramente que se efectuó un servicio de mantenimiento preventivo, colocando una etiqueta adherida al extintor indicando la fecha, nombre o razón social y domicilio completo del prestador de servicios.

La recarga es el reemplazo total del agente extinguidor por uno nuevo, y de la cápsula de gas inerte, entregando la garantía por escrito del servicio realizado y, en su caso, el extintor contará con la contraseña oficial de un organismo de certificación, acreditado y aprobado, en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Mantenimiento a instalación eléctrica

El mantenimiento se realizará de acuerdo a indicaciones del programa de mantenimiento preventivo o correctivo.

Es importante no instalar equipos adicionales sin la autorización correspondiente de la Unidad de Verificación Eléctrica.

Mantenimiento de tanque de Gas L.P.

En el mantenimiento de tanque de Gas L.P. se debe observar lo siguiente:

a) La inspección y mantenimiento deben cumplir con las normas y disposiciones legales aplicables.
b) Deben inspeccionarse periódicamente para identificar, en su caso, corrosión externa e interna, deterioro y daños que puedan aumentar el riesgo de fuga o falla.
c) Los intervalos entre inspecciones y las técnicas de inspección aplicadas deben ser determinados aplicando Prácticas internacionalmente reconocidas en la industria del Gas L.P., con base en las características corrosivas del Gas L.P. que se maneje y de su historial de corrosión.
d) Se debe dar mantenimiento, servicio y probar periódicamente los instrumentos para monitorear y controlar la operación de los tanques de Gas L.P.
e) Las válvulas para aislar instrumentos y dispositivos de seguridad de los tanques de Gas L.P. deben mantenerse en óptimas condiciones operativas para que sea posible realizar el mantenimiento preventivo y reparaciones sin sacarlos de servicio.

Mantenimiento de Válvulas

En el mantenimiento de válvulas se debe considerar lo siguiente:

a) Las válvulas de relevo y sistemas de despresurización de vapor, válvulas de cierre de emergencia, válvulas de retención de flujo crítico en contraflujo y otros equipos para prevenir o controlar la emisión accidental de Gas L.P., deben probarse y darles servicio en forma periódica. La frecuencia para realizar pruebas y dar servicio de mantenimiento dependerá del tipo de dispositivo o sistema, del riesgo asociado de la falla o mal funcionamiento y del historial de funcionamiento del dispositivo o sistema.
b) Las válvulas de relevo de presión y de vacío deben inspeccionarse y probarse para verificar que operan en forma adecuada al valor de relevo de presión al que están ajustadas y comprobar la hermeticidad del cierre del asiento elevando la presión.
c) Contar con un procedimiento para asegurarse que las válvulas de aislamiento permanezcan abiertas durante la operación. Esto se puede hacer, entre otros, mediante dispositivos de bloqueo, listas de verificación y procedimiento de etiquetado.
d) Las válvulas de relevo de presión de los tanques de Gas L.P. estacionarios deben inspeccionarse y comprobar la presión de relevo por lo menos una vez cada 2 años para asegurarse que cada válvula desfogue a la presión de ajuste correspondiente.
e) Controlar la operación de las válvulas para aislar el dispositivo de relevo de presión o de vacío con candados o sellos que las mantengan abiertas.

Mantenimiento de los sistemas de control

En las actividades de mantenimiento de los sistemas de control debe considerarse lo siguiente:

a) Los sistemas de control que normalmente no están en operación, por ejemplo, dispositivos de relevo de presión y de vacío, así como dispositivos de paro automático, deben inspeccionarse y probarse una vez cada año calendario.
b) Los sistemas de control que normalmente están en operación deben inspeccionarse y probarse una vez cada año calendario.
c) Los sistemas de control que sean utilizados por temporadas deben inspeccionarse y probarse cada temporada antes de entrar en operación.

d) Cuando un componente esté protegido por un dispositivo de seguridad único y éste sea desactivado para mantenimiento o reparación, el componente debe ponerse fuera de servicio, a menos que se implementen medidas de seguridad alternativas.

e) Cuando un sistema de control ha estado fuera de servicio por 30 días o más, antes de que se vuelva a poner en operación debe inspeccionarse y comprobarse la aptitud de operación de dicho sistema.

Control de la corrosión

Con relación al control de la corrosión de las instalaciones y componentes, se debe considerar lo siguiente:

a) No se deben construir, reparar, reemplazar o modificar en forma significativa un componente del Sistema de almacenamiento, hasta que sean revisados los dibujos de diseño y especificaciones de materiales desde el punto de vista de control de corrosión y se haya determinado que los materiales seleccionados no tienen efectos perjudiciales sobre la seguridad y confiabilidad del conjunto.

b) Determinar cuáles componentes metálicos requieren control de la corrosión para que su integridad y confiabilidad no sean afectadas adversamente por la corrosión externa, interna o atmosférica durante su vida útil. Dichos componentes deben ser protegidos contra la corrosión, inspeccionados y reemplazados bajo un programa de mantenimiento.

c) La reparación, reemplazo o modificación relevante de un componente debe evaluarse solamente si la acción ejecutada involucra o es debida a:

1. Cambio de los materiales especificados originalmente.
2. Falla ocasionada por corrosión.

Superficies resistentes al fuego

- Se deben inspeccionar periódicamente las superficies metálicas para verificar que la protección resistente al fuego no se haya aflojado o dañado por la corrosión subyacente.
- Se deben realizar las reparaciones adecuadas de las áreas donde existe corrosión subyacente. En este supuesto, se debe retirar la capa resistente al fuego y reparar el metal, aplicar recubrimiento anticorrosivo y la protección a prueba de fuego.

Trabajo en caliente

Se refiere así a las actividades que requieren de fuentes de ignición para su ejecución, por ejemplo, trabajos de soldadura. Antes de realizar algún trabajo en caliente, se deben aplicar las medidas de seguridad siguientes:

a) Las fuentes de ignición se deben controlar cuando se esté preparando el equipo para realizar reparaciones y cuando se abran las bridas para su cegado, despresurización y emisión de vapor.
b) El tanque y los equipos se deben aislar de tuberías, fuentes de vapores y líquidos inflamables y subsecuentemente purgar dichos vapores y líquidos.
c) Se debe retirar el equipo que va a ser reparado del área de almacenamiento o de maniobras para reducir los riesgos de ignición de una fuga de Gas L.P. imprevista.
d) Cuando no sea posible retirar el equipo, se deben tomar otras medidas para evitar riesgos de fugas o incendios imprevistos. Dichas medidas pueden incluir aumentar la vigilancia del operador, suspender la transferencia de Gas L.P. en los tanques adyacentes o aplicar dispositivos de detección de vapor y dispositivos de alarma adicionales en el área donde se realizan trabajos a altas temperaturas y se encuentran fuentes potenciales de vapor.

Mantenimiento del predio del Sistema de Almacenamiento de Gas L.P.

- Las vías de acceso para los vehículos de control de incendios deben ser mantenidos sin obstrucciones y en condiciones de uso en todas las condiciones climáticas.
- Se debe evitar la presencia de materiales extraños, contaminantes y hielo con objeto de mantener condiciones de operación segura de cada componente del Sistema de almacenamiento.
- El predio del Sistema de almacenamiento se debe mantener libre de desperdicios, desechos y otros materiales que presenten un riesgo de incendio.
- Las áreas con pasto o hierbas se deben mantener de manera que no presenten riesgo de incendio

LIMPIEZA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

El desarrollo de estas actividades se divide como se indica a continuación:

a. Actividades que se podrán realizar con personal de la propia Planta de Distribución en forma cotidiana:

   - Limpieza general en áreas comunes, desmanchado de paredes, bardas, herrería en general, puertas, ventanas y señalamientos.
   - Limpieza de sanitarios, paredes, muebles de baño, espejos, piso, aplicación de productos para eliminar posibles focos de infección y olores desagradables.
   - Lavado de cristales interior y exterior en ventanas de oficinas.
   - Atención a jardinera, limpieza en general, remoción de tierra, plantas, flores secas y riego con agua.

MEDIDAS DE SEGURIDAD durante la operación de la Planta de Distribución para Gas L.P. para evitar daños a terceros.

Se seguirán diversas medidas para prevenir eventos que pudieran dañar a la población y a sus bienes. Estas medidas son:

- Se contará con un sistema contra incendio adecuado.
- Se contará con sistemas de señalización de acuerdo a la normatividad aplicable.
- Se realizará la limpieza y deshierbe en el interior y exterior de la Planta.

a) Aspectos de seguridad mínimos para prevenir accidentes.

- Lineamientos a observar por el Chofer Repartidor y Cobrador y/o Ayudante de Chofer.
  - ✓ Portar identificación.
  - ✓ Cumplir los señalamientos, límites de velocidad y medidas de seguridad establecidos en el interior de la Planta de Distribución.
  - ✓ Verificar que el Encargado de la Planta de Distribución para Gas L.P., porte identificación, ropa de algodón y calzado industrial.
  - ✓ No fumar.
  - ✓ Acatar lo dispuesto en las hojas de seguridad.
  - ✓ Permanecer fuera de la cabina del Auto tanque, a una distancia máxima de dos metros de la caja de válvulas, y verificar durante la descarga de producto la conexión del Auto tanque con la tierra física, que no existan fugas, que estén colocados y se mantengan los extintores y biombos en el área de descarga, y que no exista personal ajeno a esta actividad.

- Lineamientos a observar por el Encargado de la Planta de Distribución para Gas L.P.
  - ✓ Portar identificación.

- ✓ Verificar que exista orden, limpieza e iluminación adecuada en el área de descarga, sobre todo cuando se realice la descarga en forma nocturna.
- ✓ Asegurar que la tierra física se encuentre libre de pintura, que la conexión entre las pinzas y el cable no se encuentre dañada y que las pinzas ejerzan presión.
- ✓ Vestir ropa de algodón ajustada en cuello, puños y cintura; y calzado industrial.
- ✓ No fumar.
- ✓ Acatar lo dispuesto en las hojas de seguridad.
- ✓ Permanecer a una distancia máxima de 2 metros de la bocatoma del tanque de almacenamiento, verificando durante la descarga de producto la conexión del Auto tanque con la tierra física, que no existan fugas, que se mantengan los extintores y biombos en el área de descarga, y que no exista personal ajeno a esta actividad.

➢ Prácticas seguras

- ✓ Para ascenso y descenso a la cabina del Auto tanque utilizar tres puntos de apoyo (dos pies y una mano o dos manos y un pie, mirando hacia el interior de la cabina).
- ✓ Para el ascenso y descenso al tonel del Auto tanque deberá aplicarse la práctica segura de tres puntos de apoyo (dos pies y una mano o dos manos y un pie, mirando hacia el frente).
- ✓ La manguera para la descarga del producto no debe quedar con tensión ni por debajo del Auto tanque.
- ✓ En caso de tormenta eléctrica, no iniciar las actividades de descarga y en caso de encontrarse en proceso de descarga, suspender inmediatamente.

- ✓ Detectar condiciones que pongan en riesgo a las personas, equipo e instalaciones o de presentarse circunstancias que impidan o interrumpan las actividades de descarga, se deberá invariablemente levantar y firmar por ambas partes, el acta de no conformidad correspondiente.
- ✓ Asegurar que los accesorios para realizar la descarga de producto y dispositivos del tanque de almacenamiento se encuentre siempre en óptimas condiciones de operación (mangueras y conexiones herméticas para la descarga de productos).

b) Salud ocupacional

- ➢ Evitar realizar sobreesfuerzos físicos, utilizando las posturas adecuadas al efectuar las actividades de ascenso y descenso de cabina o de escalera del auto tanque.
- ➢ Conocer y entender las hojas de datos de seguridad.

c) Protección ambiental

- ➢ En caso de fugas, suspender actividades y en conjunto con el Chofer del auto tanque y el Encargado de la Planta de Distribución de Gas L.P., procederán a las actividades de contención del producto.

d) Condiciones especiales de operación

- ➢ Un Auto tanque puede ser descargado únicamente hacia el tanque de almacenamiento de la Planta de Distribución de Gas L.P., queda prohibida la descarga en cualquier otro tipo de recipientes.

- ➢ La capacidad máxima de llenado del tanque de almacenamiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. es del 90%.

- De presentarse eventos no deseados que impidan, interrumpan el proceso de descarga, ocasionen fuga, o se ponga en riesgo la integridad física del personal o integridad mecánica de las instalaciones, el Chofer Repartidor y Cobrador, y Encargado de la Planta de Distribución de Gas L.P. deberán informar al Responsable Operativo y al Área Comercial, respectivamente, para que estos últimos, en forma coordinada, emitan instrucciones.

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

En las instalaciones del proyecto, la única sustancia que será manejada es el Gas L.P., el cual no se puede considerar como una materia prima propiamente dicho, en virtud de que no se utiliza para un proceso de transformación, sino solamente se almacena y posteriormente se distribuye por medio de auto tanques, para tal fin se contará con un tanque de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros, la presión de trabajo será aproximadamente de 14.06 Kg/cm^2.

Figura 9: Pictogramas aplicables al Gas L.P.

Tabla 24: Características general del Gas L.P.

Palabra de advertencia	Peligro
Prevención	(H220) P210 Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar (H341/H351)

	P202 No manipular antes de haber leído y comprendido todas las precauciones de seguridad. P280 Utilizar guantes, ropa de protección para la piel, equipo de protección para los ojos y zapatos de seguridad con suela antiderrapante y casquillo de acero
Intervención	(H220) P377 Fuga de gas inflamado: No apagar las llamas del gas inflamado si no puede hacerse sin riesgo. P381 En caso de fuga eliminar todas las fuentes de ignición. (H341/H351) P308 + P313 En caso de exposición demostrada o supuesta; consulta a un medico
Almacenamiento	(H220) P403 Almacenar en un lugar bien ventilado (H280) P410+403 Proteger de la luz solar. Almacenar en un lugar bien ventilado (H341/H351) P405 Guardar bajo llave
Eliminación	(H341/H351) P501 Eliminar el contenido o recipiente como residuo peligroso conforme a la reglamentación local vigente
Otros peligros que no figuren en la clasificación	Puede provocar dificultados respiratorias si se inhala (asfixiante simple)
Medios de extinción apropiados	Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) agua espreada en forma de neblina para dispersión y para enfriamiento de superficies calientes que puedan provocar re-ignición.
Límites inferior y superior de explosión / límite de inflamabilidad	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

Ver en el Anexo 4. La Hoja de Seguridad del Gas L.P.

Tabla 25. Resumen de Sustancias Peligrosas

Nombre químico de la Sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo Químico					Concentración	Capacidad Total			Tipo de Almacenamiento	Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas
		C	R	E	T	I		Máxima de Proceso (Ton/Día)	Máxima de Transporte (Ton/día)	Máxima de Almacenamiento (Ton)		
Gas L.P.	68476-85-7						Etano: 2.50% volumen máximo. Propano 60.00% volumen mínimo. Butanos: 40.00% volumen máximo. Pentano y más pesados: 2.00% volumen máximo	NA	NA	67.5	Tanque de almacenamiento tipo intemperie cilindro horizontal especial para contener Gas L.P.	Listado: 50,000 Kg

III.4. Condiciones de Operación

III.4.1. Balance de materia

Si consideramos que un Balance de Materia de un proceso industrial es la contabilidad exacta de todos los materiales que entran, salen, se acumulan o se agotan en un intervalo de operación y que la Planta de Distribución se considera que trabaja como un sistema en estado estacionario porque no existe acumulación de materia ni reacción química; el balance de materia cumpliría la siguiente ecuación:

$$Entradas = Salidas$$

$$\begin{pmatrix} Cantidad\ de\ descarga\ de\ hidrocarubros \\ en\ el\ tanque\ de\ almacenamiento \end{pmatrix} = (Cantidad\ expendida\ a\ las\ pipas)$$

El balance de materiales es simple en este tipo de instalaciones, ya que todo lo que entra sale, debido a que no existe consumo interno del material ni de otros insumos como el agua, por lo que no existe generación de residuos peligrosos ni emisiones contaminantes al aire y al agua en grandes cantidades. En este sentido, la mayor innovación que en la actualidad ha existido en este tipo de instalaciones es su sistema de presurizado en el almacenamiento y transporte del gas L.P.

Por lo anterior, se puede decir que los litros de Gas L.P. que se trasvasan a las pipas, son los mismos litros que se distribuyen.

III.4.2. Temperaturas y presiones de diseño y operación

Tabla 26: Temperaturas y presiones de diseño y operación.

Equipo	Presión de diseño / Operación	Temperatura de operación
Tanque de almacenamiento	Presión de trabajo: 14.06 Kg/cm^2	16 °C – 22 °C
Manómetro	Graduación 0-21 Kg/cm^2	16 °C – 22 °C
Termómetro		-60 a 40°C
Válvula de globo recta	28 Kg/cm^2	
Válvula de bola	28 Kg/cm^2	
Válvula automática (By – Pass) del control automático de 38 mm	Presión diferencial 5 Kg/cm^2	
Medidor Neptune para el control de suministro de Gas L.P.	Presión de Trabajo 24.6 Kg/cm^2	
Tuberías para conducir Gas L.P.	Presión mínima de trabajo 21 Kg/cm^2	
Tuberías	Con accesorios roscados: 140-210 Kg/cm^2	
En las Tuberías conductoras de gas líquido se cuenta con: válvula de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas	Presión de apertura: 26.75 Kg/cm^2	
Manguera especial para Gas L.P.	Presión de trabajo: 17.57 Kg/cm^2 Presión de ruptura: 40 Kg/cm^2	
Válvula de control remoto neumática	28 Kg/cm^2	
Válvula de seguridad para línea	Apertura 26.75 Kg/cm^2	
Válvula automática de retorno (By-Pass)	Presión diferencial 3 y 5 Kg/cm^2	
Válvula de aguja	28 Kg/cm^2	

III.4.3. Estado físico de las diversas corrientes del proceso

El Gas L.P. se maneja en estado líquido (dentro de una parte del tanque de almacenamiento bajo presión) y en estado gaseoso (en otra parte del tanque de almacenamiento.

III.4.4. Características del régimen operativo de la instalación.

El proceso a manejar en el proyecto es del tipo continuo, ya que se estima que el llenado de auto tanques sea todos los días, además, para llenar nuevamente el tanque de almacenamiento

IV. Descripción del entorno

La flora y fauna del Estado de Nuevo León son distintivas de acuerdo a la región fisiográfica en la que se encuentran. El estado presenta tres zonas morfológicas bien definidas, siendo la Sierra Madre Oriental la que corresponde a la zona donde se encuentra el predio donde se construirá la Planta de Distribución para Gas L.P.

En la Sierra Madre Oriental, son de importancia la presencia de comunidades vegetales bien conservadas, tales como los bosques de pino, oyamel, bosques de encino, y sus combinaciones, la distribución relictual de bosques mesófilos, con características boreales y la presencia de especies endémicas como Pinus culminicola.

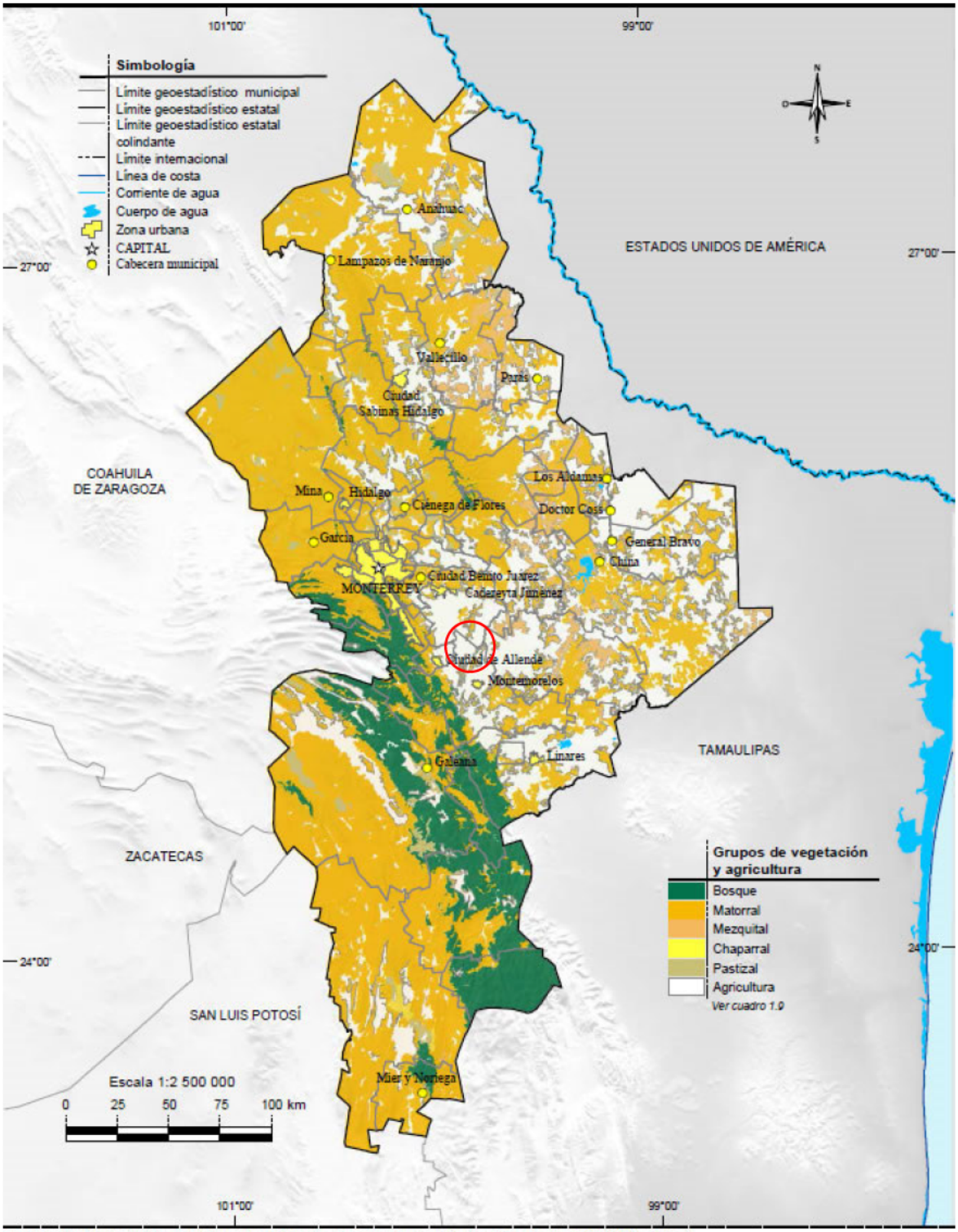
La superficie estatal está cubierta en un 51.8% por matorral, el 30.6% son zonas agrícolas, el 10.8% por bosque, el 4% por mezquital, el 2.4%por pastizal y el 0.4% restante por chaparral.

Los matorrales se encuentran por toda la entidad, pero principalmente al suroeste y noroeste del territorio estatal. Predomina la vegetación de matorral submontano, matorral espinoso, matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo. Las principales especies presentes son fresno, anacahuita, cenizo, huizache y lechuguilla.

Los bosques se ubican sobre la Gran Sierra Plegada; predominan la vegetación de coníferas y encinos. Las principales especies presentes son: pino chino, pino lacio, encino prieto y encino blanco.

El mezquital se haya disperso sobre la Llanura Costera del Golfo y las Grandes Llanuras de Norteamérica. Las principales especies presentes son: mezquite, gavia, orégano, barreta y granjeno.

Las principales especies presentes de pastizal son buffel y navajita de yeso; en cuanto al chaparral, las principales especies son: cedro, manzanita y charrasquillo.



Fuente: INEGI. *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1: 250 000, serie V.*

Figura 10: Grupos de vegetación y agricultura.

En cuanto a la Flora dentro del Municipio de Ciénega de Flores se compone de granjenos, chaparro prieto, mezquite, anacahuita, nacajita roja, bizbirinda, zacate buffel y estrella africana.

Con base en la visita de campo y en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 "Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo" no existen en el área de estudio, especies reportadas como raras, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

Para el predio donde se desarrollará el proyecto, la flora se considera escasa, esto debido a que este terreno fue utilizado para almacenar materiales pétreos, grava arena entre otros al momento de que se llevó a cabo la ampliación de la carretera nacional hace 10 años aproximadamente y que se encuentra en dirección poniente del predio, así mismo, dentro del predio se tiene la presencia de 2 construcciones abandonadas. Con el paso del tiempo ha ido creciendo vegetación de disturbio compuesta principalmente por pasto, zacate buffel garruños, así mismo como vegetación original del predio se tienen zonas donde se tiene la presencia de algunos mezquites, sin embargo, predomina la vegetación de disturbio, siendo importante mencionar que se tratará de dejar algunos ejemplares de mezquite dentro de las instalaciones las cuales se podrán considerar como áreas verdes, siempre y cuando no interrumpan o pongan en riesgo las actividades que se llevarán a cabo en la Planta de Distribución de Gas L.P., además, se plantarán ejemplares de ornato para compensar o mitigar la remoción de aquellos que sea necesario.

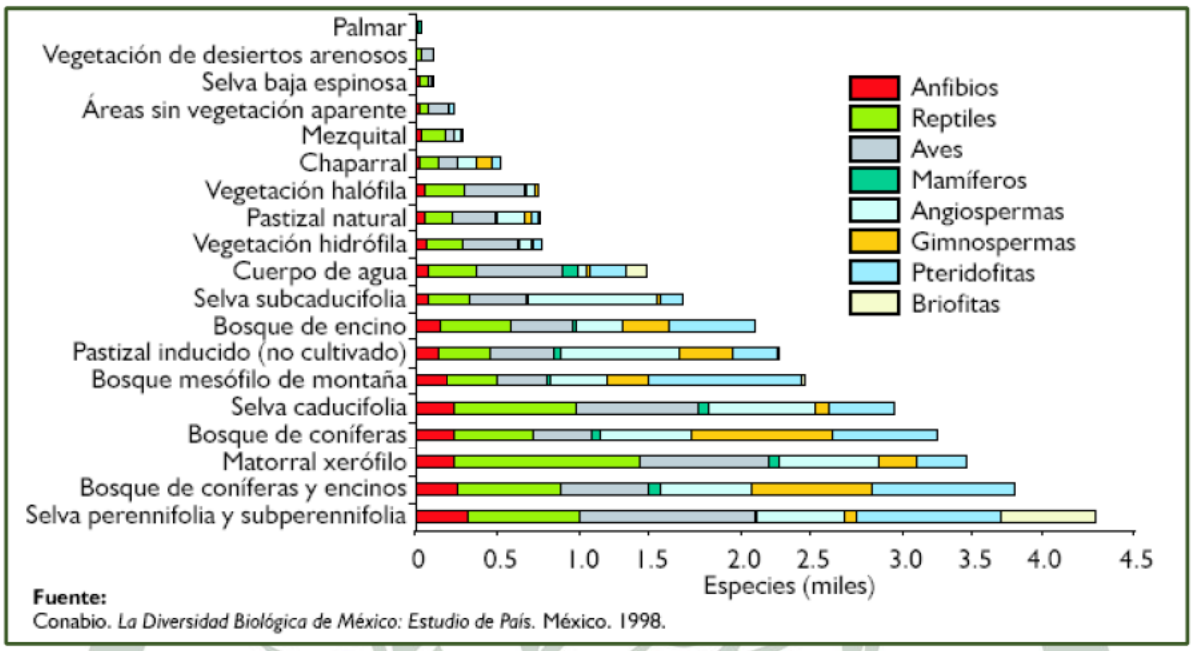
A continuación, se muestran las imágenes del predio:

Figura 11.- Imágenes de la vegetación en el predio.

Fauna

A nivel mundial, una de las regionalizaciones faunísticas más aceptables es la propuesta por P. L. Sclater y A.L. Wallace, que divide a América en dos regiones: Neártica y Neotropical, cuyos límites se encuentran precisamente en territorio mexicano y siguen, de manera muy irregular, la línea del Trópico de Cáncer.

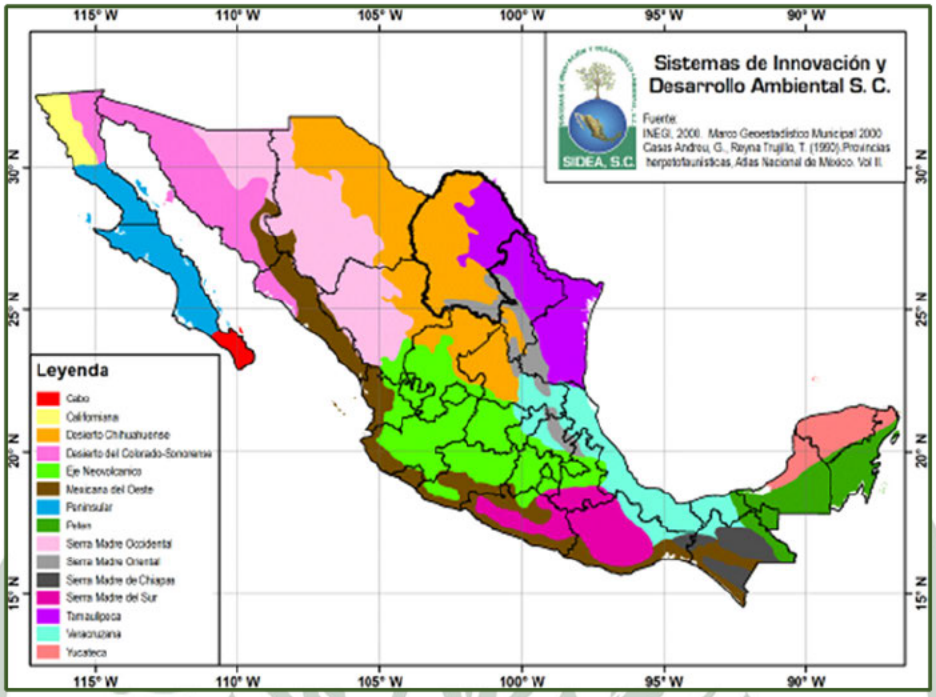
Esta confluencia de reinos biogeográficos Neártico y Neotropical, sumado a su abrupta orografía, su diversidad climática y a una intrincada historia geológica, entre otros factores, han permitido el desarrollo de múltiples ecosistemas que albergan una inmensa riqueza de especies de plantas y animales.



Especies de flora y fauna en los ecosistemas del País según el Sistema Nacional de Información de la Biodiversidad.

México es considerado por ello a nivel mundial dentro de los países con mayor diversidad biológica o megadiversidad. Ocupa importantes lugares en el mundo, tiene el primer lugar en reptiles, con 717 especies de las 6,300 clasificadas, de las cuales 574 son propias del país (53 endémicas y 30 en peligro de extinción); se ubica en el segundo lugar en diversidad de mamíferos, al contar con 449 de las 4,170 especies existentes, 449 terrestres (31% en alguna categoría de riesgo y 33% endémicas) y 41 marinas; en anfibios ocupa el cuarto lugar, con 282 de las 4,184 especies que se han detectado de los cuales el 61% son endémicos, y en aves ocupa el decimosegundo lugar con 1,150 de las 9,198 clases, de las cuales el 5% se encuentra en peligro de extinción.

El proyecto objeto del presente estudio se encuentra enclavado en la provincia herpetofaunística Tamaulipeca. De igual modo, en cuanto a provincias mastogeográficas, el proyecto se encuentra inmerso entre la provincia de la Sierra Madre Oriental



Provincias herpetofaunísticas de la República Mexicana.

Provincias mastogeográficas de la República Mexicana.

Para el Municipio de Ciénega de Flores la Fauna se compone por víbora de cascabel, conejos, tlacuaches, golondrinas y urracas

Como se ha mencionado, el predio donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P. se trata de un terreno sin actividad, donde aproximadamente 10 años atrás fue utilizado como almacén de productos pétreos para las actividades de ampliación de la carretera Nacional y que actualmente está abandonado, por lo que se considera que la naturalidad del sitio ha cambiado, por lo tanto, también se considera que la fauna en el predio es escasa, ya que aunado a lo mencionado, el terreno se encuentra a un costado de un camino vecinal y la carretera Nacional, la cual presenta un alto flujo vehicular, lo que provoca que la fauna disminuya, ya que se genera ruido y vibración, provocando la migración de las especies a zonas más tranquilas.

Derivado del recorrido y revisión que se llevó a cabo en el predio se detectaron algunas especies de fauna asociadas a zonas rurales y urbanas representada por pequeños mamíferos (roedores), aves de la región como es el caso de Palomo Alas Blancas, Calandria Dorso Negro, Gorrión, colibrí, huilota común, lagartijas, ninguna de estas reportadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: "Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo". Así mismo, se tienen registros de la presencia de las siguientes especies en los alrededores (más en el recorrido no se detectaron):

Aves

- Pato Monja (Bucephala albeola)
- Chorlo Tildío (Charadrius vociferus)
- Zopilote Aura (Cathartes aura)
- Carpintero Cheje (Melanerpes aurifrons)
- Mascarita Común (Geothlypis trichas)
- Centzontle Norteño (Mimus polyglottos)
- Cernícola Americano (Falco sparverius)

- Chipe Corona Negra (Cardellina pusilla)
- Playero Alzacolita (Actitis macularius)
- Martín Pescador Verde (Chloroceryle americana)
- Papamoscas Cardenalito (Pyrocephalus rubinus)
- Papamoscas Fibí (Sayornis phoebe)
- Gorrión de Lincoln (Melospiza lincolnii)

Anfibios

- Sapo Gigante (Rhinella horribilis)
- Sapo Nebuloso (Incilius nebulifer)
- Sapo de Puntos Rojos (Anaxyrus punctatus)

Reptiles

- Culebra Ratonera de las Planicies (Pantherophis emoryi)
- Huico Pinto del Noreste (Aspidoscelis gularis)
- Eslizón de la Gran Planicie (Plestiodon obsoletus)
- Topera (Pituophis catenifer)
- Culebra Chata Oriental (Slvadora grahamiae)
- Geco Casero del Mediterráneo (Hemidactylus turcicus)
- Lagartija Espinosa Azul (Sceloporus cyanogenys)
- Lagatija Cornuda Texana (Phrynosoma cornutum)
- Culebra Arroyera de Cola Negra (Drymarchon melanurus)

Mamíferos

- Conejo cola Blanca (Genero Sylvilagus)
- Ardilla de Rierra del río Bravo (Ictidomys parvidens)
- Coyote (Canis latrans)
- Mapache (Procyon lotor)

- Pecarí de Collar (Pecari tajacu)
- Lince Americano (Lynx rufus)
- Zorra Gris (Urocyon cinereoargenteus)
- Conejo Serrano (Sylvilagus floridanus)
- Armadillo de Nueve Bandas (Dasypus novemcinctus

Arañas

- Tarántula Parda (Aphonopelma anax)
- Araña de Cruz (Neoscona crucífera)
- Viuda Negra (Latrodectus hesperus)
- Araña Saltarina Tornasolada (Messua limbata)
- Araña Lince Verde (Peucetia viridans)
- Araña de Patio (Kukulcania hibernalis)
- Arañas Verdaderas (Suborden Araneomorphae)
- Araña Saltarina Pantropical (Plexippus paykulli)

Insectos.

- Cucaracha Americana (Periplaneta americana).
- Gusano Falso Medidor (Mocis latipes)
- Avispa de papel cebra (Polistes exclamans)
- Mariposa de Parche Bordeado (Chlosyne lacinia)
- Mariposa Emperatriz de Manchas Negras (Asterocampa leilia)
- Minisaltarina Naranja Sureña (Copaeodes minima)
- Escarabajo Soldado Texano (Chauliognathus scutellaris)
- Mariposa Luna Faón Común (Phycoides phaon)
- Mariposa Sedosa Pálida (Arawacus jada)
- Mariposa Hojarasca Tropical (Anaea aidea)

Litología

De acuerdo con los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía carta G14A86 y G14C16, el tipo de roca que presenta el predio corresponde a: Clase Sedimentaria, del tipo Conglomerado, de la era Cenozoico, Sistema Terciario, Serie Plioceno.

A continuación, se muestran la carta con la información mencionada:

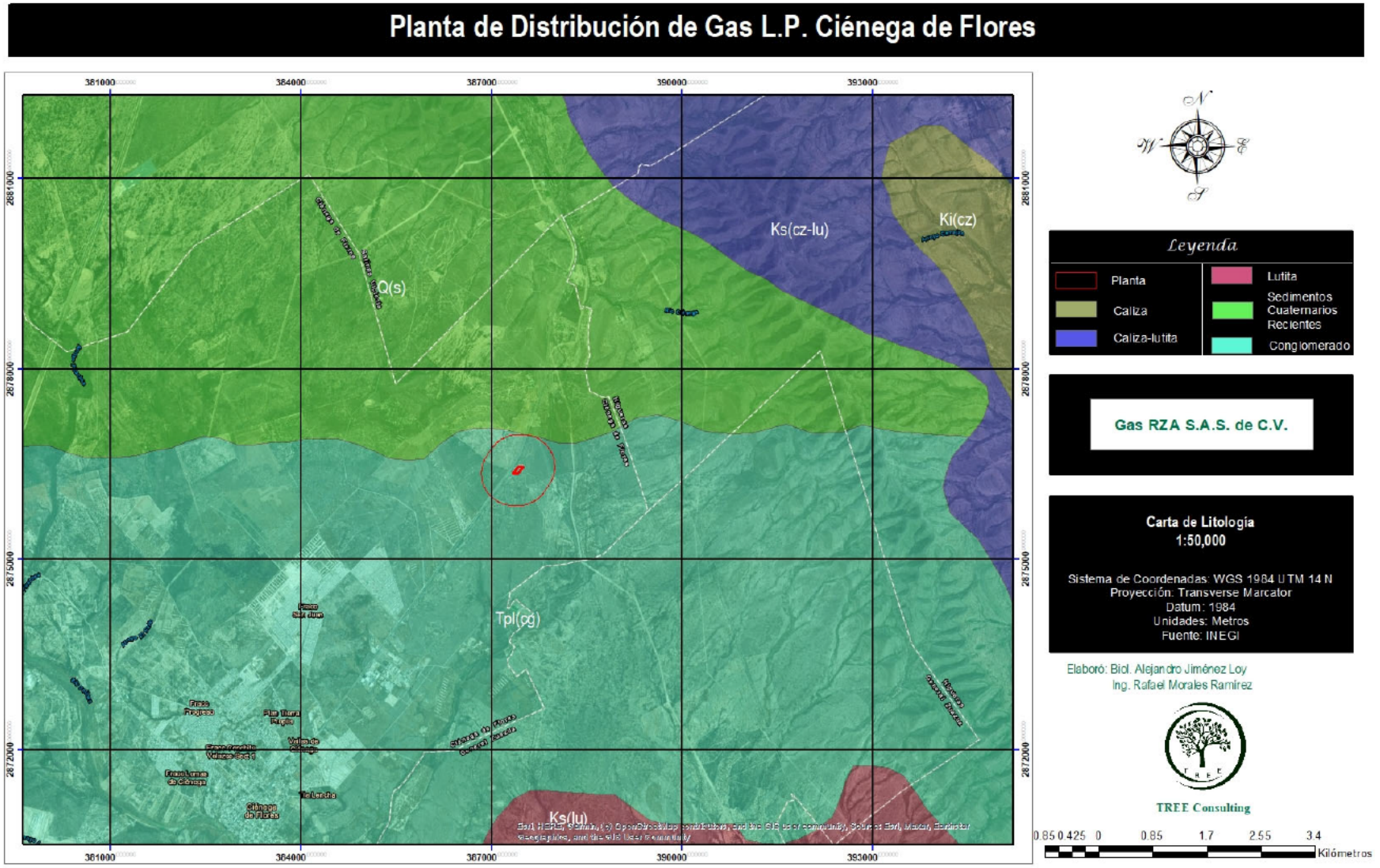


Figura 12. Carta de Litología

Las rocas sedimentarias (del latín sedimentum, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución de material mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacción químicas o de evaporación.

Una roca preexistente expuesta en la superficie de la tierra pasa por un Proceso Sedimentario (erosión o intemperismo, transporte, depósito, compactación y diagénesis) con el que llega a convertirse en una roca sedimentaria; a esta transformación se le conoce como litificación. Debido a que las rocas sedimentarias son formadas cerca o en la superficie de la tierra su estudio nos informa sobre el ambiente en el cual fueron depositadas, el tipo de agente de transporte y, en ocasiones, del origen del que se derivaron los sedimentos.

Las rocas sedimentarias generalmente se clasifican según el modo en que se producen en detríticas o clásticas y químicas o no clásticas, dentro de ésta última se encuentra una subcategoría conocida como bioquímicas.

Las rocas sedimentarias se clasifican según su origen, entre esta clasificación se encuentran:

Las rocas dietríticas, o fragmentarias, las cuales se componen de partículas minerales producidas por la desintegración mecánica de otras rocas y transportadas, son deterioro químico gracias al agua. Son acarreadas hasta masas mayores de agua, donde se depositan en capas. Algunos tipos de rocas de este tipo son: lutitas y areniscas (limolitas, arcillas o arcillitas), ruditas o conglomerados (pundings y brechas) siendo estas últimas, el tipo de roca que se encuentran en la zona donde se encontrará la Planta de Distribución de Gas L.P.

Las areniscas son rocas sedimentarias detríticas, compuestas por partículas cuyo tamaño está comprendido entre 2 y 1/16 mm, estas partículas son mayoritariamente minerales resistentes a la meteorización y fragmentos de rocas, cuando no están cementadas se denominan arenas. Se reconocen fácilmente, porque su aspecto es el de una arena de playa cuyos granos están cementados, su tacto es áspero, su color es muy variable en función de la naturaleza de los granos del cemento y del ambiente sedimentario donde se originaron. Las arenas que dan lugar a su cementación, pueden proceder y acumularse en numerosos ambientes sedimentarios; abanicos aluviales, ríos, zonas de litorales, fondos marinos, desiertos, etc. Los principales agentes de transporte de los granos de arena son el agua, el viento y los movimientos en masa por gravedad en ambientes subaéreos o subacuosos

En cuanto al otro tipo de roca es la Limolita, la cual es una roca sedimentaria detrítica, perteneciente al grupo de las rocas clásticas. Este tipo de roca procede de la cementación y compactación de partículas detríticas intermedias entre arcillas y arenas, denominadas limos, cuyo diámetro oscila entre 1/16 mm hasta 1/256 mm. Estas rocas presentan una composición muy variada, pero generalmente contiene óxido de hierro, calcita, feldespato, entre otros. Habitualmente la Limolita se encuentra en colores como amarillo o pardo. Utilizando una hojilla de acero, esta roca se puede raspar sacando las impurezas que la envuelven, para así, determinar el tamaño del grano (muy similar al talco), ya que suelen ser confundidas con las lutitas.

Las ruditas o conglomerados son rocas que presentan fragmentos con tamaños mayores de 2 mm de diámetro; cuando los cantos son redondeados, las ruditas se denominas pudinga y cuando los cantos son angulosos, se les denomina brechas. En función de la composición de los clastos, las ruditas pueden ser calcáreas, graníticas, cuarcíticas, etc.

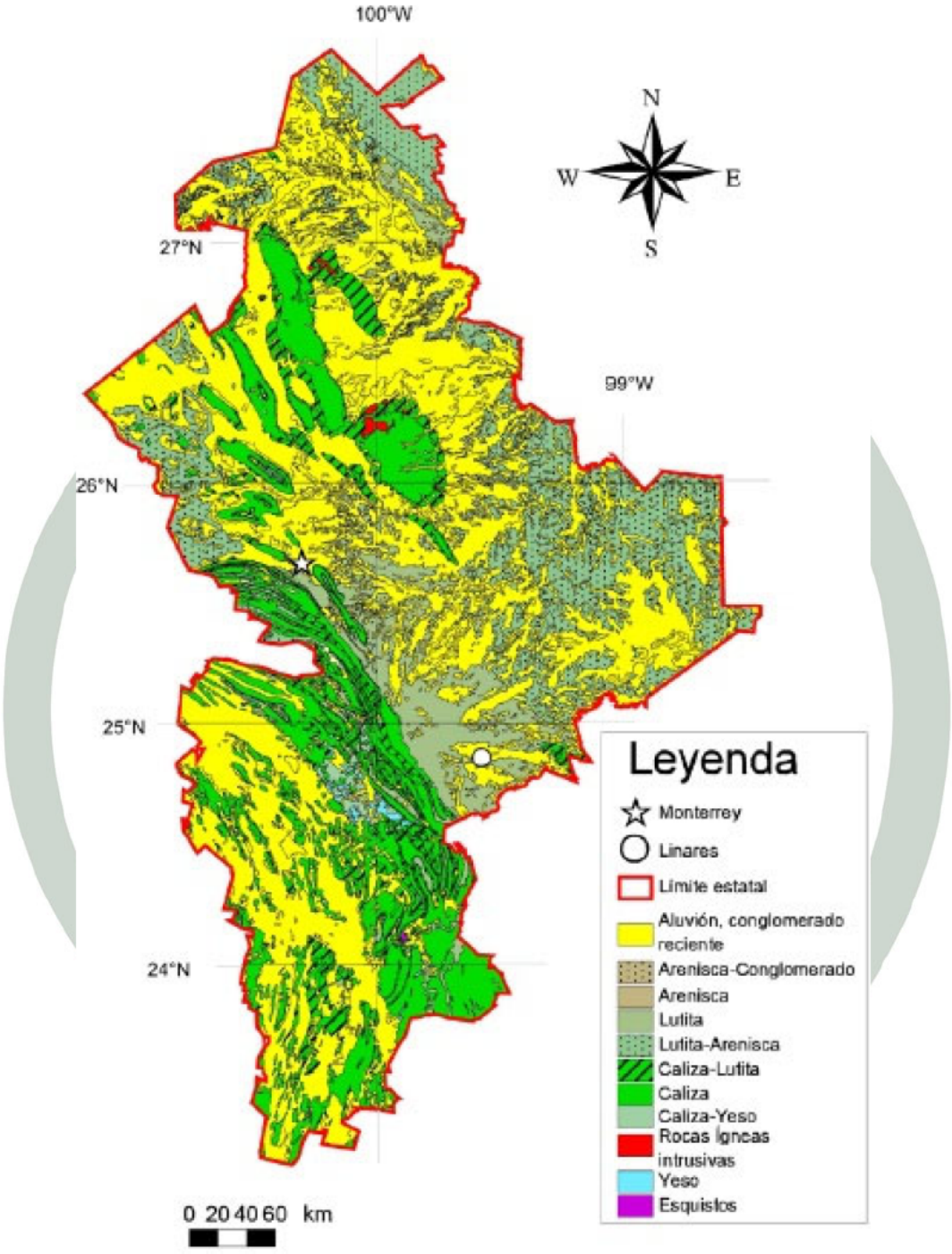


Figura 13: Geología para el Estado de Nuevo León.

Características geomorfológicas y de relieve.

Para el Estado de Nuevo León, la superficie estatal forma parte de las provincias: Sierra Madre Oriental, Grandes Llanuras de Norteamérica y Llanura Costera del Golfo Norte. En la ciudad de Monterrey, está el cerro de la Silla con 1,800 m.s.n.m. y hacia el sur hay una serie de sierras conformadas por rocas de origen sedimentaria (se forman en playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro) donde se encuentra el cerro El Morro con 3,703 m.s.n.m.

Al norte hay extensos lomeríos, interrumpidos por algunas sierras aisladas, que forman valles entre serranías, localmente se le denomina potreros como San José de la Popa.

Asimismo, hay una gran llanura conocida como población Anáhuac, la altura más baja es de 100 metros y se localiza al este en el límite con el Estado de Tamaulipas

Las principales elevaciones del estado son las siguientes:

Tabla 27: Principales elevaciones del estado de Nuevo León.

