



ESTUDIO DE RIESGO DE LA EMPRESA "ZAGAS DE PEÑASCO, S.A DE C.V."

Planta de Almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular

Altura del km 100 de la Carretera Santa Ana-Caborca, en Pitiquito, Municipio de Pitiquito, Sonora, C.P. 83724

ESTUDIO DE RIESGO “ZAGAS DE PEÑASCO, S.A. DE C.V.”

**Planta de Almacenamiento para distribución
de Gas L.P. y Estación de Carburación para
uso Vehicular**

Altura del km 100 de la Carretera Santa Ana-Caborca, en Pitiquito, Municipio de
Pitiquito, Sonora, C.P. 83724.

Contenido

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
1.a. Proyecto	7
1.b. Ubicación del proyecto	7
1.c. Criterios, normas, códigos , estándares, buenas prácticas, entre otros consideradas para la elaboración de las bases de Diseño del Proyecto específicos para afrontar y reducir los posibles Riesgos derivados de la susceptibilidad de la zona a los fenómenos naturales o actividades antropogénicas; y efectos adversos (inundaciones, huracanes, tornados, vientos extremos, heladas, tormentas eléctricas, sismos, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, vulcanología, entre otros).....	8
1.d. Los Regulados describirán los accesos (marítimos y terrestres) del Proyecto,	12
1.e. En caso de que los Regulados celebren contratos con compañías externas que desarrollen actividades comerciales, industriales y/o servicios (por ejemplo: traspase, carga y descarga de productos) dentro de sus Instalaciones, describirán detalladamente dichas actividades precisando nombre de las compañías, volúmenes de carga y descarga, número de operadores, tiempo promedio de estadía en la Instalación, entre otras.	12
1.f. Autorizaciones oficiales con las que cuentan para realizar la actividad del Sector Hidrocarburos (Permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o por la Comisión Reguladora de Energía o, en el caso de títulos de asignación y contratos, a un Plan o Programa de Exploración o a un Plan o Programa de Desarrollo para la Extracción aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos; y autorización en materia de Impacto Ambiental), señalando que la autorización que le aplique, está vigente y es consistente con la capacidad y equipos que comprende el Análisis de Riesgo que se está elaborando.	13
1.g. Integrar un anexo fotográfico en el que se identifique el número de la fotografía y se describan de manera breve los aspectos que se desea destacar del Proyecto, como pueden ser Instalaciones, áreas o equipos críticos.....	13
1.h. indicar si las actividades a desarrollar se encuentran contempladas o permitidas en los Programas de Desarrollo Urbano municipal, estatal o nacional.....	13
1.1. Proyecto	14
1.1.a. Tablas de información con las características de los equipos de proceso principales y auxiliares	14
1.1.b. Características y códigos de diseño.....	15
1.2. Transporte por medios distintos a ductos.....	20
1.2.a. Medio de transporte a utilizar (Carro-tanque, Buque-tanque, Auto-tanque, barcaza, entre otros), indicando como mínimo las siguientes características:	20
1.2.b. Indicar si los medios de transporte de Gas Natural, Gas LP y Petrolíferos son propios o subcontratados (tractocamiones y recipientes o contenedores), así como si el personal que conduce las unidades es subcontratado o es personal de la empresa.	21
II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	23
2.a. Describir de manera detallada el proceso por líneas de producción, si se realiza por medio continuo o por lotes, en su caso las reacciones principales y secundarias, las operaciones unitarias, los equipos y las sustancias involucradas, particularmente en las que intervengan Sustancias Peligrosas, anexando los diagramas de bloques correspondientes y la tecnología del proceso, entre ellas la filosofía de operación. Los Regulados indicarán todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando las características de peligrosidad y aquellas que se	

encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando el nombre de la sustancia, el Número de registro CAS, el flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), la concentración, la capacidad máxima de producción en toneladas por día, la cantidad máxima de almacenamiento en toneladas, el tipo de almacenamiento y la cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas. Lo anterior, se integrará en la tabla 16, en la que se indiquen todos los datos anteriores a detalle.23

2.b. Se incluyen las hojas de datos de seguridad de las Sustancias Peligrosas que se utilizarán y/o transportarán y que presenten características Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas e Inflamables (CRETI). El formato de las hojas de seguridad se conforma de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de Peligros y Riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, o aquella que la modifique o sustituya.....37

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....39

3.a. Descripción de los aspectos abióticos como el clima, preferentemente para el periodo de los últimos diez años (temperatura ambiente: máximas, promedios, mínimas; velocidad y dirección de viento; humedad relativa; presión atmosférica; entre otros). Así como los datos de geología, geomorfología y tipo de suelos.....39

3.b. Señalar las especies de flora y fauna que se encuentran en la región donde se ubica o se ubicarán las Instalaciones o tratándose de transporte por medios distintos a ductos, en la zona de las rutas de transporte.....59

3.c. Zonas vulnerables.....60

3.d. Reportar, en caso de que exista un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del Proyecto, los hallazgos encontrados en dicho historial, considerando preferentemente la información de los últimos diez años, indicando la referencia o fuente de donde fue tomada.....64

3.e. Señalarán la siguiente información del entorno:.....66

3.1. Proyecto.....67

3.3. Transporte por medios distintos a ductos.....68

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.....72

4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.....72

4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.....77

4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES.....78

4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO.....78

4.1.4 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.....81

4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.....84

4.2.1 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS.....84

4.2.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS85

V. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.....90

VI. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.....103

6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....104

6.2. INTERACCIONES DE RIESGO.....114

VII. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.....118

VIII. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO	120
8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD	120
8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS	125
8.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	128
IX. CONCLUSIONES	131
X. RESUMEN EJECUTIVO	134

Objetivo.

Generar un documento que integra la Identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos de procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los escenarios de riesgo generados por la construcción y operación de una de una Planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso vehicular, así como la existencia de dispositivos, sistemas de seguridad, salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de riesgo identificados; incluyendo el análisis de las interacciones de riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de riesgos a un nivel tolerable.

Alcance.

Este documento contiene los requisitos mínimos que se deben observar para la elaboración de los análisis de riesgo para proyectos y/o instalaciones competencia de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección del Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Este documento se basa en la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburo SEMARNAT-ASEA y se ajusta a lo establecido en las disposiciones administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicable a las actividades de expendio al público de gas natural, gas licuado de petróleo y petrolíferos.

El alcance de ese documento se centra en la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgo mediante metodologías estructurales empleando un proceso metodológico, sistemático y consistente que permita la identificación de peligros de manera exhaustiva, y se evaluarán los riesgos en el proceso en cuestión documentando la existencia de sistemas y dispositivos de seguridad, y/o medidas de reducción de riesgos para eliminar, prevenir, controlar, minimizar o mitigar los escenarios de riesgo a un nivel de riesgo tolerable del proceso involucrado y, entre otros, a los siguientes aspectos: actividad dentro de la cadena de valor del Sector Hidrocarburos; complejidad de los procesos físicos y/o químicos involucrados; características, cantidades y volúmenes de sustancias peligrosas a procesar, manejar, almacenar y transportar; información disponible de la tecnología del proceso; experiencia requerida para aplicar las metodologías.



ESTUDIO DE RIESGO DE LA EMPRESA "ZAGAS DE PEÑASCO, S.A DE C.V."

Planta de Almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular

Altura del km 100 de la Carretera Santa Ana-Caborca, en Pitiquito, Municipio de Pitiquito, Sonora, C.P. 83724

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

1.a. Proyecto.

"Construcción y operación de una de una Planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular".