Nombre	Altitud (metros sobre el nivel del mar)
Cerro Potosí	3,713
Cerro el Morro	3,703
Picacho San Onofre	3,563
Cerro el Viejo	3,509
Sierra Potrero de Ábrego	3,486

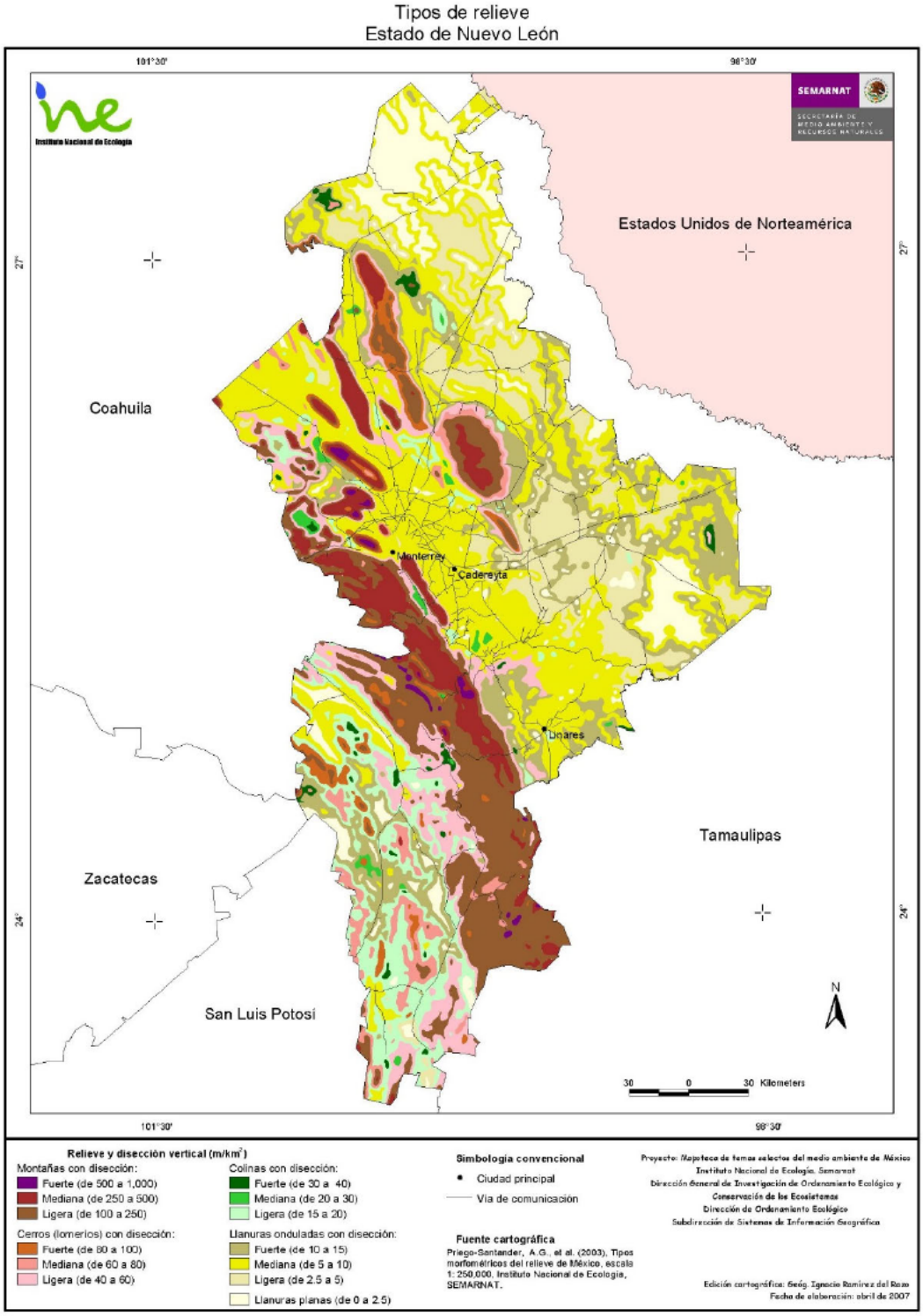


Figura 14: Clasificación del relieve para el Estado de Nuevo León.

Para el Municipio e Ciénega de Flores la fisiografía, edafología y topografía es propia de climas secos, desérticos y planos. La cabecera municipal se encuentra alejada de las formaciones montañosas cercanas como los cerros de Picachos, Mitras y San Miguel por lo que es escasa su influencia. Sin embargo, la relativa cercanía e influencia de la conurbación de Monterrey ha contribuido a través de los años a transformar el valle del río Salinas y a eliminar los microclimas que existieron en él.

Está caracterizada por la posición casi central de la cuenca del río Salinas y sus pequeños arroyos afluentes. De esta cuenca hacia el norte y sur, la morfo-topografía consiste en dos planos inclinados convergentes hacia la cuenca del río Salinas. Hecho que influirá en los drenajes sanitario y pluvial de los asentamientos futuros.

El territorio municipal posee una topografía característica de la región periférica del área metropolitana de Monterrey. Se trata de una extensa planicie surcada de poniente a oriente en su parte central por el río Salinas y sus pequeños arroyos afluentes. Hacia el norte de Salinas se conforma un plano inclinado de pendiente mínima ascendente de 1 al millar en promedio, que se incrementa en las cercanías de Higueras y Salinas Victoria hasta el 6 al 6 al millar hasta llegar cerca de los primeros cerros de “Picachos”. Al sur del río Salinas la Planicie es parcialmente descendente hacia este río y hacia la conurbación de Monterrey.

El área del proyecto se encuentra en una zona de Lomerío con llanuras, presentando una ligera pendiente con dirección Sur – Oeste. A continuación, se presenta la carta topográfica en la que se puede apreciar la información mencionada.

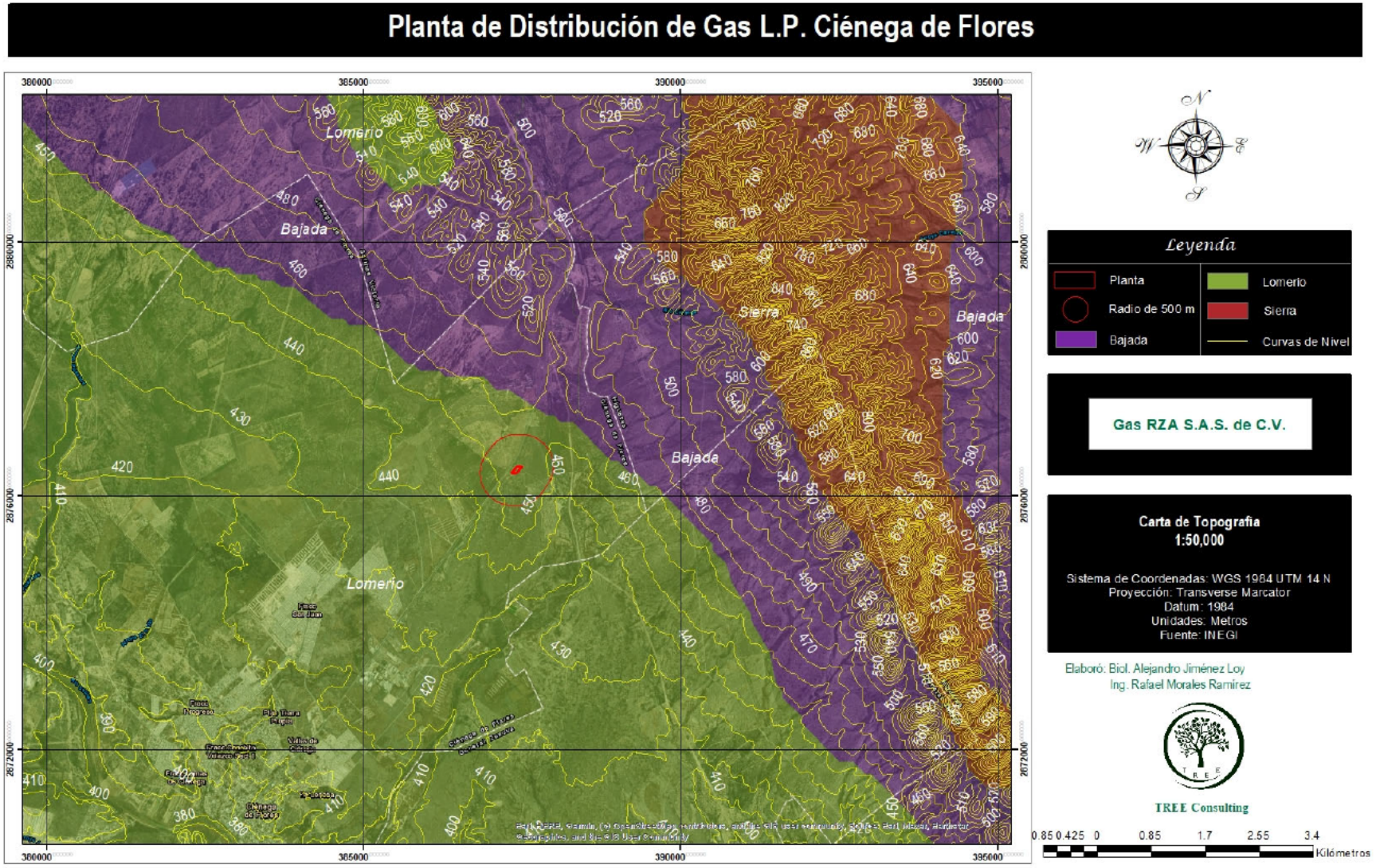


Figura 15. Carta de Topografía 1:50,000.

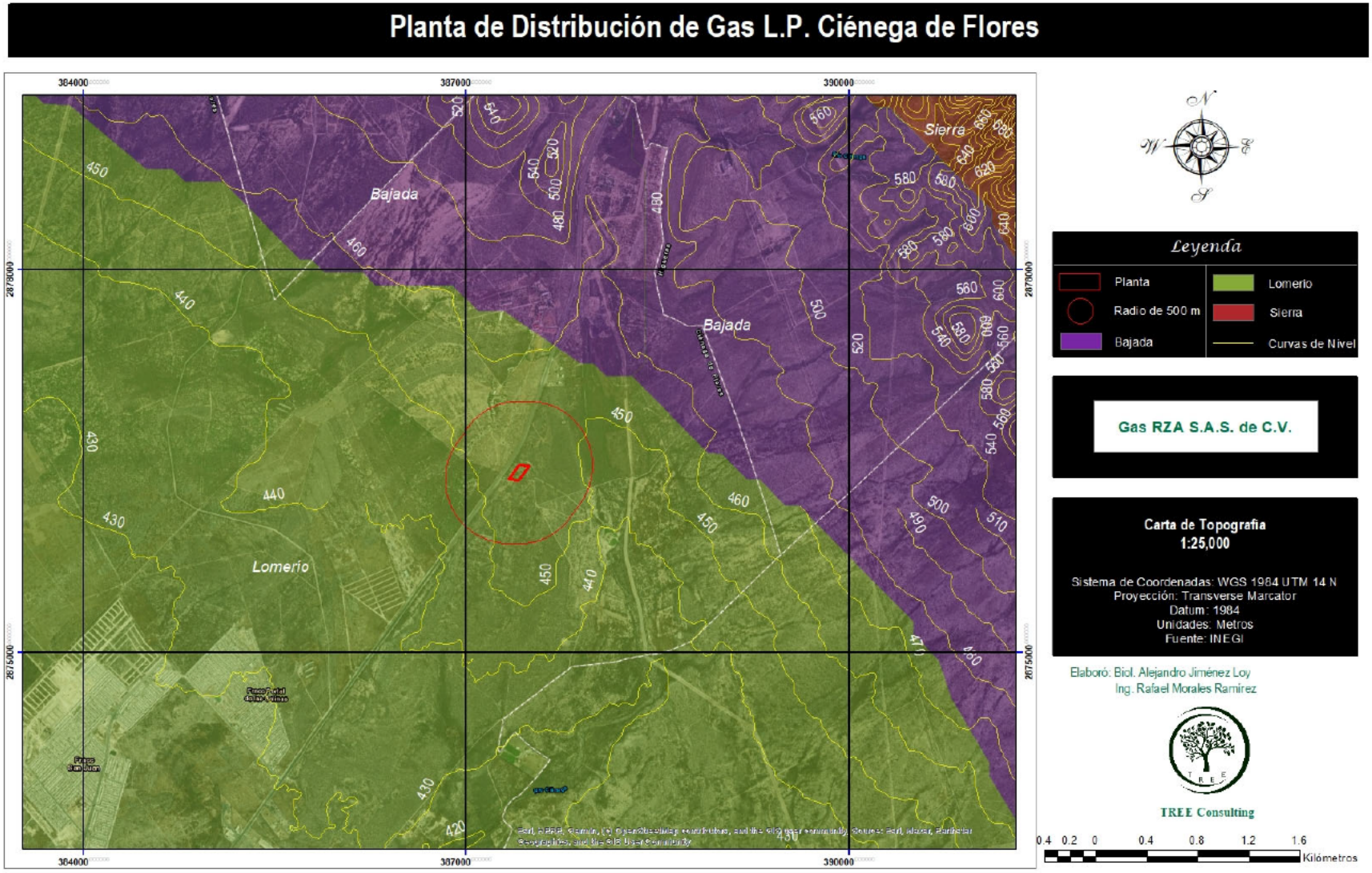


Figura 16 Carta de Topografía 1:15,000.

Fisiografía

Las zonas fisiográficas en el Estado de Nuevo León son tres, la primera, Sierra Madre Oriental, la segunda: Gran Llanura de Norteamérica y Planicie Costera del Golfo (provincia donde se localiza el predio donde se desarrollará el proyecto) y ultima el Altiplano Septentrional.

La llanura costera del Golfo Norte se distribuye en parte de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Nuevo León. Esta provincia se comparte con los Estados Unidos; dentro del territorio mexicano se ensancha hacia el norte a lo largo del río Bravo. Presenta las características de una costa emergida y se ve interrumpida por algunas sierras aisladas como la de Tamaulipas, de San Carlos y Cruillas, la Serranía del Burro, etc. Hacia el noroeste hay una alternancia de lomeríos con extensas llanuras. Existen algunas costeras siendo las mayores: La Lagunas Madre, La Laguna de Catemaco y la Laguna de San Andrés. La mayor parte de las rocas son sedimentarias, calizas y lutitas cretácicas en las Sierras de San Carlos y de Tamaulipas; calizas; calizas terciarias y lutitas depositadas al noreste de Tamaulipas (cuenca de Burgos) y otras al sudeste (cuenca de Tampico – Misantla). En esta provincia es posible encontrar incursiones de rocas ígneas ácidas e intermedias, rocas de origen volcánico y ácidas e intermedias, rocas de origen volcánico y básicas, del Terciario al Cuaternario, distribuidas al Norte de Tamaulipas y cerca de la Ciudad Mante.

A continuación, se muestra la carta de Fisiografía en la que se puede constatar la información mencionada

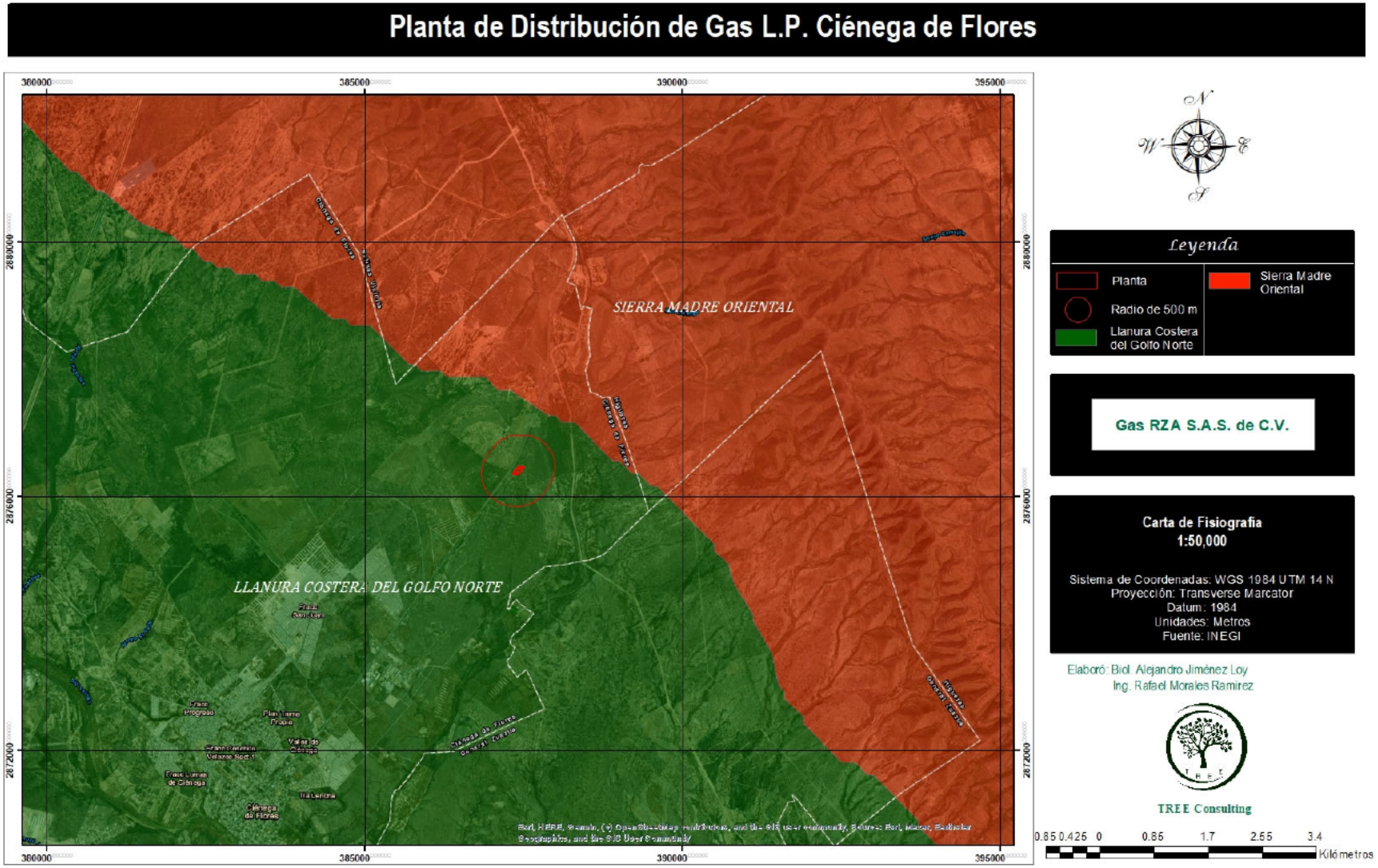


Figura 17. Carta de Fisiografía.

Presencia de Fallas y Fracturamientos

En cuanto a fallas, en el área donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P. no pasa alguna de estas discontinuidades, la fractura más cercana se localiza aproximadamente a 18.30 Km en dirección Sureste, con una dirección de Norte a Sur, por lo tanto, no se considera que represente algún riesgo para la Planta, además de que, en la visita de campo, no se detectó alguna deformación o hundimiento en el suelo.

Cabe mencionar que este tipo de fenómenos son impredecibles, sin embargo, como se menciona en el párrafo anterior, en la visita de campo no se detectó la presencia de algún tipo de fenómeno geológico, la información mencionada se puede apreciar en la siguiente carta:

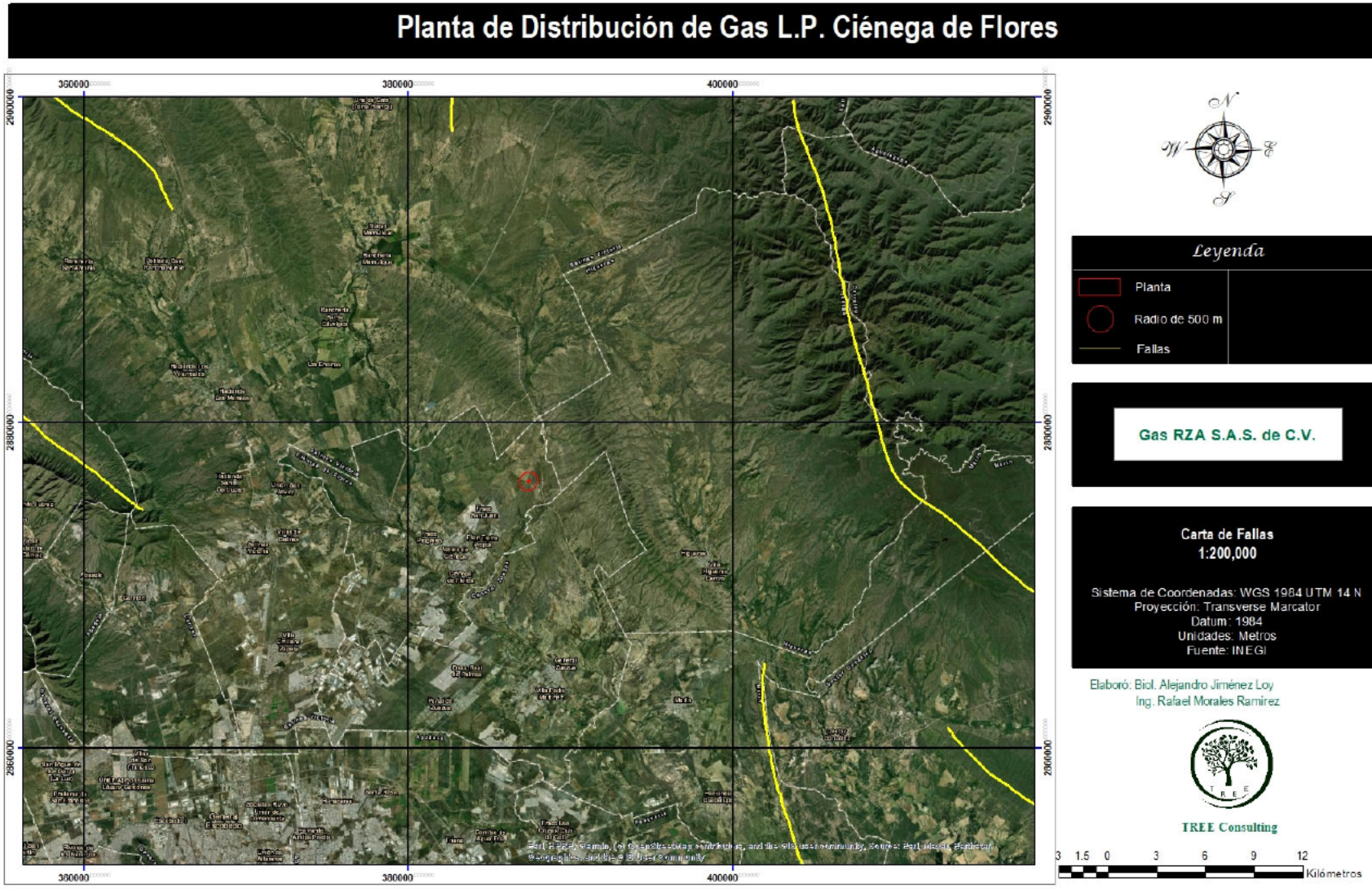


Figura 18: Carta de Fallas.

Susceptibilidad

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

El predio donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en la zona A, considerada como zona de riesgo bajo.

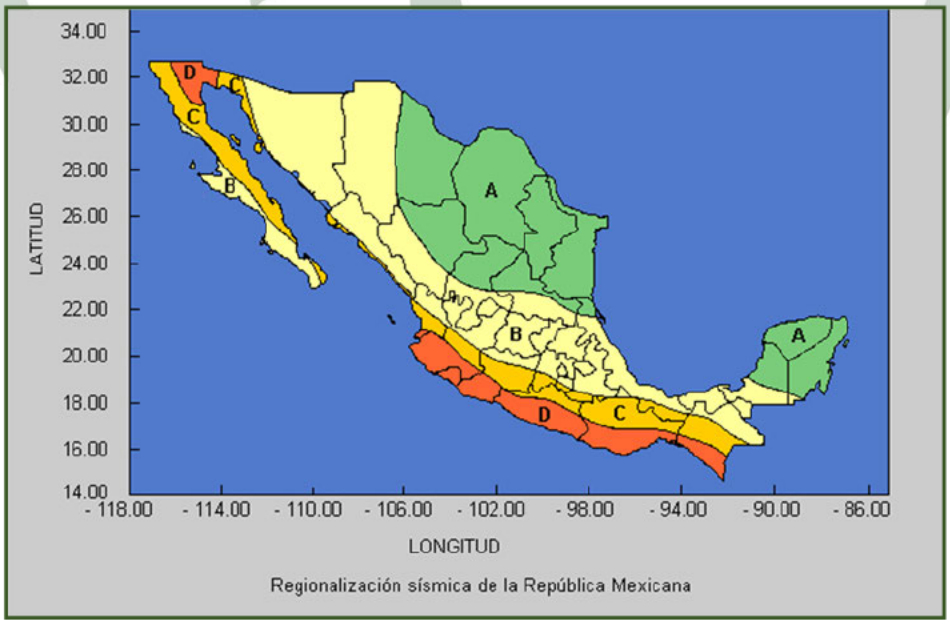


Figura 19: Zonificación sísmica de la República Mexicana.

El Servicio Sismológico Nacional dentro de su historial presenta datos desde 1990 hasta la fecha, consultado esta fuente se detectó 1 evento de sismos en un radio de 50 Km, el cual se describe a continuación:

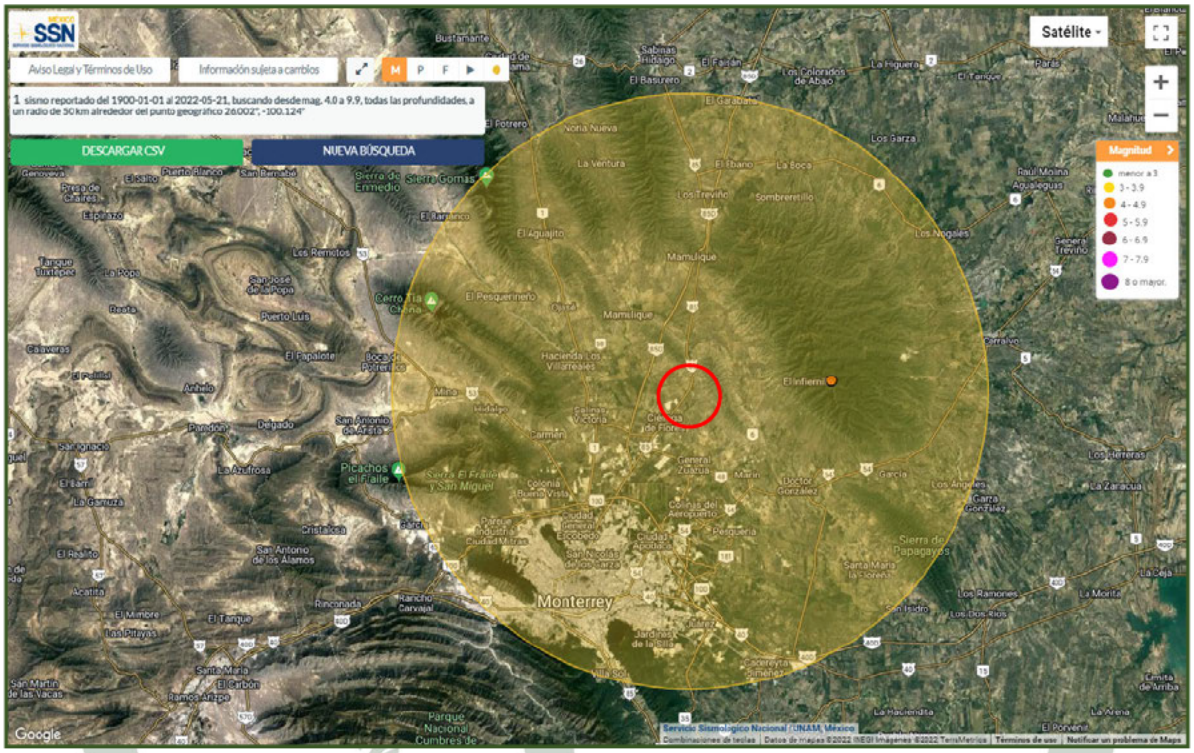
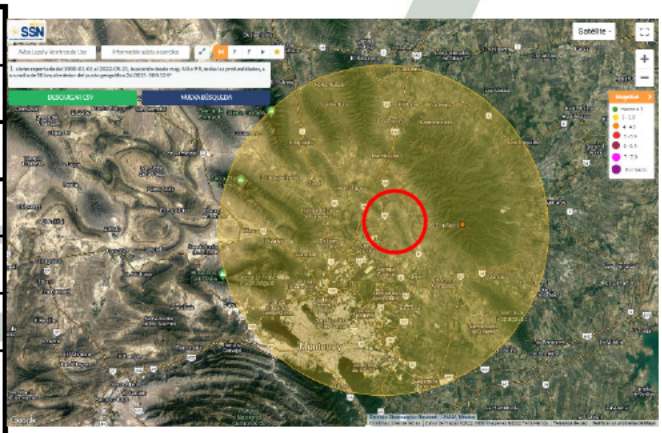


Figura 20: Ubicación de epicentros de los eventos detectados cercanos al sitio del proyecto.

Fecha	5 de Mayo del 2021
Hora	15:54:49
Latitud	26.0063
Longitud	-99.8845
Profundidad	5 Km
Magnitud	4°
Epicentro	24.10 kilómetros en dirección Oriente



En la zona donde se pretende desarrollar el proyecto no se presenta vulcanismo, considerando que es el fenómeno que se produce cuando el material fundido del interior de la Tierra sale a la superficie a través de grietas, fisuras y orificios.

Suelos

El suelo es el recurso natural que soporta a la biodiversidad y las actividades socioeconómicas de la tierra. Su formación se basa en procesos de metrorización, intemperización, degradación y acción microbiana de las rocas y materia orgánica extraordinariamente lentos que dependen de factores diversos. Son sistemas complejos que interactúan con el desarrollo de las entidades vivas y favorecen o limitan el desarrollo de plantas y animales; su pérdida o erosión disminuyen la cantidad y calidad de recursos naturales que pueden ser aprovechados.

Según la carta que se muestra a continuación con información obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, carta G14A86 y G14C16, el predio donde se encontrará la Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en una zona donde los tipos de suelo son los siguientes; suelo Principal Regosol cálcico, como suelo secundario: Litosol y como suelo terciario, Xerosol, estos de textura media, fase física lítica.

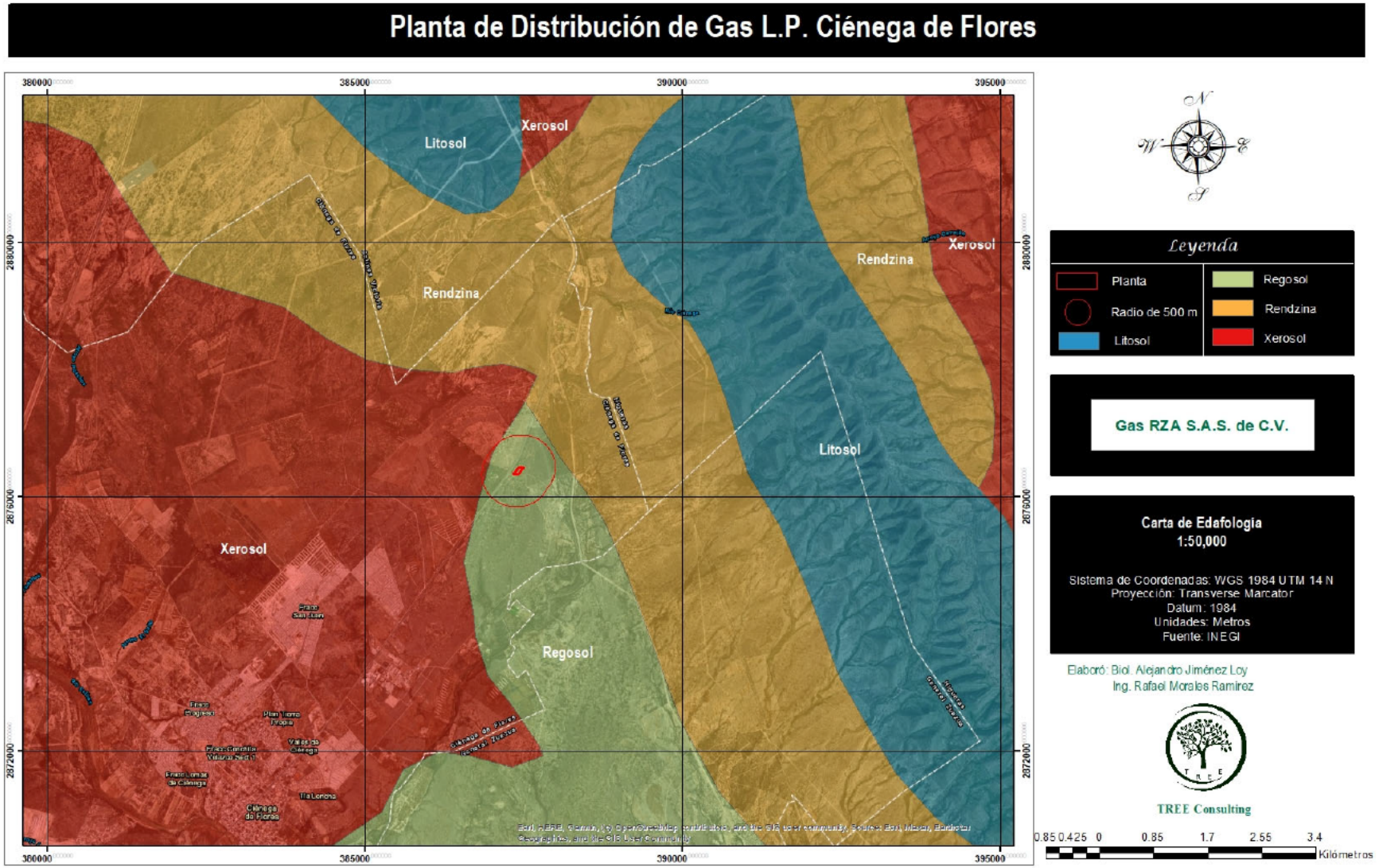


Figura 21. Carta de Edafología.

Regosol.- Del griego reghos, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos. En Jalisco y otros estados del centro se cultivan granos con resultados de moderados a bajos. Para uso forestal y pecuario tienen rendimientos variables.

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, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 cm, 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 desinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua.

Xerosol.- del griego xeros: seco, literalmente, suelo seco. Se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro norte de México. Su vegetación natural es de matorral y pastizal y son el tercer tipo de suelo más importante por su extensión en el país. Tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Su rendimiento agrícola está en función a la disponibilidad de agua para riego. El uso pecuario es frecuente sobre todo en los estados de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en ladera o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad.

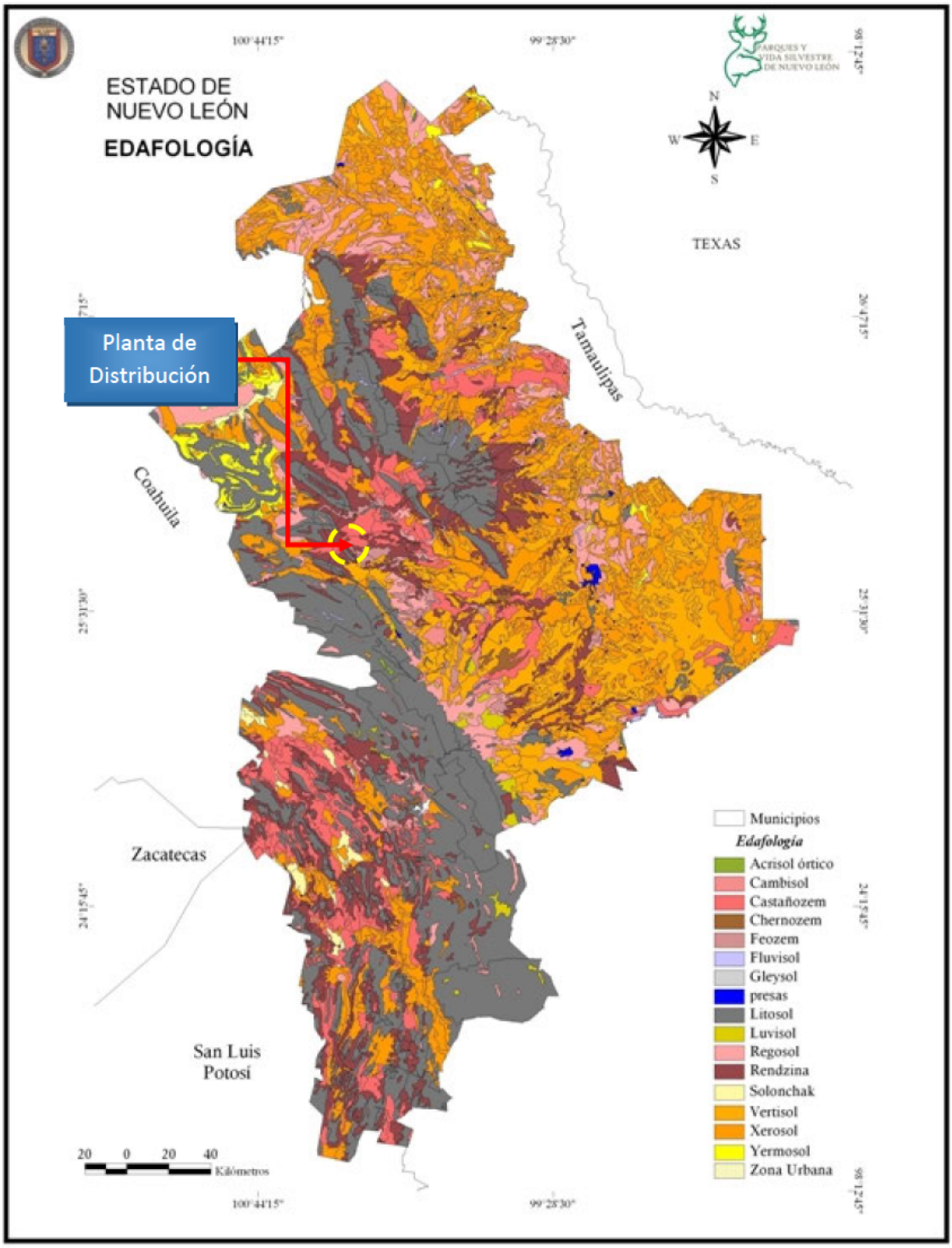


Figura. 22. Tipo de suelo para el Estado de Nuevo León.

Hidrología superficial

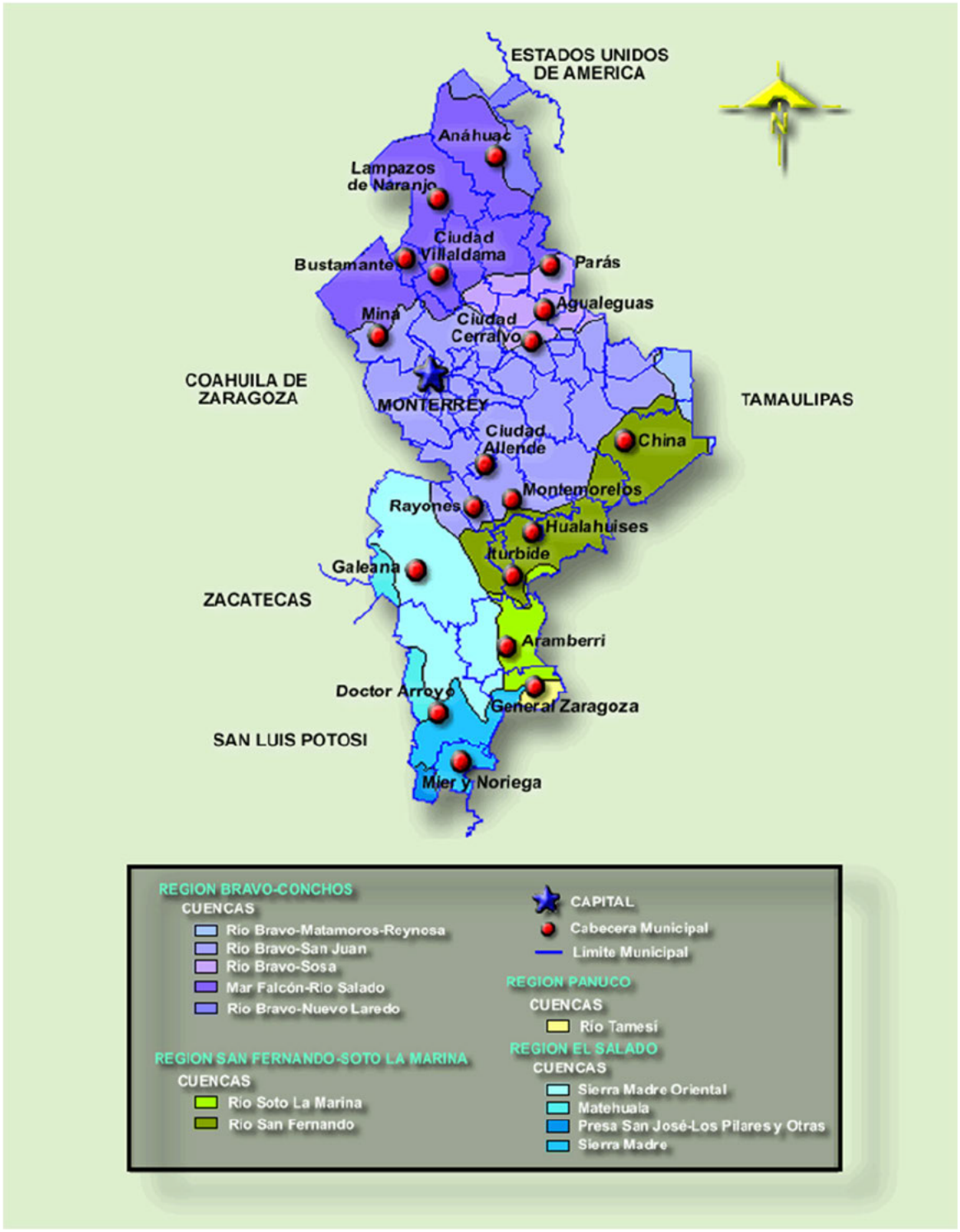


Figura 23: Hidrología del Estado de Nuevo León

La república mexicana se divide en 37 regiones hidrológicas, de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en el Estado de Nuevo León quedan inscritas partes de las siguientes regiones hidrológicas: Río Bravo, que corresponde a la porción centro – norte; San Fernando – Soto La Marina, en la parte este y sureste; y El Salado, en la porción sur-suroeste del estado según estudios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

REGIÓN HIDROLÓGICA "RÍO BRAVO"

En esta región hidrológica se encuentra el predio donde se construirá la Planta de Distribución para Gas L.P.

Río Bravo – Matamoros – Reynosa

Esta cuenca abarca dos ciudades fronterizas de mucha importancia. Un área mínima del estado de Nuevo León corresponde a la parte suroeste de esta cuenca y tiene como subcuencas intermedias: Río Bravo – Reynosa y Río Bravo – Anzalduas.

Río Bravo – San Juan

La mayor parte de esta cuenca queda dentro del estado de Nuevo León y a esta pertenece la zona donde se desarrollará el proyecto. Una de las corrientes principales es el Río San Juan, segundo afluente de importancia del Bravo. Tiene como subcuencas intermedias: Presas Marte R. Gómez, Río San Juan, Río Pesquería, Río Salinas, Río San Miguel, Río Monterrey, Río Ramos y Río Pilón.

Río Bravo – Sosa

El río Sosa, confluente derecho del Álamo, es el primer afluente mexicano de interés que entra por la margen derecha al río Bravo. Tiene como subcuencas intermedias: Arroyo Saladito, Río Sosa y Río Alamo.

Presa Falcón – Río Salado

La presa Falcón se encuentra 136 km aguas debajo de Nuevo Laredo Tamaulipas, y 441 Km aguas arriba de la desembocadura del río Bravo en el Golfo de México. Por el lado mexicano, la cortina y el vaso se hallan dentro del municipio de Mier Tamaulipas, y por el de Estados Unidos dentro de los condados de Zapata y Starr Texas.

El río Salado se origina en el estado de Coahuila, gracias a la confluencia de los ríos Sabinas y Nadadores. Atraviesa el Estado de Nuevo León con rumbo sureste; y durante su trayecto recibe las aguas de varios arroyos, hasta que llega a la presa Falcón. Tiene como subcuencas intermedias: Río Salado – Las Tortillas, Río Salado - Anáhuac, Arroyo Zapote, Arroyo Huizache, Arroyo Zacatecas y Río Sabinas Hidalgo.

Río Bravo – Nuevo Laredo

Comprende la parte que corresponde a la frontera con los Estados Unidos. Se forma a partir de pequeños arroyos que drenan hacia el Río Bravo y tiene como subcuencas intermedias: Río Bravo – Arroyo de la Coyota, Río Bravo – Arroyo del Carrizo, Río Bravo – Arroyo El Saladito.

Almacenamientos

Dentro de la región hidrológica “Río Bravo”, se han localizado cinco almacenamientos, entre los que sobresale la presa Rodrigo Gómez (La Boca), que es el mayor embalse del estado. Su capacidad es de 40,000,000 m^3. Sigue en orden de importancia, dentro de la región y del estado, la presa Agualeguas, con una capacidad total de 9,800,000 m^3. El resto de los embalses son de alrededor de 1,000,000 m^3. También en este río se construyó la presa “El Chuchillo” en el municipio de China, almacenando alrededor de 1,200 millones de metros cúbicos aproximadamente.

Para la hidrología del municipio de Ciénega de Flores, el cauce principal es el río Salinas que es de las más importante del estado de Nuevo León, su cauce inicial en el municipio de Salinas Victoria 12 Km al poniente de la cabecera municipal de Ciénega de Flores, transcurre una distancia semejante dentro del municipio y después de 25 Km al oriente, se incorpora al Río Pesquería dentro de este municipio.

Sus afluentes son los arroyos Tierra Blanca y Vaquerías dentro del propio municipio, son de caudal permanente en tanto que el Salto, El Venado y la Ciénega canalizan agua solo en época de lluvias. El municipio cuenta con 55 pozos profundos de los cuales el del Cerrito ubicado cerca de los límites del municipio Higueras sustenta gran parte del consumo municipal.

En el predio donde se establecerá la Planta de Distribución de Gas L.P. no se tiene la presencia de alguna corriente o cuerpo de agua, los más cercanos son los siguientes: aproximadamente a 650 metros en dirección Oriente se encuentra el arroyo Ciénega, el cual presenta un flujo en dirección de Norte a sur y al cual lo alimentan en su trayecto otras corrientes de agua intermitente, aproximadamente a 2.05 Km en dirección Suroeste se encuentra el arroyo el Barro, el cual también presenta un flujo de Norte a Sur

Cabe mencionar que no se alterará algún cuerpo o corriente de agua con el desarrollo del proyecto.

A continuación, se muestra la carta de hidrología donde se puede corroborar lo mencionado anteriormente.

Planta de Distribución de Gas L.P. Ciénega de Flores

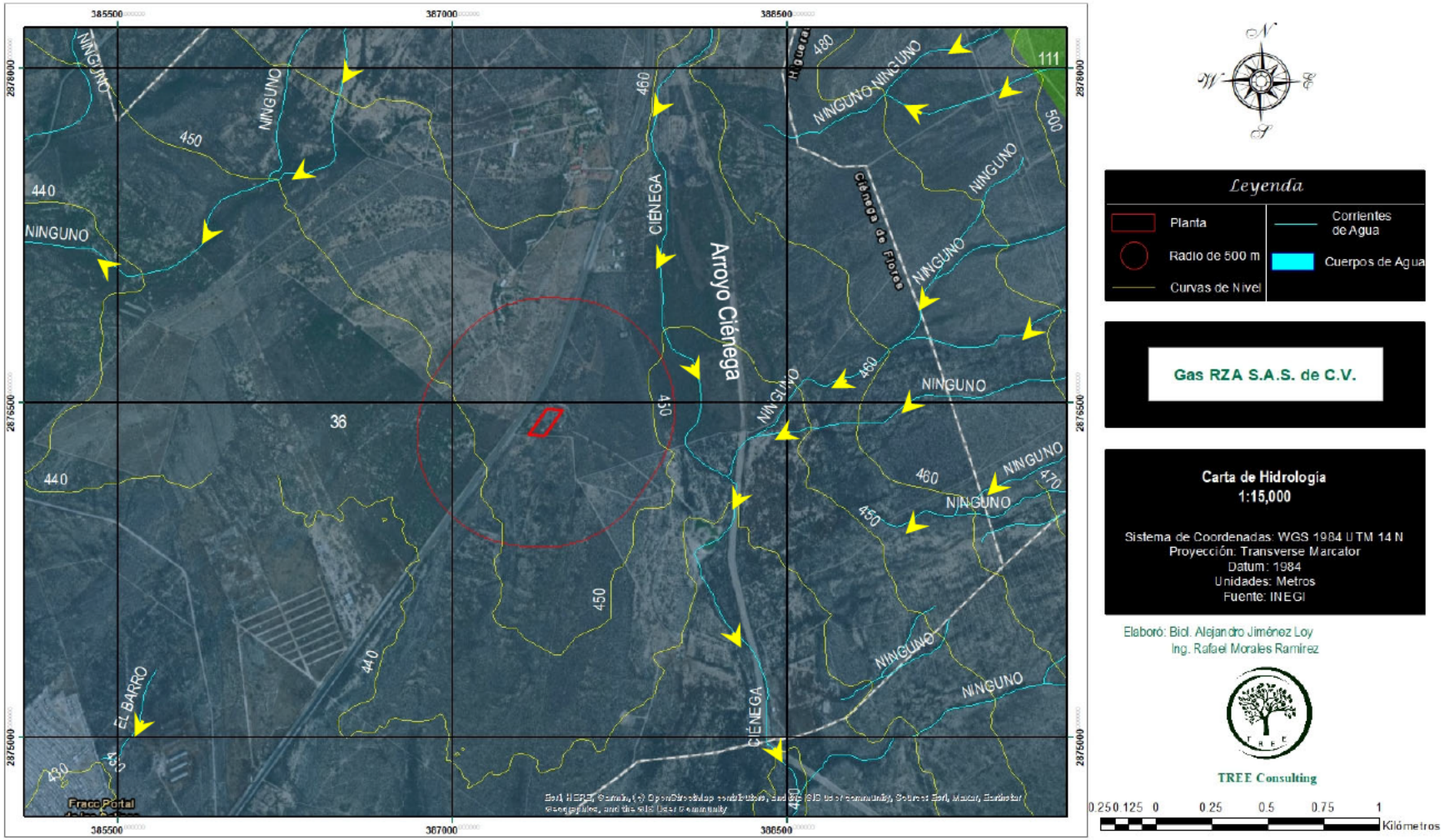


Figura 24. Carta Hidrológica

Clima

El municipio de Ciénega de Flores está dominado por el clima de Estepa local. Durante el año hay escasa precipitación, según la clasificación BSh por Köppen y Geiger. La temperatura promedio anual es de 22.4°C arrojando una precipitación anual de 703 mm.

El clima corresponde al tipo BS1hw según la clasificación de Köppen, es un tipo de clima Semicálido semicálido, tal y como se puede apreciar en la siguiente carta elaborada con información obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía:

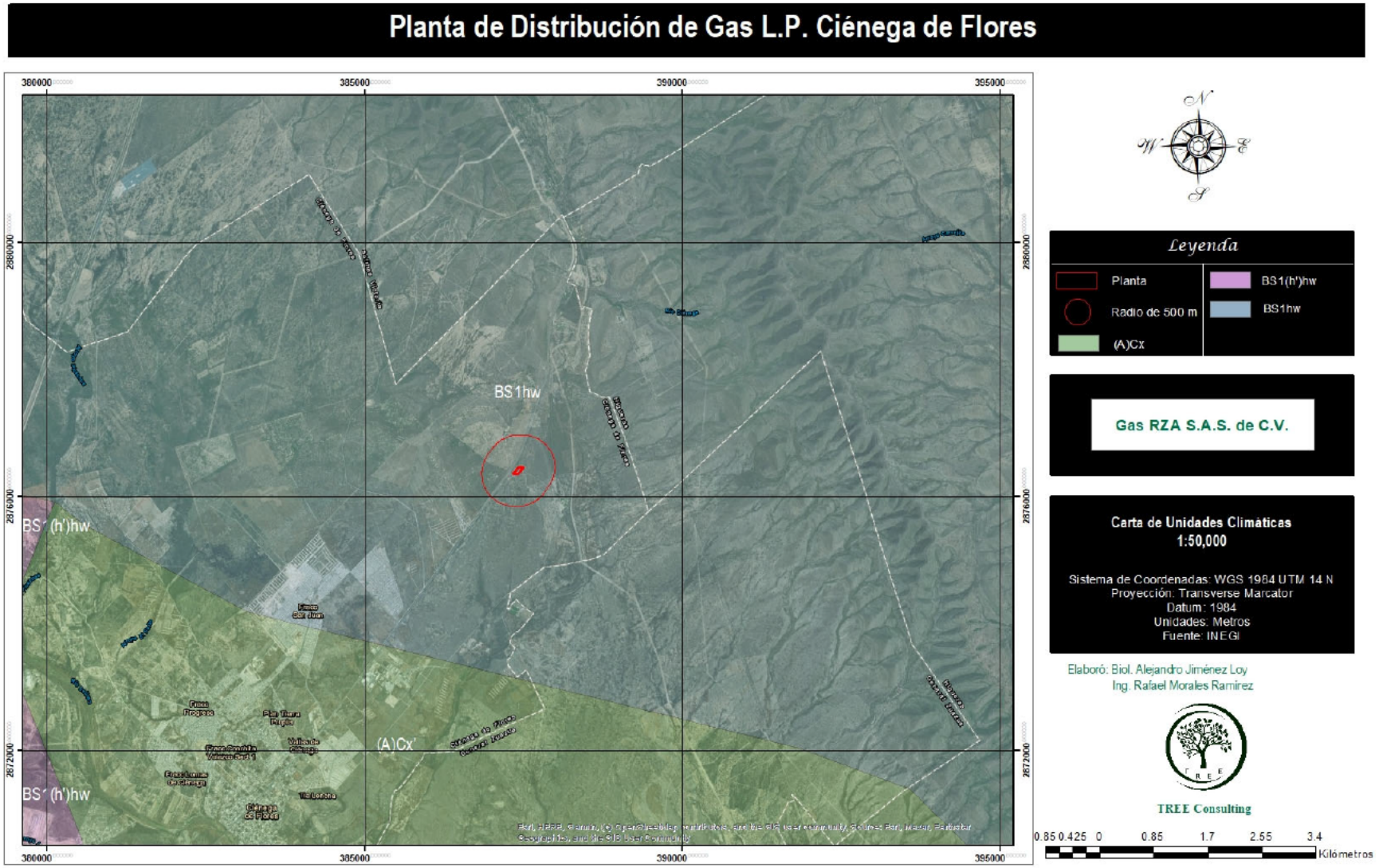


Figura 25. Carta de Unidades Climáticas

La estación meteorológica más cercana al predio donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P., según el Servicio meteorológico nacional es la siguiente: estación 00019012 Ciénega de Flores, localizada aproximadamente a 7.20 metros en dirección Suroeste en las coordenadas Latitud: 25° 57' 08", Longitud 100° 10' 20".

La Estación 00019012 reporta una temperatura máxima normal anual de 29.5°C, una temperatura media normal de 22.4 °C y una temperatura mínima de 15.2°C y una precipitación normal anual de 675.3 mm, los meses en lo que se registra una mayor precipitación son: Julio, Agosto y Septiembre. Las temperaturas más bajas se registran en el mes de Diciembre y la temperatura más alta se presenta en el mes de Julio con 40.4°C.

SERVICIO METEOROL◆GICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOL◆GICAS

ESTADO DE: NUEVO LEON PERIODO: 1951-2010

ESTACION: 00019012 CIENEGA DE FLORES LATITUD: 25◆57'08" N. LONGITUD: 100◆10'20" W. ALTURA: 380.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	21.6	24.0	27.9	31.5	33.7	35.3	36.0	36.0	32.8	28.9	24.9	21.8	29.5
MAXIMA MENSUAL	28.2	30.1	32.7	35.2	38.8	39.4	40.4	39.6	36.6	34.5	30.6	27.1	
A◆O DE MAXIMA	1953	1962	1991	1955	1998	1953	2009	1952	1954	1956	1981	2006	
MAXIMA DIARIA	41.0	41.0	46.0	44.0	46.5	46.0	43.0	42.0	43.5	41.0	39.0	41.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	09/1957	19/1986	30/1954	23/1958	07/1998	14/1998	27/1954	08/1951	06/2000	05/1960	22/1955	06/1951	
A◆OS CON DATOS	59	58	58	57	58	57	58	55	56	57	55	41	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	13.6	15.7	19.5	23.8	26.9	28.9	29.5	29.4	26.7	22.4	17.6	14.2	22.4
A◆OS CON DATOS	59	58	58	57	58	57	58	55	56	57	55	41	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	5.5	7.5	11.2	16.1	20.2	22.6	23.0	22.8	20.6	15.8	10.3	6.6	15.2
MINIMA MENSUAL	2.2	3.0	7.3	10.8	13.1	16.2	20.6	20.3	17.0	8.1	6.0	2.9	
A◆O DE MINIMA	1962	1960	1969	1987	1979	1979	1974	1973	1979	2005	1970	1973	
MINIMA DIARIA	-12.0	-9.0	-2.0	1.5	7.0	8.0	15.0	16.0	9.0	-2.0	-3.0	-7.0	
FECHA MINIMA DIARIA	12/1962	02/1951	13/1951	06/1987	14/1976	01/1987	11/1979	24/1973	29/1967	02/2005	21/1969	21/1973	
A◆0S CON DATOS	59	58	58	57	58	57	58	55	56	57	55	42	
PRECIPITACION													
NORMAL	26.5	22.5	25.1	36.8	58.0	76.6	62.4	101.4	148.0	61.9	28.1	28.0	675.3
MAXIMA MENSUAL	132.5	115.3	172.0	147.9	180.1	340.9	402.0	564.3	406.9	225.0	201.4	142.3	
A◆O DE MAXIMA	1984	1959	1967	1981	1966	1973	1976	1953	1967	1958	1976	1965	
MAXIMA DIARIA	49.0	38.7	110.3	63.5	92.4	108.0	166.0	255.0	205.0	143.0	60.0	61.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	21/1994	14/1959	22/1967	15/1981	18/1954	30/2010	20/2005	24/1953	21/1967	20/1962	16/1976	01/2006	
A◆OS CON DATOS	59	58	58	57	58	57	58	55	56	57	55	42	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	103.4	118.8	171.0	196.0	218.9	231.2	248.8	237.0	180.4	142.2	111.7	103.2	2,062.6
A◆OS CON DATOS	58	58	58	57	58	57	58	55	56	57	54	41	
NUMERO DE DIAS CON													
LLUVIA	4.9	4.2	3.6	4.2	5.4	5.2	4.4	6.0	8.7	6.0	4.3	4.7	61.6
A◆OS CON DATOS	59	58	58	57	58	57	58	55	56	57	55	42	
NIEBLA	0.9	0.4	0.4	0.5	0.5	0.1	0.1	0.0	0.2	0.4	0.5	0.5	4.5
A◆OS CON DATOS	50	49	49	48	49	48	49	47	49	49	48	41	

Figura 26. Datos obtenidos de la estación 00019012 del Servicio Meteorológico Nacional.

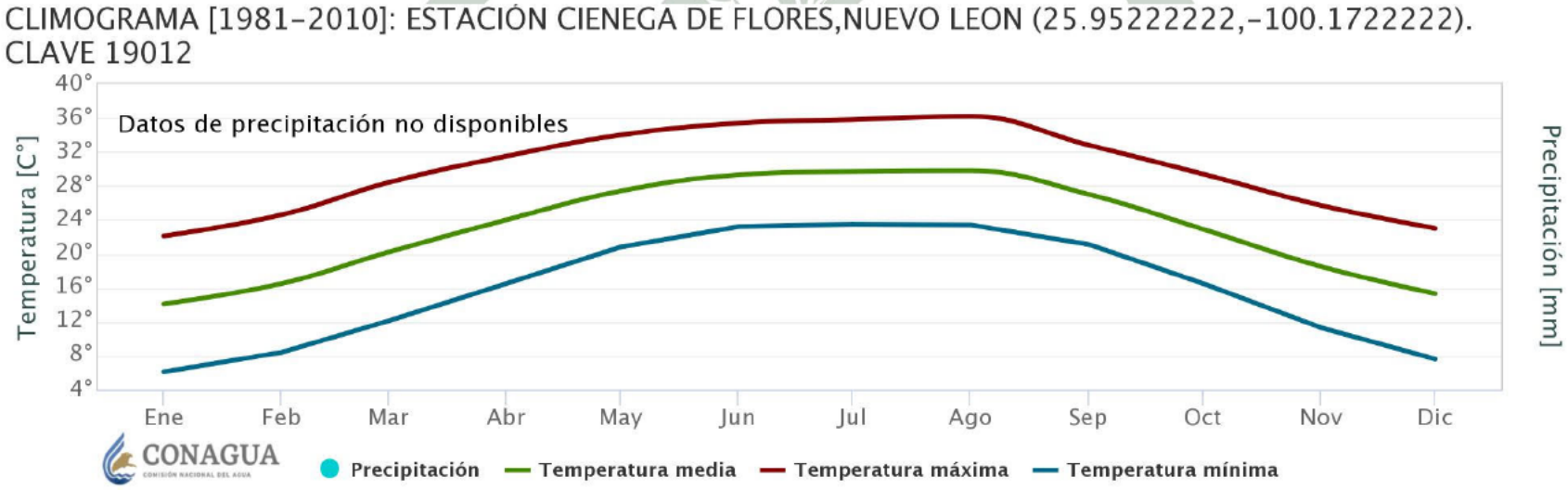


Figura 27: Climograma de la estación 00019012 del Servicio Meteorológico Nacional.

Además, se obtuvieron datos de estaciones automáticas por parte de SEMARNAT, CONAGUA y Servicio Meteorológico Nacional.

La estación automática más cercana al sitio del proyecto es: Cumbres de Mty. El Diente, operada por el SMN ubicada en las siguientes coordenadas: Latitud Norte: 25.5769" y Longitud Oeste: -100.3083 a una altitud de 134 m.s.n.m., a una distancia aproximada de 50.30 kilómetros en dirección Sur del predio donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P.

Figura 28: Ubicación de la Estación Meteorológica Cumbres de MTY el Diente.

En promedio dicha estación presenta los siguientes resultados del 20 de Febrero del 2022 al 21 de Mayo del 2022:

Tabla 28: Datos promedio de la estación meteorológica automática Cumbres de MTY El Diente.

Dirección del viento	184.35°
Dirección de ráfaga	185.20°
Rapidez del viento	4.93 Km/Hr
Rapidez de ráfaga	12.56 Km/Hr
Temperatura	21.41 °C
Humedad Relativa	66.45 %
Presión Atmosférica	928.13 mb
Precipitación	0.00 mm
Radiación Solar	206.84 W/m^2

En la siguiente tabla se muestran los resultados completos de la estación Cumbres de MTY el Diente., del 20 de Febrero del 2022 al 21 de Mayo del 2022:

Tabla 29: Datos reportados por la estación meteorológica Cumbres de MTY.

Estación:	Cumbres de MTY El Diente	Longitud:	-100.3083	Altitud:	734.4				
Operada por:	SMN	Latitud:	25.57694						
	Dir. Viento	Dir. Ráfaga	Vel. Viento	Vel. Ráfaga	Temperatura	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Precipitación	Radiación Solar
	°	°	Km/Hr	Km/Hr	°C	%		mm	W/m²
21/05/2022	179.95	186.10	3.73	9.82	26.74	72.33	923.07	0.00	287.86
20/05/2022	202.71	214.98	5.18	13.18	29.97	50.72	919.29	0.00	198.61
19/05/2022	174.62	178.98	4.72	12.61	27.54	61.69	922.82	0.00	223.98
18/05/2022	159.46	174.19	5.22	13.39	27.37	62.11	926.62	0.00	241.92
17/05/2022	193.63	181.71	5.62	14.37	27.58	51.99	927.54	0.00	262.85
16/05/2022	190.28	171.85	6.31	16.84	27.66	55.02	928.31	0.00	286.01
15/05/2022	172.72	164.88	4.77	13.02	26.96	64.70	928.66	0.00	281.51
14/05/2022	166.27	175.83	4.59	12.43	26.18	74.59	927.87	0.00	264.16
13/05/2022	157.67	161.70	5.13	13.67	26.53	73.91	926.76	0.00	269.10
12/05/2022	193.14	174.45	5.57	15.16	26.37	73.61	929.48	0.00	279.51
11/05/2022	158.28	140.13	8.01	20.43	26.05	85.35	931.53	0.02	202.65
10/05/2022	171.46	170.51	4.53	11.84	24.82	93.07	928.09	0.00	49.53
09/05/2022	172.33	182.08	4.49	11.32	27.60	81.34	922.72	0.00	159.97
08/05/2022	171.66	179.59	4.68	12.37	29.14	59.19	920.82	0.00	264.93
07/05/2022	195.33	196.93	4.21	11.62	28.83	54.09	924.08	0.00	273.12

Estación:	Cumbres de MTY El Diente	Longitud:	-100.3083	Altitud:	734.4				
Operada por:	SMN	Latitud:	25.57694						
	Dir. Viento	Dir. Ráfaga	Vel. Viento	Vel. Ráfaga	Temperatura	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Precipitación	Radiación Solar
	°	°	Km/Hr	Km/Hr	°C	%		mm	W/m²
06/05/2022	192.37	192.26	4.31	11.30	27.24	80.36	927.08	0.00	157.41
05/05/2022	194.11	194.99	4.44	11.69	27.40	74.45	924.80	0.00	255.31
04/05/2022	185.13	177.58	4.51	11.46	25.54	89.08	924.11	0.00	113.66
03/05/2022	168.86	177.40	5.71	14.92	26.87	78.31	924.96	0.00	273.63
02/05/2022	151.47	152.67	4.54	11.82	26.87	79.25	924.10	0.00	246.27
01/05/2022	159.17	163.74	5.27	13.31	23.55	90.10	925.55	0.00	97.12
30/04/2022	149.68	159.33	5.89	14.86	24.41	77.66	924.12	0.00	278.85
29/04/2022	200.44	205.26	4.03	10.26	22.40	82.15	923.60	0.00	208.30
28/04/2022	183.26	181.61	4.49	11.97	22.14	85.94	927.92	0.00	274.19
27/04/2022	213.26	176.49	6.10	14.46	19.38	97.74	933.53	0.09	102.59
26/04/2022	152.12	168.22	5.66	14.64	19.39	91.60	936.07	0.02	131.69
25/04/2022	192.76	202.50	2.92	7.63	21.74	93.92	927.93	0.02	51.51
24/04/2022	195.01	189.51	3.71	9.93	22.70	83.87	923.31	0.00	176.95
23/04/2022	146.82	148.24	3.38	8.78	22.82	88.40	925.54	0.00	92.15
22/04/2022	148.54	126.41	8.15	20.18	24.97	81.65	929.96	0.00	120.90
21/04/2022	145.41	154.22	6.20	16.06	23.65	86.94	929.51	0.00	200.22

Estación:	Cumbres de MTY El Diente	Longitud:	-100.3083	Altitud:	734.4				
Operada por:	SMN	Latitud:	25.57694						
	Dir. Viento	Dir. Ráfaga	Vel. Viento	Vel. Ráfaga	Temperatura	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Precipitación	Radiación Solar
	°	°	Km/Hr	Km/Hr	°C	%		mm	W/m²
20/04/2022	143.43	145.58	4.05	10.97	23.18	89.73	926.71	0.00	190.69
19/04/2022	164.30	134.76	8.41	19.39	22.02	95.32	929.91	0.04	84.21
18/04/2022	192.72	204.19	5.98	14.84	23.57	92.31	931.17	0.01	160.01
17/04/2022	160.58	170.74	4.62	11.58	26.69	80.38	926.07	0.02	266.59
16/04/2022	168.35	175.58	4.27	11.08	26.12	80.56	925.97	0.00	263.92
15/04/2022	141.74	127.84	4.14	10.40	23.43	92.44	926.12	0.03	146.53
14/04/2022	177.42	182.63	6.22	15.43	22.95	73.42	927.21	0.02	60.72
13/04/2022	219.99	227.65	7.17	19.11	27.84	28.97	922.28	0.00	317.72
12/04/2022	209.63	213.13	4.10	10.93	25.51	52.93	922.79	0.00	204.91
11/04/2022	231.72	245.99	4.91	12.90	25.58	50.92	922.81	0.00	256.28
10/04/2022	195.32	202.96	4.76	12.06	24.05	60.88	923.22	0.01	199.60
09/04/2022	192.40	196.63	4.46	11.91	19.10	49.89	931.43	0.00	208.20
08/04/2022	188.73	179.70	6.69	17.46	18.11	35.79	935.32	0.00	260.38
07/04/2022	165.07	171.68	6.65	18.00	18.63	30.86	935.71	0.00	270.45
06/04/2022	216.01	229.01	6.50	16.57	25.68	26.55	924.77	0.00	278.88
05/04/2022	209.30	213.19	4.86	11.78	25.33	57.51	920.73	0.00	266.19

Estación:	Cumbres de MTY El Diente	Longitud:	-100.3083	Altitud:	734.4				
Operada por:	SMN	Latitud:	25.57694						
	Dir. Viento	Dir. Ráfaga	Vel. Viento	Vel. Ráfaga	Temperatura	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Precipitación	Radiación Solar
	°	°	Km/Hr	Km/Hr	°C	%		mm	W/m²
04/04/2022	187.09	184.87	4.17	10.67	22.61	76.20	920.73	0.00	250.37
03/04/2022	183.46	176.49	4.36	11.13	20.83	85.66	927.10	0.00	95.83
02/04/2022	183.41	167.74	5.15	12.90	22.67	76.56	929.14	0.00	177.47
01/04/2022	171.69	158.83	4.99	13.82	20.35	61.37	926.45	0.00	254.77
31/03/2022	181.81	182.69	5.00	13.42	21.78	32.48	924.84	0.00	251.03
30/03/2022	208.81	209.01	6.44	16.10	24.01	35.86	919.45	0.00	268.05
29/03/2022	182.38	195.83	4.62	11.64	23.05	60.60	921.43	0.00	263.90
28/03/2022	190.20	190.74	4.50	11.39	21.51	47.18	927.78	0.00	256.47
27/03/2022	194.38	205.44	3.87	10.14	20.58	38.10	929.01	0.00	252.68
26/03/2022	187.90	189.10	5.32	13.81	20.26	27.56	931.46	0.00	236.58
25/03/2022	192.88	207.97	4.88	12.39	19.74	19.72	932.96	0.00	263.84
24/03/2022	227.69	236.52	6.15	14.23	15.35	28.07	933.51	0.00	279.61
23/03/2022	206.83	216.13	4.97	12.32	13.69	34.68	932.44	0.00	255.18
22/03/2022	187.53	185.88	5.77	14.68	20.64	24.76	925.11	0.00	264.50
21/03/2022	190.37	195.90	4.97	12.62	22.55	61.88	920.57	0.00	237.01
20/03/2022	146.98	150.65	7.19	18.47	18.36	62.75	931.39	0.00	251.77

Estación:	Cumbres de MTY El Diente	Longitud:	-100.3083	Altitud:	734.4				
Operada por:	SMN	Latitud:	25.57694						
	Dir. Viento	Dir. Ráfaga	Vel. Viento	Vel. Ráfaga	Temperatura	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Precipitación	Radiación Solar
	°	°	Km/Hr	Km/Hr	°C	%		mm	W/m²
19/03/2022	192.76	152.14	7.83	19.81	17.20	40.49	934.84	0.00	253.69
18/03/2022	207.74	183.13	6.50	15.91	19.78	32.64	930.81	0.00	232.59
17/03/2022	217.64	223.67	6.82	15.82	22.57	34.20	922.14	0.00	268.26
16/03/2022	209.23	203.03	5.39	14.26	19.60	34.26	929.41	0.00	249.89
15/03/2022	222.21	220.77	5.14	12.12	18.38	35.39	936.62	0.00	256.56
14/03/2022	195.46	198.93	4.15	10.36	17.03	62.90	930.92	0.00	248.71
13/03/2022	190.15	197.69	4.22	10.98	10.30	46.99	935.09	0.00	252.63
12/03/2022	183.53	183.33	5.26	13.44	22.41	63.39	927.67	0.00	215.77
11/03/2022	160.22	173.53	5.60	13.73	17.78	63.03	927.85	0.00	244.44
10/03/2022	183.66	185.73	4.26	10.64	15.10	70.12	926.02	0.00	255.49
09/03/2022	191.38	194.35	3.58	9.30	11.17	73.94	928.77	0.00	178.25
08/03/2022	203.83	212.42	3.70	8.91	12.62	74.72	928.11	0.00	235.91
07/03/2022	209.40	208.81	5.95	13.60	17.21	69.80	930.09	0.00	212.98
06/03/2022	196.07	208.53	4.03	10.20	21.64	77.97	926.09	0.00	208.73
05/03/2022	199.47	208.85	3.51	8.87	19.64	81.00	927.30	0.00	185.32
04/03/2022	201.40	195.76	2.64	7.15	17.70	94.53	931.03	0.00	60.77

Estación:	Cumbres de MTY El Diente	Longitud:	-100.3083	Altitud:	734.4				
Operada por:	SMN	Latitud:	25.57694						
	Dir. Viento	Dir. Ráfaga	Vel. Viento	Vel. Ráfaga	Temperatura	Humedad Relativa	Presión Atmosférica	Precipitación	Radiación Solar
	°	°	Km/Hr	Km/Hr	°C	%		mm	W/m²
03/03/2022	183.96	179.13	2.75	7.14	16.04	93.44	933.38	0.00	57.96
02/03/2022	176.20	179.70	3.77	9.39	13.97	85.76	933.74	0.00	124.51
01/03/2022	197.21	191.51	4.58	11.94	13.24	55.72	934.93	0.00	232.69
28/02/2022	199.78	214.93	4.55	11.93	11.07	64.28	938.70	0.00	235.04
27/02/2022	195.11	190.78	3.75	8.40	9.26	88.27	940.00	0.00	159.73
26/02/2022	85.58	86.36	2.52	5.54	7.61	100.00	936.38	0.01	33.43
25/02/2022	138.88	140.63	2.87	6.80	8.64	98.50	937.44	0.01	48.97
24/02/2022	140.25	144.36	3.55	8.27	13.56	86.81	930.95	0.00	184.40
23/02/2022	197.83	195.57	3.61	8.82	17.55	86.21	930.00	0.00	51.73
22/02/2022	216.18	213.65	4.64	11.63	23.73	46.90	927.26	0.00	218.76
21/02/2022	204.43	212.38	3.93	9.78	20.10	69.05	928.04	0.00	207.01
20/02/2022	238.22	254.54	3.54	8.96	17.09	69.33	931.34	0.00	87.17

Precipitación pluvial mínima, máxima y promedio

Según la estación meteorológica más cercana al predio donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P. según el Servicio Meterológico Nacional, la cual corresponde a la estación 00019012 Ciénaga de Flores, se reporta una precipitación normal anual de 675.3 mm, los meses en lo que se registra una mayor precipitación son: Julio, Agosto y, además, la estación meteorológica automática Cumbres de MTY El Diente, reporta que para el periodo del 20 de Febrero al 22 de Mayo del 2022, se ha tenido una precipitación promedio de 0.00 mm.

Dirección y velocidad del viento promedio

Los vientos dominantes para el municipio de Ciénega de Flores son del Noreste al este y del Norte al Sur. La estación meteorológica automática Cumbres de MTY El Diente, reporta una rapidez del viento promedio de 4.93 Km/Hr, con una dirección de 184.35° y para el caso de la rapidez de ráfaga se presenta un valor de 12.56 Km/Hr, con una dirección promedio de 185.20°, esto para el periodo del 20 de Febrero al 22 de Mayo del 2022.

IV.1. Proyecto

El predio donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en la Carretera Nacional Km 40+300, en la Ex Comunidad Melchor Barrera, aproximadamente a 5.6 km al Noreste de la Cabecera Municipal de Ciénega de Flores, en una zona de Corredor Mixto, Comercial y Agropecuario (según el uso de suelo), y en un en un área de matorral, según la información obtenida de la carta de uso de suelo y vegetación.

El Municipio de Ciénega de Flores, por medio de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas de Ciénega de Flores, Nuevo León, otorgó la Licencia de Uso de Suelo, así como la Licencia de Construcción Municipal para la edificación para instalar una Planta de Distribución de Gas L.P. En el considerando 2 menciona que el predio se encuentra ubicado, en una zona considera como Corredor Mixto, Comercial y Agropecuario, siendo compatible con el uso de suelo solicitado (Planta de Distribución de Gas L.P.), según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ciénega de Flores, N.L. 2020, publicado en el Periódico Oficial del Estado, en fecha 31 de Agosto del 2020.

Además, conforme a la carta de Uso de Suelo y Vegetación elaborada con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el predio donde se desarrollará el proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentra en un área de matorral del tipo matorral espinoso tamaulipeco, con vegetación secundaria aparente, sin erosión apreciable.

Tabla 30. Uso de suelo para un radio de 500 mts.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Zona del proyecto	Matorral	Matorral Espinoso Tamaulipeco
Norte	Pastizal	Pastizal Cultivado

A continuación, se muestra la carta de Uso de Suelo y Vegetación, donde se puede apreciar la información mencionada.

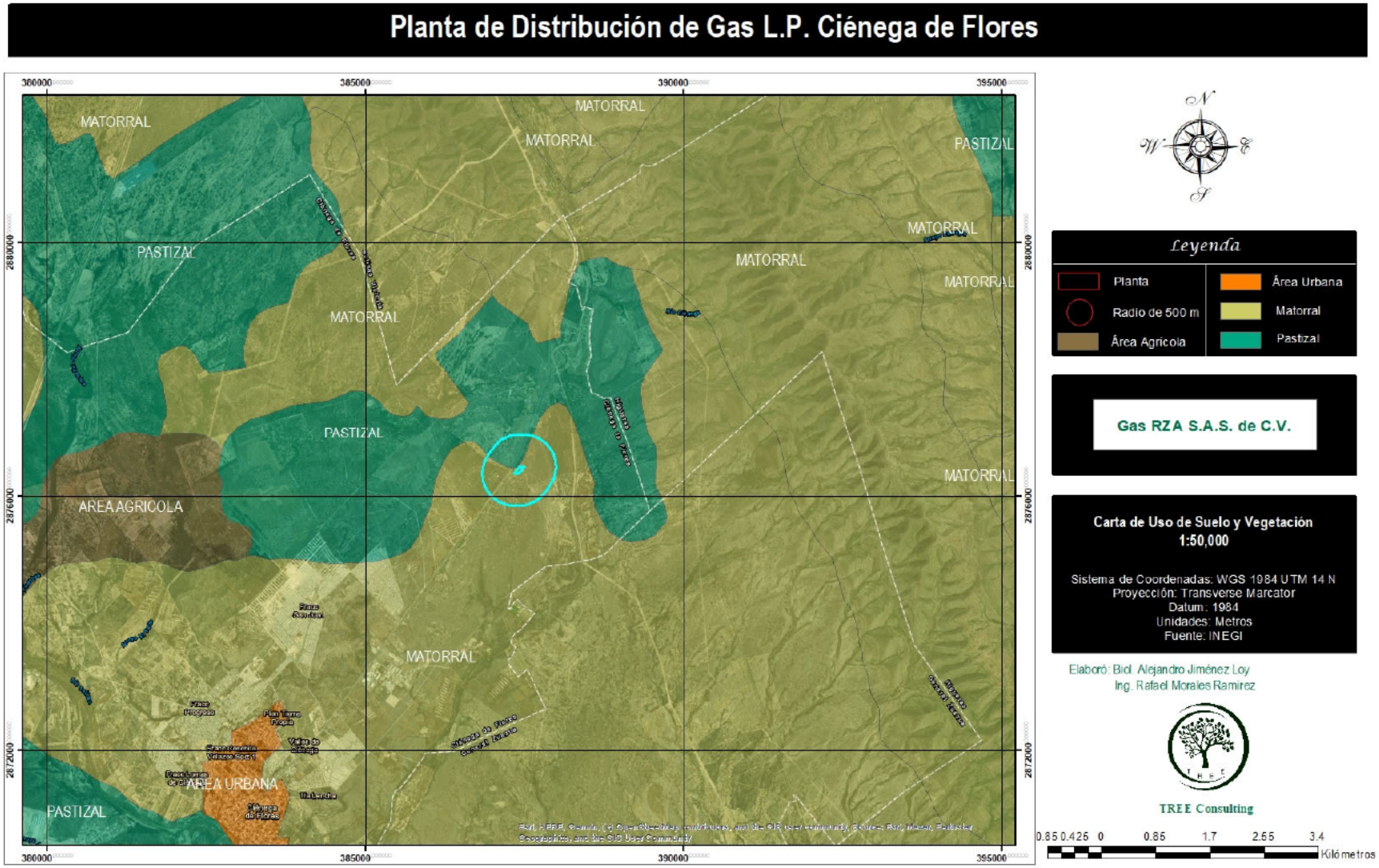


Figura 29. Carta de Uso de Suelo y Vegetación.

Tabla 31. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 mts

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de la población	Ubicación (N/S/E/O/NE/ SE/NO/SO)	Distancia a la instalación/ proyecto/pozo (m)
Caserío	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Colonia	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Local comercial	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Hotel	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Iglesias	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Transporte público	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Hospital	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Instalaciones de seguridad pública	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Rancho	Rancho sin nombre	SO	330 m

aproximadamente a 650 metros en dirección Oriente se encuentra el arroyo Ciénega

Tabla 32. Proximidades con componentes ambientales para un radio de 500 m

Tipo de componente ambiental	nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE /SE/NO/SO)	Distancia a la instalación/proyecto/pozo (m)
Corriente de agua	Ciénega	Corriente de agua intermitente con flujo de Norte a Sur	NO	650 m
Ríos	NA	NA	NA	NA
Cuerpo de agua	NA	NA	NA	NA
Área natural protegida	NA	NA	NA	NA
Región hidrológica prioritaria	NA	NA	NA	NA
Región marina prioritaria	NA	NA	NA	NA

Tipo de componente ambiental	nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/NE /SE/NO/SO)	Distancia a la instalación/proyecto/pozo (m)
Región terrestre prioritaria	NA	NA	NA	NA
Área de importancia para la conservación de las aves	NA	NA	NA	NA
Sitio Ramsar	NA	NA	NA	NA

Tabla 33. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 mts

Tipo de infraestructura	Nombre/Descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación/proyecto/pozo (m)
Ducto	NA	NA	NA
Instalación Industrial De Riesgo	NA	NA	NA
Carretera	Carretera Nacional	O	60 metros
Vía Férrea	NA	NA	NA
Centros Masivos De Población	NA	NA	NA

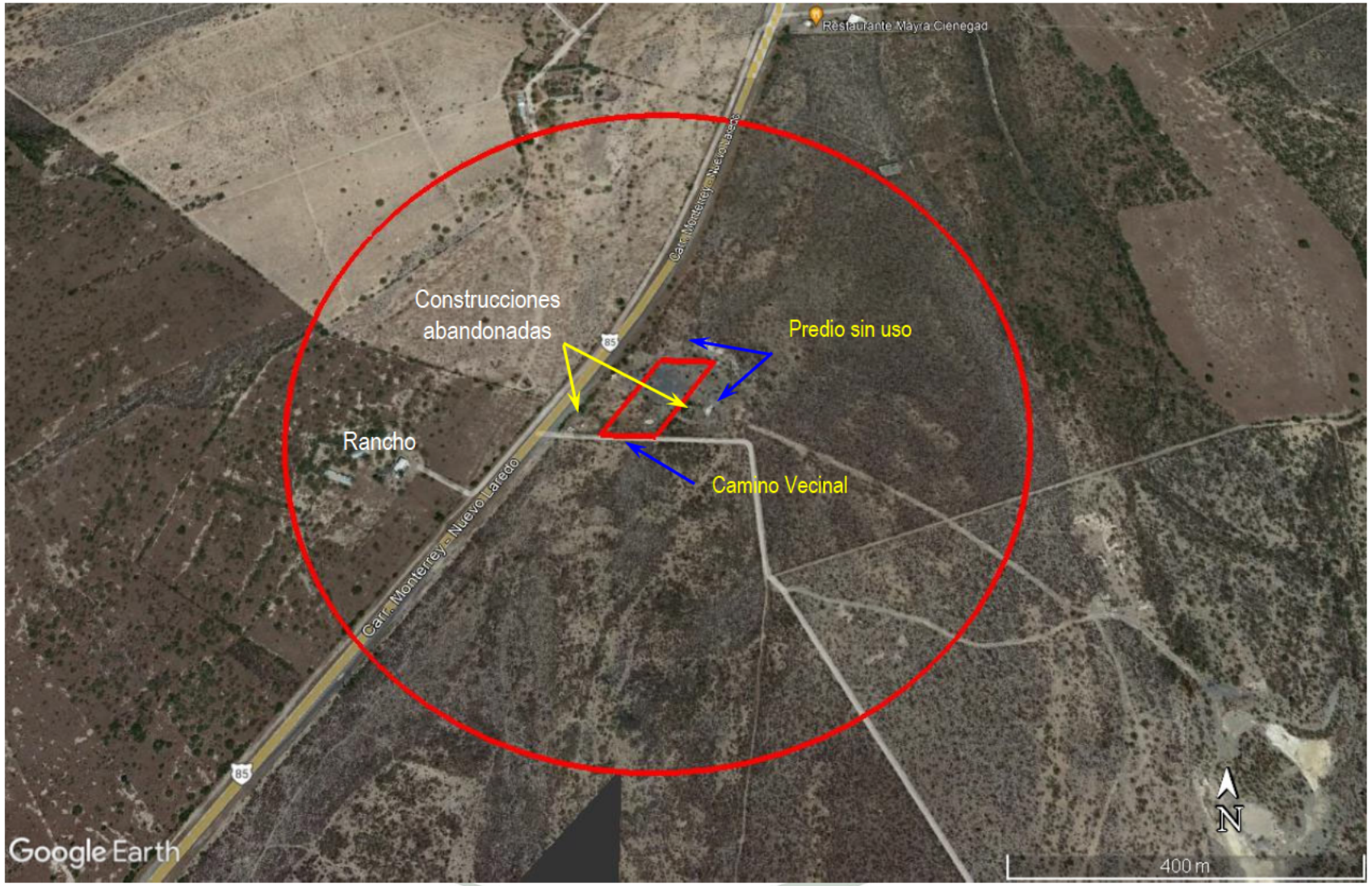


Figura. 30. Imagen de Urbanización del área.

Tal y como se puede observar en la figura y tablas anteriores, la urbanización en la zona es escasa, ya que solo se tiene la presencia de dos construcciones abandonadas en la inmediación del predio, así como un rancho sin nombre en dirección Suroeste, siendo importante mencionar que esta instalación se encuentran fuera de la zona de riesgo por incendio y explosión.

V. Análisis y Evaluación de Riesgos

V.1. Identificación de Peligros y Jerarquización de Escenarios de Riesgos

V.1.1. Análisis Preliminar de Peligros

Antecedentes de riesgos en el municipio

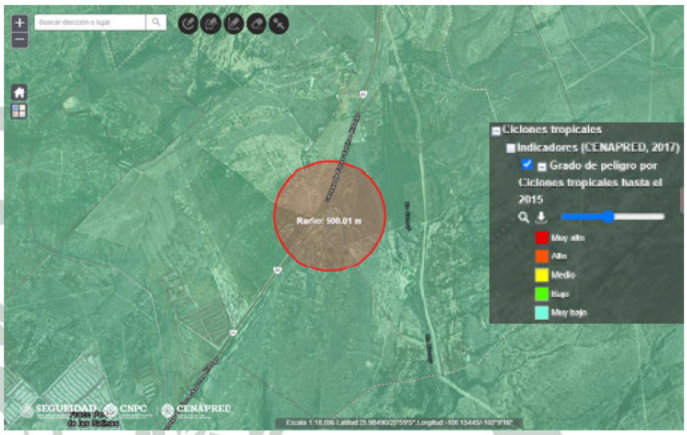
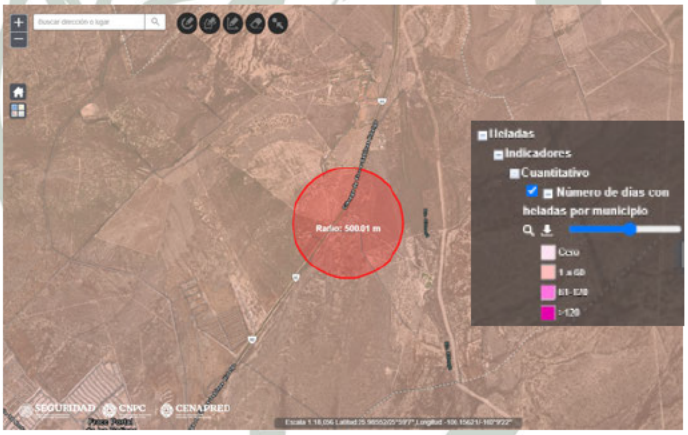
Riesgos hidrometeorológicos

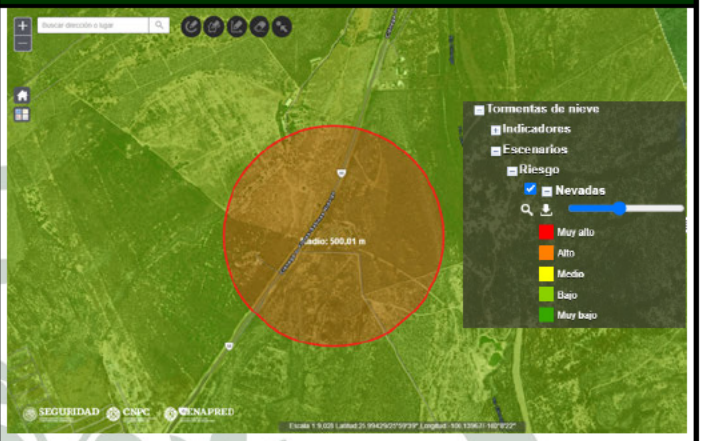
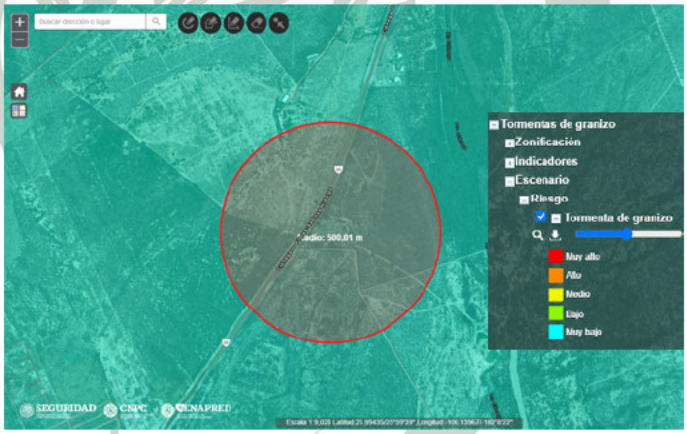
Los Riesgos Hidrometeorológicos, son aquellos procesos naturales que se generan por el transporte de materiales (rocas, tierra, lodo, agua) y son capaces de modificar el paisaje, que tienen al agua como principal elemento iniciador (en cualquiera de sus Estados), pudiendo convertirse en una amenaza, de acuerdo a las características de tales procesos y su ocurrencia en áreas ocupadas por el hombre.

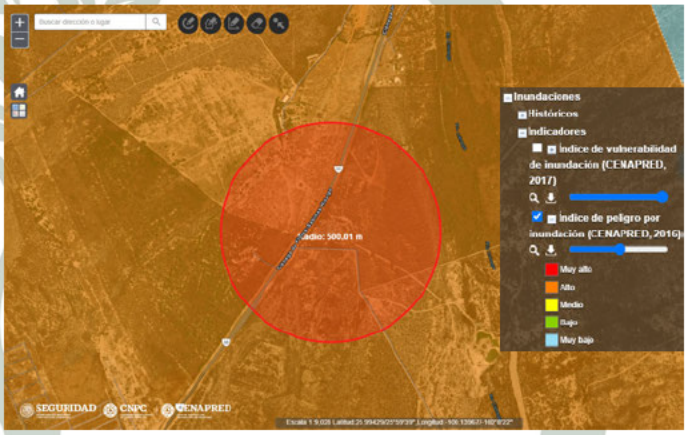
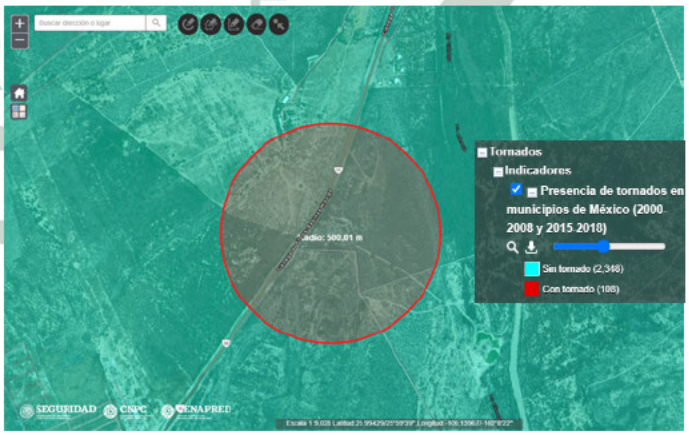
A continuación, se muestran las susceptibilidades a fenómenos hidrometeorológicos según la infracción obtenida del Atlas Nacional de Riesgo

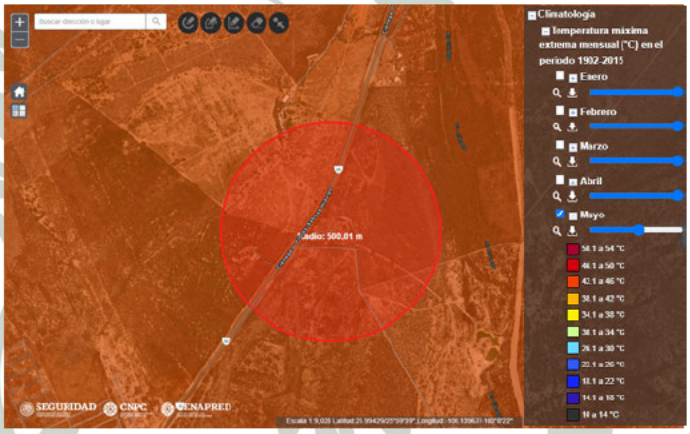
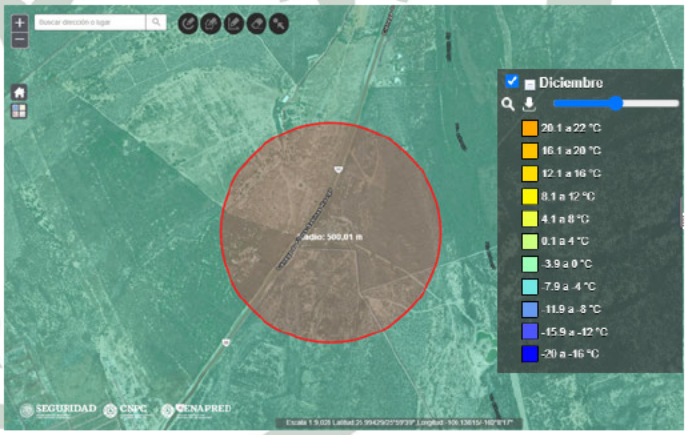
Tabla 34. Susceptibilidad a fenómenos hidrometeorológicos

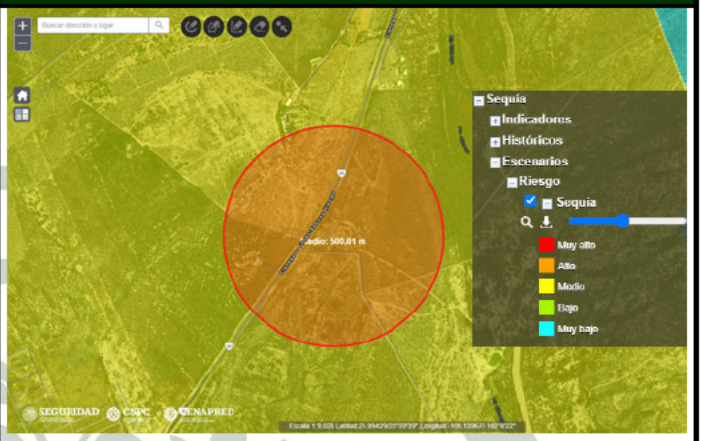
Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
Lluvias torrenciales		X	Según la estación meteorológica más cercana al área del proyecto, menciona que la precipitación normal anual es de 675.3 mm, por lo tanto no se considera que se presenten lluvias torrenciales
Ciclones tropicales		X	Según el Atlas Nacional de Riesgo, la zona donde se desarrollará el proyecto, presenta un peligro y riesgo por ciclones tropicales muy bajo.

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
			
Heladas y nevadas		X	El atlas nacional de riesgos señala una frecuencia de heladas de 1 a 60 días al año.  Así mismo, el Atlas Nacional de Riesgo menciona que el riesgo por nevada es bajo

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
			
Granizadas		X	Según el Atlas Nacional de Riesgos emitido por el CENAPRED, se menciona que la probabilidad de tormentas de granizo es muy baja, donde se presentan de 0 a 1 días con heladas al año. 
Inundaciones	X		Según el Atlas Nacional de Riesgos, en su apartado de riesgos hidrometeorológicos, el índice de peligro se considera como alto, y vulnerabilidad media, sin embargo, es importante mencionar que en el predio no se tiene la presencia de corrientes o cuerpos de agua, la corriente más cercana se localiza aproximadamente a 650 metros en dirección Oriente, esta corriente corresponde al Arroyo

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
			Ciénega el cual presenta un flujo de Norte a Sur además la pendiente que se tiene en la zona es en dirección Suroeste, por lo tanto no se considera que represente riesgo para el proyecto, además, una vez construida la Planta de Distribución, contará con las pendientes adecuadas para desalojar el agua de lluvia 
Tornados		X	Según el Atlas Nacional de Riesgo, el sitio donde se desarrollará el proyecto no se encuentran en una zona donde se hayan presentado tornados. 