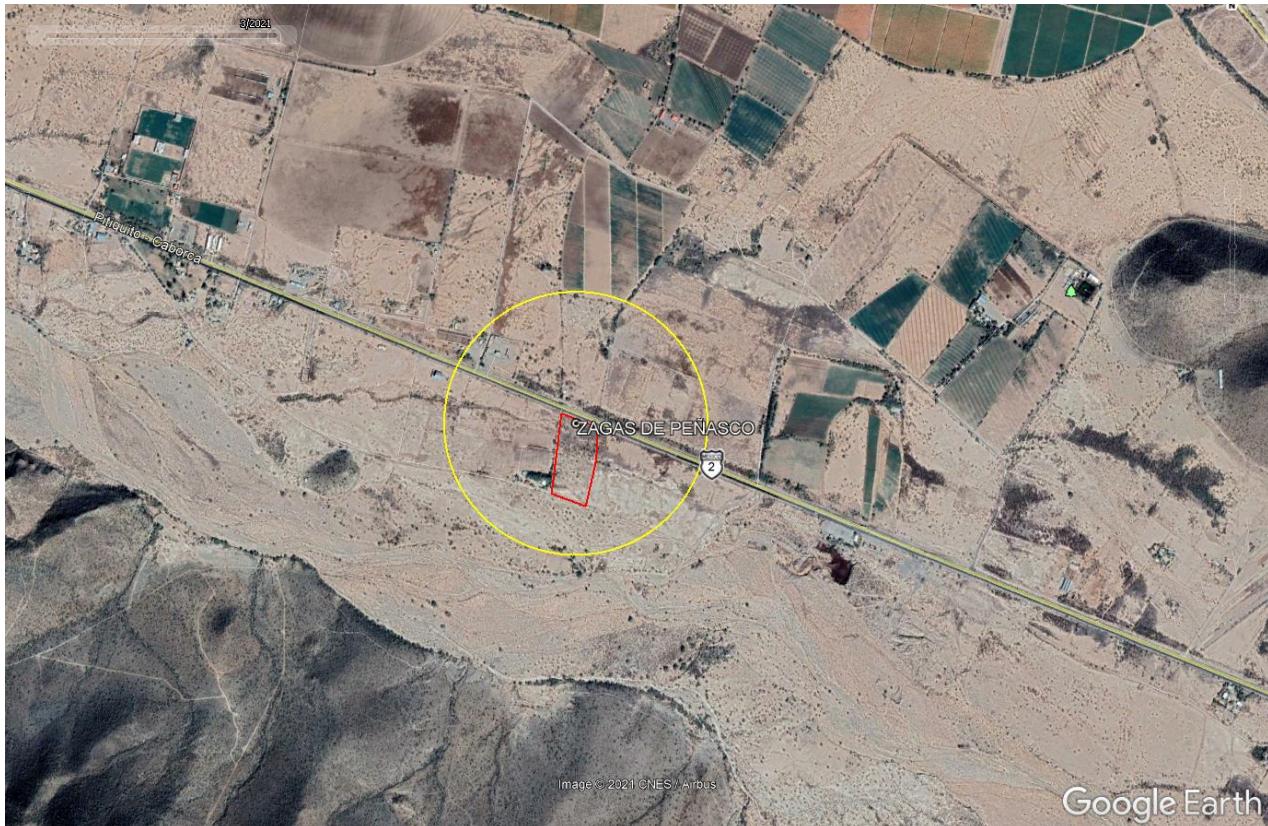
Fecha programada para el inicio de operaciones (proyectos nuevos) o la fecha de inicio de operación (instalaciones en operación).

No se tiene fecha de inicio de operaciones del proyecto de Construcción y operación de la Planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular de la empresa "**ZAGAS DE PEÑASCO, S.A DE C.V.**", sin embargo, se dará cumplimiento a los requerimientos legales, normativos y técnicos para iniciar la construcción del proyecto.

1.b. Ubicación del proyecto

A la Altura del km 100 de la Carretera Santa Ana-Caborca, en Pitiquito, Municipio de Pitiquito, Sonora, C.P. 83724

Imagen I.1- Vista satelital 2021 Google, a una elevación de 294 metros.



El círculo amarillo indica una distancia de 500 metros a la redonda de la Planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P. y estación de carburación para uso vehicular.

Tabla I.1- Coordenadas de la Instalación.

NOMBRE DEL PROYECTO	COORDENADAS			
	GEOGRÁFICAS		UTM WGS 84 / Zona 12 R	
"Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular"	Longitud	Latitud	X	Y
	30° 41' 47.06" N	112° 5' 57.15" O	394,728.82 m E	3,396,472.37 m N

1.c. Criterios, normas, códigos , estándares, buenas prácticas, entre otros consideradas para la elaboración de las bases de Diseño del Proyecto específicos para afrontar y reducir los posibles Riesgos derivados de la susceptibilidad de la zona a los fenómenos naturales o actividades antropogénicas; y efectos adversos (inundaciones, huracanes, tornados, vientos extremos, heladas, tormentas eléctricas, sismos, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, vulcanología, entre otros)..

Normas consideradas para la elaboración de las bases de diseño del proyecto.

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH/2014 "Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación".
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004 "Estaciones de Gas L. P. para carburación. Diseño y Construcción"
- NOM-001-ASEA-2019, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.NOM-005-SCFI-2011, Instrumentos de medición-sistema para medición y despacho de Diésel y otros combustibles líquidos - Especificaciones, métodos de prueba y de verificación.
- NOM-063-SCFI-2001, Productos eléctricos - Conductores - Requisitos de seguridad.
- NOM-185-SCFI-2012, Programas informáticos y sistemas electrónicos que controlan el funcionamiento de los sistemas para medición y despacho de Diésel y otros combustibles líquidos - Especificaciones, métodos de prueba y de verificación.
- NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil - Colores, formas y símbolos a utilizar.
- NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.
- NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM.054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial.
- 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.
- NOM-080- SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

- NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
- NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad.
- NOM-002-STPS-2010, Condiciones de Seguridad - Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-004-STPS-1999. Relativa a los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinarias, equipos y accesorios en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
- NOM-009-STPS-2011, Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.
- NOM-010-STPS-2014. Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control.
- NOM-011-STPS-2001. Relativa a las condiciones de Seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo
- NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad.
- NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- NOM-027-STPS-2008, Actividades de soldadura y corte - Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-028-STPS-2005. Organización del trabajo - Seguridad en los procesos de sustancias químicas
- NOM-030-STPS-2009. Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo
- NOM-031-STPS-2011, Construcción - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
- NOM-033-STPS-2015, Condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados.
- NOM-001-SEDE-2012. Norma Oficial Mexicana, "Instalaciones Eléctricas (Utilización)
- N-CMT-5-03-001, Características de los materiales, Parte 5 Materiales para señalamiento y dispositivos de seguridad. (SCT - Libro CMT)
- NMX-R-050-SCFI-2006, Accesibilidad de las personas con discapacidad a espacios construidos de servicio al público - Especificaciones de Seguridad.
- API STANDARD 2610 Diseño y Construcción
- API RP 1621- Control de existencias de líquidos a granel en puntos de venta. Instituto Americano del Petróleo
- NEMA Publicación de estándares, Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos.

- NFPA 90A- Norma para la instalación de sistemas de aire acondicionado y ventilación; Asociación Nacional de Protección contra el Fuego.
- NFPA 303- Norma de protección contra incendios para puertos deportivos y astilleros; Asociación Nacional de Protección contra el Fuego.
- NFPA 780- Estándares para la instalación de Sistemas de Protección contra Rayos.
- NFPA No. 70 Código Eléctrico Nacional
- NFPA No. 72 Código Nacional de Alarmas y Señalización de incendios
- NFPA 15 Estándar para sistemas fijos de aspersión de agua para la protección contra incendios.
- ASME/ANSI B31.3 Tuberías de proceso
- NRF-028-PEMEX-2010, Diseño y construcción de recipientes a presión.
- NRF-137-PEMEX-2012, Diseño de estructuras de acero terrestres.
- PEI/RP-800 Prácticas Recomendadas por el Instituto de Equipos de Petróleo.
- NOM-022-STPS-2008, Electricidad estática en los Centros de Trabajo - Condiciones de Seguridad.
- SWRI 93-01- Requisitos de prueba para tanques de almacenamiento de combustible líquido inflamable protegidos sobre el suelo; Instituto de Investigaciones del sureste
- TP-201.1E- Tasa de fuga y presión de apertura de las válvulas de ventilación de presión / vacío.
- UL-142- Tanques de acero sobre el suelo para líquidos inflamables y combustibles.
- UL-525- Norma de seguridad para apagallamas.
- (Primera Sección) Diario Oficial lunes 7 de noviembre de 2016
- UL-2080- Norma para tanques resistentes al fuego para líquidos inflamables y combustibles.

Normas observadas para las etapas de diseño, construcción, operación y mantenimiento.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH/2014 “Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación”.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004 “Estaciones de Gas L. P. para carburación. Diseño y Construcción”.

Criterios para la susceptibilidad de la zona a los fenómenos naturales o causados por el hombre, efectos hidrometeorológicos adversos (inundaciones, huracanes, tornados, vientos extremos, heladas, tormentas eléctricas, sismos, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, vulcanología, entre otros).

En un radio de 500 metros, próximos al proyecto en sus cuatro puntos cardinales se encuentran casas habitación, el centro de población más cercano es Puerto Peñasco, se encuentran muchas zonas sin actividad.

La información obtenida de la integración de las zonas vulnerables con la información cartográfica recopilada del análisis de riesgo del municipio de Puerto Peñasco fue analizada con las coberturas de edafología, geología, pendientes, vegetación y uso del suelo, entre otras.

Para el análisis de peligros geológicos, en la proximidad al PROYECTO, este se ubica dentro de la subprovincia Fisiográfica denominada subprovincia de la subprovincia sierras y llanuras sonorenses, la cual se distingue por sierras bajas separadas por llanuras. Al no contar con estructuras considerable y presentar pendientes muy suaves, se descarta la presencia de problemas por inestabilidad de laderas.

En la zona del PROYECTO, no se encontró manifestación de hundimientos, sin embargo, no se descarta la posibilidad de encontrar asentamientos diferenciales debido al tipo de litología presente en el lugar. En cuanto los sismos, hasta la fecha no han registrado, sin embargo, si llegará a ocurrir un movimiento sería de baja magnitud.