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
Temperaturas extremas		X	Según el Atlas Nacional de Riesgo, la temperatura más alta reportada para el periodo que comprende desde el año 1902 al 2015 es de 45.3 reportada en el mes de Mayo y para el caso de la temperatura más baja, corresponde a -6.2 para el mes de Diciembre.  
Erosión / sequias		X	Según el Atlas Nacional de Riesgo, el riesgo por sequía es medio y no se encuentra en una zona de erosión.

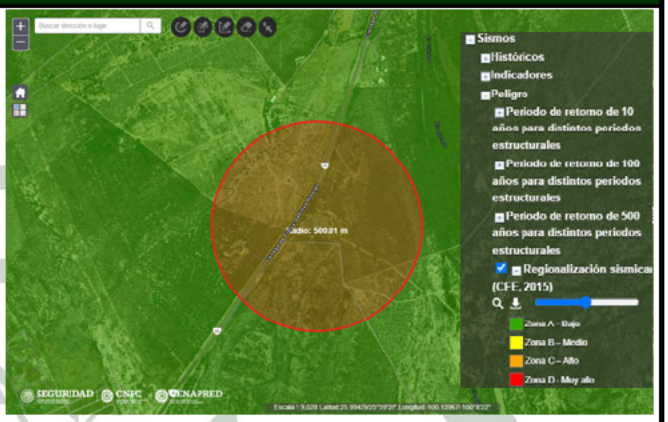
Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	

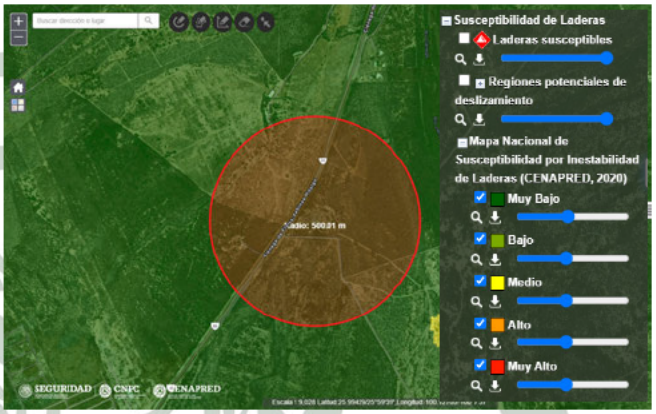
Riesgos geológicos.

Este fenómeno, la Ley General de Protección Civil lo define como; Agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos.

Tabla 35. Susceptibilidad a fenómenos geológicos

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
Sismicidad		X	Para la zona donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P., según la regionalización sísmica (CFE 2015), se localiza dentro de la zona A, correspondiente a peligro bajo.

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
			 El Servicio Sismológico Nacional dentro de su historial presenta datos desde 1990 hasta la fecha, consultado esta fuente se detectó 1 evento de sismos en un radio de 50 Km, el cual presenta una magnitud de 4°
Hundimiento regional y fallas		X	En cuanto a fallas y fracturas, en el área del proyecto no pasa alguna de estas discontinuidades, la más cercana se encuentra aproximadamente a 18.30 Km en dirección Sureste. Cabe mencionar que, en la visita de campo, no se detectó alguna deformación o hundimiento en el suelo, sin embargo, debido a que este tipo de fenómenos (fallas o fracturas) son impredecibles no se puede asegurar que no aparezcan o cambien su trayectoria en el futuro.

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
Susceptibilidad de laderas/flujo de lodos		X	Según el Atlas Nacional de Riesgo, la susceptibilidad por inestabilidad de laderas se considera muy bajo. 
Derrumbes		X	En la zona donde se construirá la Planta de Distribución de Gas L.P., los derrumbes son de baja probabilidad, por encontrarse en una zona bien consolidada.
Actividad volcánica		X	En esta zona no cuenta con riesgo de actividad volcánica.

Riesgos antropogénicos.

Este tipo de riesgos se clasifican en: químico – tecnológicos, socio – organizativos y sanitario – ecológicos.

Riesgos Químicos – Tecnológicos

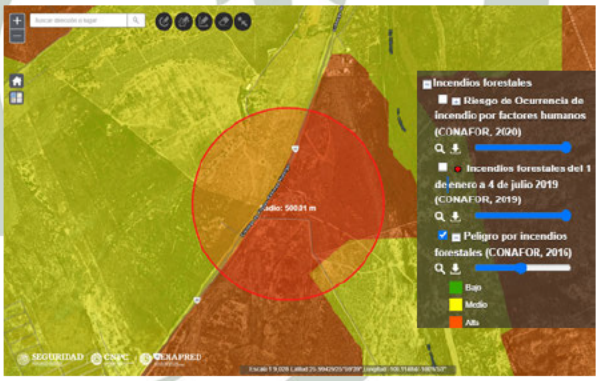
Los riesgos químico tecnológicos son eventos que se generan por la reacción violenta de diferentes sustancias químicas, que pasan a ser muy inestables por su interacción molecular o nuclear. Estos tipos de fenómenos se encuentran íntimamente ligados al desarrollo industrial y tecnológico y uso de diversas formas de energía y al complejo manejo, utilización y control de éstas. Entre los riesgos químico tecnológicos se encuentran los siguientes:

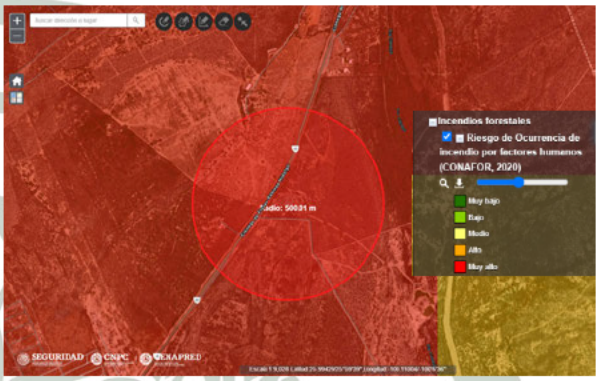
- Incendio forestal.
- Incendios.
- Explosiones.
- Fugas y derrames químicos.

En las últimas décadas, en México ha habido un proceso de acumulación de la población en zonas urbanas disminuyendo la población ubicada en áreas rurales, aunado a un crecimiento industrial. Sin embargo, el crecimiento de los centros de población ha sido generalmente en forma desordenada, sin ninguna planeación ni respetando las disposiciones y regulaciones sobre uso de suelo, zonas de reserva ecológica, zonas vulnerables a ciertos fenómenos naturales y las consideraciones establecidas en los Programas de Desarrollo Urbano.

La actividad productiva en las diferentes instalaciones industriales generalmente implica el almacenamiento y transporte de sustancias químicas, en numerosas ocasiones en grandes volúmenes, siendo muchas de ellas peligrosas, porque poseen características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad y/o corrosividad representando un peligro para la salud humana y/o el medio ambiente a corto o largo plazo, en caso de presentarse un accidente en el que haya liberación de una o más de estas sustancias peligrosas.

Tabla 36. Susceptibilidad a fenómenos químico- tecnológicos

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
Incendios (incluyendo forestales y por factores humanos)	X		Según el Altas Nacional de riesgo, se reporta peligro alto por incendio forestal (CONAFOR, 2016), esto debido al tipo de vegetación que se presenta en la zona, la cual está constituida por vegetación de disturbio y matorrales, siendo importante mencionar que, cuando la Planta de Distribución se encuentre construida y operando, se tendrá cuidado y se llevarán a cabo revisiones para prevenir que se presente algún incendio en los alrededores, además, las instalaciones contarán con un sistema para el combate contra incendio para así, poder hacer frente a algún siniestro.  Para el caso de ocurrencia de incendios por factores humanos (CONAFOR, 2020), se menciona que el riesgo es muy alto, siendo importante mencionar que se tendrá vigilancia constante para prevenir incendios, además de que estará prohibido encender fuego en los alrededores, así mismo, la Planta de Distribución

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
			de Gas L.P. contará con un sistema para el combate contra incendio, el cual se podrá utilizar en caso de un siniestro. 
Almacenamiento de sustancias peligrosas		X	En los alrededores (radio de 500 m) no se tiene la presencia de empresas que almacenen sustancias peligrosas.
Fugas y derrames (incluyendo de material radiactivo)		X	En los alrededores (radio de 500 m) no se tiene la presencia de empresas que almacenen sustancias peligrosas.
Transporte de sustancias químicas peligrosas	X		Se podría tener susceptibilidad por alguna pipa que transite por la zona y que se dirija a alguna estación de servicio o carburación cercano a la cabecera municipal de Ciénega de Flores

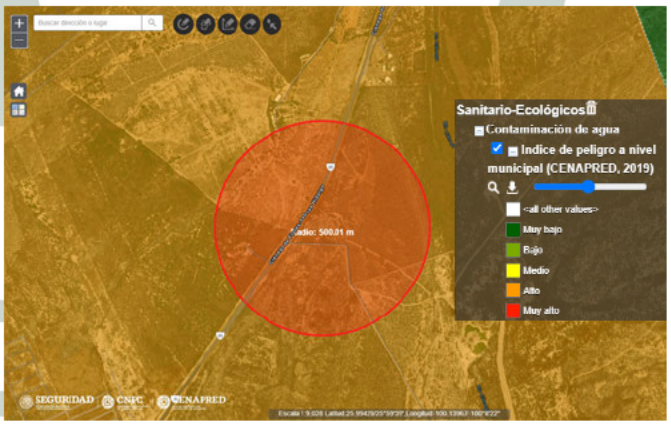
Riesgos Sanitarios- Ecológicos:

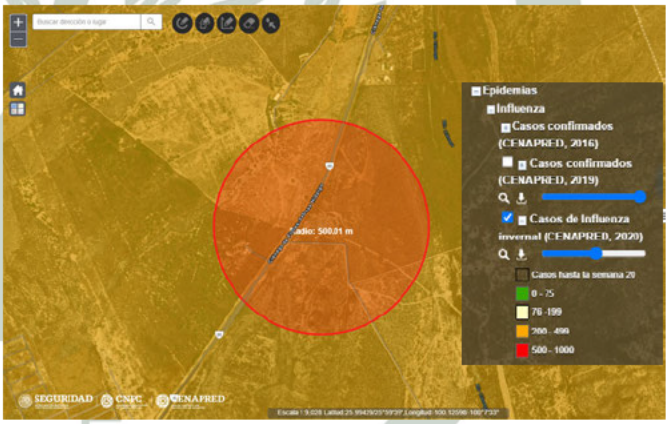
Se define el fenómeno sanitario – ecológico como una calamidad que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, animales y las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, suelo, agua y alimentos (Artículo 3° Ley General de Protección Civil).

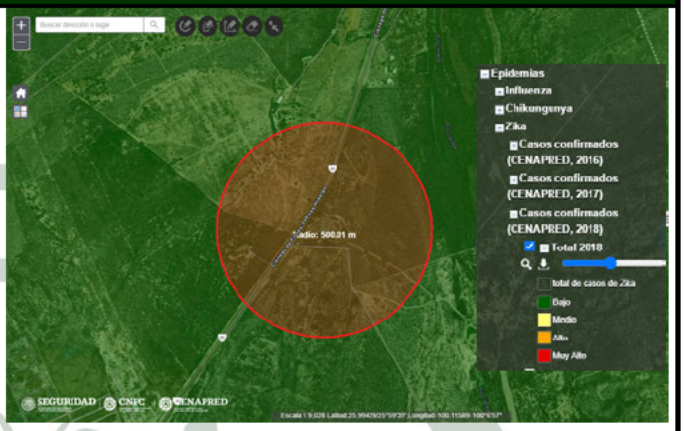
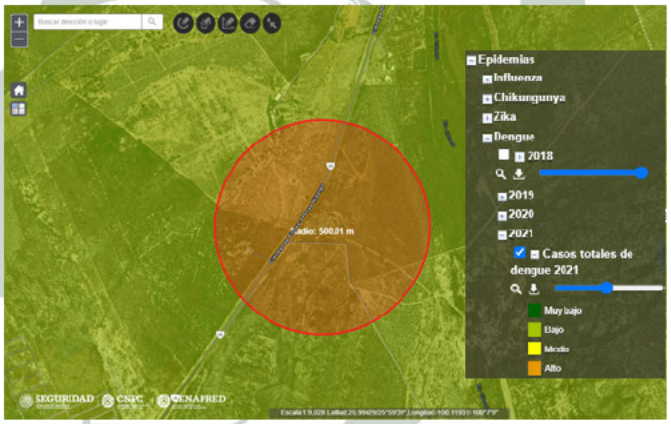
El sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) clasifica los riesgos sanitarios como aquellos eventos que se refieren a la contaminación del aire, agua y suelo; los que son propios del área de la salud como las epidemias; y aquellos ligados a las actividades agrícolas como la desertificación y las plagas.

En el Municipio el riesgo sanitario – ecológico es la contaminación del suelo, agua y aire con residuos sólidos, líquidos y gaseosos que se presenta en diversos sitios

Tabla 37. Susceptibilidad a fenómenos sanitarios- ecológicos

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
Contaminación		X	Según el Atlas Nacional de Riesgos, se menciona que en la zona donde se desarrollará el proyecto, el índice de peligro por contaminación del agua se considera alto, siendo importante mencionar que en el radio de 500 metros no se tiene la presencia de empresas que pudieran generar contaminación. 

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	
			Para el caso de la contaminación de suelo, el Atlas Nacional de Riesgos menciona que no se tienen peligro por contaminación de residuos sólidos urbanos.
Epidemias	X		Riesgo alto por la presencia del COVID19 que desde marzo del 2020 ha mantenido activa la emergencia sanitaria en el país y se ha declarado pandemia en el mundo. Por lo que se debe dar seguimiento al procedimiento de actuación para evitar la transmisión. Para el caso de la influenza, el Atlas Nacional de Riesgos menciona que, en el año 2020, en el municipio de Ciénega de Flores se presentaron 238 casos.  Para el caso del Chikungunya, para el año 2018 no se reportaron casos para el municipio de Ciénega de Flores. En cuanto al zika, el municipio se encuentra en una zona de bajo riesgo, donde el año 2018 se reportó 1 caso

Actividad	Susceptibilidad		Observaciones
	Si	No	 En cuanto al dengue, el municipio se localiza en una zona de riesgo bajo, donde, en lo que va del año 2021 se presentaron 78 casos 

Riesgos Socio – Organizativos:

Los riesgos socio – organizativos se definen como: calamidad generada por motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población.

En caso de que ocurra algún accidente en los alrededores de la Empresa, el personal se encontrará debidamente capacitado para actuar en caso de cualquier emergencia.

Tabla 38. Susceptibilidad a fenómenos socio – organizativos

RIESGO	Susceptibilidad		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Interrupción de servicios		X	Se considera que la susceptibilidad por la interrupción de servicios es baja, esto debido a que la Planta de Distribución de Gas L.P. para el caso del abastecimiento de agua, se contará con una cisterna con una capacidad adecuada, para el caso de la energía eléctrica, esta será suministrada por la CFE, la instalación contará con un transformador de 75 KVA.
Concentración masiva de población		X	Dentro del radio de 500 metros no se tiene la presencia de sitios de concentración masiva, la instalación más cercana, es un rancho que se encuentra aproximadamente a 350 metros, sin embargo no se considera un sitio de concentración.
Accidentes terrestres, marítimos, fluviales	X		No se descarta que se puedan presentar accidentes terrestres sobre la Carretera Nacional debido al flujo vehicular con el que cuenta esta vía.
Sabotaje / terrorismo	X		El riesgo es bajo no teniendo antecedentes en la zona, sin embargo dadas las condiciones prevalecientes en el país, se considera importante contar con un procedimiento para la atención de este tipo de emergencia
Robo	X		El riesgo es bajo no teniendo antecedentes en la zona, sin embargo dadas las condiciones prevalecientes en el país, se considera importante contar con un procedimiento para la atención de este tipo de emergencia

Una vez revisando la literatura, se tiene que los principales riesgos a los que es susceptible el inmueble son:

En cuestiones de riesgos climáticos como lo son las inundaciones, granizadas, heladas, se consideró tanto el bienestar del trabajador ya que estos riesgos afectarían directamente a los trabajadores como a las instalaciones de la Planta de Distribución, ya que los riesgos hidrometeorológicos pueden causar problemas a estructuras, componentes como tuberías válvulas, etc., por lo tanto, se contará con un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo para asegurar el correcto funcionamiento de equipos y dispositivos de seguridad con los que contará la Planta.

Los principales riesgos que se pudieran presentar en la Planta de Distribución de Gas L.P. son internos:

1. Incendios: pudiendo ser eléctricos y a causa de una chispa que entre en contacto con alguna fuga de gas, pudiendo suscitar un incendio o explosión. Para evitar este tipo de riesgo se contará con la política de no fumar tanto para trabajadores como para personas externas a las instalaciones. Se recomienda contar siempre con extintores cargados, libres de obstrucción, así como seguir y cumplir con el mantenimiento preventivo de todas las instalaciones.

2. Explosiones: causadas por alguna fuga de Gas L.P. que se presente en las instalaciones, ya sea en el tanque de almacenamiento o tuberías y que se forme una nube explosiva y que en presencia de una fuente de ignición explotara, así mismo se podría presentar la sobrepresión del tanque de almacenamiento (aunque este escenario es poco probable). Para minimizar este riesgo se llevarán a cabo pruebas de hermeticidad y verificación tanto del tanque como de tuberías y dispositivos de seguridad con los que contará para asegurar su correcto funcionamiento, además se contará con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para toda la instalación.

3. Fugas: se pueden presentar fugas por algún daño a la infraestructura, principalmente al tanque de almacenamiento, tuberías y dispositivos de seguridad, así mismo se pudieran presentar al momento de llevar a cabo el llenado del tanque de almacenamiento o de alguna pipa que se utilizará para la distribución del Gas L.P., ya sea por descuido del personal o por el mal funcionamiento de algún dispositivo. Por lo tanto, para minimizar este riesgo se capacitará al personal sobre el manejo de los equipos, actividades de trasiego, así como los procedimientos que se deben seguir para atender una situación adversa como pudiera ser la fuga de Gas L.P. y prevenir así un incendio o explosión. Así mismo, se contará con un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo para prevenir fallas en el sistema y asegurar su correcto funcionamiento.

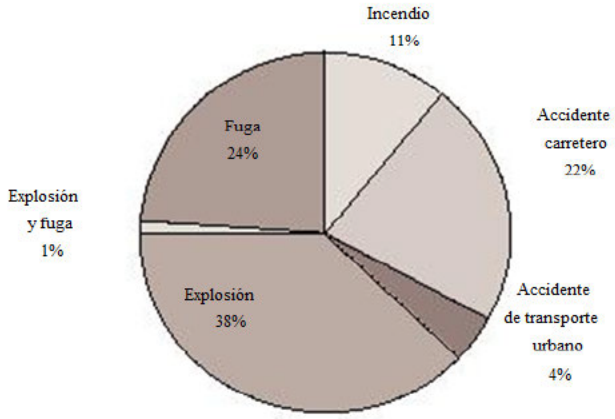
4. Accidentes terrestres: la Planta de Distribución de Gas L.P. se encontrará sobre la Carretera Nacional, la cual se considera una vía de medio a alto flujo vehicular, por lo que no se descarta la presencia de un accidente vial y puesto que este tipo de percances es impredecible, en las instalaciones se contará con los teléfonos de los servicios de emergencia y llamarlos en caso de ser necesario, así mismo, el personal que labore en la Planta, se encontrará debidamente capacitado para actuar en situaciones que pongan en riesgo la integridad tanto de las instalaciones como de los trabajadores, además se contará con los dispositivos de seguridad adecuados para detener el flujo de gas en caso de ser necesario.

5. Almacenamiento de sustancias químicas: Esta planta contará con un tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilindro horizontal, especial para contener Gas L.P., con una capacidad de 250,000 litros, el cual se localizará de tal manera que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias, el cual cumplirá con su código de fabricación.

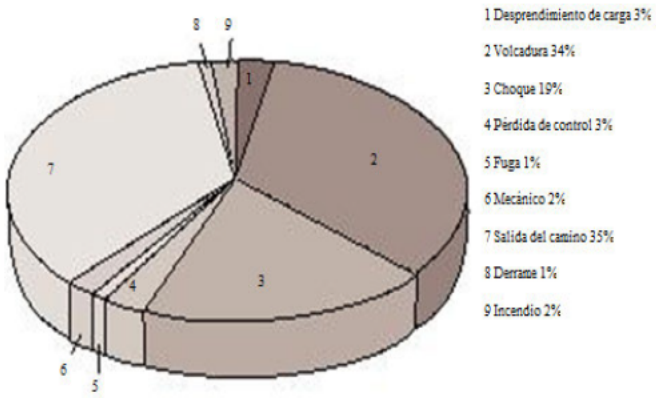
6. Concentración masiva de población: En los alrededores no se tienen sitios o zonas que presenten concentración masiva de personas,

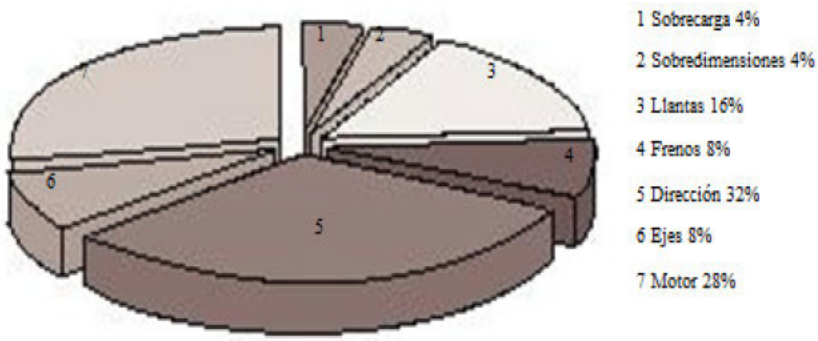
V.1.2. Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares

ACQUIM %, 2000-2005

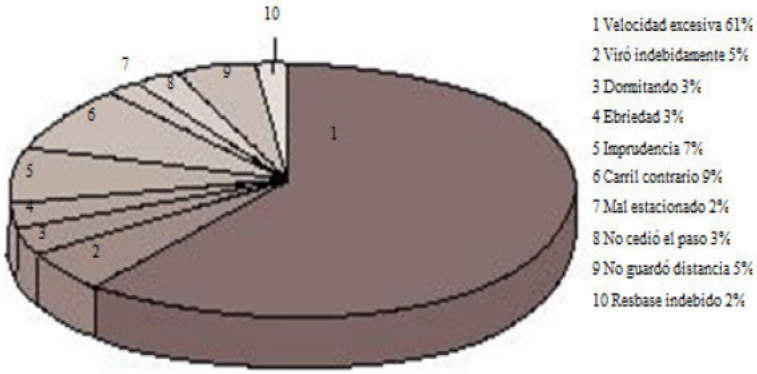


Accidentes de transporte de GLP, 200-2004



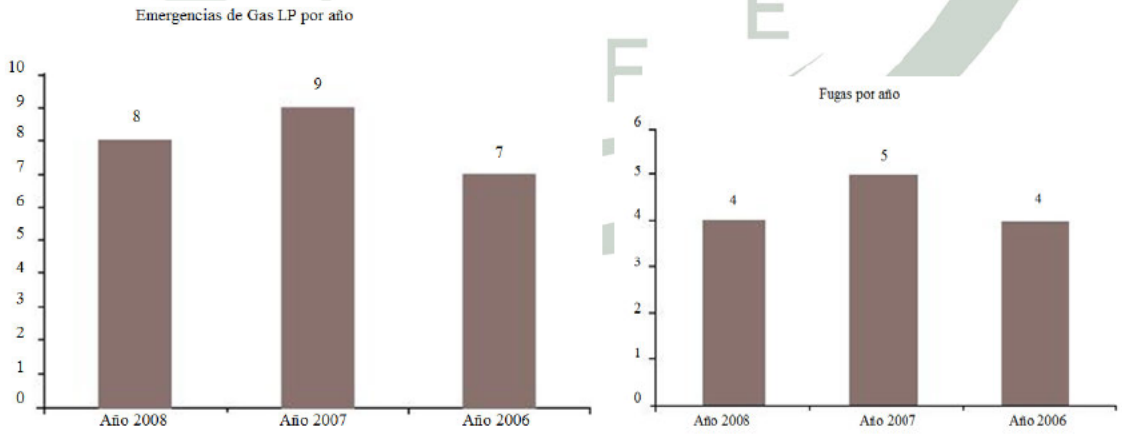


Causas por el vehículo



Causas por el Conductor

Figura. 31. Gráficos con la información del CENAPRED (2010) de accidentes con gas L.P.



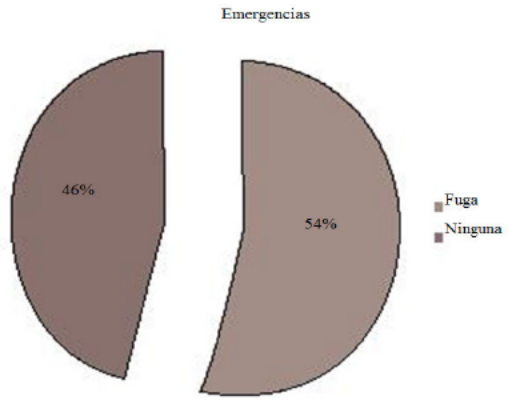


Figura. 32. Emergencias con gas L.P. 2006-2008 (ANIQ-SETIQ 2010)

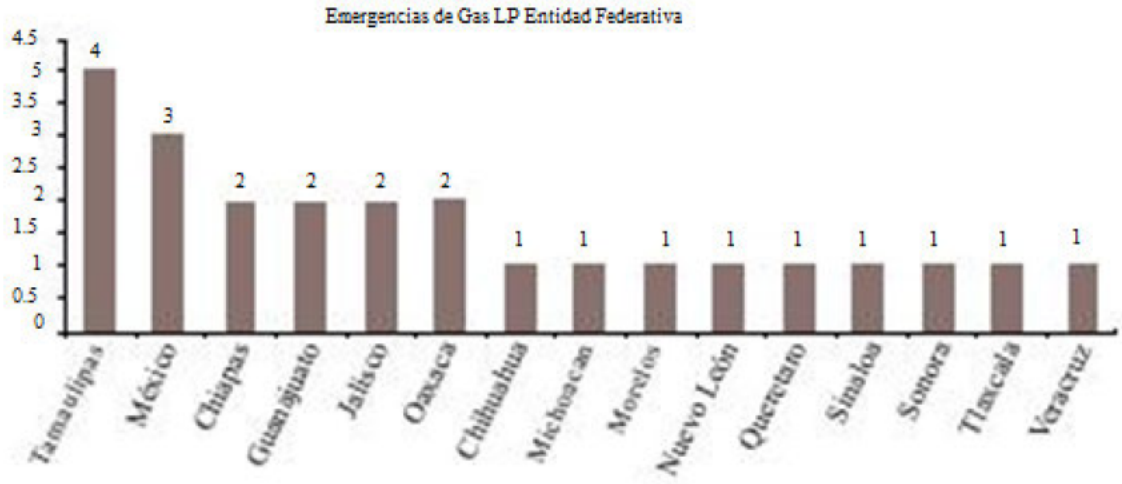


Figura. 33. Emergencias por gas L.P. por estados 2006-2008 (ANIQ-SETIQ 2010)

Año	*Fecha*	*Hora*	*Incidente*	*Sustancia*	*Estado*
2008	16-oct	17:45	no	Gas LP	Chiapas
2008	02-oct	05:26	fuga	Gas LP	Tamaulipas
2008	17-ago	06:34	fuga	Gas LP	Sonora
2008	13-ago	19:15	fuga	Gas LP	Morelos
2008	28-jul	19:16	no	Gas LP	Guanajuato
2008	10-jun	21:16	no	Gas LP	Oaxaca
2008	19-mar	23:20	no	Gas LP	Sinaloa
2008	03-mar	18:18	fuga	Gas LP	Jalisco
2007	15-sep	15:39	fuga	Gas LP	Tamaulipas
2007	13-ago	12:26	no	Gas LP	Chihuahua
2007	04-jun	08:43	fuga	Gas LP	Veracruz
2007	15-may	13:55	no	Gas LP	Guanajuato
2007	27-abr	19:15	no	Gas LP	México
2007	27-abr	14:38	no	Gas LP	Tamaulipas
2007	11-abr	23:26	fuga	Gas LP	Tlaxcala
2007	01-abr	11:35	fuga	Gas LP	Querétaro
2007	03-mar	07:02	fuga	Gas LP	Oaxaca
2006	28-dic	10:20	no	Gas LP	Michoacán
2006	28-dic	03:53	fuga	Gas LP	México
2006	23-jul	22:11	fuga	Gas LP	Jalisco
2006	10-jul	05:15	fuga	Gas LP	Chiapas
2006	16-jun	s/i	fuga	Gas LP	México
2006	10-jun	10:38	no	Gas LP	Nuevo León
2006	15-feb	20:42	no	Gas LP	Tamaulipas

Figura 34.- Información reportada por SETIQ para accidentes con gas L.P. (ANIQ-SETIQ 2010)

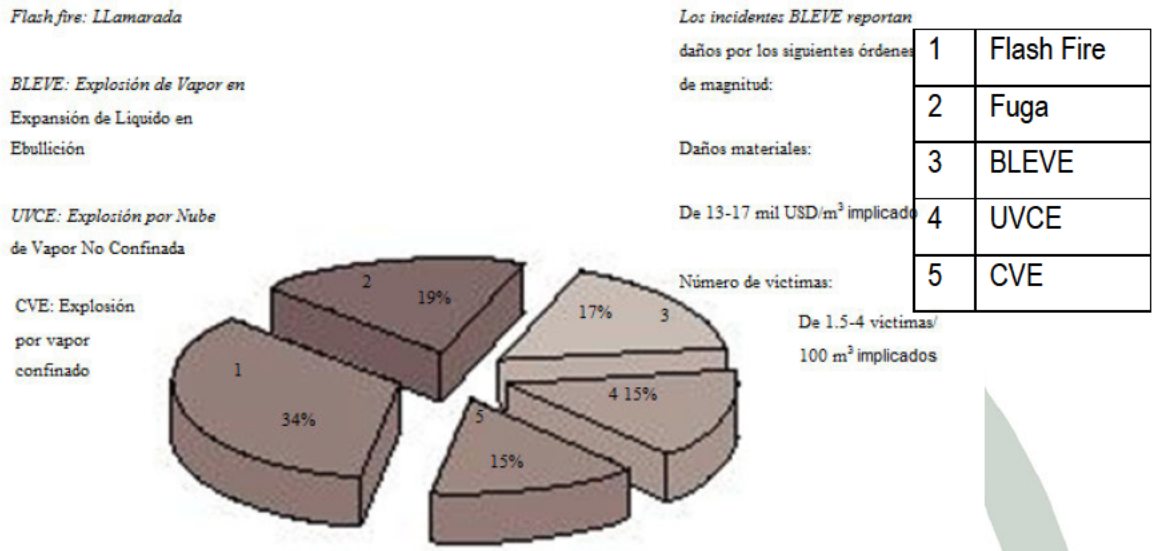


Figura. 35. Distribución de accidentes con gas L.P. según tipo de accidente

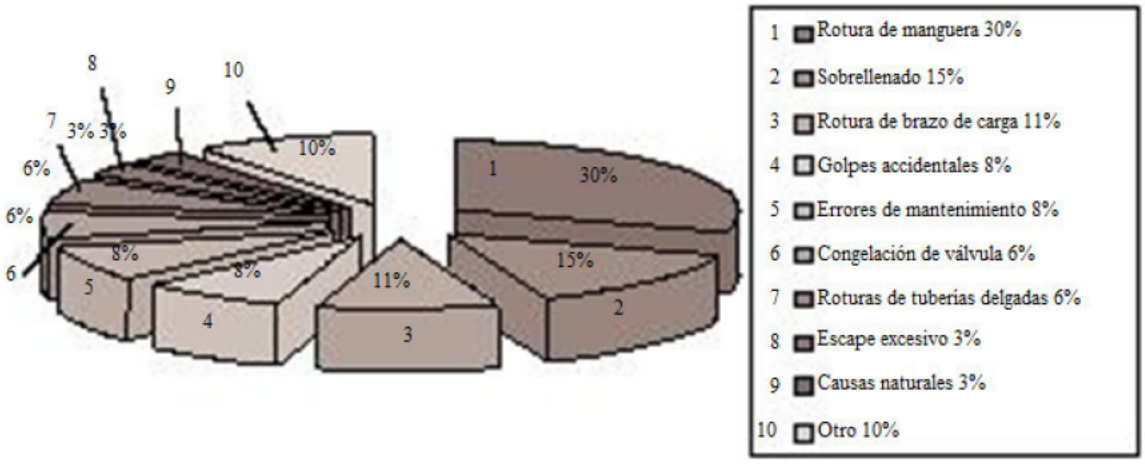


Figura. 36. Distribución de accidentes con gas L.P. según causa de inicio

El gas L.P. se encuentra de las principales sustancias involucradas en emergencias ambientales reportadas a la Procuraduría de Protección al Ambiente entre los años 2009 y 2010 (PROFEPA, 2009) como lo muestra la siguiente figura.

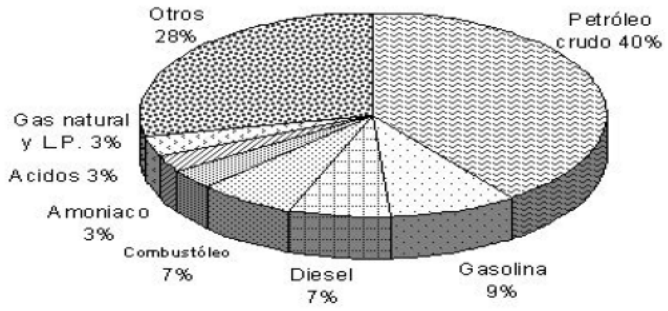


Figura. 37. Principales sustancias involucradas en emergencias ambientales entre los años 2009 y 2010

En forma particular, los accidentes ocasionados en México por gas L.P., van desde fugas e incendios de pequeña magnitud, hasta explosiones que pueden dañar la estructura de casas habitación, comercios e industrias. Un registro de dichos accidentes se encuentra en las bases de datos ACQUIM (Accidentes Químicos), que recopila los accidentes ocurridos en fuentes fijas y tuberías, y ACARMEX (Accidentes Carreteros en México); que contiene información sobre accidentes ocurridos en el transporte. Estos sistemas computacionales han sido elaborados en el Área de Riesgos Químicos de CENAPRED-SEGOB.

Tabla 39: Sustancias químicas que aparecen con mayor frecuencia en los accidentes en fuentes fijas (2003-2010)

Sustancia	Eventos	% de Ocurrencia
Gas L.P.	178	16.64
Gasolina	104	9.72
Amoníaco	62	5.79

Fuente: Base de datos de accidentes químicos (ACQUIM, CENAPRED, 2009)

Tabla 40: Número de accidentes y materiales que se encuentran involucrados

Sustancia	2006	2007
Gas (incluye los reportados como LP, butano, butano propano, propano y doméstico)	143	179

Fuente: Base de datos de accidentes carreteros en México donde se ven involucradas sustancias químicas (ACARMEX, CENAPRED-SCT, 2009)

Las estadísticas de UNEP muestran que una parte importante de los eventos ocurre durante el transporte de materiales.

Su magnitud y consecuencias dependen de factores tales como la cantidad, la forma de almacenamiento, las medidas de seguridad y la atención a la emergencia que se tenga contemplada con anterioridad, así como su cercanía a áreas habitacionales o centros donde se encuentre población que pueda ser afectada.

Consultando la literatura especializada, se encontró que la probabilidad de ocurrencia que presentan los riesgos principales en este tipo de instalaciones son de dos tipos: fallas operativas y fallas humanas.

Las fallas operativas se refieren a las condiciones que prevalecen en la instalación y se atienden a través del diseño adecuado y buenas prácticas de ingeniería por lo que la revisión de Normas, Códigos, Estándares y preceptos contenidos en las leyes y reglamentos que rigen la actividad, resulta obligada.

Las fallas humanas son el resultado de una actuación errónea del personal y su prevención es con base en los programas de capacitación permanente.

V.1.3. Identificación de peligros y de escenarios de riesgo

V.1.4. Jerarquización de escenarios de riesgo

La identificación de los factores y actividades que pudieran causar riesgos en esta planta se llevó a cabo de acuerdo a su naturaleza tomando en cuenta las actividades realizadas durante el manejo, trasvase y almacenamiento del gas L.P. en las diferentes áreas que conforman la planta.

A continuación, se describen las actividades y áreas riesgosas donde se puede presentar un accidente.

Identificación de las áreas / procesos riesgosos de la planta

- Trasiego de gas L.P. del semirremolque al tanque de almacenamiento
- Almacenamiento de gas L.P.
- Trasiego de gas L.P. a auto tanques.

Factores que influyen en la ocurrencia de accidentes

- Factores humanos
- Factores materiales y técnicos

Identificación de riesgos

La identificación de riesgos consiste en establecer las posibilidades de que se presente un escenario de accidente por fugas de gas y su consecuente incendio, o una explosión.

Existen diversas técnicas para la identificación de riesgos entre las cuales se selecciona la técnica Lista de Verificación y Qué Pasa Sí…?, por considerarse como las más idóneas, de acuerdo con las actividades que se realizan dentro de las instalaciones:

Lista de Verificación

Mediante la aplicación de una serie de preguntas se trata de investigar si existen condiciones que hayan cambiado de aquellas que se fijaron durante la etapa de diseño de las instalaciones (o situaciones específicas que pudieran ocasionar una situación de descontrol por lo que es necesario considerar su análisis para incorporar medidas correctivas durante el diseño. Esta técnica es muy útil para analizar instalaciones como las plantas de almacenamiento de gas donde las operaciones son rutinarias y muy repetitivas.

¿QUE PASA SI.....? (WHAT IF.....?).

La técnica base utilizada para la evaluación de riesgos es la conocida como Qué pasa si... o What if... Esta técnica se utiliza para evaluar el campo de sistemas de protección de procesos y es un método de análisis de riesgo general que difiere de otros porque no es tan rígido y sistemático, y puede aplicarse tanto a una sección del proceso como a toda la unidad. Con este método se supone que ocurre una falla sin considerar que fue lo que la causó. El análisis de riesgos involucra una serie de pasos los cuales se describen a continuación:

1.- Identificación de riesgos.

El llevar a cabo las actividades que se realizan en la planta (recepción de gas, trasiego, almacenamiento y llenado de pipas repartidoras), requiere de contar con un alto grado de seguridad; es por esto que los factores más significativos durante las principales operaciones fueros sometidas a una minuciosa revisión por parte de técnicos expertos en el manejo de este tipo de plantas, mediante una serie de preguntas clave que precisamente representan la esencia de la metodología **¿qué pasa sí .....?** .

El uso de esta metodología, por lo tanto, tiene la finalidad de conocer posibles riesgos a los que se enfrentan los trabajadores al realizar las diferentes actividades de la planta de manera cotidiana. Como se mencionó en un inicio, esta planta aún no se ha construido, por lo que la identificación de riesgos se realizó tomando como base la experiencia en otras instalaciones del mismo giro y la experiencia de la Unidad Verificadora en Materia de Gas L.P.

2.- Jerarquización de los riesgos identificados.

Una vez identificados los riesgos, se someten a una jerarquización para determinar su prioridad de atención lo cual se logra aplicando un procedimiento de evaluación individual para conocer su probabilidad de ocurrencia y el grado de afectación.

3.- Simulación de los eventos de riesgo máximo probable identificados.

Ya que se conocen los riesgos y que se determina cual es el que, o los que, tienen más alta probabilidad de presentarse, se realiza una simulación de cada evento, de los máximos probables identificados, mediante la aplicación de un modelo de simulación de riesgos por computadora, para conocer su potencial de afectación.

Los eventos de riesgo máximo probables son aquellos que tendrán, por lo común, bajo o medio potencial de afectación, pero la más alta probabilidad de presentarse; por lo que son los riesgos a los que se les debe considerar una atención prioritaria.

4.- Interacción con otras áreas.

Por último, se realiza la evaluación de consecuencias, para determinar las áreas de riesgo y de amortiguamiento para cada uno de los eventos sujetos a análisis, así como para conocer como repercutirían sus efectos sobre otras áreas o equipos cercanos al punto de origen del evento.

Con el fin de determinar cuáles de los eventos son de atención prioritaria, se realizó la evaluación cuantitativa de una Matriz de Jerarquización de Riesgos, la cual permite obtener el índice o grado de riesgo de un evento, en función de su frecuencia y magnitud de las consecuencias.

Criterios empleados para la identificación de riesgos.

El análisis de riesgos considera una serie de situaciones que se establecerán en la planta considerando el manual de operación, los planos y la experiencia previa en otras instalaciones similares, estás situaciones pueden conducirnos a la presencia de eventos no deseados que denominamos consecuencias. Dentro de este análisis se presenta una serie de alternativas que representan la forma de minimizarlos o de ser posible eliminarlos bajo el título de "medidas de mitigación".

Estos riesgos identificados, se minimizan con las medidas de seguridad que se implementarán en la planta, por lo que su posibilidad de ocurrencia es muy baja.

Se considera que el riesgo de mayor importancia, lo representa la formación de nubes inflamables y/o explosivas.

Es conveniente hacer notar, sin embargo, que las medidas de seguridad que se describen en el apartado correspondiente, no garantiza al 100% la seguridad de la empresa ante las posibilidades de fallas del equipo o humanas. Sin embargo, existen márgenes y rangos de probabilidad de ocurrencia de accidentes que nos lleva a considerar "límites aceptables".

Durante la aplicación de la técnica se hizo énfasis en factores tales como las características de los dispositivos de prevención y control de incendios instalado, la conformación del equipo mecánico y eléctrico, la estructura civil, etc.

El uso de la técnica de análisis propició que se hiciera una división en diferentes partes de cada una de las principales actividades que se realizarán considerando el equipo de proceso y maniobras del personal establecidas. Con esta técnica fue posible identificar las situaciones o acciones más riesgosas que pueden generar accidentes y sus consecuencias, así como las medidas de seguridad apropiadas que nos permitió proponer alternativas dirigidas a minimizar riesgos durante la operación y mantenimiento de las instalaciones.

A continuación, se muestra un resumen de las principales causas que conducen a un accidente aparte de cualquiera de los elementos principales del sistema y que fueron tomados en cuenta en la identificación de riesgos.

Riesgos de fugas en tanque de almacenamiento.

Para que ocurra una fuga de gas masiva en el tanque de almacenamiento, es necesario que se presente cualquiera de las siguientes condiciones: falla en el sistema de alarma, falla en las válvulas, bomba, compresor o accesorios de tuberías; sobrepresión en el tanque de almacenamiento que originaría su ruptura ocasionando la liberación de su contenido y formándose nubes inflamables y/o explosivas, golpe accidental, entre otras.

Riesgos de fugas en tuberías.

Se requiere de una eventualidad como; falla de materiales, en las válvulas, en los coples y ruptura en los tubos.

Riesgos de fugas en mangueras.

Se requiere de una eventualidad como falla en los coples, falla en el dosificador y/o ruptura de la manguera (fuertes golpes, resquebrajamiento maltrato), o que el vehículo arranque mientras carga o descarga.

Riesgos de fugas durante la operación de abastecimiento.

Se requiere de una eventualidad como inadecuada posición de la manguera de llenado, falla en las válvulas del tanque, ruptura de manguera de llenado, exceso en el llenado del tanque, entre otras.

Riesgos de fugas durante la operación de suministro.

Se requiere de una eventualidad como inadecuada posición de la manguera, falla del automático en la manguera del suministro, exceso en el llenado del auto tanque, salida súbita del auto tanque sin retirar la manguera, fuga de gas en las llenaderas y descargaderas, fuga de gas en carros-tanques en sus rutas de transporte.

Criterios empleados para la jerarquización de riesgos

La jerarquización de riesgos, es un aspecto fundamental a considerar para la atención de una emergencia y está fundamentada en la aplicación de las técnicas de identificación de riesgos y el valor de la medida o intensidad de los riesgos máximo probables identificados.

Una vez identificados los puntos de riesgo de una instalación en particular, se puede hacer uso de la técnica cuantitativa de matriz de **frecuencia** (o probabilidad de ocurrencia) contra **severidad** (consecuencia), para poder jerarquizar y establecer el grado de importancia del riesgo de la instalación, tanto en su probable magnitud como en su ocurrencia, y obtener un índice global de todos los riesgos potenciales a los que está sujeta.

La combinación de los índices de frecuencia con los índices de severidad, al ser representados en una matriz, generan un **Índice Global de Riesgo**. A continuación, se describen los índices y la matriz de evaluación.

La ecuación general que se emplea para determinar el factor de Riesgo es la que se muestra en seguida:

$$R = F \times S$$

Donde:

R = Índice Global de Riesgo

F = Frecuencia: número de eventos esperados al año.

S = Severidad: porcentaje de pérdida por el evento.

Los índices de frecuencia y severidad usados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 41. Índices de Frecuencia

Rango	Frecuencia	Descripción
4	Frecuente	Ocurre más de una vez al año
3	Poco frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 10 años
2	Raro	Ocurre una vez entre 10 y 100 años
1	Extremadamente Raro	Ocurre una vez cada 100 años o más

Tabla 42. Índices de severidad

Rango	Severidad	Descripción
4	Catastrófico	Muertes dentro o fuera del lugar Daños y pérdidas de producción mayores a $1'000,000
3	Severa	Heridos múltiples Daños y pérdidas de producción entre US$100,000 y $1'000,000
2	Moderada	Heridas ligeras Daños y pérdidas de producción entre US$10,000 y $100,000
1	Ligera	No hay heridas Daños y pérdidas de producción menores a US$10,000

En conjunto de la matriz de Jerarquización de riesgos mostrada a continuación, se puede determinar el Índice de Riesgo, el cual nos permite establecer la aceptabilidad o inaceptabilidad de un evento que se pudiera presentar en la Planta de Distribución de Gas L.P.

Tabla 43. Matriz de Jerarquización de riesgos

Índice de Riesgos			Consecuencias			
			Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
			1	2	3	4
Frecuencia	Frecuente	4	4	8	12	16
	Poco frecuente	3	3	6	9	12
	Raro	2	2	4	6	8
	Extremadamente raro	1	1	2	3	4

Finalmente, el índice de riesgo resultante se evalúa contra los valores de la siguiente tabla para determinar si se requiere o no intervención.

Tabla 44. Índice de riesgo

Rango	Riesgo	Descripción
1,2,3	Aceptable	Rango general aceptable. No se requieren medidas de mitigación y abatimiento.
4 A 6	Aceptable con controles	Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo en forma correcta y en su caso modificar los procedimientos de control del proceso.
7, 11	Indeseable	Se deben revisar tanto los procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar los procedimientos y controles en un periodo de 3 a 12 meses.
12 a16	Inaceptable	Se deben revisar tanto los procedimientos de ingeniería como administrativos, y en su caso modificar los procedimientos y controles en un periodo de 3 a 6 meses.

Tomando en cuenta los datos anteriores, podemos definir los riesgos para el proyecto de la manera siguiente:

Tabla 45. Eventos identificados en el proyecto

¿Qué pasa si?	Causas probable	Evento	Riesgo/Consecuencia	F	S	R	Medidas de Mitigación y Salvaguardas
La conexión del Auto tanque al tanque de almacenamiento no se realiza adecuadamente.	Falta de supervisión en la recarga del tanque de almacenamiento. Falta de mantenimiento en los dispositivos de transferencia	1	El gas se fuga y forma una nube explosiva, pero no existe fuente de ignición, por lo que puede ser dispersado.	3	1	3	Contar con los dispositivos de seguridad adecuados, instalados en el tanque de almacenamiento y en la pipa para interrumpir el flujo de gas L.P. Realizar pruebas periódicas a los dispositivos de seguridad Capacitar al personal para atender emergencias. Capacitar al personal en cuestiones de transferencia del gas L.P. Utilizar herramientas a prueba de explosión. Desarrollar un procedimiento dentro del programa de prevención de accidentes
		2	El gas se fuga y se forma una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, esta explota.	2	4	8	
		3	El gas se fuga y por medio de una fuente de ignición se enciende provocando un "jet fire"	2	2	4	
No se inmoviliza el Auto tanque una vez estacionado en el área de descarga	Falta de supervisión en las actividades de carga o descarga	4	Al auto tanque se mueve y si está cargando o descargando combustible se desconectará la manguera y generará fuga de Gas L.P. y por lo tanto la formación de una nube explosiva, pero no existe fuente de ignición, por lo que puede ser dispersado.	3	1	3	
		5	Al auto tanque se mueve y si está cargando o descargando combustible se desconectará la manguera y generará fuga de Gas L.P. y por medio de una fuente de ignición se enciende provocando un "jet fire"	2	2	4	
		6	Al auto tanque se mueve y si está cargando o descargando combustible se desconectará la manguera y generará fuga de Gas L.P., formando una nube	2	4	8	

¿Qué pasa si?	Causas probable	Evento	Riesgo/Consecuencia	F	S	R	Medidas de Mitigación y Salvaguardas
			explosiva y en presencia de una fuente de ignición, esta explota.				que involucre fugas y/o explosión del tanque de gas L.P.
Las conexiones mediante las cuales se realizan la operación de descarga están deterioradas	Falta de programas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo Daño mecánico causado por un golpe en la tubería.	7	El gas se fuga y forma una nube explosiva, pero no existe fuente de ignición, por lo que puede ser dispersado.	3	1	3	Realizar pruebas periódicas a los dispositivos de seguridad Capacitar al personal para atender emergencias.
		8	El gas se fuga y por medio de una fuente de ignición se enciende provocando un "jet fire"	2	2	4	
	Accesorio en mal estado. Corrosión en la tubería. Intemperismo severo (helada) que afecte a la tubería. Falta de precaución en las operaciones de trasiego. Mala soldadura en las uniones de tramos y accesorios	9	El gas se fuga y se forma una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, esta explota.	2	4	8	Desarrollar un procedimiento dentro del programa de prevención de accidentes que involucre fugas y/o explosión del tanque de gas L.P.
Falla en el mecanismo de la válvula de corte		10	El suministro de Gas L.P. no se cortaría provocando una salida del gas al realizar alguna conexión o	3	1	3	

¿Qué pasa si?	Causas probable	Evento	Riesgo/Consecuencia	F	S	R	Medidas de Mitigación y Salvaguardas
	Falta de programas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.		desconexión, formando una nube explosiva, pero no existe fuente de ignición, por lo que puede ser dispersado.				
	Falta de supervisión de las instalaciones	11	El suministro de Gas L.P. no se cortaría provocando una salida del gas al realizar alguna conexión o desconexión, el gas se fuga y por medio de una fuente de ignición se enciende provocando un "jet fire"	2	2	4	
	Daño mecánico causado por un golpe. Accesorio en mal estado. Corrosión en la tubería. Intemperismo severo (helada Mala soldadura en las uniones de tramos y accesorios	12	El suministro de Gas L.P. no se cortaría provocando una salida del gas al realizar alguna conexión o desconexión, El gas se fuga y se forma una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, esta explota.	2	4	8	
Existen fallas en las conexiones al sistema de "tierra"	Falta de programas de mantenimiento preventivo,	13	En caso de presentarse una sobrecarga eléctrica no se podrá liberar a tierra, pudiendo causar riesgo de incendio en caso de fuga.	2	2	4	Llevar a cabo la medición de tierras físicas por lo menos una vez al año con forme a lo

¿Qué pasa si?	Causas probable	Evento	Riesgo/Consecuencia	F	S	R	Medidas de Mitigación y Salvaguardas
	predictivo y correctivo en las instalaciones. Falta de medición de tierras físicas	14	En caso de presentarse una sobrecarga eléctrica no se podrá liberar a tierra, pudiendo causar riesgo de explosión en caso de fuga.	2	4	8	estipulado en las normas de la Secretaría del Trabajo Dar mantenimiento constante a las instalaciones, en especial al sistema de tierras físicas En caso de falla se deberá accionar el paro de emergencia para interrumpir la operación de la Planta
Alguno de los coples o uniones de los equipos no están bien unidos	Falta de programas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo en las instalaciones. Falta de supervisión de las instalaciones	15	El gas se fuga y forma una nube explosiva, pero no existe fuente de ignición, por lo que puede ser dispersado.	3	1	3	Realizar pruebas periódicas a los dispositivos de seguridad
		16	El gas se fuga y por medio de una fuente de ignición se enciende provocando un "jet fire"	2	2	4	Capacitar al personal para atender emergencias.
		17	El gas se fuga y se forma una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, esta explota.	2	4	8	Desarrollar un procedimiento dentro del programa de prevención de accidentes que involucre fugas y/o explosión del tanque de gas L.P.

¿Qué pasa si?	Causas probable	Evento	Riesgo/Consecuencia	F	S	R	Medidas de Mitigación y Salvaguardas
							Establecer programas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
La válvula de alivio de presión se descalibra	Falta de programas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo	18	Podría generar liberación de Gas L.P. si la válvula se descalibra por debajo de la presión de trabajo	2	2	4	Realizar pruebas periódicas a los dispositivos de seguridad En caso de que se genere alguna fuga, se deberá activar el paro de emergencia para interrumpir las operaciones de la Planta. Al momento de llevar a cabo las reparaciones se deberán utilizar herramientas a prueba de explosión.
Existe una fractura en las líneas de conducción de gas.	Falta de programas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.	19	El gas se fuga y forma una nube explosiva, pero no existe fuente de ignición, por lo que puede ser dispersado.	2	1	2	En caso de que se genera alguna fuga, se deberá activar el paro de emergencia para interrumpir las operaciones de la Planta. Al momento de llevar a cabo las reparaciones se deberán utilizar herramientas a prueba de explosión.
	Falta de supervisión de las instalaciones	20	El gas se fuga y se forma una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, esta explota.	2	2	4	
	Daño mecánico causado por un golpe.	21	El gas se fuga y se forma una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, esta explota.	2	4	8	

¿Qué pasa si?	Causas probable	Evento	Riesgo/Consecuencia	F	S	R	Medidas de Mitigación y Salvaguardas
	Accesorio en mal estado. Corrosión en la tubería. Intemperismo severo (helada Mala soldadura en las uniones de tramos y accesorios						
Ocurre un incendio en los alrededores de la Planta de Distribución	Incendio fuera de las instalaciones por personas ajenas a la empresa	22	Si se tiene la presencia de una fuga de gas puede provocarse un incendio mayor o una explosión	2	3	6	Se deberán suspender las actividades de la Planta de Distribución. Lamar a los servicios de emergencia o en caso de que el incendio no sea grave, se podrán utilizar los equipos de combate contra incendio con los que contará la Planta para tratar de sofocar el siniestro. Contar con los extintores en buenas condiciones. Capacitar al personal para actuar en caso de incendios.

¿Qué pasa si?	Causas probable	Evento	Riesgo/Consecuencia	F	S	R	Medidas de Mitigación y Salvaguardas
No se cumple con los programas de mantenimiento establecidos	Falta de programas de mantenimiento	23	Algún sistema de seguridad con los que contará la Planta de Distribución podrían fallar, se podría presentar corrosión en tuberías y por lo tanto generar fugas de Gas L.P.	2	2	4	Se deberá implementar un programa de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo
Por una tormenta eléctrica cae un rayo en las instalaciones	Falta del sistema de tierras físicas. Falta de mantenimiento al sistema de tierras	24	Existe la posibilidad de una sobre carga de energía eléctrica, lo que podría generar un incendio	2	1	2	Llevar a cabo la medición de tierras físicas por lo menos una vez al año con forme a lo estipulado en las normas de la Secretaría del Trabajo Dar mantenimiento constante a las instalaciones, en especial al sistema de tierras físicas En caso de falla se deberá accionar el paro de emergencia para interrumpir la operación de la Planta
Ocurre un sismo de cualquier magnitud principalmente superior a 5 grados en la escala de Ritcher	Fenómeno natural	25	Posible colapso de la estructura del tanque de almacenamiento, de las oficinas y baños, provocando daño en la integridad de la Planta de Distribución de Gas L.P.	1	2	2	Se deberá accionar el paro de emergencia para interrumpir la operación de la Planta El personal se deberá dirigir al punto de reunión a una zona segura.

¿Qué pasa si?	Causas probable	Evento	Riesgo/Consecuencia	F	S	R	Medidas de Mitigación y Salvaguardas
							Una vez que el sismo haya pasado, se deberán revisar las instalaciones y llevar a cabo la pruebas necesarias el equipo y dispositivos de seguridad para comprobar su correcto funcionamiento.
El auto-transporte para carga del tanque de almacenamiento de gas L.P. entra a la planta sin matachispas, haciendo caso omiso del reglamento interno de operación	Falta de supervisión a la entrada de los vehículos a la Planta	26	En caso de presentarse alguna fuga se podría suscitar un incendio o explosión	2	3	6	Supervisar en todo momento la entrada de cualquier vehículo a las instalaciones. Contar matachispas en la planta Seguir los protocolos de seguridad.
El chofer del tráiler no apaga el motor y/o el sistema eléctrico durante la operación de trasiego de Gas L.P.	Falta de supervisión en las operaciones de la Planta	27	Se podría generar un incendio o explosión.	2	3	6	Supervisar en todo momento las actividades que se lleven a cabo en la Planta de Distribución, especialmente durante las operaciones de trasvase. Seguir los protocolos de seguridad.

¿Qué pasa si?	Causas probable	Evento	Riesgo/Consecuencia	F	S	R	Medidas de Mitigación y Salvaguardas
No se colocan los extintores debidamente funcionales, en los sitios cercanos adecuados durante la operación de descarga de Gas L.P	Falta de supervisión en las instalaciones de la Planta. Falta de mantenimiento a los dispositivos de seguridad	28	En caso de incendio, no se podrá combatir, poniendo en riesgo la integridad tanto de las instalaciones como de los trabajadores	2	4	8	Levar a cabo recorridos en las instalaciones para detectar deficiencias en las instalaciones y poder prevenir algún riesgo. Contar con los sistemas de combate contra incendio adecuados.
El operador del vehículo y el supervisor del área no están presentes durante la operación de recepción	Falta de supervisión en las instalaciones y falta de compromiso con la actividad	29	Se podría suscitar alguna fuga que podría desencadenar un incendio o explosión	2	2	4	Supervisar en todo momento las actividades que se lleven a cabo en la Planta de Distribución, especialmente durante las operaciones de trasvase. Seguir los protocolos de seguridad.

Resumen de la jerarquización de riesgos:

Tabla 46. Matriz de Jerarquización de Riesgos

ÍNDICE DE RIESGOS			CONSECUENCIAS			
			Ligero	Moderado	Severo	Catastrófico
			1	2	3	4
FRECUENCIA	Frecuente	4		1		
	Poco Frecuente	3				
	Raro	2				
	Extremadamente Raro	1				

En donde

- Riesgo Inaceptable
- Riesgo indeseable (Alto)
- Riesgo aceptable con controles (intermedio)
- Riesgo aceptable (Bajo)

La jerarquización del riesgo está en función de la combinación de los factores establecidos, considerando que, **a mayor calificación, mayor riesgo** y viceversa.

Los eventos identificados tienen los siguientes niveles de riesgo:

Tabla 47. Niveles de Riesgo

Categoría de Riesgo	Eventos
1. Riesgo aceptable	1, 4, 7, 10, 15, 19, 24, 25
2. Riesgo aceptable con controles	3, 5, 8, 11, 13, 16, 18, 20, 22, 23, 26, 27, 29
3. Riesgo indeseable	2, 6, 9, 12, 14, 17, 21, 28
4. Riesgo inaceptable	

Del total de eventos de riesgo identificados (29 eventos), 8 de ellos se consideran con riesgo aceptable, 13 se consideran como riesgo aceptable con controles, 8 se consideran como riesgo indeseable y no se detectaron riesgos inaceptables.

Tabla 48. Escenarios de Riesgo Identificados

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Región de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o Instalación superficial	Sustancia involucrada
1	2	La conexión del Auto tanque al tanque de almacenamiento no se realiza adecuadamente, lo que puede provocar que el gas se fugue y se forme una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota	Indeseable	Llenado del tanque de almacenamiento	Conexiones de descarga de la zona de almacenamiento, válvulas de exceso de flujo	NA	Gas L.P.
2	6	No se inmoviliza el Auto tanque una vez estacionado en el área de descarga, por lo que el auto tanque se mueve y si está cargando o descargando combustible se desconectará la manguera y generará fuga de Gas L.P., formando una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota	Indeseable	Llenado de tanque de almacenamiento y llenado de pipas para distribución.	Recepción y suministro de Gas L.P.	NA	Gas L.P.
3	9	Las conexiones mediante las cuales se realiza la operación de descarga están deterioradas, lo que propicia que el gas se fugue formando una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota.	Indeseable	Llenado de tanque de almacenamiento y llenado de pipas para distribución.	Recepción y suministro de Gas L.P.	NA	Gas L.P.

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Región de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o Instalación superficial	Sustancia involucrada
4	12	Falla en el mecanismo de la válvula de corte, por lo que el suministro de Gas L.P. no se cortaría provocando una salida del gas al realizar alguna conexión o desconexión, el gas se fugaría y formaría una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota	Indeseable	Llenado de tanque de almacenamiento y llenado de pipas para distribución.	Recepción y suministro de Gas L.P.	NA	Gas L.P.
5	14	Existen fallas en las conexiones del sistema de tierra y en caso de presentarse una sobrecarga eléctrica no se podría liberar a tierra, pudiendo causar riesgo de explosión en caso de fuga	Indeseable	Sistema de tierras físicas	Sistema de tierras físicas	NA	Gas L.P.
6	17	Alguno de los coples o uniones de los equipos no están bien unidos, por lo que el gas se fugaría formando una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explotaría	Indeseable	Sistema de tuberías	Planta mecánica	NA	Gas L.P.
7	21	Existe una fractura en las líneas de conducción de gas, lo que provoca la fuga del combustible, formando una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota	Indeseable	Sistema de tuberías	Planta mecánica	NA	Gas L.P.

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Región de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	Km o Instalación superficial	Sustancia involucrada
8	28	No se colocan los extintores debidamente funcionales, en los sitios cercanos adecuados durante la operación de descarga de Gas L.P. y en caso de incendio, no se podría combatir, poniendo en riesgo la integridad tanto de las instalaciones como de los trabajadores	Indeseable	Sistema contra incendio	Sistema contra incendio	NA	Gas L.P.

De acuerdo al análisis previo se tiene que, para los eventos con valor de riesgo indeseable o alto, se deben revisar tanto los procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar los procedimientos y controles en un período de 3 a 12 meses. Estos corresponden principalmente a problemas con las mangueras, líneas de conducción y válvulas del sistema y problemas que involucran la intervención del hombre. La minimización de estos riesgos se puede conseguir mediante un buen mantenimiento preventivo periódico de los equipos involucrados.

Los eventos de riesgo con factor de riesgo aceptables pueden ser atendidos con los recursos propios de la empresa si llegarán a presentarse y, de la misma forma, pueden ser minimizados con la aplicación de procedimientos de seguridad y mantenimiento.

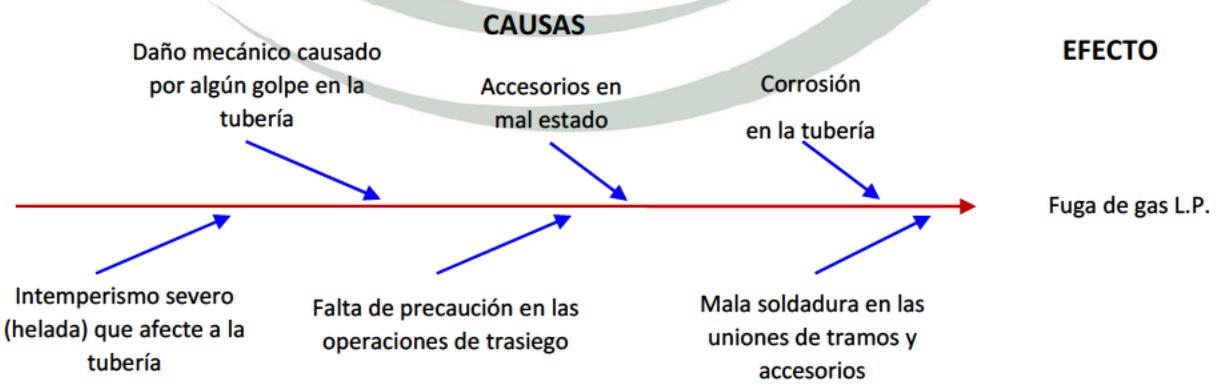
V.2. Análisis Cuantitativo de Riesgo

V.2.1. Análisis de frecuencias

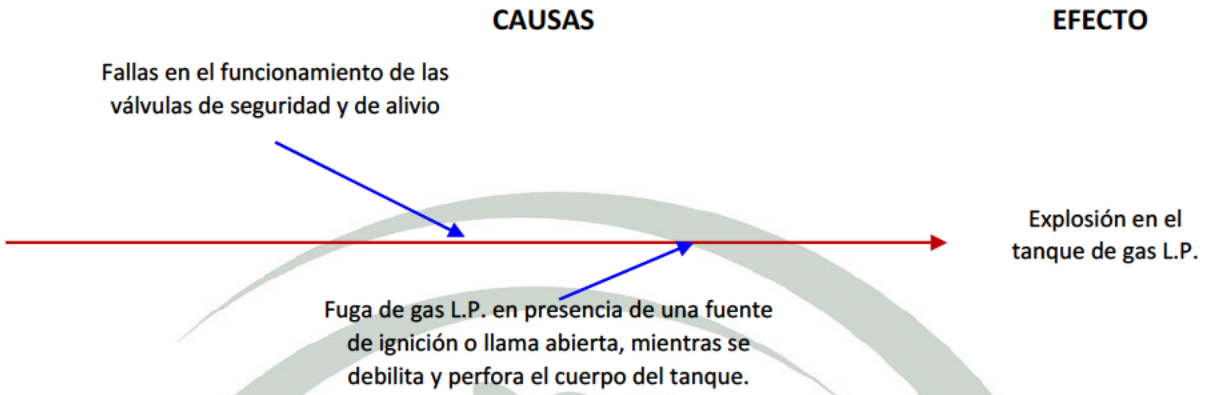
En los siguientes apartados se describirán los diferentes modos de falla que pueden presentarse y que provocarían un accidente de tipo incendio o explosión, así como las consecuencias que dichos accidentes pueden traer si se presentan.

La descripción de los riesgos potenciales de accidentes ambientales se ilustra mediante un diagrama de causa-efecto.

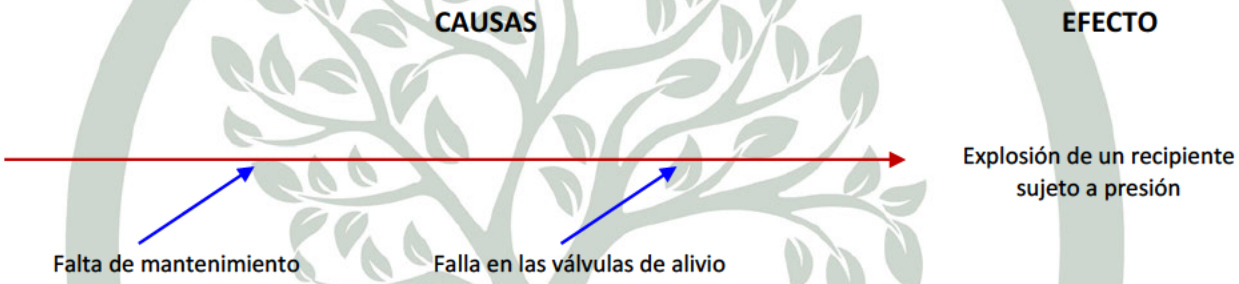
Fuga de gas L.P.



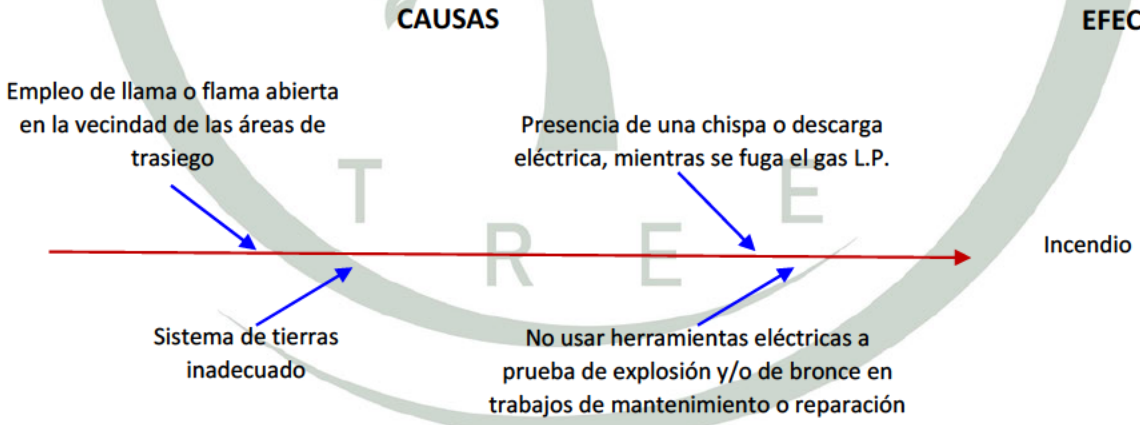
Explosión en el tanque de gas L.P.



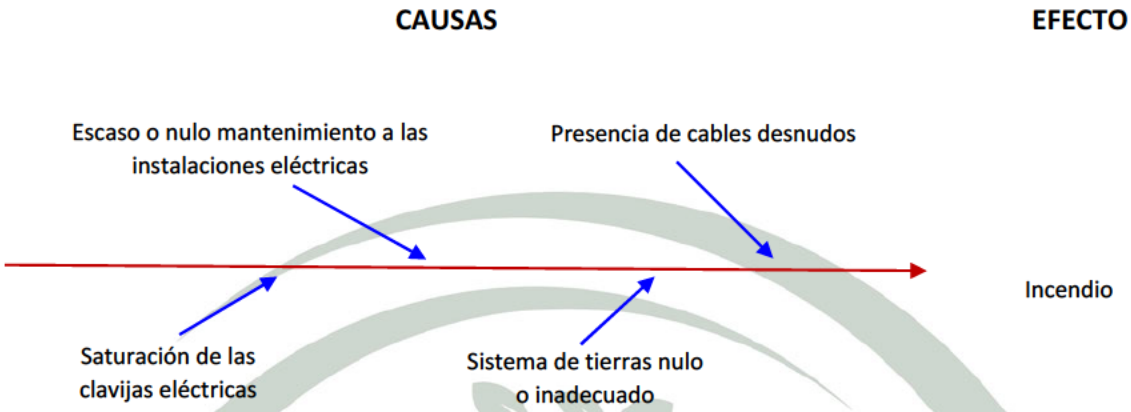
Explosión de compresor



Incendio



Incendio ocasionado por un desperfecto eléctrico



V.2.2. Análisis de consecuencias

- **Fuga de Gas L.P.**

El gas L.P., está presente en contenedores y equipos tanto en forma líquida como gaseosa (en forma de vapor) y puede fugarse en ambas formas. Si se fuga en forma líquida, se vaporizará rápidamente a la forma gaseosa.

Cuando el gas se fuga y se combina con el aire se forma una mezcla inflamable. Si esta mezcla se calienta se puede producir un incendio o una explosión dependiendo de qué tanta cantidad de mezcla exista o de si la mezcla está confinada dentro de una estructura. Si el fuego está incidiendo sobre el contenedor, la posibilidad de una explosión (Explosión de Líquido hirviente-Vapor expansivo o BLEVE por sus siglas en inglés) existe. Una BLEVE puede producir bolas de fuego y una onda de choque que dependerán de la cantidad de gas L.P. cuando ocurra la ruptura. Puede además producir que fragmentos del recipiente se vuelvan proyectiles voladores.

Debido a que las fuentes de ignición se controlan fuertemente en las instalaciones de gas L.P., a menudo se presenta un intervalo de tiempo entre el escape de gas y la ignición. También hay un intervalo de tiempo entre el contacto de la flama con la porción no húmeda del contenedor y la falla del contenedor. Este tiempo puede ser usado para controlar la emergencia facilitando los recursos adecuados, mediante la planeación y el entrenamiento.

Se puede causar una explosión no confinada, la cual se define como aquella que ocurre fuera de edificios o recipientes de proceso.

La explosión de una nube de vapor requiere como paso previo la formación de dicha nube, por ejemplo, a partir de un colapso de un recipiente conteniendo un líquido inflamable volátil, o a partir de la fuga de un gas inflamable, como podría ser el caso de una explosión causada por la fuga de gas L.P. El tiempo que tarda en ocurrir la ignición a partir del momento en que comienza la fuga es un factor crítico en la determinación del poder destructivo de la explosión. Así, en una ignición temprana, el tamaño de la nube inflamable es aún lo suficientemente reducido como para que los efectos sean de pequeña magnitud. A medida que aumenta el tiempo hasta la ignición los efectos van aumentando como consecuencia de la acumulación de material en la nube.

Por último, si la ignición se retrasa lo suficiente, la mayor parte de los materiales emitidos puede haberse diluido hasta concentraciones por debajo del límite de inflamabilidad, con lo que los efectos serían pequeños o inexistentes.

La explosión de una nube de gas combustible produce un frente de reacción que se desplaza a partir del punto de ignición, precedido por una onda de choque o frente de presión. Esta onda de choque subsiste después de que el material de la nube ha sido consumido, desplazándose a distancias cada vez mayores del punto de ignición, hasta que se amortigua por completo intercambiando cantidad de movimiento con los alrededores.

Por lo tanto, como resultado del análisis de riesgo a los diferentes elementos, accesorios y procesos del sistema, se pueden considerar que los eventos que representan la mayor probabilidad de ocurrencia y riesgo son los que se describen a continuación:

Para determinar los radios de riesgo, se, utilizó el software SCRI Fuego y SCRI Modelos, El cual se describe a continuación.

El software SCRI ha sido utilizado ampliamente para elaborar análisis de consecuencias por emisiones tóxicas y/o contaminantes, y ahora con SCRI Fuego, se incluyen modelos de radiación térmica y aspectos relevantes para consecuencia por fuego y/o explosiones.

Los modelos de SCRI Fuego se basan en metodologías de la Agencia de Protección Ambiental de EUA (EPA), del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AICHE) y de la Agencia de Administración Federal de Emergencias de EUA (FEMA).

El modelo de dispersión utilizado para la evaluación de nubes inflamables (Flash Fire) se basa en el modelo SLAB, desarrollado por Lawrence Livermore National Laboratory de los Estados Unidos.

El software SCRI Modelos ha sido utilizado ampliamente para elaborar una primera evaluación de los impactos de la contaminación por fuentes puntuales tales como chimeneas o en la elaboración de escenarios de afectación por fugas o derrames de productos tóxicos y/o inflamables ya sea como fugas continuas o instantáneas o en la evaluación de los daños provocados por nubes explosivas.

Medidas del potencial de inflamabilidad.

Sin necesidad de mencionarlo, es bien sabido que algunos materiales son mucho más fáciles de encender que otros. Algunos, solamente requieren de una chispa, como el combustible de gas propano o L.P. de una estufa, mientras que otros, como un pedazo de granito, no se enciende ni aunque se coloque bajo un soplete de soldar. Las medidas más comunes del potencial de inflamabilidad de los materiales que son inflamables o combustibles son:

1. Puntos de ignición o “flash points”.
2. Límites inferiores de inflamabilidad o de explosión.
3. Límites superiores de inflamabilidad o de explosión.
4. Temperaturas de autoingnición.

Estos datos se encuentran disponibles en diversos manuales y se listan normalmente en las hojas de seguridad de materiales HSM= de compañías químicas.

Puntos de ignición o “flash points”

El “flash pont” o punto de ignición de una sustancia combustible, es en términos simples, la mínima temperatura de un material a la que los vapores sobre su superficie líquida o sólida se incendian y queman cuando son expuestos a una fuente de ignición específica sin causar necesariamente una combustión autosostenida del líquido o sólido. Los puntos de ignición varían de temperaturas muy por debajo de los cero grados Fahrenheit para los gases inflamables (como el gas natural, gas L.P., propano o butano), y líquidos volátiles inflamables (como la gasolina, a cientos de grados sobre ceros para aceites combustibles pesados) la temperatura a la que los vapores sobre un líquido o sólido se incendian y continúan ardiendo debido a la combustión autosostenida del líquido o sólido es conocida como punto de incendio o “Fire point”.

Los materiales con puntos de ignición bajos, en relación a la temperatura ambiente son fácilmente encendidos por una flama de cualquier fuente o una chispa (ya sea de un metal frotándose con otro metal, con una piedra o debido a la electricidad estática). Frecuentemente son sustancias que se encuentran normalmente en estado gaseoso a temperatura ambiente o líquidos que se evaporan rápidamente o entran en ebullición al momento de ser liberadas. Estos vapores o gases pueden ser a veces transportados por el viento hasta una fuente de ignición a cierta distancia del lugar de descarga del material y generar un “flamazo” de vuelta a la fuente de la emisión causando uno o más de los peligros de fuego.

Las sustancias con puntos de ignición cercanos a la temperatura ambiente también se encienden con facilidad por medio de chispa o flama. La diferencia principal entre estos materiales y los descritos en el párrafo anterior es que la fuente de ignición debe estar más cerca del combustible para que tenga lugar la ignición. Esto sigue la observación de que ciertos materiales son generalmente líquidos de volatilidad menor a materiales con puntos de ignición sustancialmente más bajos.

Mientras mayor sea la temperatura del punto de ignición sobre la temperatura ambiente, se vuelve más difícil encender una sustancia. Bajo circunstancias normales, un combustible con punto de ignición alto no puede encender con una chispa o hasta una flama cercana, a menos que:

1. El combustible sea un líquido rociado al aire en forma de una niebla fina.
2. El combustible sea un sólido dividido finamente
3. Una porción del combustible se haya calentado hasta cerca de su punto de ignición por una fuente de calor cercana y entonces se haya expuesto a una fuente de ignición.
4. El combustible se caliente a una temperatura igual o mayor a su punto de ignición antes de ser liberado y encuentre una fuente de ignición antes de enfriarse.

Las temperaturas de punto de ignición de los materiales combustibles se determinan usando métodos d prueba y equipo estandarizado por diversas instituciones, siendo la Asociación Americana de Pruebas y Materiales (ASTM por sus siglas en inglés) el principal cuerpo regulador en los Estados Unidos. Existen dos clases principales de métodos de prueba.

- **Límites de inflamabilidad y explosividad**

Es bien conocido que la combustión no puede tener lugar en ausencia de una cantidad mínima de oxígeno, ya sea que se encuentre disponible en el aire mezclado con los gases o vapores emanados de una sustancia combustible o de un componente interno del combustible. De la misma forma, debe haber suficientes vapores o gases combustibles disponibles en la mezcla aire – combustible para soportar y sostener la combustión. Así existen límites inferiores para soportar y sostener la combustión Así, existen límites inferiores y superiores asociados con las concentraciones del combustible en el aire que se incendian y permiten que las flamas se dispersen alejándose de la fuente de ignición (permiten que las flamas se propaguen). Las concentraciones de combustible por debajo el límite inferior, contienen una cantidad insuficiente de combustible para encender y propagar su flama y se les conoce como demasiado ligeras para arder Aquellas que se encuentran por encima del límite superior son considerar demasiado ricas para encender; esto es, contienen demasiado combustible y/o muy poco oxígeno, como es el caso de un motor de automóvil que se encuentra "ahogado".

La concentración mínima de un vapor o gas en el aire que puede incendiarse y propagar flama se le conoce como su concentración límite inferior de inflamabilidad (LII) (LEL "Lower Explosive Limit" en inglés) o su concentración límite inferior de explosividad (LIE) y usualmente se expresa como un porcentaje por volumen de los vapores combustibles en el aire. Las palabras inflamabilidad y explosividad se utilizan de manera intercambiable, de tal forma que los valores LII son típicamente iguales a los valeres LIE en la literatura. La razón detrás de esto es que la concentración de un combustible que arde en el aire también es de esperarse que explote bajo condiciones apropiadas. Esta suposición es aproximadamente verdadera para algunos combustibles (donde los valores LIE precisos pueden ser ligeramente mayores a los valores LII).

De manera similar al caso anterior, la concentración máxima de un gas o vapor en el aire que puede incendiarse y propagar flama se le conoce como límite superior de inflamabilidad (LSI) (UEL "Upper Explosive Limit" en inglés) o límite superior de explosividad (LSE) del combustible. De nuevo, las palabras inflamabilidad y explosividad se usan comúnmente de forma intercambiable.

Los valores LII o LIE se relacionan con los puntos de ignición de las sustancias combustibles en que el punto de ignición es en teoría la temperatura a presión atmosférica a la que una sustancia debe elevarse, para producir una concentración de gas o vapor sobre su superficie equivalente a su concentración LII o LIE. Esta relación no siempre se observa en la práctica, a causa de que el equipo y procedimientos de medición del punto de ignición, como se mencionaba anteriormente, no siempre predicen valores precisos.

Es también importante la apreciación de que ciertos sólidos cuando se dispersan en el aire como polvos finos, también pueden ser capaces de arder o explotar al encontrar una fuente de ignición adecuada. Algunos ejemplos incluyen el polvo de carbón que se produce en operaciones mineras, el polvo del grano que se produce en los silos durante operaciones de almacenamiento o transferencia y la harina producida en la operación de un molino. Los límites de inflamabilidad o explosividad para materiales sólidos se expresan usualmente en unidades de peso de sólido presente en un volumen específico de aire.

Temperaturas de autoignición.

La temperatura de ignición o autoignición (TAI) de una sustancia, ya sea sólida, líquida o gaseosa, es la temperatura mínima para iniciar o causar una combustión autosostenida en ausencia de chispa o flama. Estas temperaturas deben de ser vistas como aproximaciones, aún más que los puntos de ignición o límites de inflamabilidad, debido a los muchos factores que pueden afectar los resultados de las pruebas.

Área inflamable de nube de vapor

Puesto que los niveles de concentración estimados por el programa son concentraciones promediadas en el tiempo; que en una nube de vapor real habrá áreas donde la concentración es más elevada que el promedio y áreas donde será inferior; y que resultados en experimentos han demostrado que puede haber ignición cuando se tengan concentraciones promedio por encima del

60% del LEL en una nube de vapor; generalmente se usa el 60% del LEL como el valor umbral para la zona de riesgo, y el 10% del LEL para la concentración default de la zona de amortiguamiento.

- Valor umbral para zona de Riesgo: 60% del LEL
- Valor umbral para zona de Amortiguamiento: 10% LEL

Medidas de los efectos de inflamabilidad (radiación térmica)

Es obvio que el contacto directo con una flama de cualquier tipo no es una buena idea durante cualquier período de tiempo prolongado debido a que el calor extremo puede incendiar los materiales combustibles o quemar severamente y destruir el tejido vivo. Lo que no puede entenderse completamente es que el fuego también puede causar daños o lesiones a distancia a través de la transmisión de la radiación térmica, de forma no muy distinta a como el sol calienta la tierra. Tal radiación, la cual es completamente distinta a la radiación nuclear, es más potente sobre la superficie de la flama y se debilita rápidamente al alejarse en cualquier dirección. En consecuencia, durante una fuga mayor de material peligroso en donde se involucre el fuego, los daños a la propiedad y las lesiones las personas pueden ocurrir no solo en las áreas donde se encuentre el fuego, sino también en la zona que rodea al incendio.

Los niveles de radiación térmica se miden y se expresan en unidades de potencia por unidad de área, del elemento que recibe la energía. Sin embargo, debido a que el daño o la lesión sostenida por el objeto receptor es una función de la duración de la exposición, así como del nivel, las dosis de radiación térmica nos conciernen también. Estas dosis se determinan al combinar los niveles de radiación con los tiempos de exposición y se expresan en unidades de energía por unidad de tiempo por unidad de área de superficie receptora. En la siguiente tabla, se listan algunos de los efectos conocidos de la radiación térmica sobre la piel como una función l nivel y el tiempo de exposición.

Tabla 49. Efectos de la radiación térmica

Intensidad térmica		Tiempo promedio en que las personas alcanzan la sensación de dolor	Otros efectos a corto plazo
KW/m²	BTU/h pie²	(segundos)	
1	312.5	-	Radiación incidente a nivel del mar a pleno sol en verano.
1.4	440	Infinito	Nivel totalmente seguro para las personas sin que experimenten sensación dolorosa, durante largos periodos de exposición.
4.0	1 250	20 segundos	Deshidratación de la madera Quemaduras del 1° Grado. Improbable formación de ampollas. Se considera como límite "soportable" para personas con vestimenta común en caso de exposición breve[1].
4.7	1 500	16 segundos (ver nota 1)	Comienza la descomposición de la madera Quemaduras de 2° Grado
9.5	3 000	6 segundos	Descomposición de la madera
12.6	4 000	4 segundos	Energía mínima para encender la madera Fusión de cables de plástico, daños severos a equipos de instrumentación. Quemaduras fatales. Se considera como límite "soportable" para un bombero con traje especial con un tiempo de exposición prolongado.[1]
37.8	12 000	-	El acero estructural pierde resistencia en pocos minutos, si no es enfriado convenientemente

Fuente: Análisis del riesgo en instalaciones industriales (Alfaomega, España); Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España

Nota 1: Una intensidad máxima de radiación de 4.7 KW/m^2 (1,500 BTU/h pie^2), se utiliza generalmente para determinar la ubicación de mecheros (flare stack) o quemadores en instalaciones industriales, por cuanto se considera que en estas circunstancias, el personal de la instalación dispone del tiempo suficiente para alejarse de las inmediaciones del quemador.

Los criterios que se siguen para delimitar las zonas de seguridad o límites de propiedad de las instalaciones a partir de la cual existen o pueden existir asentamientos humanos poblacionales, vías públicas o propiedades de terceros en general son:

1.4 KW/m^2, la cual se considera como un nivel totalmente seguro para las personas sin que experimentes sensación dolorosa durante largos periodos de exposición, considerándose como **Zona de Amortiguamiento**; **5 KW/m^2** en donde se comienza a descomponer la madera y existe el riesgo de quemaduras de 2° grado si no se cuenta con equipo de protección especial, por lo que se considera este valor como el umbral de la **Zona de Riesgo Medio**. Y finalmente se considerará que la **Zona de Riesgo**, la cual se entiende que es aquella área donde se presentan condiciones que pueden ser letales y destructivas para la infraestructura existente, es aquella que presenta una radiación de **12 KW/m^2** dado que con esa intensidad térmica los efectos ocasionados son la ignición de la madera, fusión de cables de plástico y quemaduras fatales;

Tipos de fuegos.

Existen seis tipos esenciales de fuego, estos están asociados con la descarga de materiales peligrosos, con el tipo de fuego, siendo una función no sólo de las características y propiedades de la sustancia derramada sino también de las circunstancias que rodean la emisión y/o ignición. Los seis tipos son:

- Dardo de fuego ("Jet Fire").
- Bolas de fuego como resultado de las explosiones de vapor por expansión de líquidos en ebullición (BLEVE).
- Fuegos en nubes de vapor o polvo.
- Fuegos en derrames de líquidos.
- Fuegos que involucran sólidos inflamables (como lo define el Departamento de Transporte de los EEUU).
- Fuegos que involucran combustibles ordinarios.

Para el caso del evento que se puede presentar en la Planta de Distribución de Gas L.P. corresponde a: Dardo de Fuego ("Jet Fire").

Los tanques de almacenamiento, transportes o tuberías que contienen gases bajo presión (por ejemplo, gases comprimidos) o sustancias normalmente gaseosas que se han comprimido al punto de convertirse en líquidos (por ejemplo, gases licuados comprimidos) pueden descargar gases a alta velocidad, si se perfora o rompe en alguna forma durante un accidente. La descarga o ventilación del gas a través del agujero forma un chorro de gas que "sopla" hacia la atmósfera en la dirección en la que se encuentre el agujero, mientras entra y se mezcla con el aire. Si el gas es inflamable y se encuentra una fuente de ignición, puede formarse una flama de chorro de longitud considerable (posiblemente de cientos de pies de largo) a partir de un agujero de menos de un pie de diámetro. Estos chorros presentan un peligro de radiación térmica para las personas y las propiedades cercanas ya que son particularmente peligrosos si chocan contra el exterior de un tanque intacto cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o auto-reactivo. Estos eventos ocurren a veces durante descarrilamientos de múltiples vagones de ferrocarril, en incidentes en plantas químicas atestadas y en instalaciones de procesamiento o almacenaje de petróleo/gas. En estos casos, el calor de la flama incrementa la presión en el tanque intacto, mientras debilita las paredes externas. Esto puede causar eventualmente que el tanque se desgarre violentamente o explote en un evento conocido como BLEVE, particularmente si la flama toca la pared en el espacio de vapor del contenedor donde no existe líquido adyacente para alejar el calor de la superficie de la pared. Si el contenido del tanque es inflamable, puede resultar en la elevación de una bola de fuego de considerables

dimensiones. Si el contenido no es inflamable sino tóxico, puede ser que se libere una gran cantidad de vapores o gases tóxicos en la atmósfera.

Uno de los tipos de simulación que se llevará a cabo para la Planta de Distribución de Gas L.P. es la denominado Dardo de Fuego ("Jet Fire"), a continuación, se describe el método:

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

La aplicación más común de los modelos de dardo de fuego es la especificación de la zona de exclusión alrededor de la flama.

Los modelos de dardo de fuego, no están tan bien desarrollados como los modelos de fuegos en derrames y varias revisiones se han publicado.

Mudan y Croce; dan el siguiente método para modelar dardos de fuego. El método inicia con el cálculo de la altura de la flama. Si definimos el punto de ruptura para el chorro como el punto en la parte inferior de la flama, arriba de la boquilla o tobera, donde inicia la flama turbulenta, entonces la altura de la flama es dada por el chorro de gas turbulento quemándose en el aire quieto por:

$$\frac{L}{d_j} = \frac{5.3}{C_T}\sqrt{\frac{T_f}{T_j}\frac{}{\alpha_T}\left[C_T + (1 - C_T)\frac{M_a}{M_f}\right]}$$

Donde:

L: longitud de la flama turbulenta visible medida desde el punto de ruptura (m)

dj: Diámetro del chorro, esto es, el diámetro físico de la boquilla (m)

Ct: Fracción de concentración molar del combustible en una mezcla estequiométrica aire-combustible (sin unidades)

Tt, Ti: son la temperatura de flama adiabática y temperatura del chorro del fluido respectivamente (°K)

α_t: son los moles del reactivo por moles del producto para una mezcla estequiométrica de aire-combustible (sin unidades)

M_a : es el peso molecular del aire (masa/mol)

M_f : es el peso molecular del combustible (masa/mol)

Para la mayoría de los combustibles, Cr es típicamente mucho menor que 1, ar es aproximadamente 1, y la razón de Tt/Ti varía entre 7 y 9. Estas suposiciones se aplican a la ecuación, resultando en la siguiente simplificación:

$$\frac{L}{d_j} = \frac{15}{C_T}\sqrt{\left[\frac{M_a}{M_f}\right]}$$

El flujo radiante recibido por un receptor se determina utilizando un procedimiento similar al método de fuente puntual descrito para fuegos en derrames. Para este caso, el flujo radiante en el receptor se determina con:

$$E_r = \tau_a Q_r F_p = \tau_a \eta \dot{m} \Delta H_c F_p$$

Donde

E_r = Flujo radiante en el receptor (energía/área tiempo)

τ_a = Transmisividad atmosférica (sin unidades)

Q_r = Energía total radiada por la fuente (energía/tiempo)

F_p = Factor de vista del modelo puntual ($long^{-2}$)

η = Fracción de la energía total convertida a radiación (sin unidades)

$\dot{m}$ = Flujo de masa del combustible (masa/tiempo)

ΔH_c = Calor de combustión del combustible (energía/masa)

Para este modelo la fuente puntual se localiza en el centro de la flama, esto es a la mitad de la línea central de la flama desde el punto de ruptura hasta el pico de la flama. Se asume que la distancia del punto de ruptura a la boquilla es mínima con respecto a la altura de la flama total. La fracción de energía convertida a energía radiante se estima con los valores dados para el caso del fuego en derrame.

Se debe notar que los métodos anteriores no consideran que la flama toque algún objeto. Al evaluar el potencial de efectos dominó en depósitos peligrosos adyacentes, las dimensiones de la altura de flama se pueden utilizar para determinar si es probable que la flama pegue en otro objeto. Si esto pasa, los efectos de transferencia de calor excederán la fracción radiante mencionada anteriormente y una mayor fracción de calor pudiera ser transferida al depósito en donde llega o golpea la flama.

Para la simulación de incendio, se considera un evento, el cual se describe a continuación:

Evento 1

Se considera la ruptura de una válvula del tanque de almacenamiento con un diámetro de 2", por lo que se suscita la fuga el Gas L.P., durante la liberación se presenta una fuente de ignición y se incendia, presentándose un incendio del tipo Dardo de Fuego ("Jet Fire").

A continuación, se muestran los datos alimentados y los radios de afectación:

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)
REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: ..... Incendio de Gas L.P.

Fecha: ..... 8 de mayo de 2022

Instalación

Nombre: ..... Planta de Distribución Cienega de Flores

Dirección: ..... Cienega de Flores, Nuevo León, Mexico

Ubicación: ..... Lat:26° 00' 8.81 N Lon:100° 07' 29.13 O

Descripción

Se considera la ruptura de una válvula del tanque de almacenamiento con un diámetro de 2", por lo que se suscita la fuga el Gas L.P., durante la liberación se presenta una fuente de ignición y se incendia, presentándose un incendio del tipo Dardo de Fuego ("Jet Fire").

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: ..... Gas L.P.
CAS: ..... No Aplica

Propiedades

Peso Molecular ..... 48.81 kg/kgmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. ..... 1676.43 J/kg-K
Temperatura de Ebullicion ..... 245.06 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebull. ..... 409205.91 J/kg
Capacidad Calorífica del Líquido a Temp. Ebull. ..... 2268.34 J/kg-K
Densidad del Líquido a Temp. Ebull. 590.47 kg/m3
Constante de Presión de saturación B ..... -1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C ..... 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.12
Concentración Estequiométrica ..... 9.50 %
Calor de Combustión ..... 46087.40 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Tasa de emisión: ..... 4.83 kg/s
Diámetro del orificio: ..... 0.05 m
Coeficiente de descarga: 0.63
Temperatura interna: ..... 293.15 K
Presión interna: ..... 1380.00 Kpa
Altura de base de la flama: ..... 0.00 m
Fracción radiante: 0.40

Datos meteorológicos

Nombre : ..... Escenario para Jet Fire
Humedad relativa: ..... 50 %
Temperatura : ..... 293.2 K (20.0 °C)

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio: ..... 0.05 m
Presión en la tubería: ..... 1380.00 kPa
Coeficiente de descarga: 0.6
Longitud de la flama: ..... 6.1 m
Tasa de emisión de masa: ..... 4.8 kg/s
Clase de emisión: ..... Flujo Sónico

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
2.00	3.64	0.95	508.28
3.00	4.27	0.94	363.81
4.00	5.03	0.92	259.17
5.00	5.85	0.91	188.48
6.00	6.73	0.90	140.89
7.00	7.63	0.89	108.22
8.00	8.56	0.88	85.18
9.00	9.50	0.87	68.49
10.00	10.45	0.87	56.09
0.00	3.04	0.97	739.74

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS	
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)
1.40	61.05
5.00	33.10
12.00	21.65

Figura 38. Datos alimentados y resultados para la simulación del evento 1 incendio de Gas L.P.