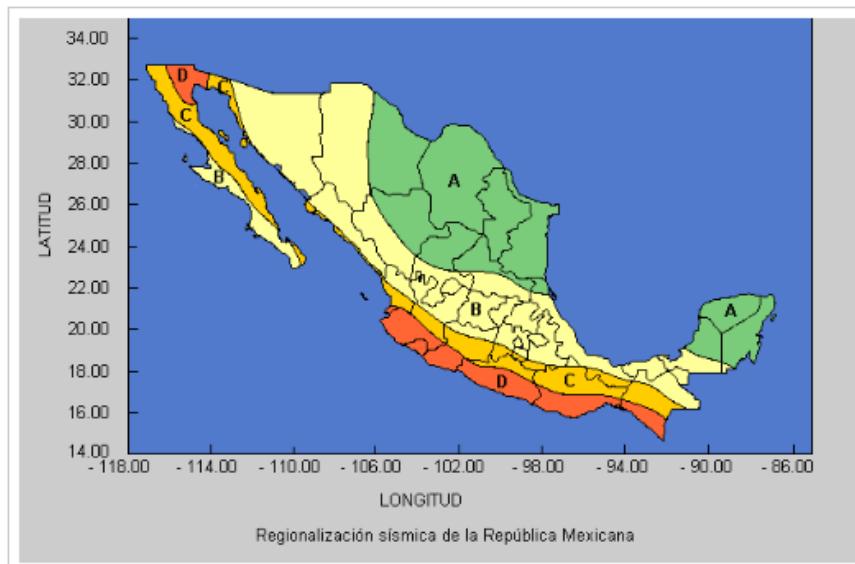
En cuanto a peligros hidrometeorológicos, se analizaron inundaciones por escurrimientos y desbordamiento de cuerpos de agua, así como encharcamientos, para el caso de inundaciones no se presentan al igual que no se presentan desbordamientos, ya que no cuenta con ningún escurrimiento de importancia y las inundaciones en este lugar se dan principalmente por encharcamiento y canales.

Se aplican medidas de prevención y atención de emergencias derivadas de accidentes relacionados con la operación del proyecto, así como por altos riesgos naturales (sismos, inundaciones, huracanes, etc.). Se instrumentarán planes de emergencias para la evacuación de la población en caso de accidentes, planes de emergencias como respuesta a derrames y/o explosiones de combustibles y solventes, de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas.

- El Estado de Sonora se localiza en las zonas sísmicas B y C.

El proyecto se encuentra en la zona C es una zona donde se tienen registros frecuentes de sismos. La alta sismicidad en el país es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados, aunque estas últimas menos peligrosas. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico, pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, de aquí la incidencia de sismos.

Baja California, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y el Distrito Federal.



Criterios Ambientales considerados en la selección del sitio.

AMBIENTALES	TÉCNICOS	SOCIOECONÓMICOS
Ubicado dentro de la empresa.	Es una obra de necesidad para la empresa.	Se pretende cumplir con la demanda de combustibles de la empresa.
Su oportuna planeación para dar servicio a las unidades de la empresa.	Su establecimiento se programó para dar servicio a las unidades de la empresa.	Apoyará la recarga de combustible oportuna en tiempo y forma.
No genera el desplazamiento de vegetación.	El proceso de operación no genera desequilibrio ecológico alguno.	Es una obra que se construyó dentro de los parámetros establecidos por las políticas de desarrollo municipal.
No forma barreras que dividan el sitio con el entorno.	El proceso de operación no genera desequilibrio ecológico alguno.	
	Se tienen consideradas todas las medidas de seguridad durante la operación de la Planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular).	Permite mantener los empleos.

1.d. Los Regulados describirán los accesos (marítimos y terrestres) del Proyecto,

El municipio de Puerto Peñasco cuenta con infraestructura de acceso aéreo y carretero. Actualmente, las necesidades de transporte del municipio son atendidas por vía terrestre, principalmente.

Acceso terrestre.

Los accesos terrestres a Puerto Peñasco son la Carretera Federal Puerto Peñasco-Sonoyta y la carretera Estatal Puerto Peñasco-Caborca. El municipio cuenta con un total de 233.4 Kms. de carretera, de los cuales 55 Km. son de carreteras pavimentadas de troncal federal; 67.4 Km. de carretera estatal y 110 Km. de brechas mejoradas.

Se conecta con la capital del Estado vía Caborca; y por la carretera Puerto Peñasco-Sonoyta se conecta hacia San Luis Rico Colorado y Mexicali (hacia el noroeste) y con Lukeville, Arizona hacia el norte.

Los tramos carreteros que registran mayor afluencia son los que conectan con la capital del Estado; sin embargo la afluencia de visitantes a Puerto Peñasco arriba de la región de Arizona, vía Sonoyta.

Acceso Aéreo

El municipio de Puerto Peñasco cuenta con una pista de aterrizaje de 1,500 metros de longitud, la cual recibe únicamente vuelos privados; aunque recientemente entrarán en operación algunos vuelos charter en la ruta Phoenix-Peñasco.

1.e. En caso de que los Regulados celebren contratos con compañías externas que desarrollen actividades comerciales, industriales y/o servicios (por ejemplo: trasvase, carga y descarga de productos) dentro de sus Instalaciones, describirán detalladamente dichas actividades precisando nombre de las compañías, volúmenes de carga y descarga, número de operadores, tiempo promedio de estadía en la Instalación, entre otras.

Para las actividades dentro de las instalaciones solamente será descarga de fulles por parte de la compañía AUTOTANQUES ZAGAS S.A. DE C.V. propiedad de la empresa, con una descarga de 91,380 litros cada 24 horas, 2 operadores, con un tiempo de estadía de 4 a 6 horas por descarga.

1.f. Autorizaciones oficiales con las que cuentan para realizar la actividad del Sector Hidrocarburos (Permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o por la Comisión Reguladora de Energía o, en el caso de títulos de asignación y contratos, a un Plan o Programa de Exploración o a un Plan o Programa de Desarrollo para la Extracción aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos; y autorización en materia de Impacto Ambiental), señalando que la autorización que le aplique, está vigente y es consistente con la capacidad y equipos que comprende el Análisis de Riesgo que se está elaborando.

Se anexa permiso ante SENER de AUTOTANQUES ZAGAS S.A. DE C.V. para el traslado, trasportación y almacenamiento del producto hacia la planta de Distribución.

1.g. Integrar un anexo fotográfico en el que se identifique el número de la fotografía y se describan de manera breve los aspectos que se desea destacar del Proyecto, como pueden ser Instalaciones, áreas o equipos críticos.

El entorno que prevalece en la zona de interés ha sido modificado por el cambio de uso de suelo natural a zonas de cultivo y la construcción ya transitada de la Carretera Internacional México-Tijuana. Actualmente el paisaje corresponde básicamente a terrenos de cultivo y algunas construcciones habitacionales de los dueños de los predios.

En la siguiente figura se presenta una visión general del paisaje actual de la zona.



1.h. indicar si las actividades a desarrollar se encuentran contempladas o permitidas en los Programas de Desarrollo Urbano municipal, estatal o nacional.

Este tipo de proyectos están considerados en el Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021 del municipio de Pitiquito (PMDP). Dicho plan se encuentra encaminado y atiende a las necesidades comerciales, culturales y sociales actuales

de los integrantes del Municipio, considerando la naturaleza del Proyecto, se considera que es congruente con su marco regulatorio vigente.

Las actividades a desarrollar se encuentran contempladas en el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021 del estado de Sonora (PEDS). El Proyecto contribuye al cumplimiento de lo establecido en el PEDS, en el sentido que se dará paso a la expansión económica fundamentada; lo anterior, repercutirá en la generación de empleos y crecimiento económico de la región.

Las actividades a desarrollar se encuentran contempladas en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, Poder Ejecutivo Federal, cuya principal estrategia Económica, es la de detonar el crecimiento, impulsando la reactivación económica, el mercado interno y el empleo, fomentando la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura como la del presente proyecto.

1.1. Proyecto.

1.1.a. Tablas de información con las características de los equipos de proceso principales y auxiliares

Tabla 1. Características de equipos principales del Proyecto.

Descripción	TAG	Año Fab.	Capacidad en m ³	Dimensiones	Código de Diseño	Materiales de construcción	Tiempo de vida útil	Sustancia manejada	Estado o físico de la sustancia	Presión de Prueba Hidrostática kg/cm ²	*Flujo de diseño y operación	*Presión de diseño y operación en kg/cm ²	*Temperatura de diseño y operación en °C	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
											Mín./ Normal/ Máx.	Mín./ Normal/ Máx.	Mín./ Normal/ Máx.		
Tanque Cilíndrico horizontal de Almacenamiento Planta (TATSA)	N/A	2019	150	18.11 X 3.38	NOM-009-SESH-2011	Placa Acero al carbón. SA-612-B	50 años	Gas LP	líquido	14.06	N/A	14.06	Diseño: 37.80 °C Operación: 36.50 °C	Válv. Exceso flujo, de retorno líquido, de seguridad, de max. Llenado, etc	Planta
Tanque Cilíndrico horizontal de Almacenamiento Estación	N/A	En fabricación	5	1.17 X 4.95	NOM-009-SESH-2011	Placa Acero al carbón. SA-612-B	50 años	Gas LP	líquido	14.06	N/A	14.06	Diseño: 37.80 °C Operación: 36.50 °C	Válv. Exceso flujo, de retorno líquido, de seguridad, de max. Llenado, etc	Est. Carburación

Nota: Para Instalaciones en Operación, los Regulados indicarán los flujos, presiones y temperaturas de diseño y operación.