SCRI FUEGO
Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Título del escenario: Incendio de Gas L.P.
Instalaciones: Planta de Distribución Cienega de Flores **Ubicación:** 26° 00' 8.81 N, 100° 07' 29.13 O

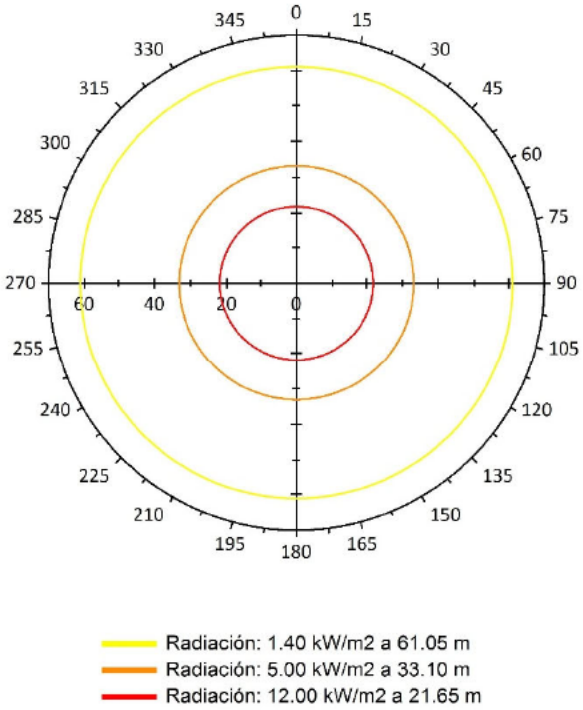


Figura 39. Gráfica de afectación por incendio de Gas L.P. en área de tanque de almacenamiento

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN
Incendio de Gas L.P.
SUSTANCIA
Gas L.P.
INSTALACIÓN
Planta de Distribución Cienega de Flores
POSICIÓN DE LA FUENTE
26° 00' 8.95 N , 100° 07' 28.00 O
RADIACIONES DE INTERÉS
Radiación: 1.40 kW/m2 a 61.05 m
Radiación: 5.00 kW/m2 a 33.10 m
Radiación: 12.00 kW/m2 a 21.65 m

Figura 40. Radios de afectación por incendio de Gas L.P. en la zona de tanque de almacenamiento

Como se mencionó anteriormente, se realizó una comparación entre los efectos ocasionados por diferentes valores de intensidad de la radiación térmica, considerando para el caso de INCENDIO. Las zonas consideradas de riesgo son:

- Zona de Riesgo Alto.- en la cual se presenta una radiación térmica de 12 KW/m^2.
- Zona de Riesgo Medio.- en la cual se presenta una radiación térmica de 5 KW/m^2.
- Zona de amortiguamiento.- en la cual se presenta una sobre radiación térmica de 1.4 KW/m^2.

Quedando de la siguiente manera las zonas de seguridad para el caso de INCENDIO:

Tabla 50. Radios de Afectación por incendio de Gas L.P.

Zona de riesgo	Valores de referencia	Radiación Térmica
		Evento 1 Incendio en tanques de almacenamiento
Zona de riesgo alto	12 KW/m^2	21.65 metros
Zona de riesgo medio	5 KW/m^2	33.10 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 KW/m^2	61.05 metros

Para el evento simulado de incendio de Gas L.P. en área del tanque de almacenamiento, la afectación principal considerando la zona de alto riesgo con una radiación de 12 KW/m^2, sería para la propia Planta de Distribución de Gas L.P., donde se vería afectada la zona de almacenamiento, zona de suministro, y recepción, sin embargo, dentro de esta simulación, el radio de mayor alcance es el que se considera como zona de amortiguamiento con una radiación térmica de 1.4 KW/m^2, la cual se considera como un área completamente segura para las personas sin que experimenten sensación dolorosa durante largos periodos de exposición, con un radio de 61.05 metros, se tendría afectación a gran parte de la Planta como es el caso de las oficinas, baños, cuarto de máquinas y cisterna y bodegas, así como los predios que se encuentran en las colindancias Norte, Este y Oeste, los cuales son propiedad de la misma empresa, sin embargo, estos no presentan uso alguno, en el lindero Oeste se tienen la presencia de una construcción abandona.

Cabe señalar que, a distancias superiores del radio de la zona de amortiguamiento, la población en general ya no presentará riesgo serio a su integridad.

- **Peligros de explosión de sustancias químicas**

Existen dos definiciones para el verbo explotar que son relevantes para los materiales peligrosos, siendo éstas:

- Arder rápidamente de tal forma que exista una violenta expansión de gases calientes con gran fuerza destructiva y una fuente de ruido (en lo que se conoce como una explosión térmica)
- Estallar violentamente como resultado de la presión interna (en lo que se conoce como una explosión no – térmica)

La primera definición involucra claramente la ignición y emisión de energía térmica de un material o mezcla de explosivos y la segunda no lo es.

Factores que influyen en el potencial de explosión

Explosiones térmicas

Los límites superiores e inferiores de inflamabilidad presentadas anteriormente explican que estos términos se usan de manera intercambiable con los términos de límites superiores e inferiores de explosividad en el aire. La razón para esto es que una mezcla inflamable de combustible en el aire, por ejemplo, una mezcla dentro del rango de las concentraciones límite superior e inferior de inflamabilidad, puede explotar si se enciende bajo condiciones apropiadas. Similarmente, una nube de polvo combustible puede explotar si las concentraciones en el aire se encuentran dentro de estos límites y la nube se encuentra confinada.

El conjunto de condiciones bajo las cuales son más comunes las explosiones de gases o vapores, comprende la ignición del material dentro del espacio confinado de un edificio, una tubería de drenaje, un túnel, un tanque de almacenamiento de líquido parcialmente vacío (en tierra o en un transporte marítimo), u otro contenedor.

De lo anterior se deduce que virtualmente todas las sustancias que se manejen bajo condiciones en las que las mezclas aire – combustible se encuentren entre los límites y ocupen una fracción significativa de un espacio cerrado tienen una alta probabilidad de explotar en lugar de simplemente arder cuando se encienden. Sin embargo, debe notarse que las mezclas gaseosas también pueden explotar en momentos en los que se encuentran confinadas parcial o aun completamente libres en un ambiente abierto. Estas últimas explosiones, llamadas **explosiones de nubes de vapor no confinadas**, a menudo tienen mucho menos potencia que las explosiones en confinamiento, y se ha observado que algunas sustancias tienen una probabilidad mucho mayor de explotar cuando no se encuentran confinadas, que otras. No obstante, eventos previos han demostrado que las explosiones no confinadas pueden ocasionalmente causar un daño devastador y lesiones extensas, especialmente cuando el peso del vapor o gas en el aire excede las 1,000 libras. Por debajo de este peso, las explosiones de nubes de vapor no confinadas son bastante raras y típicamente involucran relativamente pocos materiales específicos.

Existen también muchos sólidos y líquidos que pueden explotar o detonar si se encienden, se les golpea, o se les somete al calor o la fricción, dependiendo de sus propiedades y características individuales. Algunos de los ejemplos mejor conocidos son el TNT, la dinamita, la pólvora y la nitroglicerina, a los que algunas veces se refieren como **explosivos de fase condensada** o altos explosivos. La determinación de si un líquido o sólido en particular puede ser explosivo y las condiciones bajo las cuales puede explotar, requiere una investigación caso por caso, debido a que no existe una característica o propiedad específica que coloque a los explosivos aparte de otros materiales. Afortunadamente, los fabricantes de estos materiales y las bases de datos y manuales de materiales peligrosos usualmente señalan las propiedades explosivas de tale materiales.

La fuerza o potencia de una explosión térmica, de cualquier manera, que uno desee expresarla, es una función de tres factores principales:

- La cantidad de combustible presente que es capaz de explotar
- La cantidad de energía disponible en esta porción del combustible
- La fracción de la energía disponible (conocida como el factor de eficiencia) que se espera sea liberada en el proceso de la explosión.

En términos más simples, se entiende que dos cartuchos de dinamita producen un estallido mayor que uno solo, que las mezclas de aire – combustible por debajo o sobre las concentraciones límites explosivas en el aire pueden no proporcionar fuerza adicional a una explosión y que algunas sustancias contienen mayor energía por unidad de peso que otras.

Medidas de los efectos de una explosión

Se refiera a una onda como una capa de gases comprimidos en expansión. La potencia de la onda puede medirse en unidades de presión (psi, etc.) y los efectos de las sobrepresiones máximas dentro de la onda (la presión máxima dentro de la onda por encima de la presión atmosférica normal) se pueden relacionar con el nivel de daño a la propiedad o lesiones personales que probablemente resulten.

En la siguiente tabla se presenta una lista de las sobrepresiones máximas y sus posibles efectos sobre las personas u objetos. Es importante notar que las sobrepresiones máximas son mayores cerca de la fuente de la explosión y disminuyen rápidamente con la distancia del lugar de la explosión. Adicionalmente se debe notar que la posición del estallido en relación con “superficies reflejantes” cercanas, influye en la extensión del daño.

Los efectos secundarios de las explosiones incluyen:

- Fatalidades o lesiones debidas a misiles, fragmentos y restos en el medio ambiente impulsados por la explosión o por el calor generado

- Fatalidades o lesiones debidas al movimiento violento de las personas expuestas y su impacto subsecuente contra la superficie del terreno, muros u otros objetos estacionarios.

Las lesiones más comunes en las personas debido a misiles y objetos similares, pueden atribuirse a la violenta ruptura de vidrios y al impacto de los pedazos que salen disparados. Los fragmentos pueden incluir pedazos de cualquier contenedor que explote y piezas de estructuras o equipos que se sueltan por la explosión y salen volando. Los restos del ambiente se refieren esencialmente a todo lo demás que haya sido sacado de su lugar. También puede considerarse que la categoría entera abarca situaciones en las que la gente se encuentre enterrado bajo los escombros de edificios colapsados y otras estructuras.

Es muy importante identificar que en el tanque que surge un BLEVE se rompe violentamente de alguna manera, puede dividirse en varios fragmentos, uno o más de los cuales pueden salir proyectados a distancias considerables. Se ha sabido de porciones de tanques cilíndricos que literalmente “salen como cohete” hacia arriba mientras siguen expulsando líquidos ardientes y han causado incendios y daños por impacto al caer de nuevo al suelo.

Donde se tenga un tanque o contenedor que se rompa debido a la sobrepresión interna, el peligro de fragmentación es hasta cierto grado una función de si las paredes son quebradizas o dúctiles. Los materiales quebradizos (como el vidrio) se dividen en muchas partes pequeñas. Los tanques o contenedores hechos de materiales dúctiles (como la mayoría de los metales a temperatura relativamente normal o por encima de ésta) es más fácil que se deformen o se dividan en unos cuantos pedazos grandes.

Las fatalidades o lesiones debidas al movimiento violento de las personas expuestas y el subsecuente impacto con objetos involucran situaciones en las que la onda de choque o impacto, literalmente empuja o levante y arroja a los cuerpos contra esos obstáculos.

A fin de determinar los daños ocasionados por la nube explosiva se emplea la información de la siguiente tabla, la cual muestra los efectos de diversos valores de sobrepresión sobre instalaciones y equipos en refinerías y plantas químicas. A estos daños se deben adicionar los posibles incendios y explosiones subsecuentes.

Tabla 51. Estimados de daños por sobrepresión en explosiones

Sobrepesión (psig)*	Daño esperado
0.03	Ruptura ocasional de ventanas grandes que ya se encuentren bajo tensión
0.04	Ruido elevado (143 d B); fallas en vidrio debido al "boom" sónico
0.10	Rupturas de ventanas pequeñas bajo tensión
0.15	Presión típicas para fallas en vidrio
0.30	Cierto daño en techos de casas, 10% de rupturas en vidrios de ventana
0.40	Daño estructural menor limitado
0.50 – 1.0	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de las mismas
0.7	Daño menor a estructuras de casas
1.0	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables
1.0 – 2.0	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción
1.0 – 8.0	Rango de lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles
1.3	Ligera distorsión en marco de metal de edificios recubiertos
2.0	Colapso parcial de muros y techos de casas
2.0 – 3.0	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado
2.3	Límite inferior de daño estructural serio
2.4 – 12.2	Rango de 1 a 90% de rotura de tímpanos entre las personas expuestas
2.5	Destrucción del 50% del enladrillado casero

Sobrepesión (psig)*	Daño esperado
3.0	Edificios con estructuras de acero, distorsionados y arrancados de sus cimientos
3.0 – 4.0	Edificios de panel de acero sin estructura arruinados
4.0	Ruptura en recubrimiento de edificios industriales ligeros
5.0	Postes de madera arrancados
5.0 – 7.0	Destrucción casi completa de casas
7.0	Volcadura de carros de ferrocarril con carga
9.0	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga
10.0	Posible destrucción total de edificios
14.5 – 29.0	Rango de 1 al 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido

Fuente: Análisis y reducción de riesgos en la industria química, 1993.

*Estas son sobrepresiones máximas formadas por encima de la presión atmosférica normal debido a las ondas de choque o impacto.

Tipos de explosiones

a) Explosiones por sobrepresión de un tanque o contenedor
b) Explosiones de gas o vapor
c) Explosiones de detonaciones de fase condensada

Modelo de evaluación de daños provocados por nubes explosivas

El modelo de evaluación de daños provocados por la explosión de una nube de gas o vapor inflamable involucra el cálculo para determinar un potencial explosivo aproximado de sustancias empleadas en la industria. Dentro de las sustancias que se contemplan en el modelo como factibles de formar nubes explosivas se tienen:

- Gases contenidos a una presión.
- Gases mantenidos en estado líquido por efecto de alta presión o baja temperatura.
- Líquidos combustibles o inflamables mantenidos a una temperatura superior a la de su punto de ebullición y que se encuentran en estado líquido por efecto de presión (se excluyen las sustancias cuya viscosidad sea mayor a $1x10^6$ centipoises o que posean puntos de fusión mayores a 100 °C).
- La fuga de material (almacenado o en proceso) es instantánea, excluyéndose escapes paulatinos de gas a menos que se trate de fugas en tuberías de gran capacidad.
- El material fugado se vaporiza en forma instantánea formándose inmediatamente la nube; la vaporización y formación de la nube se efectúa de acuerdo con las propiedades termodinámicas del gas o líquido antes de producirse la fuga.
- Se asume una nube de forma cilíndrica cuya altura corresponde a su eje vertical. Se supone que la nube cilíndrica no es distorsionada por el viento ni por estructuras o edificios cercanos.
- La composición de la nube es uniforme y su concentración corresponde a la media aritmética de los límites superior e inferior de explosividad del material.
- El calor de combustión del material se transforma a un equivalente en peso de trinitrotolueno (TNT) (calor de combustión del TNT = 4680 kJ/kg).
- La temperatura del aire ambiente se considera constante e igual a 21.1 ºC (70 ºF).
- Se considera que una nube originada en el interior de un edificio, formará una nube de las mismas dimensiones que una originada en el exterior del mismo.

Para determinar la magnitud de la fuga de material explosivo en una planta, se pueden considerar dos criterios o tipos de daños probables:

a) El Daño Máximo Probable (DMP)
b) El Daño Máximo Catastrófico (DMC).

La magnitud de la fuga bajo un escenario de DMP se estima considerando:

- El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente de proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí, sin estar aislados uno del otro por válvulas automáticas o a control remoto. Si existen estas válvulas se considerará el contenido del mayor recipiente.
- No se considerará como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes de ignición en las cercanías de una posible fuga.

Bajo un escenario de DMC, la magnitud de la fuga se estima considerando:

- El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente del proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí. No se tendrá en cuenta la existencia de válvulas automáticas.
- Se considerará la destrucción o daños graves de tanques de almacenamientos mayores, como formadores de nubes explosivas catastróficas.
- Se considerarán las fugas en tuberías de gran capacidad que sean alimentadas desde instalaciones remotas, exteriores o interiores, asumiendo que la tubería será dañada seriamente y que la duración de la fuga es de media hora.
- No se considerará como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes cercanas de ignición.
- Se incluirán los gases y líquidos empleados como combustibles.

Una vez que se produce la explosión, se generan una serie de ondas expansivas circulares, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetro mayores. El objetivo del modelo es entonces determinar la magnitud de los diámetros asociados a la sobrepresión de las ondas y los daños producidos en instalaciones.

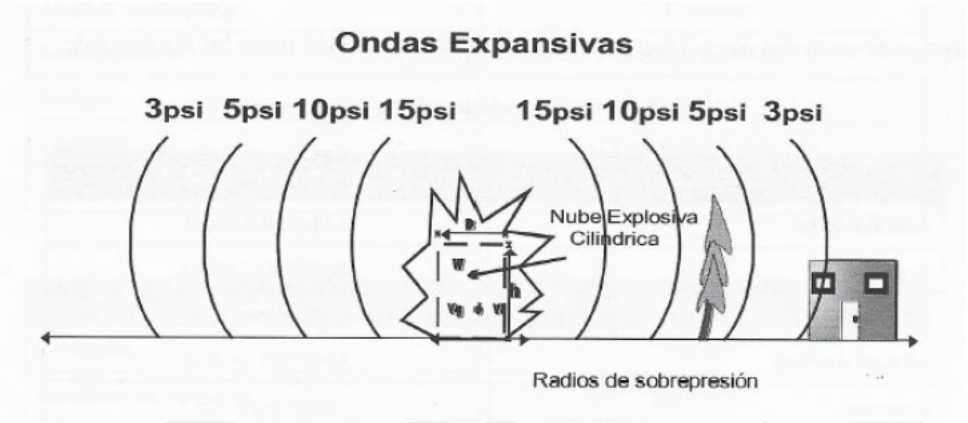


Figura 41. Esquema conceptual del modelo de nubes explosivas

El modelo de equivalencia de TNT es fácil de utilizar y se ha aplicado en muchos estudios de riesgo. Es descrito por Baker et al (1983), Decker (1974), Lees (1986,1996) y Stull (1977).

El modelo se basa en la suposición de una equivalencia entre el material inflamable y el TNT, por un factor denominado eficiencia de la explosión η:

$$W = \frac{\eta M H_c}{H_{TNT}}$$

Donde:

W = masa equivalente de TNT (kg)

η = factor de eficiencia de la explosión (sin unidades)

M = masa de la sustancia inflamable (kg)

H_c = calor de combustión de la masa inflamable (kJ/kg)

H_{TNT} = calor de combustión del TNT (4680 Kj/kg según Risk Management Program EPA)

El factor n es adimensional y determina la fracción del calor de combustión que sirve para producir las ondas de sobrepresión. Para muchos materiales el valor de E se encuentra dentro del rango de 0.1 a 0.01 para las nubes explosivas aquí consideradas se emplean los valores:

n= 0.02 cuando el escenario se considera de DMP

n= 0.10 cuando el escenario se considera de DMC

Los criterios de DMP y DMC en este caso se relacionan únicamente con la eficiencia de la exposición, siendo independientes de los criterios mencionados anteriormente los cuales están relacionados con la estimación de la magnitud de la fuga del material.

Para calcular la sobrepresión, los parámetros importantes son la sobrepresión pico o la sobrepresión máxima p^0, el tiempo de llegada t_a, el tiempo de duración de la fase positiva t_d, y el impulso de sobrepresión i_p, que está definido como el área bajo el pulso de duración positiva:

$$i_p = \int_0^{t_d} P dt$$

El impulso es un aspecto importante en la posibilidad de causar daño por la explosión de estructuras puesto que es un indicativo de la energía total dentro de la onda de choque

Los parámetros indicados arriba se pueden escalar utilizando las siguientes ecuaciones

$$p_s = \frac{p^0}{p_a}$$

$$i_s = \frac{i_p}{W^{1/3}}$$

$$\tau_d = \frac{t_d}{W^{1/3}}$$

$$\tau_a = \frac{t_a}{W^{1/3}}$$

Los efectos de la explosión para una carga de TNT están bien documentadas y las ecuaciones para los cálculos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 52. Efectos de explosión para una carga de TNT

Constante	Rango	Función			
		Sobrepresión p° (Kpa)	Impulso ip (Pa)	Tiempo de duración t_1(ms)	Tiempo de llegada t_2(ms)
	1	0.0674 ≤ Z ≤ 40	0.0674 ≤ Z ≤ 0.955	0.178 ≤ Z ≤ 1.01	0.0674 ≤ Z ≤ 40
	2		0.955 ≤ Z ≤ 40	1.01 ≤ Z ≤ 2.78	
	3			2.78 ≤ Z ≤ 40	
a	1	-0.21436279	2.06761909	1.92946154	-0.20242572
	2		-1.94708847	-2.12492525	
	3			-3.5362621	
b	1	1.3503425	3.07603297	5.25099194	1.37784224
	2		2.40697745	9.29962886	
	3			3.46349746	
c0	1	2.78069166	2.52455621	-0.6142276	-0.05916343
	2		1.67281646	0.31540925	
	3			0.68690664	
c1	1	-1.69589887	-0.50299276	0.13014372	1.35706196
	2		-0.0384519	-0.02979443	
	3			0.09330353	
c2	1	-0.01541594	0.17133565	0.13487251	0.0524928
	2		-0.02608167	0.03063296	
	3			-0.00058494	
c3	1	0.51406073	0.0450177	0.03915743	-0.19656395
	2		0.00595799	0.01834056	
	3			-0.00226885	
c4	1	0.09885544	-0.01118965	-0.00475934	-0.06017701
	2		0.01454453	-0.01739647	
	3			-0.00295909	
c5	1	-0.29391262		-0.00428145	0.06963603

Constante	Rango	Función			
		Sobrepresión p° (Kpa)	Impulso ip (Pa)	Tiempo de duración t_1(ms)	Tiempo de llegada t_2(ms)
	2		-0.06632893	-0.00106322	
	3			0.0014803	
c6	1	-0.02681123			0.02152975
	2		-0.00284189	0.0056206	
	3				
c7	1	0.1030395			-0.01616589
	2		0.00136448	0.00016182	
	3				
c8	1	0.00162847			-0.00232532
	2			-0.00068602	
	3				
c9	1	-0.0214631			0.00147752
	2				
	3				
c10	1	0.00014567			
	2				
	3				
c11	1	0.00167848			
	2				
	3				

A fin de determinar los daños ocasionados por la nube explosiva se emplea la información de las siguientes tablas en esta sección, las cuales muestran los efectos de diversos valores de sobrepresión sobre instalaciones y equipos en refinerías y plantas químicas. A estos daños se deben adicionar posibles incendios y explosiones subsecuentes. Para propósitos de espaciamiento en plantas, se recomienda que:

- Una nube explosiva generada en un área no debe cubrir ninguna parte de los edificios o procesos importantes de un área vecina.
- Todos los edificios y equipos importantes de un área deben situarse fuera del círculo correspondiente a una sobrepresión de 0.3 psi que sea generada por la explosión de una nube en un área vecina.
- Los edificios y equipos importantes que puedan ser alcanzados por ondas con valores entre 1 y 3 psi de sobrepresión, deben ser diseñados para resistir una sobrepresión de 2 psi, asumiendo un escenario de DMP (r_i = 0.02).
- Sólo las áreas alcanzadas por ondas de sobrepresión de 1 psi o menores pueden ser consideradas como separadas de la zona de riesgo.

Los criterios que se siguen para delimitar las zonas de seguridad o límites de propiedad de las instalaciones a partir de la cual existen o pueden existir asentamientos humanos poblacionales, vías públicas o propiedades de terceros en general son:

A **0.5 lb/in2** la cual es una zona donde las ventanas de los establecimientos son generalmente destrozadas y algunos marcos de ventanas son totalmente dañados considerándose como **Zona de Amortiguamiento**, a **1.0 lb/in2** en donde se da la demolición parcial de casas, convertidas en inhabitables, por lo que se considera este valor como el umbral de la **Zona de Alto Riesgo,** en el rango de **5 Lb/in²** Lugar considerado como **Zona de Alto riesgo por daño a equipos** en donde los postes de madera son destrozados.

Evento 2, Explosión de Gas L.P.

Se considera la ruptura de una válvula o tubería con un diámetro de 2 pulgadas, por lo que se presenta una fuga de Gas L.P., generándose una nube explosiva, se supone que la fuga es detectada en un lapso de 2 a 3 minutos, por lo que se pueden tomar las medidas pertinentes para detener la liberación, sin embargo, la nube se encuentra con una fuente de ignición, lo que provoca su explosión.

A continuación, se muestran los datos alimentados y los radios de afectación:

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS
(MASA DE UNA NUBE DE SUSTANCIA INFLAMABLE)
REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: ..... Explosión de Gas L.P.
Fecha: ..... 8 de mayo de 2022

Instalación

Nombre: ..... Planta Cienega de Flores
Dirección: ..... Cienega de Flores, Nuevo León, Mexico
Ubicación: ..... Lat:26° 00' 8.81 N Lon:100° 07' 29.13 O

Descripción

Se considera la ruptura de una válvula o tubería con un diámetro de 2 pulgadas, por lo que se presenta una fuga de Gas L.P., generándose una nube explosiva, se supone que la fuga es detectada en un lapso de 2 a 3 minutos, por lo que se pueden tomar las medidas pertinentes para detener la liberación, sin embargo, la nube se encuentra con una fuente de ignición, lo que provoca su explosión.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: ..... Gas L.P.
CAS: ..... No Aplica

Propiedades

Peso Molecular ..... 48.81 kg/kgmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. ..... 1676.43 J/kg·K
Temperatura de Ebullicion ..... 245.06 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebull. ..... 409205.91 J/kg
Capacidad Calorífica del Líquido a Temp. Ebull. ..... 2268.34 J/kg·K
Densidad del Líquido a Temp. Ebull. 590.47 kg/m3
Constante de Presión de saturación B ..... -1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C ..... 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.12
Concentración Estequiométrica ..... 9.50 %
Calor de Combustión ..... 46087.40 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Peso del material en la nube : ..... 870.00 kg
Factor de Eficiencia Explosiva : 0.10
Límite Inferior de Explosividad : ..... 1.80 %
Límite Superior de Explosividad : ..... 9.30 %
Calor de Combustión de TNT (RMP) : ..... 4680.00 kJ/kg
Masa Equivalente en TNT : ..... 856.75 kg

RESULTADOS

Distancia mínima de cálculo : ..... 0.64 m
Distancia máxima de cálculo : ..... 379.91 m
Distancia total del cálculo : ..... 379.27 m

PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS					
Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
5.00	4489.70	651.18	0.16	166.36	0.30
10.00	1215.60	176.31	0.51	231.87	1.94
20.00	252.23	36.58	1.87	128.04	2.07
30.00	103.86	15.06	3.88	88.64	2.95
50.00	39.50	5.73	8.92	56.58	3.86
70.00	22.99	3.33	14.48	41.51	4.34
100.00	13.80	2.00	23.09	29.51	4.87
150.00	8.15	1.18	37.82	19.94	5.54
200.00	5.69	0.82	52.93	15.09	6.02

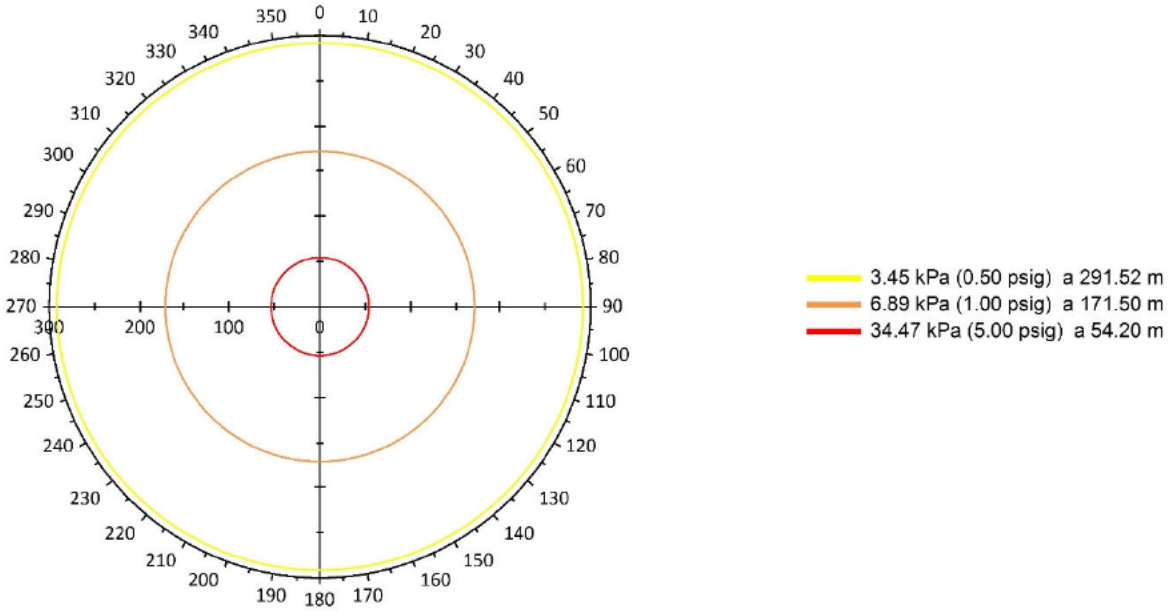
DISTANCIA CALCULADA SEGÚN LA PRESIÓN DE INTERÉS					
Presión (kPa)	Presión (psi)	Distancia (m)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
3.45	0.50	291.52	80.91	10.38	6.65
6.89	1.00	171.50	44.28	17.52	5.76
34.47	5.00	54.20	10.06	52.60	3.98
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--
0.00	0.00	0.00	--	--	--

Figura 42. Datos alimentados y resultados para la simulación del evento 2 explosión del Gas L.P.

SCRI FUEGO
Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE SOBREPRESIÓN (F.E.E. = 0.1)

Título del escenario: Explosión de Gas L.P.
Instalaciones: Planta Cienega de Flores **Ubicación:** 26° 00' 8.81 N, 100° 07' 29.13 O



Energía equivalente a 856.75 kg de TNT

Figura 43. Gráfica de afectación por explosión de Gas L.P., evento 2

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN (PROYECCIÓN SOBRE MAPA)

TÍTULO DE LA MODELACIÓN
Explosión de Gas L.P.
SUSTANCIA
Gas L.P.
INSTALACIÓN
Planta Cienega de Flores
POSICIÓN DE LA FUENTE
26° 00' 8.83 N , 100° 07' 28.05 O
ZONAS DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN
3.45 kPa (0.50 psig) a 291.52 m
6.89 kPa (1.00 psig) a 171.50 m
34.47 kPa (5.00 psig) a 54.20 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m
.00 kPa (0.00 psig) a 0.00 m

Figura 44. Radios de afectación por explosión de Gas L.P., evento 2

Como se mencionó anteriormente, se realizó una comparación entre los efectos ocasionados por diferentes valores de intensidad de la explosión de Gas L.P., considerando para el caso de SOBREPRESIÓN. Las zonas consideradas de riesgo son:

- Zona de Riesgo por daño a equipos.- en la cual se presenta una presión de 5 Lb/in^2.
- Zona de Riesgo Alto.- en la cual se presenta una presión de 1 Lb/in^2..
- Zona de amortiguamiento.- en la cual se presenta una presión de 0.5 Lb/in^2..

Quedando de la siguiente manera las zonas de seguridad para el caso de EXPLOSIÓN:

Tabla 53. Radios de Afectación por explosión de Gas L.P.

Zona de riesgo	Valores de referencia	Sobrepresión
		Evento 2 Explosión de Gas L.P. en la zona del tanque de almacenamiento
Zona de riesgo por daño a equipos	5 Lb/in^2	56.15 metros
Zona de riesgo alto	1 Lb/in^2	171.50 metros
Zona de amortiguamiento	0.5 Lb/in^2	291.52 metros

De los resultados obtenidos para la explosión de la nube, el modelo establece que el radio máximo de afectación con una sobrepresión de 0.5 psi, donde se podría presentar destrucción de ventanas y daño en marcos es de 291.52 metros, donde se tendría afectación a todas las áreas que compondrán la Planta de Distribución, en los alrededores no se tienen la presencia de otras instalaciones, en el linero Este y Oeste se tienen la presencia de dos construcciones, sin embargo, estas se encuentran abandonadas. Para la zona de riesgo alto con una sobrepresión de 1 psi, donde se presentaría el derribo de personas y demolición parcial de casas, presenta un radio de afectación de 171.50 metros, donde se tendría afectación a la propia Planta de Distribución, al igual que la zona considerada como zona de riesgo por daño a equipos con una sobrepresión de 5 psi presentando un radio de 56.15 metros.

Emisiones de sustancias peligrosas

La predicción de la vulnerabilidad a sustancias tóxicas constituye un problema complejo porque depende de numerosos factores de naturaleza distinta, entre los que podemos citar:

- La ruta de entrada al organismo
- Las propiedades de toxicidad del material considerado
- Las características de la actuación del tóxico
- La dosis recibida, expresada en función de la concentración del agente tóxico y del tiempo de exposición.
- El tipo de exposición (emisión súbita de grandes cantidades, o exposición prolongada en bajas concentraciones).
- La variabilidad de las respuestas biológicas individuales ante la misma dosis del agente tóxico.

Existe una dificultad considerable para realizar estimaciones precisas de los efectos que un determinado tóxico puede tener sobre organismos vivos. A pesar de ello, se han publicado numerosos índices de toxicidad, que proporcionan una idea aproximada de la peligrosidad de una sustancia tóxica

Rutas de entrada.

Los materiales tóxicos son sólidos, líquidos y gases o vapores, que pueden afectar a las criaturas vivientes por medio de tres rutas básicas de entrada que son:

Inhalación.- El proceso por el cual, productos irritantes o toxinas entran al cuerpo por medio de los pulmones como un resultado del proceso respiratorio.

Ingestión.- El proceso de consumir comida, agua o cualquier cosa contaminada permitiendo la ingestión oral de irritantes o toxinas.

Contacto directo con ojos o piel.- El proceso por el cual, los materiales peligrosos causan daño al tejido corporal por medio del contacto directo o por envenenamiento vía absorción a través de la piel u otros tejidos externos. También se incluye dentro de esta categoría el paso de materiales tóxicos dentro del cuerpo por medio de heridas con objetos puntiagudos u otras heridas en la piel.

El riesgo de inhalación puede resultar de la respiración de gases sueltos de envases, vapores generados de la evaporación de líquidos (sobre la tierra o en el agua), aerosoles líquidos generados durante el envasado de líquidos presurizados, vapores generados por ácidos derramados, gases o vapores generados por reacciones químicas, polvos que vienen transportados por el aire debido a una explosión o la fuerza del viento, los productos de combustión de un material inflamable o una variedad de otros mecanismos.

El riesgo por ingestión se puede derivar de malas prácticas de higiene, después del manejo de materiales contaminados o por la ingestión de agua o comida contaminada. La ingestión también puede ser causada por la inhalación de partículas insolubles que están atrapadas dentro de las membranas mucosas y son digeridas después de ser limpiadas por el tracto respiratorio.

Tipos de Efectos Tóxicos.

La mayoría de las sustancias tóxicas pueden ser clasificados como irritantes, asfixiantes, anestésicos, narcóticos, venenos sistémicos, sensibilizadores, carcinógenos, mutágenos y/o sustancias teratogénicas. Los venenos sistémicos pueden dividirse a su vez como agentes hepatotóxicos, agentes nefrotóxicos, agentes neurotóxicos, agentes que actúan en la sangre o en el sistema hematopoyético y agentes que dañan a los pulmones.

Irritantes.

Los irritantes son sustancias que causan inflamación o quemaduras químicas en los ojos, piel, nariz, garganta, pulmones u otros tejidos del cuerpo con los cuáles entran en contacto. Algunas sustancias tales como los ácidos fuertes como, por ejemplo: el ácido sulfúrico, el óleum, el ácido clorosulfónico, el ácido hidroclórico, el ácido hidrofluórico o el ácido nítrico pueden ser tan irritantes hasta el punto de ser corrosivos cuando éstos están concentrados y pueden rápidamente causar quemaduras químicas de segundo y tercer grado al contacto con la piel o los ojos. Si estos se inhalan con un gas, vapor, humo, aerosol o polvo, estos pueden causar un daño severo en los pulmones y si son ingeridos, pueden dañar seriamente la boca, la garganta, el estómago y/o la región intestinal. Algunos otros irritantes pueden tener efectos más moderados y pueden causar solo un enrojecimiento en la piel o los ojos después del contacto con éstos.

Algunos de los irritantes más comunes son solventes orgánicos o combustibles de hidrocarburo que pueden disolver los aceites naturales de la piel y causar dermatitis. Después de un contacto repetido o prolongado, estos pueden secar la piel hasta el punto en que se haga quebradiza, inflamada y posiblemente infectada. Los mismos materiales con mucha frecuencia causan irritación en los ojos y al contacto con éstos, la posible pérdida del epitelio de la córnea, una membrana delgada clara que cubre la superficie de la córnea. Aunque el efecto es temporal, puesto que el epitelio generalmente se regenera unos cuántos días, algunas fuentes lo denominan como el efecto de una quemadura en la córnea.

Muchos hidrocarburos líquidos y algunos líquidos orgánicos que son irritante, al entrar a los pulmones causan neumonía química o neumonitis junto con edema pulmonar (llenado de los pulmones con fluidos), hemorragia y necrosis de los tejidos (la muerte del tejido vivo).

Asfixiantes.

Los asfixiantes simples son gases no tóxicos que pueden causar daño por inhalación, sólo si estos están presentes en el aire en concentraciones muy altas que desplazan o excluyen el oxígeno necesario, causando la pérdida del conocimiento o peor aún la muerte. Un buen ejemplo es el nitrógeno, un gas que compone el 78% del aire que respiramos y que es perfectamente inofensivo a este nivel como un componente del aire. Si se agrega al aire más nitrógeno o algún otro asfixiante simple a tal punto que la concentración normal del oxígeno que es aproximadamente el 21% en volumen, fuera significantemente reducido, esto se convertiría en una amenaza para la vida.

Los asfixiantes químicos son sustancias que de una manera u otra evitan que el cuerpo utilice el oxígeno que toma, con frecuencia son sustancias altamente tóxicas. Un ejemplo clásico es el monóxido de carbono, el cual se combina con la hemoglobina, un componente de la sangre que transporta el oxígeno de nuestros pulmones a otros órganos. Si mucha de la hemoglobina se deshabilita para llevar oxígeno por causa del monóxido de carbono, una persona se podría desmayar y eventualmente morir. Otros ejemplos están en la familia de los cianuros, éstas son sustancias que tienen una combinación de nitrógeno y carbono en sus moléculas y que en alguna parte de sus nombres tienen la palabra cianuro o las combinaciones de letras cian o nitrilo. Los cianuros actúan por interferencia con la acción de las enzimas necesarias que permiten que los tejidos vivos utilicen el oxígeno disponible, resultando así una condición denominada como cianosis.

Tabla 54: Efectos de la disminución del oxígeno.

Porcentaje de Oxígeno en el Aire	Síntomas
20	Normal
17	Se incrementa el volumen de respiración, disminuye la coordinación muscular, se requiere más esfuerzo para lograr la atención y el pensamiento claro
12 a 15	Falta de aliento, dolor de cabeza, desvanecimiento, vértigo, pulso acelerado, los esfuerzos causan rápidamente fatiga, se

Porcentaje de Oxígeno en el Aire	Síntomas
	pierde la coordinación muscular y la destreza de movimientos.
10 a 12	Náusea y vómito, parálisis en los movimientos
6 a 8	Colapso e inconsistencia
6 o menos	Muerte de 6 a 8 minutos.

Tabla 55: Las cuatro etapas de la asfixia.

Etapa	Síntomas
1ª Etapa	21 a 14% de oxígeno por volumen, se incrementa el pulso y la tasa de respiración con coordinación muscular confusa
2ª Etapa	14 a 10% de oxígeno por volumen, falta de juicio, fatiga rápida e insensibilidad al dolor
3ª Etapa	10 a 6% de oxígeno por volumen, náusea y vómitos, colapso y daños permanentes al cerebro.
4ª Etapa	Menos de 6% de oxigeno por volumen, convulsión, paros respiratorios y muerte.

El Gas L.P. se considera como agente asfixiante.

Anestésicos y narcóticos.

Numerosos hidrocarburos y compuestos orgánicos clasificados como materiales peligrosos, incluyendo algunos alcoholes, actúan sobre el cuerpo por depresión del sistema nervioso central. Los primeros síntomas de la exposición a estas sustancias incluyen desvanecimiento, vértigo, somnolencia, debilitamiento, fatiga y falta de coordinación. Las exposiciones severas pueden llevar a la inconsistencia, parálisis del sistema respiratorio y posiblemente a la muerte.

Sensibilizadores.

Otros materiales peligrosos son los sensibilizadores. Para algunas personas expuestas a uno de estos materiales, puede ser que no les afecte la primera vez que están en contacto con ellos, pero pueden experimentar efectos significativos y posiblemente peligrosos, aún en la presencia de muy bajos niveles de contacto si es que son expuestos nuevamente. En términos simples, las víctimas se hacen extremadamente alérgicas al material y posiblemente a otros de naturaleza similar.

Otros tipos de agentes tóxicos.

- **Agentes hepatotóxicos.-** son materiales que causan daño al hígado.
- **Agentes nefrotóxicos**.- son materiales que causan daño al riñón.
- **Agentes neurotóxicos**.- Son sustancias que de alguna manera afectan el sistema nervioso y posiblemente causan daños neurológicos.
- **Los carcinógenos**.- son sustancias que pueden incitar o producir cáncer en alguna parte del cuerpo.
- **Mutágenos**.- pueden producir cambios en el material genético de las células.
- **Material teratogénico**.- podrían tener efectos adversos en el esperma, óvulo y/o tejido fetal.

Clase de emisiones

La clase de emisión, define el estado físico del químico al dejar el contenedor y la forma en que entra éste a la atmósfera para formar una nube de vapor. Dependiendo de las propiedades química (presión de vapor o punto de ebullición) y de las condiciones de almacenamientos previos a la emisión, los químicos peligrosos pueden ser descargados de un recipiente o contenedor como un líquido, un vapor o ambos (emisión de dos fases). Los líquidos emitidos pueden formar una nube de vapor por volatilización. Un líquido puede ser volatilizado completamente o parcialmente al ser emitido, formando una nube de vapor o una mezcla de vapor y gotitas. Recíprocamente, los vapores pueden condensarse totalmente o parcialmente para formar gotas de líquido al ser emitidos. El grado de condensación, si ésta ocurre, dependerá de nuevo en las condiciones previas a la descarga y en las

propiedades físicas del material. El vapor condensado puede caer al piso para formar un charco que posteriormente se volatiliza a la atmósfera.

Las emisiones de materiales peligrosos han sido separadas en ocho categorías generales de clases de emisión:

1. Emisión de gas a dos fases con flujo sónico
2. Emisión de gas a dos fases con flujo subsónico
3. Emisión de líquido presurizado a dos fases
4. Emisión de líquido refrigerado a dos fases
5. Emisión de gas a una fase con flujo sónico
6. Emisión de gas a una fase con flujo subsónico
7. Emisión de líquido de alta volatilidad a una fase
8. Emisión de líquido de baja volatilidad a una fase

Para categorizar la clase de emisión el escenario se basa en las condiciones de almacenamiento físico del químico y su vaporización inicial durante la emisión del almacenamiento.

La clase de emisión y el químico determinan los parámetros requeridos por el modelo, para llevar a cabo la simulación.

Para el caso del Gas L.P., se considera la condición de almacenamiento, el cual se encuentra tanto en estado líquido, como en estado gaseoso cuando está dentro del tanque de almacenamiento, y cuanto tiene contacto con la atmosfera, el líquido inmediatamente pasa a estado gaseoso, la clase de la emisión inicial se considera como un líquido presurizado a dos fases (cuando está dentro del tanque) y cuando sale del tanque se considera como emisión de líquido de alta volatilidad a una fase

La emisión de un líquido de alta volatilidad a una fase, es la descarga de un material que, aunque gas a temperatura ambiente, es almacenado como líquido mediante refrigeración a una temperatura debajo de su punto de ebullición (el material es subenfriado). La emisión, es una descarga de una fase, si su temperatura de emisión está en o debajo del punto de ebullición normal del material, no hay una conversión a dos fases "flashing".

La siguiente figura ilustra una emisión en una fase de un líquido de alta volatilidad. El líquido emitido formará un charco que se volatilizará al absorber calor de su entorno y de la superficie del derrame. La temperatura del charco se reducirá al evaporarse el material. La tendencia de formación de aerosol de un líquido refrigerado puede ser mínima puesto que la energía de la emisión es por lo general relativamente baja. Al calcular la tasa de emisión atmosférica, se asume que ocurre una volatilización inmediata del material.

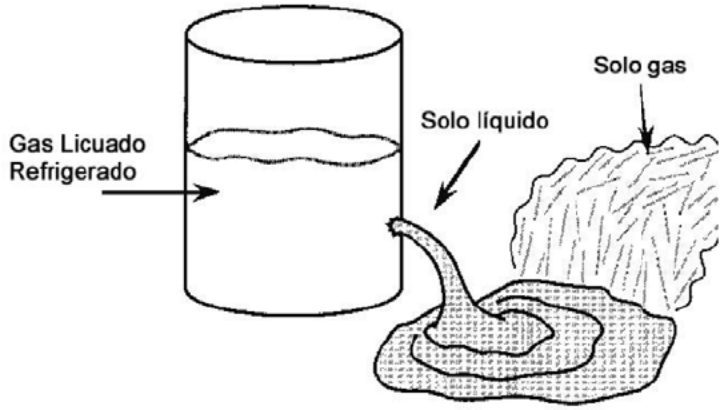


Figura 45. Emisión en una fase de líquido de alta volatilidad.

Para el caso del Gas L.P., si la fuga se desarrolla en la parte inferior, el combustible saldrá en estado líquido, sin embargo, por su alta volatilidad, inmediatamente al tener contacto con la atmosfera, pasará a estado gaseoso, sin posibilidad de formar un charco.

Categoría de emisión continuas e instantáneas

Continuo e instantáneo se definen tanto en la manera como el químico sale del contenedor como en la manera en que el químico entra a la atmósfera. En algunos casos la tasa de emisión (ya sea saliendo del contendor o entrando a la atmósfera) varía con el tiempo.

En el caso del modelo SLAB en el SCRI, se permite definir una duración finita. Una emisión de duración finita, es una que solo existe por un periodo de tiempo limitado. Esto es, una emisión de duración finita no es ni continua, ni instantánea.

Modelo de Emisión de líquido de alta volatilidad a una fase

Los datos requeridos por los modelos de dispersión en el aire es obtener los datos observables. Estos datos son la descripción física de la emisión, antes y durante el tiempo de la descarga. Estos datos son generalmente los siguientes:

- Sustancia química
- Temperatura de almacenamiento
- Presión de almacenamiento
- Tamaño del agujero
- Altura del líquido arriba del agujero
- Tamaño máximo del dique o del charco formado
- Condiciones meteorológicas

Forma del recipiente y dimensiones.

La forma de un recipiente nos permite calcular la cantidad del producto emitido. Las formas más comunes de recipientes son: cilindro horizontal, cilindro vertical y esfera.

Localización y orientación del agujero.

Además del tamaño del agujero, se requiere información respecto a la altura del agujero tanto con respecto al nivel del piso como al fondo del recipiente. La altura con respecto al piso determina la altura a la cual escapa el gas cuando entra a la atmósfera. La altura del agujero con respecto al fondo del tanque, determina la cantidad de líquido que puede ser emitido y la presión debido a la cantidad del líquido arriba del agujero.

Una descarga puede ocurrir en una tubería conectada al tanque. Algo de resistencia al flujo puede manifestarse debido a las condiciones y tamaño de la tubería.

Por otra parte, los modelos también requieren de datos químicos como son:

- Peso molecular
- Capacidad calorífica
- Punto de ebullición
- Calor de vaporización
- Densidad del líquido
- Presión de vapor
- Valores críticos (temperatura, presión y volumen)
- Entalpía

Un líquido de alta volatilidad puede tener un rango de tasas de emisión de su fase gas al entrar al aire. La mayor tasa de inyección ocurrirá si el líquido se vaporiza inmediatamente después de la descarga.

Se requieren dos pasos para calcular la tasa de emisión de un líquido de alta volatilidad. El primero es estimar la presión en el agujero donde se emite el líquido. Esto se hace utilizando las siguientes fórmulas:

$$p_h = max(p_a, p_s) + \rho_s g H_1$$

Donde:

ph = Presión en el agujero (Pa)

pa = Presión ambiental (Pa)

ρs = Densidad en almacenamiento (Kg/m3)

g = Aceleración de la gravedad (9.806 m/s2)

H1 = Distancia vertical entre el agujero y el nivel del líquido (m)

ps = Presión de vapor del líquido a Ts (Pa)

$$p_s = 101325\ Pa\ exp\left[\frac{\lambda M}{R}\left(\frac{1}{T_b} - \frac{1}{T_s}\right)\right]$$

Donde

M = peso molecular (kg/kmol)

λ = Calor de vaporización a Tb (J/Kg)

R = Constante de los gases = 8314 J/Kmol K

Ts = Temperatura de almacenamiento (K)

Tb = punto normal de ebullición (K)

Con los valores de la presión en el agujero, la tasa de emisión se puede calcular con:

$$E = KA_O[2\rho_s(p_h - p_a)]^{\frac{1}{2}}$$

Donde

Ao = Área del agujero (m2)

$$K = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}}$$

Donde

C = 0.65 (sin dimensiones)

β2 = Ao/A1

A1 = Área seccional en cruz del contenedor del gas en la dirección del flujo.

Temperatura de emisión: Emisión de líquido a una fase alta volatilidad.

Esta clase de emisión se basa en la suposición de que, tan pronto el líquido deja el contenedor, se vaporiza. La temperatura de emisión se puede asumir como el punto de ebullición normal del químico

Densidad:

La densidad de la nube se utiliza para determinar si la emisión se debe de tratar como un gas denso.

El químico de interés pudiera estar a la vez en las fases de gas y líquido. El químico de interés puede estar en la forma de aerosol (gotas de líquido y del vapor del químico). La partición inicial de las fases líquido y gas del químico de interés se determinan al calcular la fracción de vapor. La fracción de vapor en una emisión de dos fases se da como F_{rel}. La densidad de cada constituyente se requiere para calcular la densidad total de la emisión. La densidad del químico de interés se puede determinar de la siguiente manera:

$$p_i = \left(\frac{F_{rel}}{\rho_g} + \frac{(1 - F_{rel})}{\rho_1}\right)^{-1}$$

Donde la densidad de la fase gas puede ser calculada asumiéndolo como un gas perfecto.

La densidad estará dada por:

$$\rho_g = \frac{P_a M_i}{R T_{rel}}$$

Donde:

pa = Presión ambiental (Pa)

R = Constante de los gases = 8314 J/kmol K

Las densidades del aire y del vapor de agua en la nube se pueden determinar asumiendo la ley de los gases perfectos. Estas densidades (Kg/m3) son:

$$\rho_a = \frac{P_a M_a}{R T_e}$$

$$\rho_w = \frac{P_a M_w}{R T_e}$$

Donde

Ma = peso molecular del aire (Kg/kmol)
Mw = peso molecular del agua (Kg/kmol).

Una vez que las densidades de los componentes individuales han sido determinadas, la densidad total (ρrel) de la nube emitida puede ser determinada al calcular:

$$\rho_{rel} = \left(\frac{f_a M_a}{M_T \rho_a} + \frac{f_w M_w}{M_T \rho_w} + \frac{f_i M_i}{M_T \rho_i}\right)^{-1}$$

Donde:

MT = peso molecular medio de todo el material emitido (aire, vapor de agua y químico de interés) (Kg/kmol) y es dado por la fórmula:

$$M_T = f_a M_a + f_w M_w + f_i M_i$$

Modelo de simulación

El enfoque más frecuentemente utilizado para los modelos de calidad del aire y emisiones de productos tóxicos ha sido la formulación de difusión Gaussiana.

Este enfoque parte del hecho que la bien conocida función de distribución gaussiana o normal, da una solución fundamental a las ecuaciones de difusión de contaminantes en el aire.

En los modelos de difusión gaussiana se tiene que la concentración promedio de contaminante en la pluma o masa gaseosa, a una distancia x viento abajo del punto de emisión o del centro de la pluma, es inversamente proporcional a la cantidad de dispersión de la pluma en las direcciones lateral y vertical (Dy, Dz) y la velocidad del viento de transporte (u):

$$c\partial = \frac{Q}{uD_yD_z}$$

Donde Q es el flujo o masa de contaminante emitido.

A partir de observaciones efectuadas se ha encontrado que la concentración dentro de la pluma no es uniforme, sino que se tiene un máximo hacia el centro, disminuyendo hacia los bordes. Los resultados teóricos y experimentales indican que el perfil de la concentración dentro de la pluma sigue aproximadamente una curva de distribución en forma de campana, también llamada distribución normal o gaussiana.

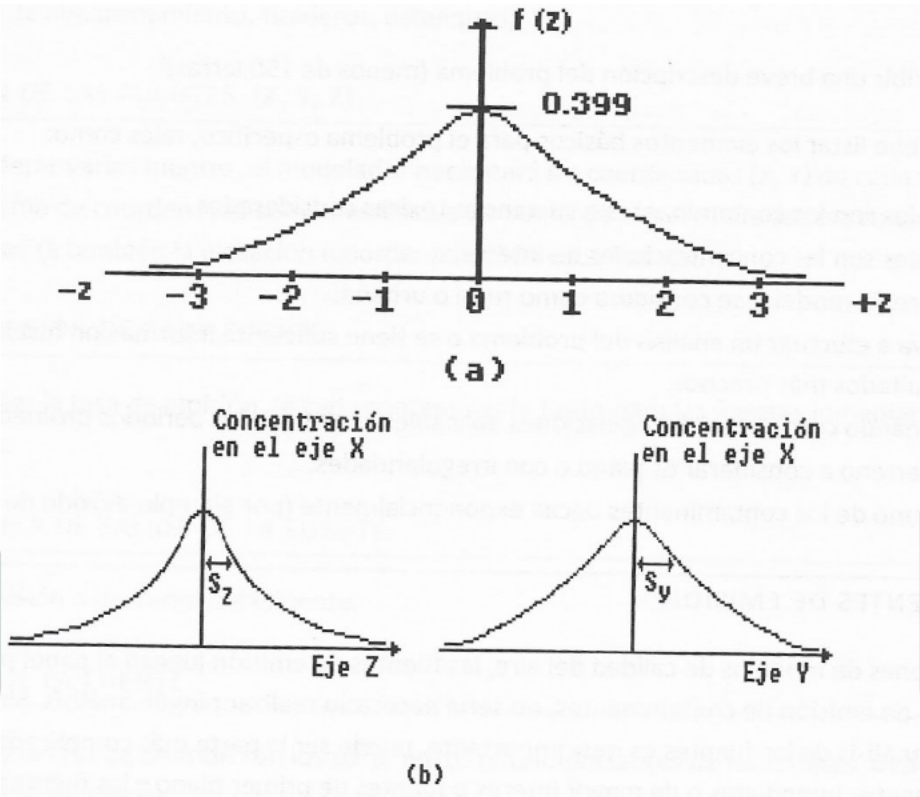


Figura 46. Representación esquemática de (a) Curva de Distribución Normal Estándar y (b) Coeficiente de dispersión S_y y S_z.

El pico de la curva (la media poblacional corresponde a una concentración muy cerca del centro de la pluma y los puntos a ±3 desviaciones estándar (S) de la media, representan aproximadamente los bordes de la pluma o nube.

En la práctica, S es igual a la distancia, a partir del centro de la pluma, en donde la concentración es iguala 0.6066 la concentración en el centro de la pluma.

La función gaussiana para las direcciones Y y Z puede emplearse entonces para reemplazar:

$$D_y = S_y(2\pi)^{\frac{1}{2}}$$

$$D_z = S_s(2\pi)^{\frac{1}{2}}$$

S_y y S_z, son conocidos como los coeficientes gaussianos de dispersión lateral vertical respectivamente.

En el modelo de dispersión gaussiana, las distribuciones de concentración de la pluma perpendiculares a la dirección del viento se toman como gaussianas en forma. Esto ha sido parcialmente probado a través de experimentos en campo de condiciones meteorológicas típicas.

En un sentido estricto, la difusión Gaussiana es válida solamente para períodos largos de difusión y para condiciones estacionarias y homogéneas. Sin embargo, este tipo de modelo da resultados útiles para muchas aplicaciones prácticas.

Modelo de dispersión de emisiones más densas que el aire (SLAB)

El SLAB es un modelo de computadora que simula la dispersión atmosférica de emisiones más densas que el aire. El modelo se basa en los conceptos originalmente presentados por Zeman (1982) para entrada de aire y propagación por gravedad de una nube de gas denso.

Un mayor desarrollo del SLAB fue apoyado conjuntamente por la "USAF Engineering and Services Centrer" (iniciando en 1986) y por "American Petroleum Institute" (iniciando en 1987). Como resultado de este apoyo, se lograron las siguientes mejoras:

a) La simulación de emisiones de duración finitas incluyendo una emisión instantánea, utilizando cálculos de dispersión de "puff" (emisión instantánea) transitorios

b) La simulación de emisiones de chorros verticales y horizontales elevados

c) El tratamiento termodinámico de formación de gotas de líquido y la evaporación del vapor de agua ambiental y de la sustancia emitida.

La versión actual del SLAB (integrada en el SCRI), puede trabajar con emisiones instantáneas, de duración finita y continúa para cuatro tipos de fuentes: un derrame evaporándose a nivel de piso, un chorro horizontal elevado, un chorro vertical elevado o chimenea y una emisión instantánea a nivel de piso. La fuente del derrame evaporándose se asume que es un vapor puro de acuerdo al proceso de evaporación. Todas las fuentes restantes pueden ser: ya sea un vapor puro o una mezcla de vapor y gotas de líquido. Aunque el modelo está diseñado para tratar emisiones más densas que el aire, éste puede simular la dispersión de nubes de emisiones de flotabilidad neutra y considera la elevación de la nube, si ésta se trasforma en una más ligera que el aire.

La dispersión atmosférica de la emisión, se calcula al resolver las ecuaciones de conservación de masa, “momentum”, energía y especies, utilizando los conceptos que parecen en la siguiente figura:

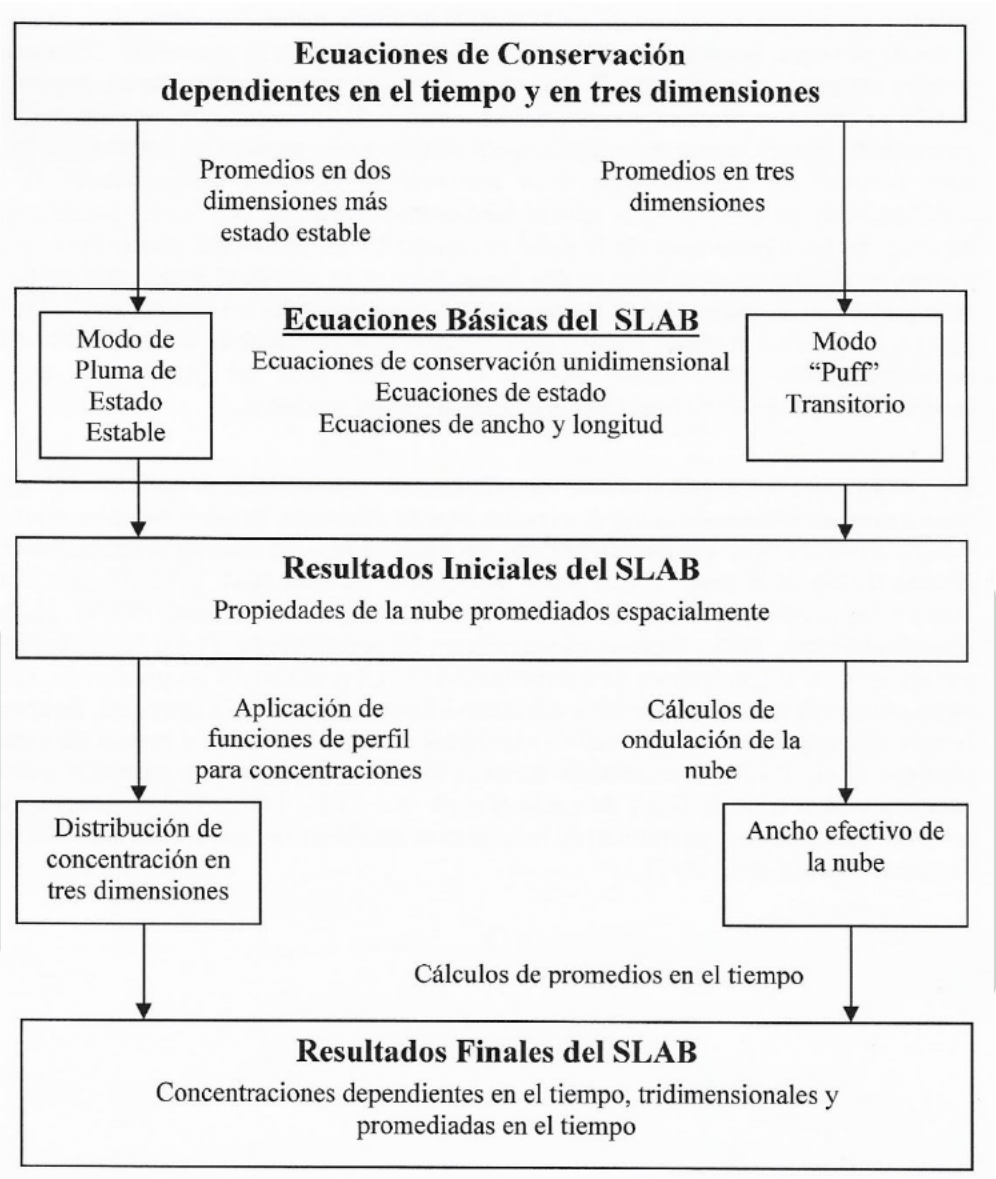


Figura 47. Conceptualización del modelo SLAB

Para simplificar la solución de las ecuaciones de conservación, las ecuaciones son especialmente promediadas con la nube modelada, ya sea como una pluma de estado estable o un "puff" transitorio (emisión instantánea).

Una emisión continua (fuente de duración a largo plazo) es tratada como de estado estable.

En el caso de emisiones de duración finita, la dispersión de la nube se trata inicialmente utilizando el modo de pluma de estado estable y permanece en este modo, en la medida de que la fuente esté activa. Una vez que la fuente se cierra, la nube se trata como un "puff" transitorio y la dispersión subsecuente se trata utilizando el modo "puff".

Para una emisión instantánea, el modo de dispersión "puff", se utiliza en el cálculo completo. La solución de las ecuaciones de conservación promediadas especialmente en cualquier modo de dispersión, produce las propiedades de la nube promediadas espacialmente.

Para recuperar la variación tridimensional de la distribución de la concentración, se aplican funciones de perfil, de una forma asumida, que depende de las dimensiones de la nube calculada. La concentración promediada en el tiempo, se obtiene en un proceso de dos pasos. Primero se calcula el ancho efectivo de la nube y el efecto de ondulación de la nube y entonces se promedia la concentración sobre el tiempo, utilizando este ancho efectivo (considerando la ondulación) en la función del perfil de concentración. Este cálculo produce el resultado final del SLAB, esto es la concentración promediada en el tiempo en base al tiempo y espacio.

Tipo de fuente

El modelo SLAB considera 4 tipos de fuente (IDSPL):

1. Emisión de un derrame en evaporación
2. Emisión de chorro horizontal
3. Emisión de chorro vertical
4. Emisión instantánea o emisión de un derrame en evaporación de corta duración

La emisión de un derrame en evaporación se considera como una fuente de área a nivel de piso y de una duración finita (TSD). El centro de la fuente está localizada en x=0, y=0 y z=0, en donde "x" es la distancia viento abajo, "y" es la distancia perpendicular al viento y "Z" es la altura.

Cuando la duración de derrame es suficientemente corta, no se forma una pluma e estado estable en ninguna distancia viento abajo.

La emisión instantánea o emisión de un derrame en evaporación de corta duración es una combinación de dos fuentes: una fuente de volumen instantánea con una masa total dada por el parámetro QTIS y una fuente de área de corta duración a nivel de piso con un caudal o tasa de emisión y duración del derrame dados por los parámetros (QS) y (TDS) respectivamente. Cuando se va a simular una emisión de volumen instantánea, se especifica que QTIS, y QS y TSD son igual a cero.

En el código del modelo la presión dentro de la nube es siempre igual a la presión ambiental P_A=101325N/m^2 = 1 atm

La emisión de un derrame en evaporación de corta duración, se entiende que es por omisión, para el caso de una emisión de un derrame evaporándose (IDSPL=1), cuando la duración del derrame es tan corta, que no se alcanza un estado estable en ningún lugar de la nube en dispersión. Aún y cuando este tipo de fuente se puede correr directamente como fuente instantánea al colocar IDSPL=1. Si un estado estable de una nube no se alcanza (debido a una duración de corto plazo), el código del modelo, automáticamente cambia a emisión instantánea (IDSPL=4).

- Fracción de masa líquida inicial

Se asume que la emisión es de una sustancia pura con una fracción (CMEDO) en la fase líquida en forma de gotas de líquido y el resto (1.0 - CMEDO) está en fase de vapor. Las fuentes de un derrame en evaporación son solo vapor (CMEDO =0), mientras que las fuentes instantáneas y de chorro pueden incluir una fracción de líquido. Se asume que se forma una mezcla de vapor y gotas de líquido cuando el material se almacena como líquido bajo presión a una temperatura T_{st} arriba del punto de ebullición TBP y el material es emitido rápidamente debido a la ruptura del contenedor. Estas temperaturas se pueden utilizar para estimar la fracción de masas en fas líquida utilizando la siguiente ecuación:

$$CMEDO = 1.0 - CPSL\left[\frac{(T_{ST} - TBP)}{DHE}\right]$$

Donde:

TBP = Temperatura de ebullición (K)

CPSL = Calor específico del material en la fase líquida a TBP (J/KgK)

DHE = Calor de vaporización a temperatura de ebullición TBP (J/Kg)

TST = Temperatura de almacenamiento (K)

Si la temperatura de almacenamiento TST es menor o igual a la temperatura de ebullición TBP, el material emitido será solo líquido y formará posiblemente un derrame de líquido a nivel de piso. En este caso, se sugiere que el tipo de fuente se cambie a una emisión de un derrame en evaporación (IDSPL=1) la fracción de masa líquida sea cero (CMEDO=0) y el área del derrame del líquido en evaporación sea especificada con el parámetro de entrada AS. Utilizando estos datos, el código del modelo calculará la tasa de evaporación WS del derrame del líquido como:

$$WS = \frac{QS}{RHOS \cdot AS}$$

Donde:

QS = Flujo de masa de la fuente (Kg/s)

AS = Área de la fuente (m^2)

RHOS = densidad del vapor calculada por el código del programa a la temperatura de ebullición TBP (Kg/m^3)

- Constantes de presión de saturación (SPB, SPC)

Las constantes de presión de saturación se utilizan por el modelo en la siguiente expresión para la presión de saturación

$$P_{SAT} = P_a \cdot e^{\left[SPA - \frac{SPB}{(T+SPC)}\right]}$$

Donde:

P_A = Presión ambiental = 101325 Pa0 1 atm
SPA = Definido en el código
T = Temperatura en la nube local (K)

Cuando las constantes de presión de saturación no son conocidas, se puede colocar un valor por omisión, al especificar un valor para SPB=-1 y para SPC=0.- En este caso el código utilizará la ecuación de Clapeyron para definir el valor de SPB.

Cuando la fuente es solo vapor (CMEDO = 0) y la temperatura de la nube no cae por abajo de la temperatura de ebullición, la opción por omisión de la presión de saturación, es siempre adecuada, puesto que ni las constantes de presión de saturación, ni ninguna propiedad del líquido será utilizada en el modelo. Sin embargo, un valor para todas estas propiedades se debe especificar en los datos de entrada ya sea que se utilicen o no.

- Temperatura del material en la fuente (K)

La definición de temperatura de la fuente (TS) depende del tipo de emisión. Cuando la emisión es un derrame en evaporación (IDSPL = 1 o 4), la temperatura de la fuente es el punto de ebullición TBP.

Cuando la emisión es instantánea (IDSPL = 4), la temperatura de la fuente es: ya sea la temperatura del material al momento de ser emitido, o cuando la fuente es el resultado de una explosión, es la temperatura del material después de que está completamente expandido y su presión se ha reducido a una atmósfera.

Esta situación es similar a la emisión de un chorro presurizado (IDSPL = 2 o 3) en donde las condiciones de la fuente son las propiedades del material, una vez que se ha expandido completamente. Cuando el material de la fuente es almacenado como un vapor bajo presión y por eso emitido como un vapor (CMEDO = 0) se recomienda que la expansión sea tratada como adiabática.

La temperatura de la fuente se da por la siguiente ecuación:

$$TS = \left(\frac{1}{\gamma}\right) \cdot \left[1 + (\gamma - 1) \cdot \left(\frac{P_a}{P_{st}}\right)\right] \cdot T_{ts}$$

Donde:

γ = gamma (Cp/Cv) radio de calores específicos

P_a = Presión atmosférica ambiental

P_{st} = Presión de almacenamiento

T_{st} = temperatura de almacenamiento

La temperatura del material en la fuente (TS) debe ser igual o mayor que la temperatura del punto de ebullición TBP puesto que la fuente es ya sea totalmente en fase vapor (TS≥TBP) o una mezcla de vapor y aerosol (gotas de líquido) en equilibrio (TS = TBP). El código verifica la temperatura de la fuente y asegura que se cumplan las condiciones anteriores. Si la temperatura de la fuente es menor que la temperatura de ebullición (TS<TBP), entonces la temperatura se coloca igual a la del punto de ebullición. (TS=TBP). Si la emisión es una mezcla de vapor y líquido (CMEDO>0), entonces la temperatura de la emisión se coloca igual a la del punto de ebullición (TS=TBP).

- Flujo de la fuente

Este valor es el flujo másico de la fuente en cualquier emisión continua; esto es, emisión de un derrame en evaporación (IDSPL = 1), cualquiera de las emisiones de chorro (IDSPL = 2 o 3) y el derrame en evaporación de corta duración (IDSPL = 4). Para una emisión instantánea (IDSPL = 4) el flujo de masa de la fuente o gasto de la guente debe ser colocado en cero (QS = 0)

El área de la fuente tiene diferente definiciones dependiendo del tipo de emisión. Para una emisión en evaporación (IDSPL = 1 o 4), AS es el área del derrame. Si AS no es conocido, se puede calcular de la tasa de evaporación efectiva (tasa de regresión) WS utilizando la ecuación:

$$AS = \frac{QS}{RHOS \cdot WS}$$

Donde:

QS = Flujo másico de la fuente
RHOS = Densidad del vapor del material de la fuente en el punto de ebullición
WS = Tasa de evaporación conocida expresada como velocidad (m/s)

La densidad del vapor RHOS es calculada por la ley delos gases ideales:

$$RHOS = \frac{WMS \cdot P_a}{R_c \cdot TBP}$$

Donde:

WMS = peso molecular (Kg/mol)

PA = presión atmosférica ambiental = 101325 Pa

RC = Contante de los gases ideales (8.31431 J/molK = 8314.31 J/KmolK)

TBP = Temperatura de ebullición (k)

Cuando la fuente es un chorro presurizado horizontal o vertical (IDSPL = 2 o 3), AS es el área de la fuente, después de que se han expandido completamente y la presión es reducida a la presión ambiental. El área de la fuente se puede expresar como:

$$AS = \left(\frac{P_{st}}{P_a}\right)\left(\frac{TS}{T_{st}}\right)A_r$$

Donde:

AS = Área de la fuente (m2)

Pst = Presión en almacenamiento

Pa = Presión atmosférica ambiental = 101325 Pa(N/m2) = 1 atm

TS = Temperatura en almacenamiento (K)

Ar = Área actual de rotura o de la abertura (m2).

- Duración de la fuente continua (S)

Este parámetro especifica la duración de la emisión de un derrame en evaporación (IDSPL = 1 o 4) o una fuente de chorro (IDSPL = 2 o 3). Cuando se simula una fuente instantánea, TSD debe ser igual a cero (TSD = 0).

- Masa de una fuente instantánea (Kg)

Para un derrame en evaporación o emisión de chorro, QTIS = 0

Para una fuente instantánea (IDSPL = 4)

- Altura de la fuente (M)

La definición de altura de la fuente difiere según el tipo de emisión. En el caso de un derrame en evaporación (IDSPL = 1 o 4), HS = 0 puesto que se asume que el derrame es a nivel de piso. Para un chorro horizontal (IDSPL = 2), HS es la altura del centro del chorro. Para un chorro vertical (IDSPL = 3) es la altura actual del chorro o de la chimenea. En el caso de una fuente instantánea (IDSPL = 4), HS es la altura de la fuente instantánea, tal que, el producto de la altura de la fuente HS por el área de la fuente AS es igual al volumen total emitido.

- Tiempo promedio de concentración (S)

El tiempo promedio de concentración es el tiempo apropiado en promedio para el estándar de seguridad de interés.

Para un material tóxico, hay generalmente un número de estándares de niveles de seguridad de interés, cada uno correspondiendo a un tiempo de exposición diferente. Así, podría ser 8 hr, 1 hr, 15 min y menos de un minuto de nivel de exposición.

Con base en los tiempos de los límites de concentración, se calcula la duración de la nube TCD y está definida como la relación de la longitud de la nube a la velocidad promedio de la nube

$$TCD = \frac{2BBX}{U}$$

En el caso de una emisión continua de duración finita, el valor TCD puede ser inicialmente aproximado por la duración de la fuente continua TSD.

- Distancia Máxima viento abajo (M)

Esta distancia es la máxima distancia viento abajo para la cual el usuario está interesado en conocer la concentración de la nube. En un modo de dispersión de estado estable de la nube, la simulación se conduce a una distancia viento abajo igual a XFFM. Sin embargo, en el modo de dispersión de un "puff" transitorio, el tiempo es la variable independiente en lugar de la distancia viento abajo.

Consecuentemente, en el modo de dispersión de un "puff", la simulación se conduce a una distancia viento abajo que es generalmente ligeramente mayor que XFFM.

En algunas aplicaciones XFFM no es conocido, sin embargo una concentración mínima de interés se conoce o se desea saber a qué distancia ocurre.

- Alturas de cálculo de concentración (M)

El modelo permite definir hasta 4 alturas (ZP) en las cuales se calcula la concentración como una función de la distancia viento abajo.

- Altura de rugosidad de superficie (M)

Se utilizan valores de Z_0, que han sido determinados empíricamente para varias condiciones de superficie del suelo, tales como los listados en la siguiente tabla:

Tabla 56. Rugosidad de superficie

Tipo de superficie	Rugosidad de superficie Z_0 (cm)
Superficies de lodo liso, hielo	0.001
Nieve lisa	0.005
Mar en calma	0.02
Desierto llano	0.03

Tipo de superficie	Rugosidad de superficie Z_0 (cm)
Prado con 1 cm de altura de nieve	0.1
Prado con 5 cm de césped	1 – 2
Prado con 60 cm de hierbas	4 – 9
Cultivos completamente desarrollados	14

- Valores de la clase de estabilidad

Las clases de estabilidad describen la estabilidad atmosférica ambiente utilizando el estándar del esquema de estabilidad de Pasquill – Gifford, que se describe a continuación:

Tabla 57. Valores de la clase de estabilidad

Clase	Valor interno	Descripción
A	1	Muy inestable
B	2	Inestable
C	3	Ligeramente inestable
D	4	Neutra
E	5	Ligeramente inestable
F	6	Estable
Por omisión	0	Utilizar longitud de Monin – Obukhov (ALA)

- Longitud inversa de Monin – Obukhov (M^{-1})

La longitud de Monin Obukhov es un parámetro de estabilidad utilizado en teoría de similitud para describir el perfil vertical de la velocidad del viento y la difusividad turbulenta vertical (o equivalentemente, la tasa de entrada vertical). La longitud inversa de Monin – Obukhov "ALA" está definida que es:

$$ALA = \frac{1}{L_a}$$

Donde:

La = Longitud ambiental de Monin – Obukhov

Internamente el código utiliza para la clase de estabilidad la longitud inversa de Monin – Obukhov utilizando la relación tomada de Golder (1976).

Para la simulación que se presenta a continuación debido a que el Gas Licuado de Petróleo no se considera como una sustancia toxica si no como asfixiante, y que la hoja de seguridad menciona que el límite de exposición laboral es de 1,000 ppm, se utilizarán las concentraciones correspondientes al 20 y 60% del Límite Inferior de Explosividad, las cuales corresponden a 1,800 y 10800 ppm respectivamente, donde en la concentración del 20%, se considera el valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas y en la concentración del 60% es el punto donde se ejecutan acciones de paro de bombas, bloque de válvulas, etc., antes de llegar a la zona explosiva, además se hará otra simulación considerando tanto el Límite Inferior de Explosividad (LIE) (18,000 ppm) y el Límite Superior de Explosividad (LSE) (93,000 ppm), pudiendo determinar así, tanto la concentración del límite de exposición laboral, como la nube inflamable

Evento 3

Se considera la ruptura de una válvula o tubería con un diámetro de 2 pulgadas, por lo que se presenta una fuga de Gas L.P. y por lo tanto, se genera una nube. La tasa de emisión de masa considerada es de 13.26 Kg/s. Para este evento se utilizarán las concentraciones del 20 y 60% del Límite Inferior de Inflamabilidad para determinar los alcances de la nube toxica, siendo importante mencionar que el Gas L.P. no se considera una sustancia tóxica, sino asfixiante.

Gráfica de isoconcentraciones de interés

Concentración 1 Concentración 2 Concentración 3

Conc. 1: 1.80 E+03 ppm
Plano Z: 00.00 m
Y de exclusión: 69.28 m
Desde: 01.00 m
Hasta: 395.69 m
Dist. Máx: 395.69 m

Conc. 2: 1.08 E+04 ppm
Plano Z: 00.00 m
Y de exclusión: 37.02 m
Desde: 01.00 m
Hasta: 84.41 m
Dist. Máx: 84.41 m

Conc. 3: 0.00 E+00 ppm
Plano Z: 00.00 m
Y de exclusión: 00.00 m
Desde: 00.00 m
Hasta: 00.00 m
Dist. Máx: 00.00 m

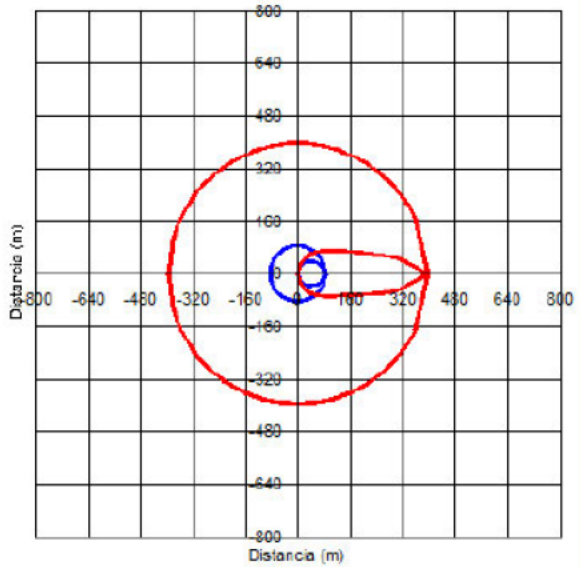


Figura 48: Gráfica de isoconcentraciones para la formación de la nube Evento 3.

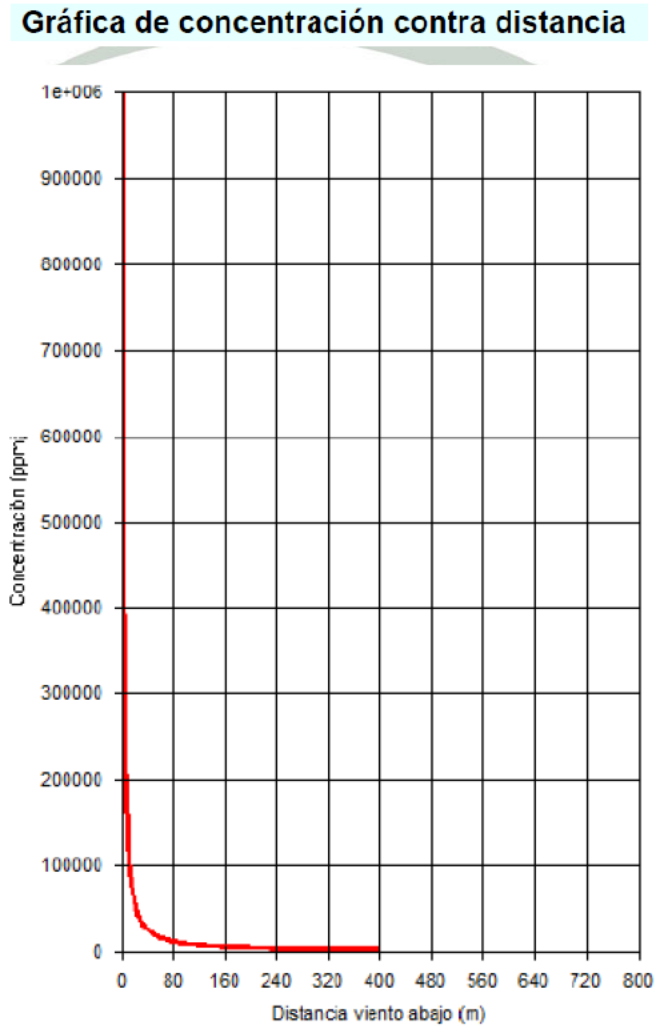


Figura 49. Gráfica de concentración contra distancia para la formación de la nube, Evento 3.

Evento 4

Se considera la ruptura de una válvula o tubería con un diámetro de 2 pulgadas, por lo que se presenta una fuga de Gas L.P. y por lo tanto, se genera una nube. La tasa de emisión de masa considerada es de 13.26 Kg/s. Para este evento se utilizarán las concentraciones del Límite Inferior de Inflamabilidad y el Límite Superior de Inflamabilidad para determinar los alcances de la nube explosiva, ya que es en este rango de concentración donde la nube podría explotar. Siendo importante mencionar que, tanto a concentraciones inferiores como superiores, las condiciones no serían óptimas para la ignición.

Gráfica de isoconcentraciones de interés

Concentración 1 Concentración 2 Concentración 3

Conc. 1: 1.80 E+04 ppm
Plano Z: 00.00 m
Y de exclusión: 30.05 m
Desde: 01.00 m
Hasta: 54.67 m
Dist. Máx: 54.67 m

Conc. 2: 9.30 E+04 ppm
Plano Z: 00.00 m
Y de exclusión: 12.30 m
Desde: 01.00 m
Hasta: 12.82 m
Dist. Máx: 13.87 m

Conc. 3: 0.00 E+00 ppm
Plano Z: 00.00 m
Y de exclusión: 00.00 m
Desde: 00.00 m
Hasta: 00.00 m
Dist. Máx: 00.00 m

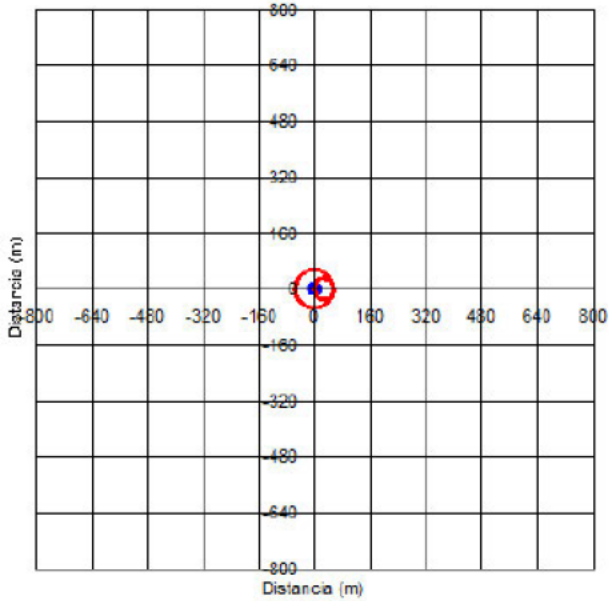


Figura 50: Gráfica de isoconcentraciones para la formación de la nube, Evento 4.

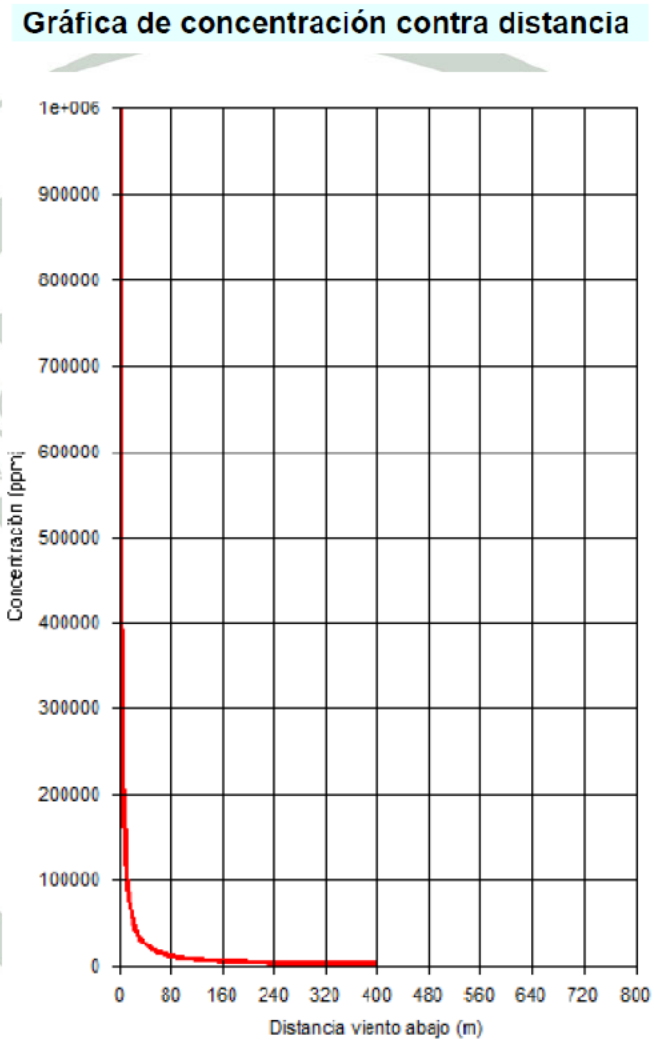


Figura 51. Gráfica de concentración contra distancia para la formación de la nube, Evento 4.

Como se mencionó anteriormente, se realizó una comparación entre los efectos ocasionados por diferentes valores de concentración del Gas L.P. durante la fuga por la ruptura de una válvula o tubería, considerando para el caso de EMISIÓN a la atmósfera. Las zonas consideradas de riesgo son:

- Evento 3
  - ✓ Zona de Riesgo Alto.- en la cual se presenta una concentración de 10800 ppm. 60% del Límite Inferior de Explosividad.
  - ✓ Zona de amortiguamiento. - en la cual se presenta una concentración de 1800 ppm. 20% del Límite Inferior de Explosividad.

- Evento 4
  - ✓ Zona de Riesgo Alto.- en la cual se presenta una concentración de 93000 ppm. Límite Superior de Explosividad
  - ✓ Zona de amortiguamiento. - en la cual se presenta una concentración de 18000 ppm. Límite Inferior de Explosividad

Quedando de la siguiente manera las zonas de seguridad para el caso de EMISIONES a la atmosfera:

Tabla 58. Radios de Afectación por emisiones a la atmósfera

Evento	Zona de alto Riesgo	Zona de amortiguamiento
Evento 3 Formación de nube tóxica	(10800 ppm) 84.41 m	(1800 ppm) 395.69 m
Evento 4 Formación de nube explosiva	(93000 ppm) 12.82 m	(18000 ppm) 54.67 m

Para los eventos simulados de la formación de la nube, la afectación principal será para la propia Planta de Distribución de Gas L.P., para el caso del evento 3 donde se determinó el alcance de la nube considerando las concentraciones correspondientes a los límites de exposición laboral, para la zona de alto riesgo con una concentración de 10800 ppm se presentó un radio de 84.41 metros, siendo importante mencionar, que la pluma estaría dada por la dirección viento que se presente en ese momento, para este caso se consideró que el viento se dirige hacia el Este, donde se tendría afectación a la propia Planta, en esta dirección se tiene la presencia de una construcción, sin embargo se encuentra abandonada, por lo tanto la afectación solo seria para la Planta. Para el caso de la zona de amortiguamiento, se consideró una concentración de 1800 ppm, donde se presentaría un radio de 395.69 metros, en esta zona la afectación se tendría también solo para la Planta de Distribución, ya que en los alrededores no se tiene la presencia de otras instalaciones, en dirección Suroeste se encuentra un rancho sin nombre sin embargo, en caso de que el viento vaya en esa dirección, solo se tendría afectación a una de las construcciones que se encuentra en este lugar. Siendo importante destacar, que esta zona de amortiguamiento, se puede considerar como una zona segura donde si se tendría la presencia del Gas L.P., el cual podría ser detectado por el olfato, más no tendría repercusiones graves para la salud de los pobladores.

Para el caso del evento 4 se determinó la formación de la nube de Gas L.P., considerando las concentraciones en las que se podría suscitar una explosión, por tal motivo se utilizó el Límite Inferior y Superior de Explosividad, ya que, en condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1.8% (Límite Inferior de Explosividad) y más de 9.3% (Límite Superior de Explosividad) de gas no explotan, aún en presencia de una fuente de ignición, es por este motivo que la simulación se realizó contemplado estos valores. Para la zona de alto riesgo con una concentración de 93000 ppm se obtuvo un radio de 12.82 metros el cual correspondería a la propia Planta de Distribución y para el caso de la zona de amortiguamiento considerando una concentración de 18000 ppm (donde a partir de esta concentración la nube no explotaría) se tendría un radio de 54.67 metros, donde al igual que la zona de amortiguamiento, la afectación sería para la Planta, así como los predios colindantes, los cuales no presentan uso y son propiedad de la empresa.

VI. Representación en planos de los radios potenciales de afectación

En el punto anterior se muestran los radios potenciales de afectación representados en gráficas y sobre imágenes satelitales, donde se pueden apreciar los alcances tanto de las zonas de riesgo como de las zonas de amortiguamiento.

El plano con los radios de afectación se presenta en el Anexo 3.

VII. Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo

VII.1. Análisis de vulnerabilidad

Con base en los datos obtenidos de las simulaciones de los Eventos del 1 a 4, a continuación, se describen los posibles receptores de riesgo, considerando:

a) Población: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) a población aledaña al Proyecto (zonas vulnerables de población);
b) Medio Ambiente: Componentes ambientales como agua, aire, suelo, flora, fauna, principalmente a aquellas especies en peligro de extinción catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas (biodiversidad, fragilidad, hábitats, etc.)
c) Personal: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) al personal que labora en el proyecto
d) Instalaciones / producción: Daños o afectaciones a equipos e instalaciones que conforman el Proyecto o la infraestructura vial o industrial externa al Proyecto.

Tabla 59. Descripción de los posibles receptores de Riesgo

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
Incendio, Explosión y Toxicidad (formación de nube)	Población	Radiación	Alto Riesgo	Se considera un visitante que pudiera estar presente en las instalaciones de la Planta	Extintores y paro de emergencia distribuido en las diferentes áreas de la Planta de Distribución. El tanque de almacenamiento contará con indicador de nivel, manómetro, termómetro, válvulas de alivio de presión, válvulas de exceso de flujo, válvulas de cierre rápido, válvulas de máximo llenado, conexión soldada para cable a tierra. Medidor volumétrico en la toma de suministro, El tanque de almacenamiento contará con pruebas de ultrasonido, así como prueba hidrostática Tuberías para alta presión con conexiones soldables de acero forjado, indicadores de flujo tipo mirilla de cristal en la tubería de descarga de
			Amortiguamiento	Se considera un visitante que pudiera estar presente en las instalaciones de la Planta	
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Se considera un visitante que pudiera estar presente en las instalaciones de la Planta. También se considera el flujo de vehículos sobre la Carretera Nacional, donde se asume que por el sitio y dentro del radio de afectación transitan 10 vehículos con al menos 2 pasajeros, por lo que afectaría a 20 personas.	
			Amortiguamiento	Adicional a las personas afectadas en la zona de alto riesgo se considerarían otros 10 vehículos con al menos 2	

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
				pasajeros, por lo que afectaría a 20 personas adicionales	la toma de recepción y de suministro, control automático By-Pass para retorno de gas líquido excedente, manómetros con graduados de 0 – 21 kg/cm^2 precedido de una válvula de aguja, válvulas esfera de operación manual, válvulas de alivio de presión hidrostática, válvulas de exceso de flujo, En la toma de recepción y suministro se contará con puntos de fractura en cada conexión de ambas tomas con la finalidad de provocar su separación completa en dos partes, en caso de que se mueva el vehículo accidentalmente, estando conectada la manguera. Contarán además con válvulas de globo recta. Además, tanto para la toma de recepción como de suministro, todas las bocas terminales tanto de líquido como de vapor, tendrán una válvula de exceso de flujo de cierre automático, válvula de
		Toxicidad	Alto Riesgo	La nube formada con esta concentración tendría alcance solo a la propia Planta de Distribución, por lo tanto serían los propios trabajadores de la instalación y alguna persona que pudiera estar de visita	
			Amortiguamiento	Adicional de las personas que resultarían afectadas en la zona de alto riesgo, también se tendría a parte de las personas que laboran o habitan en el rancho que se enucentra en dirección Suroeste (en caso de que la nube se dirigiera a esta zona), considerando entre 10 y 15 personas, Siendo importante mencionar que la nube se presentaría al aire libre, pudiéndose dispersar fácilmente, por lo	

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
				que el principal malestar que pudieran presentar las personas, sería el olor del Gas L.P.	globo recta, válvula de paro de emergencia, válvula globo recta y n acoplador de llenado, además en las tomas para gas líquido se tendrá instalada una válvula de relevo de presión hidrostática y un indicador de flujo. Capacitación en materia de Protección Civil Contar con la Unidad Interna de Protección Civil Activación del procedimiento de emergencia en caso de fuga Activación del procedimiento de evacuación Activación del procedimiento de emergencia en caso de incendio y/ explosión
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo Amortiguamiento	Emisiones contaminantes a la atmosfera constituidas por compuestos orgánicos volátiles, por la combustión del Gas L.P., además de aquello que se pudiera incendiar, provocando además la formación de ceniza que se pudiera dispersar por medio del viento	En la Planta de Distribución de Gas L.P. no existirá salvaguarda para controlar el contaminante a la atmosfera producido por un incendio de hidrocarburo, sin embargo, se tendrán salvaguardas para prevenir la ocurrencia de una fuga que pudiera provocar un incendio o explosión.

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
				y ser arrastradas hasta corriente y cuerpos de agua. Emisión de calor a la atmósfera	Extintores y paro de emergencia distribuido en las diferentes áreas de la Planta de Distribución.
		Sobrepresión	Alto Riesgo Amortiguamiento	Emisiones contaminantes a la atmósfera (partículas suspendidas, calor y ruido) Objetos sólidos que salen desprendidos como proyectiles de la explosión	El tanque de almacenamiento contará con indicador de nivel, manómetro, termómetro, válvulas de alivio de presión, válvulas de exceso de flujo, válvulas de cierre rápido, válvulas de máximo llenado, conexión soldada para cable a tierra.
		Toxicidad	Alto Riesgo Amortiguamiento	El Gas L.P. no representa un riesgo por toxicidad, el principal riesgo que se pudiera presentar es que la nube encontrara una fuente de ignición, la cual explotaría provocando emisiones a la atmosfera principalmente de compuestos orgánicos volátiles provenientes de la combustión tanto del combustible, como de aquello que se incendie.	Medidor volumétrico en la toma de suministro, El tanque de almacenamiento contará con pruebas de ultrasonido, así como prueba hidrostática Tuberías para alta presión con conexiones soldables de acero forjado, indicadores de flujo tipo mirilla de cristal en la tubería de descarga de la toma de recepción y de suministro, control

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					automático By-Pass para retorno de gas líquido excedente, manómetros con graduados de 0 – 21 kg/cm^2 precedido de una válvula de aguja, válvulas esfera de operación manual, válvulas de alivio de presión hidrostática, válvulas de exceso de flujo, En la toma de recepción y suministro se contará con puntos de fractura en cada conexión de ambas tomas con la finalidad de provocar su separación completa en dos partes, en caso de que se mueva el vehículo accidentalmente, estando conectada la manguera. Contarán además con válvulas de globo recta. Además, tanto para la toma de recepción como de suministro, todas las bocas terminales tanto de líquido como de vapor, tendrán una válvula de exceso de flujo de cierre automático, válvula de globo recta, válvula de paro de emergencia,

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					válvula globo recta y n acoplador de llenado, además en las tomas para gas líquido se tendrá instalada una válvula de relevo de presión hidrostática y un indicador de flujo. Capacitación en materia de Protección Civil Contar con la Unidad Interna de Protección Civil Activación del procedimiento de emergencia en caso de fuga Activación del procedimiento de evacuación Activación del procedimiento de emergencia en caso de incendio y/ explosión
	Personal	Radiación	Alto Riesgo Amortiguamiento	Posible afectación entre 4 y 8 personas que se encuentren en ese momento en la Planta de Distribución, considerando que en ese momento se está llevando a cabo la carga del tanque de almacenamiento o carga de una pipa, donde además del personal de planta, se encontraría el chofer de la pipa	Extintores y paro de emergencia distribuido en las diferentes áreas de la Planta de Distribución. El tanque de almacenamiento contará con indicador de nivel, manómetro, termómetro, válvulas de alivio de presión, válvulas de exceso de flujo, válvulas de cierre rápido, válvulas de máximo llenado, conexión soldada para cable a tierra.