Tabla 2. Características de equipos auxiliares del Proyecto.

Descripción	TAG	Año Fab.	Capacidad en m ³	Dimensiones	Código de Diseño	Materiales de construcción	Tiempo de vida útil	Sustancia manejada	Estado o físico de la sustancia	Presión de Prueba Hidrostática kg/cm ²	Flujo de diseño y operación	Presión de diseño y operación en kg/cm ²	Temperatura de diseño y operación en °C	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
Bomba Planta	CORKEN FF150	2020	454 L.P.M. (120 G.P.M.)			Acero	15 años	Gas Licuado del Petróleo			378 lpm	5 Kg/cm ²		Paro de emergencia, válvula manual, extintores Co ₂ y P.Q.S.	Área de almacenamiento
Compresor Planta	CORKEN 490	2020	734 L.P.M. (194 G.P.M.)			Acero	15 años	Gas Licuado del Petróleo			636 lpm			Paro de emergencia, válvula manual, extintores Co ₂ y P.Q.S.	Área de almacenamiento
Dispensario	D-1		3 hp								132 lpm				
Bomba	B-2		10 hp								378 lpm				

Nota: Para las celdas en donde no aplique lo solicitado indicar "NA"

Fotografías tomadas de Memoria Técnico Descriptivo y Justificada de los equipos auxiliares del proyecto.

b) Bombas:

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego será la siguiente:

Número:

I

Operación básica:

Llenado de auto-tanques

Marca

CORKEN

Modelo

FF150

Motor eléctrico:

10 C.F.

R.P.M.:

640

Capacidad nominal:

454 L.P.M. (120 G.P.M.)

Presión diferencial de trabajo (máx.):

5 Kg/cm²

c) Compresor:

Número:

I

Operación básica:

Descarga de semirremolques

Marca:

CORKEN

Modelo:

490

Motor eléctrico:

15 C.F.

R.P.M.:

780

Capacidad nominal:

734 L.P.M (194 G.P.M.)

1.1.b. Características y códigos de diseño

a). Cuarto de control: Tipo, ubicación, dimensiones, si es a prueba de explosión, diseño del sistema de supresión de incendio, sistema de presión positiva, control de temperatura, tipo de agente extintor y si el cuarto de control está tripulado habitualmente;

Proyecto Interior

a). Centro de cargas:

Se contará con un tablero principal localizado al Noroeste del terreno de la Estación al lado de las oficinas. Este tablero estará formado por interruptores, arrancadores y tablero de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, y tendrá los siguientes componentes:

- Se contará con un interruptor general de 3 x 70 A.
- 1 tablero "A" para alumbrado general de la Estación, contactos y servicio de oficina y sanitario con interruptor de 3 x 30 A.
- 1 tablero para alarma con interruptor de 2 x 30 A.
- 1 combinación de interruptor de 3 x 30 A con arrancador magnético a tensión plena para motor bomba gas-líquido de 5.0 H.P.

b). Derivaciones hacia el motor:

La derivación de alimentación hacia el motor partirá directamente desde el arrancador colocado en el tablero principal. Cada circuito realizará su trayecto por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

c). Tipo de motor:

El motor estará instalado en el área considerada como peligrosa y, por lo tanto, será a prueba de explosión.

d). Control del motor:

El motor se controlará por estaciones de botones a prueba de explosión ubicados según indica el plano. El conductor de esta botonera, será llevado hasta el arrancador contenido en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior y alumbrado de toma de suministro.

e). Alumbrado exterior:

El alumbrado general exterior de la estación y de la zona de almacenamiento será con luminaria vapor de mercurio autosal A.P.E. de 200w/220v para instalarse en poste. Para la zona de la toma de suministro de carburación se tendrán instaladas lámparas incandescentes a prueba de explosión de 220v, 200 w, Tipo Eva, Clase 1, Div. 1 y 2.

De igual forma se contará con la siguiente luminaria para la zona de oficina, sanitarios y zonas restantes de la estación:

- Centro incandescente 100w/127v
- Luminaria fluorescente 2 x 40w/127v + balastro

b). Sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con Riesgos potenciales de incendio, explosión y toxicidad: Tipo, ubicación de las válvulas y forma de accionamiento;

Se contará con un sistema de tierras que tendrá como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la Estación de Gas L.P. en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. Además, el sistema de tierras cumple con el propósito de disponer de caminos frances de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

En el plano correspondiente se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de copperweld.