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Afectación entre 4 y 8 personas que se encuentren en ese momento en la Planta de Distribución, considerando que en ese momento se está llevando a cabo la carga del tanque de almacenamiento o carga de una pipa, donde además del personal de planta, se encontraría el chofer de la pipa,	Medidor volumétrico en la toma de suministro, El tanque de almacenamiento contará con pruebas de ultrasonido, así como prueba hidrostática Tuberías para alta presión con conexiones soldables de acero forjado, indicadores de flujo tipo mirilla de cristal en la tubería de descarga de la toma de recepción y de suministro, control automático By-Pass para retorno de gas líquido excedente, manómetros con graduados de 0 – 21 kg/cm^2 precedido de una válvula de aguja, válvulas esfera de operación manual, válvulas de alivio de presión hidrostática, válvulas de exceso de flujo, En la toma de recepción y suministro se contará con puntos de fractura en cada conexión de
			Amortiguamiento		
		Toxicidad	Alto Riesgo	El Gas L.P. no representa un riesgo por toxicidad, el principal riesgo que se pudiera presentar es que la nube encontrara una fuente de ignición, la cual explotaría provocando emisiones a la atmosfera principalmente de compuestos orgánicos volátiles provenientes de la combustión tanto del combustible, como de aquello que se incendie.	
			Amortiguamiento		

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
				El Gas L.P. es considerado como asfixiante en lugar de tóxico, sin embargo, las instalaciones de la Planta de Distribución se encuentran al aire libre, por lo tanto, la dispersión de combustible sería relativamente sencilla, además de que una fuga de gas es fácilmente detectable debido a que entre sus componentes contiene etil mercaptano, el cual le proporciona su olor característico. Tanto para la zona de alto riesgo, como para la zona de amortiguamiento, todo el personal que labore en la Planta de Distribución se vería afectado.	ambas tomas con la finalidad de provocar su separación completa en dos partes, en caso de que se mueva el vehículo accidentalmente, estando conectada la manguera. Contarán además con válvulas de globo recta. Además, tanto para la toma de recepción como de suministro, todas las bocas terminales tanto de líquido como de vapor, tendrán una válvula de exceso de flujo de cierre automático, válvula de globo recta, válvula de paro de emergencia, válvula globo recta y un acoplador de llenado, además en las tomas para gas líquido se tendrá instalada una válvula de relevo de presión hidrostática y un indicador de flujo. Capacitación en materia de Protección Civil Contar con la Unidad Interna de Protección Civil Activación del procedimiento de emergencia en caso de fuga

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					Activación del procedimiento de evacuación Activación del procedimiento de emergencia en caso de incendio y/ explosión
	Instalaciones / Producción	Radiación	Alto Riesgo	Se tendría afectación a la zona de almacenamiento y parte de la de la zona de suministro y recepción	Extintores y paro de emergencia distribuido en las diferentes áreas de la Planta de Distribución. El tanque de almacenamiento contará con indicador de nivel, manómetro, termómetro, válvulas de alivio de presión, válvulas de exceso de flujo, válvulas de cierre rápido, válvulas de máximo llenado, conexión soldada para cable a tierra. Medidor volumétrico en la toma de suministro, El tanque de almacenamiento contará con pruebas de ultrasonido, así como prueba hidrostática Tuberías para alta presión con conexiones soldables de acero forjado, indicadores de flujo
			Amortiguamiento	Se tendría afectación a la mayor parte de la infraestructura de la Planta: área de almacenamiento, zona de suministro y recepción, oficinas, baños cuarto de maquinas, bodega y estacionamiento	
		Sobrepresión	Alto Riesgo	La afectación sería en toda la Planta de Distribución de Gas L.P., incluyendo sus equipos e infraestructura, para el caso de instalaciones fuera de la Planta, se tendría afectación a los vehículos que transiten en ese momento por la carretera Nacional	
			Amortiguamiento		

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
		Toxicidad	Alto Riesgo	Se tendría afectación a la propia Planta de Distribución	tipo mirilla de cristal en la tubería de descarga de la toma de recepción y de suministro, control automático By-Pass para retorno de gas líquido excedente, manómetros con graduados de 0 – 21 kg/cm^2 precedido de una válvula de aguja, válvulas esfera de operación manual, válvulas de alivio de presión hidrostática, válvulas de exceso de flujo, En la toma de recepción y suministro se contará con puntos de fractura en cada conexión de ambas tomas con la finalidad de provocar su separación completa en dos partes, en caso de que se mueva el vehículo accidentalmente, estando conectada la manguera. Contarán además con válvulas de globo recta. Además, tanto para la toma de recepción como de suministro, todas las bocas terminales tanto de líquido como de vapor, tendrán una válvula de
			Amortiguamiento	La afectación se tendría a la Planta de Distribución y parte del Rancho que se encuentra en dirección Suroeste. Siendo importante destacar, que esta zona de amortiguamiento, se puede considerar como una zona segura donde sí se tuviera la presencia del Gas L.P., podría ser detectado inmediatamente por el sentido del olfato, más no tendría repercusiones graves para la salud de los pobladores.	

Clave del escenario	Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de Zona	Descripción de la afectación	Descripción de Salvaguardas existentes
					exceso de flujo de cierre automático, válvula de globo recta, válvula de paro de emergencia, válvula globo recta y n acoplador de llenado, además en las tomas para gas líquido se tendrá instalada una válvula de relevo de presión hidrostática y un indicador de flujo. Capacitación en materia de Protección Civil Contar con la Unidad Interna de Protección Civil Activación del procedimiento de emergencia en caso de fuga Activación del procedimiento de evacuación Activación del procedimiento de emergencia en caso de incendio y/ explosión

VII.2. Interacciones de riesgo

Para la interacción de riesgo, se identifican aquellos escenarios que por su ubicación pudieran potencializar el riesgo a través de un efecto dominó u otros mecanismos debido a que, dentro de las Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos y zonas de Alto riesgo, se ubiquen equipos de los Regulados, ductos y otras instalaciones industriales manejando hidrocarburos u otras sustancias peligrosas, dentro o fuera de los límites de propiedad o jurisdicción del proyecto.

De igual forma, se señalan los equipos o instalaciones industriales potencialmente afectadas que se encuentren en los radios de afectación de Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos y Zonas de Alto Riesgo.

Asimismo, se señalan para cada escenario las Salvaguardas (equipos, dispositivos, sistemas de seguridad y medidas preventivas) con que contará el Proyecto así como las adicionales requeridas para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los escenarios de riesgo con base en las interacciones indicadas, justificando la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente o considerada en el diseño, a efecto de evitar el deterioro del medio ambiente, además de aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

Para la estimación de los radios por cada escenario se realiza una simulación (Ver Anexo 3) con la finalidad de analizar y evaluar las interacciones que se deriven del mismo, mismos que ya fueran descritos con anteriormente.

En la siguiente tabla se muestran los datos a detalle para cada uno de los escenarios simulados en las interacciones de riesgos y la descripción de los posibles receptores de riesgo.

Tabla 60. Interacciones de riesgos y descripción de los posibles receptores de riesgo

Clave del escenario de riesgo	Equipo / sitio del equipo	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
EVENTO 1 Fuga de Gas L.P.	Tanque de almacenamiento	Gas L.P.	Alto riesgo en equipos	**Radiación**	33.10 m	La afectación se tendría en todas las áreas de la Planta de Distribución, así como su infraestructura: zona de almacenamiento, área de suministro y recepción, oficinas, baños, cuarto de máquinas, estacionamiento	Zona de almacenamiento = 0 metros. Área de suministro = 7 m Área de recepción = 7 m Oficinas = 20 m. Baños = 20 m Cuarto de máquinas = 20 m	Extintores y paro de emergencia distribuido en las diferentes áreas de la Planta de Distribución. El tanque de almacenamiento contará con indicador de nivel, manómetro, termómetro, válvulas de alivio de presión, válvulas de exceso de flujo, válvulas de cierre rápido, válvulas de máximo llenado, conexión soldada para cable a tierra. Medidor volumétrico en la toma de suministro,	Mantener actualizada la Unidad Interna de Protección Civil Capacitar a los trabajadores en materia de protección civil Realizar y mantener actualizado el Programa Interno de Protección Civil y los Protocolos de Respuesta a Emergencia

Clave del escenario de riesgo	Equipo / sitio del equipo	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
							Estacionamiento = 24 m	El tanque de almacenamiento contará con pruebas de ultrasonido, así como prueba hidrostática Tuberías para alta presión con conexiones soldables de acero forjado, indicadores de flujo tipo mirilla de cristal en la tubería de descarga de la toma de recepción y de suministro, control automático By-Pass para retorno de gas líquido excedente, manómetros con graduados de 0 – 21	
				Sobrepresión	171.50 m	La afectación sería en toda la Planta de Distribución de Gas L.P., incluyendo sus equipos e infraestructura: zona de almacenamiento, área de suministro y recepción, oficinas, baños, cuarto de máquinas, estacionamiento.	Zona de almacenamiento = 0 m. Área de suministro = 7 m Área de recepción = 7 m Oficinas = 20. Baños = 20 m Cuarta de máquinas = 20 m		

Clave del escenario de riesgo	Equipo / sitio del equipo	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
							Estacionamiento = 24 m	kg/cm² precedido de una válvula de aguja, válvulas esfera de operación manual, válvulas de alivio de presión hidrostática, válvulas de exceso de flujo, En la toma de recepción y suministro se contará con puntos de fractura en cada conexión de ambas tomas con la finalidad de provocar su separación completa en dos partes, en caso de que se mueva el vehículo accidentalmente, estando conectada la manguera.	

Clave del escenario de riesgo	Equipo / sitio del equipo	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
								Contarán además con válvulas de globo recta. Además, tanto para la toma de recepción como de suministro, todas las bocas terminales tanto de líquido como de vapor, tendrán una válvula de exceso de flujo de cierre automático, válvula de globo recta, válvula de paro de emergencia, válvula globo recta y n acoplador de llenado, además en las tomas para gas líquido se tendrá instalada una válvula de relevo de presión	

Clave del escenario de riesgo	Equipo / sitio del equipo	Sustancia peligrosa involucrada en el escenario de riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
								hidrostática y un indicador de flujo. Capacitación en materia de Protección Civil Contar con la Unidad Interna de Protección Civil Activación del procedimiento de emergencia en caso de fuga Activación del procedimiento de evacuación Activación del procedimiento de emergencia en caso de incendio y/ explosión	

VIII. Reposicionamiento de escenarios de riesgo

Una vez identificados los riesgos, se procede a implementar las acciones correspondientes para eliminar algunos de ellos y mitigar el impacto o disminuir la probabilidad de ocurrencia de otros.

Si se entiende que el riesgo residual es aquel que persiste, aun después de tomar las medidas necesarias para tratar los riesgos identificados y que nunca se podrán eliminar todos los riesgos, por lo que se considera que el riesgo residual es inevitable, pero el Regulado debe saber cuáles son los riesgos y su nivel, así como si dicho riesgo es tolerable o no.

Una vez identificados los riesgos residuales, se puede concluir en tres opciones diferentes:

1. Es posible que el nivel de riesgo se encuentre por debajo de los niveles aceptables. Por lo que no será necesario emprender ninguna otra acción, por lo que el proyecto simplemente aceptará ese nivel de riesgo y convivirá con él.

2. El nivel de riesgo supera los límites tolerables. En este caso es preciso implementar acciones o controles más eficaces para tratar el riesgo y mitigar su impacto

3. El coste de reducir o mitigar el riesgo residual es tan alto que supera los costes que asumiría el Regulado si el riesgo ocurriera. Para esta situación lo más indicado es que el Regulado acepte el nivel de riesgo.

Tabla 61: Reposicionamiento de los escenarios de riesgo.

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Región de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	F	S	Nueva región de riesgo
1	2	La conexión del Auto tanque al tanque de almacenamiento no se realiza adecuadamente, lo que puede provocar que el gas se fugue y se forme una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota	Indeseable	Llenado del tanque de almacenamiento	Conexiones de descarga de la zona de almacenamiento, válvulas de exceso de flujo	1	4	4
2	6	No se inmoviliza el Auto tanque una vez estacionado en el área de descarga, por lo que el auto tanque se mueve y si está cargando o descargando combustible se desconectará la manguera y generará fuga de Gas L.P., formando una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota	Indeseable	Llenado de tanque de almacenamiento y llenado de pipas para distribución.	Recepción y suministro de Gas L.P.	1	4	4

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Región de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	F	S	Nueva región de riesgo
3	9	Las conexiones mediante las cuales se realiza la operación de descarga están deterioradas, lo que propicia que el gas se fugue formando una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota.	Indeseable	Llenado de tanque de almacenamiento y llenado de pipas para distribución.	Recepción y suministro de Gas L.P.	1	4	4
4	12	Falla en el mecanismo de la válvula de corte, por lo que el suministro de Gas L.P. no se cortaría provocando una salida del gas al realizar alguna conexión o desconexión, el gas se fugaría y formaría una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota	Indeseable	Llenado de tanque de almacenamiento y llenado de pipas para distribución.	Recepción y suministro de Gas L.P.	1	4	4
5	14	Existen fallas en las conexiones del sistema de tierra y en caso de presentarse una sobrecarga eléctrica no	Indeseable	Sistema de tierras físicas	Sistema de tierras físicas	1	4	4

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Región de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	F	S	Nueva región de riesgo
		se podría liberar a tierra, pudiendo causar riesgo de explosión en caso de fuga						
6	17	Alguno de los coples o uniones de los equipos no están bien unidos, por lo que el gas se fugaría formando una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explotaría	Indeseable	Sistema de tuberías	Planta mecánica	1	4	4
7	21	Existe una fractura en las líneas de conducción de gas, lo que provoca la fuga del combustible, formando una nube explosiva y en presencia de una fuente de ignición, explota	Indeseable	Sistema de tuberías	Planta mecánica	1	4	4
8	28	No se colocan los extintores debidamente funcionales, en los sitios cercanos adecuados durante la operación de descarga de Gas L.P. y en caso de incendio, no se podría combatir, poniendo	Indeseable	Sistema contra incendio	Sistema contra incendio	1	4	4

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Región de Riesgo	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación	F	S	Nueva región de riesgo
		en riesgo la integridad tanto de las instalaciones como de los trabajadores						

IX. Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo

IX.1. Sistemas de seguridad

A continuación, se muestra una tabla donde se mencionan los dispositivos de seguridad con los que cuenta la instalación, así como su ubicación:

Tabla 62: Accesorios y dispositivos de seguridad con los que contará la instalación.

Tipo	Ubicación	Forma de accionamiento
Indicador de nivel	Zona de almacenamiento (Tanque)	Automático
Manómetro	Zona de almacenamiento (Tanque)	Automático
Termómetro	Zona de almacenamiento (Tanque)	Automático
Válvulas de alivio de presión	Zona de almacenamiento (Tanque) y compresor	Automática y manual
Válvulas de exceso de flujo	Zona de almacenamiento (coples destinados al trasiego)	Automática
Válvula de máximo llenado	Zona de almacenamiento (Tanque)	Manual
Cople flexible bridado	Bomba de descarga de remolque y llenado de auto tanques (tubería de succión) y compresor	NA
Control automático By – Pass (válvula)	Bomba de descarga de remolques y llenado de auto tanques (tubería de descarga)	Automático
Medidores	Toma de suministro	Automático
Tuberías		
Indicadores de flujo tipo mirilla de cristal	Tubería de descarga de la toma de recepción y de suministro	NA

Tipo	Ubicación	Forma de accionamiento
Control automático By-Pass para retorno de gas líquido excedente al tanque (válvula)	Tubería de descarga	Automática
Manómetros con graduación de 0-21 Kg/cm^2	Tubería	Automático
Válvula de aguja	Tubería	Manual
Válvulas esfera	Diversos puntos de la instalación	Manual
Válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas	En las tuberías de gas líquido	Automática
Actuadores neumáticos	Torres de carga y descarga	Automáticos
Puntos de fractura	Cada conexión de ambas tomas	Automático
Válvula de exceso de flujo	Toma de recepción y suministro: Bocas terminales, tanto la de líquido como la de vapor	Automática
Válvula de globo recta	Toma de recepción y suministro: Bocas terminales, tanto la de líquido como la de vapor	Automática
Válvula de paro de emergencia	Toma de recepción y suministro: Bocas terminales, tanto la de líquido como la de vapor	Automática

El tanque de almacenamiento contará con dos válvulas multiport bridada marca Rego Modelo 5850-A de 101 mm. de diámetro (4") con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149G de 64 mm (2 ½") de diámetro y una capacidad de desfogue de 294 m^3/min. cada una, por lo que las válvulas de seguridad que se tendrán instaladas en la parte superior del tanque de almacenamiento contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y 2.00 m. de altura, el cual se encontrará roscado en el diámetro interior por lo que el diámetro del tubo es igual al interior de la descarga de la válvula.

Además, para atacar algún siniestro derivado de un incendio que se pudiera presentar en las instalaciones, se tendrán instalados extintores de polvo químico seco, tipo manual de 9 Kg, así como un extintor de carretilla, el cual contará con una capacidad de 60 Kg y que se ubicará en la zona de almacenamiento.

Así mismo, para el combate de incendios, se contará con tres estaciones de manguera, ubicadas dos por el lindero norte por el lado este y oeste zona de almacenamiento, por este mismo lado se contará con una salida que alimentará a los rociadores del tanque de almacenamiento con tuberías de 101 mm (4") de diámetro, alimentará a dos ramales cada una, cada ramal alimentará a doce aspersores, dichos ramales serán de 51 mm (2") de diámetro
La tubería será de acero al carbón cedula 40 en su recorrido visible

En el tanque de almacenamiento se encontrará instalado un sistema de enfriamiento por aspersión de agua, el tanque contará con dos tubos de rociado paralelos el eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba.

Estas tuberías serán de 51 mm (2") de diámetro. Los tubos se instalarán a lo largo del tanque, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda la longitud.

Las tuberías serán soportadas mecánicamente y en su parte central por la propia tubería alimentadora y hacia los lados por soportes apoyados sobre el tanque a una distancia de 5 metros entre ellos, formando 2 conjuntos de tres soportes cada uno, hacia cada lado de la tubería central. Estos serán construidos de solera de fierro 4" x 5/16" en forma de una semicircunferencia, el anillo de solera formado tendrá por su cara interior un separador de asbesto de 1/16" de espesor y llevara por su cara exterior 2 tramos de canal de acero de 3" con longitud de 85 cm soldados radicalmente a 90 grados y serán reforzados cada uno con 2 cartabones triangulares de placas de acero soldados sobre canal y solera y en el extremo libre se colocara una abrazadera U de 3" que soportara a los tubos de distribución de rociado.

El rociado se hará por medio de boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 12 boquillas en cada ramal. Las boquillas de rociado serán de la marca Spraying System tipo recto de cono llenado, con diámetro de entrada de ¾" y pasaje libre máximo de 13/64" y un gasto individual de 61.31 LPM y a una presión de 3 kg/cm^2.

Sistema de detección de gas y fuego.

Como tal, no se cuenta con sistemas de detección de fugas, sin embargo, se contará con dispositivos de seguridad para prevenir o disminuir la ocurrencia de fugas, como es el caso de válvulas de seguridad, las cuales al detectar un exceso de flujo se cierran automáticamente para detener una fuga, así mismo se contará con válvulas con punto de ruptura, las cuales al momento de que se rompe una manguera o tubería a la que estén conectadas se cierran de manera inmediata.

Por otro lado, el principal indicio de que se presente una fuga es que, el gas normalmente carece de olor propio, por tal motivo, y siendo de gran peligro tener una fuga y no poder identificarla, este sufre un proceso de odorización, llevado a cabo en las refinerías, que consiste en la adición de "mercaptanos", substancias orgánicas azufradas, que le comunican ese olor penetrante y desagradable parecido al de huevo en descomposición, con el que se identifica fácilmente. Basta un litro de esa substancia para dar olor a 10,000 litros de Gas L. P.

Sin embargo, se recomienda que se instalen sensores de detección de Gas L.P. los cuales se calibran para detectar una concentración deseada, por lo general por debajo del Límite Inferior de Explosividad para detectar alguna fuga, aunque sea pequeña.

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 cumplirá con el propósito de disponer caminos francos de retorno de falla, para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

Los equipos conectados a tierra física serán: Tanque de almacenamiento, bomba, tuberías, tomas de suministro, compresor y tablero eléctrico.

Cuarto de control

- Tablero eléctrico
  - ✓ Control de motores: Todos los motores serán controlados por estaciones de botones a prueba de explosión. Los conductores de estas botoneras serán llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general, utilizando canalizaciones subterráneas compartidas, con los circuitos de alumbrado de la zona de almacenamiento

Por lo anterior, se deben considerar los antecedentes de riesgos y los estándares de seguridad que se han implementado para reducir los peligros de incendio y explosión, incluido el diseño de los sistemas de seguridad. Razón por la cual es importante obtener la certificación y aprobación de los equipos por parte de los proveedores

IX.2. Medidas preventivas

El análisis de riesgos se realizó considerando los eventos más probables, los cuales son evitados si se consideran todos los sistemas de seguridad, además de construir las instalaciones con los materiales de calidad adecuados, por lo que se recomienda ajustarse a la totalidad de las especificaciones, además de seguir de manera rigurosa todas y cada una de las medidas de seguridad que se proponen en este documento y realizar el Programa Interno de Protección Civil, Protocolos de Respuesta a Emergencias y Programa para la Prevención de Accidentes, así como las adecuadas capacitaciones sobre el personal que ingrese y labore en las instalaciones.

Tabla 63: Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

Normas Oficiales Mexicanas		
Norma	**Descripción**	**Vinculación con el Proyecto**
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	No aplica, ya que la descarga se llevará a cabo en una fosa séptica y por medio de un prestador de servicio, se llevará a cabo su disposición final.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal	No aplica, ya que la descarga se llevará a cabo en una fosa séptica y por medio de un prestador de servicio, se llevará a cabo su disposición final.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público	No aplica, esto debido a que la empresa Gas RZA S.A.S. de C.V. no se encargará del tratamiento de las aguas residuales que se generen en las instalaciones, la descarga se hará en una fosa séptica y por medio de un prestador de servicio se llevará a cabo su recolección y disposición final y en su caso su tratamiento, siendo importante mencionar que los parámetros del agua residual que se generará, serán simulares a los de cualquier agua residual doméstica.
NOM-004-SEMARNAT-2002	Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final	No aplica, esto debido a que la empresa Gas RZA S.A.S de C.V. no se encargará del tratamiento de las aguas residuales que se generen en las instalaciones, la descarga se hará en una fosa séptica y por medio de un prestador de servicios autorizado, se llevará a cabo su recolección y por lo tanto su tratamiento, incluyendo los lodos y biosólidos resultados del proceso de tratamiento

Normas Oficiales Mexicanas		
Norma	**Descripción**	**Vinculación con el Proyecto**
		del agua, así como su disposición final. Siendo importante mencionar que los parámetros del agua residual que se generará, serán simulares a los de cualquier agua residual doméstica.
NOM-041-SEMARNAT-2015	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos en circulación que usan gasolina o mezclas que incluyan diésel como combustible.	El contratista que se encargue de la construcción de la Planta de Distribución de Gas L.P. será el responsable de brindar mantenimiento a su maquinaria con la cual se pueden reducir las emisiones a la atmosfera.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible	Debido a que los vehículos y maquinaria y demás equipos que se utilizarán en las etapas de preparación y construcción producen humos a la atmosfera, se supone un aumento de humos por una mala combustión de los vehículos que ocasionan opacidad a la atmosfera, que se pueden traducir en un riesgo por un aumento de bióxido de carbono. Con el propósito de estar dentro de los límites que indica la norma, los vehículos previo al inicio de la preparación y construcción se les deberá dar mantenimiento para asegurar que sus emisiones estén dentro de norma.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante la preparación y construcción se utilizará aceite y combustible para la maquinaria requerida para la construcción de la Planta de Distribución de Gas L.P., además se podrá tener la

Normas Oficiales Mexicanas		
Norma	**Descripción**	**Vinculación con el Proyecto**
		generación de aceite gastado, botes, residuos de pintura, grasa, solventes, los cuales se consideran como peligrosos, por lo que los residuos generados se deberán almacenar y llevar a cabo su disposición final por medio de un prestador de servicios autorizado. Durante la operación de las instalaciones, la generación de residuos peligrosos será mínima, pudiéndose presentar durante el mantenimiento a las instalaciones o en caso de que algún vehículo que arribe a la Planta presente alguna fuga de aceite o combustible.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Derivado de las obras de construcción, se generará ruido que en condiciones normales no se tiene, por este motivo, los trabajos se llevarán a cabo durante el día. Durante la operación no se presentarán actividades que generen niveles elevados de ruido.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de marzo de 2005	No aplica, ya que actualmente el predio no presenta uso, por lo que su contaminación por hidrocarburos es poco probable, una vez que las instalaciones se encuentren en operación en caso de que algún vehículo o alguna pipa que arribe a la planta presente algún derrame, este se recogerá de inmediato y será tratado como residuo peligroso, almacenándolo en un contenedor cerrado y por medio de un prestador de servicio autorizado llevar a cabo su disposición

Normas Oficiales Mexicanas		
Norma	**Descripción**	**Vinculación con el Proyecto**
		final, siendo importante mencionar que el personal se encontrará debidamente capacitado para actuar en este tipo de situaciones.
NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004	Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio	No aplica, esto debido a que el suelo presente en el predio no se encuentra contaminado, sin embargo, si por algún motivo durante la operación de la Planta de Distribución, se presentara contaminación por algún derrame y generara afectación a este recurso, se llevará a cabo la remedición conforme lo indica la normatividad aplicable.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo	Se proporcionará equipo de protección personal a los trabajadores que participen en las etapas de preparación y construcción de la Planta de Distribución, así mismo durante la etapa de operación se les dotará del equipo necesario.
NOM-001-SESH-2014	Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su Operación	La construcción de la Planta de Distribución de Gas L.P. se llevará a cabo con base en esta norma.
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas	El proyecto eléctrico se elaboró siguiendo los lineamientos de esta norma, con lo que se implementará un conjunto de requerimientos técnicos para la correcta operación de la instalación eléctrica y de fuerza y alumbrado que cubra los requisitos de seguridad, minimización de pérdidas eléctricas, operatividad y versatilidad

Normas Oficiales Mexicanas		
Norma	**Descripción**	**Vinculación con el Proyecto**
		necesaria para un funcionamiento confiable y prolongado.
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad e higiene	Una vez que la Planta de Distribución se encuentren en operación se deberá revisar la integridad de las instalaciones para asegurar su correcto funcionamiento en materia de seguridad e higiene
NOM-002-STPS-2012	Condiciones de seguridad - Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	Se colocarán los sistemas de combate contra incendio adecuados al peligro que se presenta en las instalaciones.
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.	Se seguirán las condiciones de seguridad e higiene para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo.
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad	Se seguirán los lineamientos de seguridad adecuados para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por la actividad de almacenamiento de Gas L.P.
NOM-022-STPS-2015	Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene	Las instalaciones eléctricas de la Planta de Distribución de Gas L.P. y en especial las tierras físicas, se mantendrán en condiciones adecuadas para su correcto funcionamiento, además de que de forma anual se deberá llevar a cabo la medición de la resistividad.

Normas Oficiales Mexicanas		
Norma	**Descripción**	**Vinculación con el Proyecto**
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo	Se proporcionará equipo de protección personal a los trabajadores que participen en las etapas de preparación y construcción de las instalaciones, así mismo durante la etapa de operación se les dotará del equipo necesario.
NOM-018-STPS-2015	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo	En la Planta de Distribución de Gas L.P. se contará con medios necesarios para la identificación de los riesgos del Gas L.P. y que sea del conocimiento de los trabajadores y personas que arriben a las instalaciones.
NOM-019-STPS-2011	Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	Dentro de las instalaciones se constituirá la comisión de seguridad e higiene.

Instalaciones Generales

- Se aplicará el procedimiento de limpieza general para las instalaciones. En general, se trata de evitar la existencia de basura.
- Las instalaciones de la Planta de Distribución se incluirán en el programa de mantenimiento en donde se realizarán revisiones de las instalaciones y las reparaciones necesarias.
- Evitar la obstrucción (aunque sea temporal) de todas las salidas de emergencia o rutas de evacuación, así como de los lugares donde se ubiquen los extintores.

Prevención de incendios:

Las medidas preventivas y recomendaciones que se seguirán para evitar incendios en las instalaciones del proyecto se listan a continuación.

- Se evitará la sobresaturación de contactos y centros de carga.
- Se tendrá estrictamente prohibido fumar dentro de las instalaciones de la Planta de Distribución.
- Se mantendrá el orden y limpieza en cada una de las áreas
- Se evitará el uso de instalaciones eléctricas en mal estado o de carácter provisional.
- Las labores de soldadura se realizarán siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar generar algún riesgo.
- Los equipos contra incendios serán revisados periódicamente, realizándosele los mantenimientos necesarios.

En caso de presentarse una fuga de Gas, el personal tendrá las siguientes indicaciones:

- La persona que detecte una fuga, dará aviso a personal de mantenimiento y a la brigada de emergencia, y eliminará cualquier posible fuente de ignición en el área.
- El personal capacitado acudirá al área de la fuga usando el equipo de protección personal requerido e intentará detenerla ya sea taponeando la tubería o cerrando una llave de paso anterior; al tiempo que realiza esto, el resto de la brigada estará al pendiente de cualquier posible fuente de riesgo y mantendrá al resto del personal alejado y ventilará el área.
- Si no se puede eliminar el riesgo, se deberá activar el plan de emergencia y evacuar al personal de las zonas de riesgo.
- Una vez controlada la fuga, el personal de mantenimiento procederá a realizar las reparaciones que sean necesarias para eliminar la fuente de la fuga.

Para el caso de un incendio, el personal actuará de la siguiente forma:

- La persona que detecte el fuego pequeño dará aviso a la brigada de emergencia, e intentará combatirlo usando un extintor sin correr riesgo. Si esto fue suficiente, verificará que el fuego haya sido controlado y que no exista el riesgo de que reinicie.

- Si el fuego no puede ser controlado con los medios de la empresa, el responsable de la planta activará el plan de emergencia y solicitará la presencia de la brigada contra incendios, o a unidades de apoyo externo dependiendo del grado del riesgo.
- Se deberá evacuar al personal no requerido de las áreas dentro de la zona de riesgo del incendio.
- Al término de la emergencia, se deberá realizar una evaluación de los daños, así como una investigación para determinar la causa del incidente.

Sismos y terremotos

El área donde se localiza el proyecto se encuentra en una zona de riesgo bajo, por lo que la ocurrencia de un sismo no es muy probable, pero posible, por lo que en caso de presentarse uno, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- Conservar la calma y permanecer en su lugar a menos que éste no ofrezca la seguridad necesaria, alejándose de objetos que puedan caer o desplazarse, así como de ventanas y espejos, y áreas calientes o energizadas.
- De ser posible, buscar refugio debajo de escritorios o mesas, manteniéndose con la cabeza sobre las rodillas y situarse debajo de los marcos de puertas o debajo de columnas.
- Si el área no ofrece seguridad, evacuar manteniendo la calma y utilizando las rutas de evacuación señalizadas.
- Posterior al sismo, se deberá realizar un recorrido por las instalaciones para detectar daños a las mismas, especialmente para detectar fugas en la red de Gas L.P.
- Una vez que se haya verificado que se cumplan todas las condiciones de seguridad, se podrá indicar el regreso de los trabajadores a sus actividades.

Uso de equipo de protección personal:

El personal deberá emplear el equipo de protección necesario para el desarrollo de sus actividades en condiciones de seguridad.

Restricción de entrada

El acceso a la Planta de Distribución de Gas L.P.: Ciénega de Flores, se realizará por la caseta de vigilancia de la misma, en donde se realizará el registro de entrada, tanto de trabajadores, como de visitantes y proveedores.

Simulacros y capacitación.

La Planta de Distribución deberá contar con un programa tanto de simulacros, como de capacitación en los diferentes rubros de atención de emergencias, protección civil como uso de extintores, búsqueda y rescate, primeros auxilios, evacuación, manejo de Gas L.P., entre otras. Para el caso de los simulacros, debido a que la actividad es considerada como de alto riesgo, se tendrán que hacer al menos 2 simulacros por año.

Medidas de protección en general (instalaciones)

- Procedimientos de seguridad para el almacenamiento, manejo y transporte, incluyendo las hojas de seguridad y procedimientos para atención de fugas y/o derrames.
- Colocación de señalamientos de seguridad: rombos de seguridad, extintores, rutas de evacuación, botiquín, salidas de emergencia, uso de equipo de protección personal, prohibición de fumar dentro de las instalaciones.
- Disposición de residuos sólidos domésticos en bote de 200 litros con tapa y bolsa de plástico. Dichos residuos serán recogidos por un prestador de servicios autorizado.
- En caso de derrame, las sustancias se recogerán conforme la hoja de seguridad correspondiente y en su caso se les dará disposición como residuos peligrosos.
- Limpieza de equipos e instalaciones.

Instalaciones de atención médica y equipo de primeros auxilios

- Internamente, la Planta de Distribución de Gas L.P. contará con botiquines de primeros auxilios, los cuales deberán contar con material de curación para atender lesionados en caso de emergencia, el cual contendrá vendas, gasas, tijeras, cinta adhesiva, algodón, antisépticos.

De presentarse eventos no deseados, tales como falla en energía eléctrica, activación de válvulas, que impidan, interrumpan el proceso de descarga, ocasionen fuga, derrame de producto o pongan en riesgo la integridad física del personal o integridad mecánica de las instalaciones, el Chofer Repartidor y Cobrador, y Encargado de la Planta de Distribución deberán informar al Responsable Operativo y al Área Comercial, respectivamente, para que estos últimos, en forma coordinada, emitan instrucciones.

IX.3. Recomendaciones técnico – operativas

Se seguirán diversas medidas para prevenir eventos que pudieran dañar a la población y a sus bienes, estas medidas serán:

- Se operará con prácticas seguras para la descarga de combustibles, aplicando las reglas que correspondan para la operación durante la carga de combustible.
- Seguir un programa de mantenimiento preventivo a todas las áreas.
- Se contará con un sistema contra incendio adecuado.
- Se contará con personal capacitado para actuar en caso de eventos catastróficos.
- Se contará con sistemas de señalización de acuerdo a la normatividad aplicable.
- Se realizará la limpieza adecuada de la Planta de Distribución.
- Pruebas no destructivas en tanque de almacenamiento y tuberías.

La Planta de Distribución de Gas L.P. contará con los siguientes dispositivos de seguridad:

En el tanque de almacenamiento:

- Válvulas de seguridad con capacidad de desfogue.
- Una conexión soldada al tanque para cable "a tierra"
- Sistema de enfriamiento por aspersión de agua, el cual cubrirá el 90% de la mitad superior del tanque de almacenamiento.

Además, se tendrá en el resto de la planta:

- 17 Extintores manuales de PQS de 9 Kg, 1 de tipo carretilla de 60 Kgs y 1 de CO_2
- 3 Estaciones de manguera, con una cisterna de agua de capacidad adecuada.
- Estante con mata chispas de diferentes diámetros
- Alarma del tipo sonoro claramente audible
- Señalización de riesgos en el tanque y en el resto de la Planta.

Como medidas preventivas se implementará:

- Capacitación de combate de incendios
- Recorridos de la Comisión de Seguridad e Higiene
- Mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo
- Medidas preventivas y sistema de atención a emergencias para el manejo, transporte y almacenamiento de materiales y sustancias químicas peligrosas
- Requerimientos de seguridad e higiene para el manejo, transporte, proceso y almacenamiento de materiales en general, materiales y sustancias químicas peligrosas.
- Reglas de higiene.

Aspectos de seguridad mínimos para prevenir accidentes.

a. Lineamientos a observar por el Chofer Repartidor y Cobrador y/o Ayudante de Chofer.

i. Cumplir los señalamientos, límites de velocidad y medidas de seguridad establecidos en el interior de la Planta de Almacenamiento.
ii. Verificar que el Encargado de la Planta de Distribución de Gas L.P., porte identificación, ropa de algodón y calzado industrial.
iii. No fumar.
iv. Acatar lo dispuesto en las hojas de seguridad y en las hojas de emergencia en transporte.
v. Permanecer fuera de la cabina del Auto tanque, a una distancia máxima de dos metros de la caja de válvulas, y verificar durante la descarga de producto la conexión del Auto tanque con la tierra física, que no existan fugas, que estén colocados y se mantengan los extintores y biombos en el área de descarga, y que no exista personal ajeno a esta actividad.

b. Lineamientos a observar por el Encargado de la Planta de Distribución de Gas L.P.

i. Verificar que exista orden, limpieza e iluminación adecuada en el área de descarga, sobre todo cuando se realice la descarga en forma nocturna.
ii. Asegurar que la tierra física se encuentre libre de pintura, que la conexión entre las pinzas y el cable no se encuentre dañado y que las pinzas ejerzan presión.
iii. Vestir ropa de algodón ajustada en cuello, puños y cintura; y calzado industrial.
iv. No fumar.
v. Acatar lo dispuesto en las hojas de seguridad.
vi. Permanecer a una distancia máxima de 2 metros de la bocatoma del tanque de almacenamiento, verificando durante la descarga de producto la conexión del Auto tanque con la tierra física, que no existan fugas, que se mantengan los extintores y biombos en el área de descarga, y que no exista personal ajeno a esta actividad

c. Prácticas seguras

i. Para ascenso y descenso a la cabina del Auto tanque utilizar tres puntos de apoyo (dos pies y una mano o dos manos y un pie, mirando hacia el interior de la cabina).
ii. La manguera para la descarga del producto no debe quedar con tensión ni por debajo del Auto tanque.

iii. En caso de tormenta eléctrica, no iniciar las actividades de descarga y en caso de encontrarse en proceso de descarga, suspender inmediatamente.

iv. Detectar condiciones que pongan en riesgo a las personas, equipo e instalaciones o de presentarse circunstancias que impidan o interrumpan las actividades de descarga, se deberá invariablemente levantar y firmar por ambas partes, el acta de no conformidad correspondiente.

v. Asegurar que los accesorios para realizar la descarga de producto y dispositivos del tanque de almacenamiento se encuentren siempre en óptimas condiciones de operación.

Salud ocupacional

a. Evitar realizar sobreesfuerzos físicos, utilizando las posturas adecuadas al efectuar las actividades de ascenso y descenso de cabina.
b. Conocer y entender las hojas de datos de seguridad del Gas L.P.

Protección ambiental

a. En caso de fugas, suspender actividades y en conjunto con el Chofer repartidor y cobrador, Ayudante de Chofer y el Encargado de la Planta de Distribución de Gas L.P., procederá a las actividades de contención del producto.
b. Al efectuar las operaciones de desconexión de mangueras, evitar fuga de producto.

Condiciones especiales de operación

a. Un Auto tanque puede ser descargado únicamente hacia el tanque de almacenamiento de la Planta de Distribución, queda prohibida la descarga en cualquier otro tipo de recipientes.
b. La capacidad máxima de llenado de los tanques de almacenamiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. es del 90%.

Además, se recomienda lo siguiente:

- Realizar pruebas periódicas a los dispositivos de seguridad del tanque de almacenamiento de Gas L.P. para verificar su correcto funcionamiento.
- Incluir dentro del programa de entrenamiento de los trabajadores el procedimiento para dispersar las nubes de gas y enfriar los tanques de almacenamiento en caso de una emergencia.
- Ya que ningún dispositivo mecánico puede funcionar indefinidamente, se sugiere que las válvulas de alivio de los tanques de Gas L.P. se cambien cada 10 años. Asimismo, se recomienda una revisión cada 5 años por algún medio no destructivo para verificar la integridad del tanque y de las tuberías de suministro. Se sugiere mantener el tanque pintado y libre de corrosión.
- Retirar todo objeto extraño del área de llenado.
- Verificar la correcta conexión de las bombas, así como su adecuada conexión a tierra.
- Revisar periódicamente los empaques de las bombas para evitar fugas.
- Verificar que no exista fuga a través de uniones en tuberías, revisar periódicamente el estado de las juntas.
- Evitar realizar trabajos que puedan provocar chispas o fuentes de ignición dentro de la Planta de Distribución de Gas L.P.
- Verificar periódicamente el sistema de tierras y la protección contra descargas eléctricas atmosféricas, para garantizar su buen funcionamiento.
- Incluir en el procedimiento de trabajos riesgosos, el uso de herramientas eléctricas a prueba de explosión, en trabajos de mantenimiento o reparación.
- Asegurarse de que todos los trabajadores reciban capacitación en el procedimiento de seguridad de carga, descarga, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles.
- Mantener los señalamientos adecuados y en buen estado, así como el equipo contra incendio.

Prevención de incendios:

- Evitar la sobresaturación de contactos y centros de carga
- Apagar y desconectar los equipos eléctricos al término de las labores
- Prohibición de fumar dentro de las instalaciones.

- Mantener orden y limpieza en cada una de las áreas
- Evitar la toma de líquidos en áreas donde se maneje equipo eléctrico.
- Evitar el uso de instalaciones eléctricas en mal estado o de carácter provisional.

Uso de equipo de protección personal:

- El personal deberá emplear el equipo de protección necesario para el desarrollo de sus actividades en condiciones de seguridad; dicho equipo será como mínimo: Zapato de Seguridad, uniforme de algodón.

Restricción de entrada

- Solo podrán entrar a la zona del tanque el personal autorizado.
- El personal visitante no podrá ir más allá de las oficinas administrativas, a menos que se trate de algún evento especial o porque así lo requiera la actividad que dicha persona realizará dentro de la empresa.

Tabla 64. Recomendaciones de la identificación de peligros y evaluación de riesgos

No.	Recomendación	Área Responsable del Regulado	*Elemento del SASISOPA asociado	Responsable	Nivel de Riesgo
1	Limpieza general para las instalaciones	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
2	Evitar la existencia de basura.	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100

No.	Recomendación	Área Responsable del Regulado	*Elemento del SASISOPA asociado	Responsable	Nivel de Riesgo
3	Evitar la obstrucción (aunque sea temporal) de todas las salidas de emergencia o rutas de evacuación, así como de los lugares donde se ubiquen los extintores	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
4	Se evitará la sobresaturación de contactos y centros de carga.	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
5	Se tendrá estrictamente prohibido fumar dentro de las instalaciones de la Planta	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
6	Se mantendrá el orden y limpieza en cada una de las áreas	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
7	Se evitará el uso de instalaciones eléctricas en mal estado o de carácter provisional	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
8	Las labores de soldadura se realizarán siguiendo todas las	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de

No.	Recomendación	Área Responsable del Regulado	*Elemento del SASISOPA asociado	Responsable	Nivel de Riesgo
	precauciones necesarias para evitar generar algún riesgo, utilizando herramientas a prueba de explosión				ocurrencia 1 entre 100
9	Los equipos contra incendios serán revisados periódicamente, realizándosele los mantenimientos necesarios.	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
10	El personal deberá emplear el equipo de protección necesario para el desarrollo de sus actividades en condiciones de seguridad.	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
11	Procedimientos de seguridad para el almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas	Todas las áreas	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Todo el personal	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100

No.	Recomendación	Área Responsable del Regulado	*Elemento del SASISOPA asociado	Responsable	Nivel de Riesgo
12	Colocación de señalamientos de seguridad	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
13	Disposición de residuos sólidos domésticos en bote de 200 litros con tapa y bolsa de plástico. Dichos residuos serán recogidos por un prestador de servicios autorizado.	Todas las áreas	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Todo el personal	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
14	Mantenimiento del botiquín de primeros auxilios	Administración	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
15	Programa de mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P.	Mantenimiento	1. 2. 4. 5. 6. 9. 10. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
16	Aplicación de prácticas seguras para la descarga de combustible	Encargado de la Planta	1. 2. 4. 5. 6. 9. 11. 13. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de ocurrencia 1 entre 100
17	Realizar pruebas de hermeticidad en	Gerente General	1. 2. 4. 9. 11. 14.	Por Asignar	Alto con probabilidad de

No.	Recomendación	Área Responsable del Regulado	*Elemento del SASISOPA asociado	Responsable	Nivel de Riesgo
	tanques de almacenamiento y tuberías.				ocurrencia 1 entre 100

*Elemento del SASISOPA asociado:

1. Establecimiento, Revisión, Disponibilidad Y Comunicación De La Política Del Sistema De Administración De Seguridad Industrial, Seguridad Operativa Y Protección Del Medio Ambiente
2. Identificación y Evaluación de Peligros y Aspectos Ambientales
3. Procedimiento para la Identificación de Requisitos Legales y Otros
4. Procedimiento para la Elaboración de Objetivos, Metas e Indicadores
5. Procedimiento para Asegurar la Disponibilidad de Recursos y Establecer las Funciones, Responsabilidades y Autoridad del Representante Técnico del Establecimiento
6. Procedimiento de Competencia, Capacitación y Entrenamiento
7. Procedimiento de Comunicación, Participación y Consulta
8. Control de Documentos y Registros
9. Mejores Prácticas y Estándares
10. Procedimiento para el Control de Actividades y Procesos
11. Procedimiento para la Integridad Mecánica y Aseguramiento de la Calidad
12. Procedimiento para la Seguridad de Contratistas
13. Procedimiento de Preparación y Respuesta a Emergencias
14. Monitoreo, Verificación y Evaluación
15. Procedimiento para la Realización de Auditorías
16. Procedimiento para la Investigación de Incidentes y Accidentes
17. Procedimiento para la Revisión de Resultados
18. Procedimiento para la Elaboración, Comunicación y Entrega de Informes de Desempeño

X. Conclusiones

El uso de Gas L.P. se considera una actividad peligrosa, por tal motivo se deben seguir las recomendaciones de seguridad para su manejo, así como procurar llevar a cabo el mantenimiento adecuado para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos

Dentro de este aspecto, se establecerán una serie de controles para maximizar los niveles de seguridad en la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P.: Ciénega de Flores.

De acuerdo a los resultados analizados en el presente estudio, puede ser que se presente un escenario de riesgo, sin embargo, la probabilidad de que suceda algún evento con consecuencias ambientales importantes, es baja. Considerando las condiciones de operación, diseño y construcción de las instalaciones, no se podrán descartar las fallas del factor humano, por lo que la empresa dentro de sus políticas y filosofía de operación, así como por la experiencia, deberá seguir estrictos programas de capacitación al personal, tanto en la operación de las instalaciones como en las medidas de seguridad aplicables.

Cabe señalar que los eventos simulados están estimados para ciertas condiciones específicas, tales como circunstancias atmosféricas estables, o, en el caso de las fugas, un tamaño de la apertura de tubería, las cuales pueden cambiar y modificar la posible área de riesgo; además, estos están sobreestimados, por lo que los resultados no se deben considerar como valores constantes sino como una guía para darse cuenta el nivel de afectación que se podría tener en caso de que estos eventos sucedan y para implementar medidas de prevención.

En general, se concluye que los posibles riesgos de la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. de la empresa Gas RZA, S.A.S. de C.V. se encontrarán bajo control si la empresa mantiene un adecuado mantenimiento a las instalaciones y a su infraestructura contra incendios, y mantiene a su personal capacitado, ya sea para prevenir riesgos o para combatirlos.

XI. Resumen Ejecutivo

El resumen ejecutivo se presenta al inicio del presente Estudio

XII. Bibliografía

- ACQUIM sistema de base de datos de accidentes químicos ocurridos en la República Mexicana, 1994
- Atallah, S. Assessing and Managing Industrial Risk. Chemical Engineering. Sep 8, 1980.
- CNA. Comisión Nacional del Agua.
- Cruz Gómez, M.J. 2009. Material didáctico, Curso de evaluación de riesgo de proceso. Facultad de Química UNAM México, D.F. México.
- Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas.
- Servicio Meteorológico Nacional
- Servicio Sismológico Nacional.
- Datos de CONAGUA: Subgerencia de Información Geográfica del Agua (SIGA)
- Análisis de riesgo en instalaciones industriales (alfa-omega España)
- Wiekema, B. J. 1984 "Vapor Cloud Explosions – an Analysis Based on Accidents 1." Journal of Hazardous Materials no. 8 (4):295-311.
- Zeeuwen, J., and B.J. Wiekema. 1978. The measurement of relative reactivities of combustible gases. In Conference on the Mechamisms of Explosions in Dipresed Energetic Materials.
- Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Nuevo León.
- García M.E., 1988 Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Editorial Larios S.A. México D.F.
- INEGI, Anuario Estadístico del municipio de Ciénega de Flores.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
- Manual de evaluación cualitativa y cuantitativa de riesgos. Ingeniería del Medio Ambiente, S.A. de C.V. México, D.F. 1995.
- Santamaría Ramiro, J.M; Braña Aísa, P.A. Análisis y reducción de riesgos en la industria química. Fundación MAPFRE, 1993
- SEMARNAT, 1er y 2° Listado de Actividades altamente riesgosas

- Estándares de Seguridad Funcional de Sistemas de Control IECC 61508
- K. McMIllan G.; Considine D.,1999, Process/Insdustrial Instruments and Controls Handbook; 5ª Edición; MaGRAW-HILL