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

Las tuberías que van del tanque de almacenamiento a la toma de suministro de carburación estarán alojadas dentro de una trinchera con terminación de concreto y rejillas metálicas removibles, permitiendo su visibilidad, ventilación y mantenimiento. Estas tuberías estarán instaladas sobre soportes que evitarán su flexión por peso propio.

c). Sistemas de contención para derrames: Pendientes, drenajes, muros de contención, diques, tanques con doble pared;

La zona de almacenamiento estará protegida perimetralmente de la siguiente manera:

- Al Sur, Este y Oeste se encontrará protegida por malla ciclón en postes de fierro galvanizado de 1.50 metros de altura sobre un medio de protección de muro de tabique de 1.10 metros de altura sobre el NPT.
- Al Norte se tendrá construido un medio de protección de muro de tabique de 3.00 metros sobre el NPT.

d). Sistemas de desfogues: PSV's (Pressure Safety Valves, por sus siglas en inglés) y si los desfogues están dirigidos a un cabezal de venteo o a un quemador;

La toma de suministro será de 25 mm (1") de diámetro y contará con una válvula de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/cm² con válvula manual de desfogue.

e). Sistemas de instrumentación: Especificaciones de los principales elementos de medición y control;

Controles manuales, automáticos y de medición.

a. 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/cm², las cuales permanecerán cerradas o abiertas, según el sentido del flujo que se requiera.

b. Controles automáticos:

A la descarga de la bomba se contará con un control automático de 32 mm (1¼") de diámetro para retorno de gas-líquido excedente a los tanques de almacenamiento, este control consistirá en una válvula automática, la que actuará por presión diferencial y estará calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² (71 Lb/in²).

c. Controles de medición:

Para la toma de suministro, se contará con un medidor volumétrico Marca SCHLUMBERGER (NEPTUNE), Tipo 4D de (1½") 38.0 mm de entrada y salida para llenar a las unidades.

Este medidor volumétrico controlará el abastecimiento de Gas L.P. a tanques montados permanentemente en vehículos que usen este producto como carburante.

El medidor de flujo para suministro de Gas L.P. tienen las siguientes características:

Marca: SCHLUMBERGER (NEPTUNE)	
Tipo:	4D
Diámetro de entrada y salida:	38.0 mm
Capacidad:	Máx. 227 L.P.M. (60 G.P.M) Mín. 45 L.P.M. (12 G.P.M)
Presión de trabajo:	24.6 Kg/cm ²
Capacidad del totalizador:	99, 999,999 lt
Capacidad del registro-impresor:	99,999.9 lt

Para la mejor protección contra daños mecánicos de la toma junto con el medidor y demás accesorios, ésta se ubicará sobre una isleta de concreto de 0.15 metros de altura sobre el NPT, la cual contará en sus extremos con protección contra impacto vehicular a base de postes tubulares de 4" de diámetro en forma de grapa y que además tendrá la pendiente necesaria para evitar el estancamiento de aguas pluviales.

Para la protección contra la intemperie se contará con un cobertizo en la isleta. Dicho cobertizo estará hecho a base de estructura metálica con lámina galvanizada en el techo y soportada por columnas metálicas, de tal forma que permita la libre circulación de aire.

Antes del medidor se tendrá una válvula de cierre manual y después de la válvula diferencial con una válvula de relevo de presión hidrostática de 13 mm (1/2") de diámetro, así como una válvula de cierre manual.

También se contará con un Registro Electrónico RI-505 EC que permitirá lograr un mayor control y administración de Gas L.P.

Los medidores que se tendrán instalados contarán con la aprobación de la Dirección General de Normas, Dirección de Certificación de la Calidad, validándose dicha aprobación periódicamente.

f). Sistema contraincendios: Ubicación y diámetro de la red contraincendios y sus elementos como sistemas de aspersión, hidrantes, tomas siamesas, válvulas de seccionamiento, cámaras de espuma, capacidad del tanque de agua

contraincendios, tipo y número de bombas contraincendios, tipo y ubicación de extintores, sistema de mitigación para áreas tripuladas y no tripuladas y sistema de bombeo para servicio contraincendios;

La instalación contará con un sistema cuya finalidad será prevenir, controlar y, en su caso, combatir incendios a través de una serie de elementos tales como;

a) Extintores manuales:

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tendrán instalados extintores de polvo químico y bióxido de carbono del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares indicados en el plano y a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidas del piso a la parte más alta del extintor.

Área	No. Extintores	Tipo	Clase	Radio de cobertura (m)
Toma de suministro	2	Fosfato mono amónico	ABC	2.68
Zona de almacenamiento	2	Fosfato mono amónico	ABC	2.68
Bomba	---	Fosfato mono amónico	ABC	2.68
Sanitarios	1	Fosfato mono amónico	ABC	3.29
Oficina	2	Fosfato mono amónico	ABC	3.29
Tablero Eléctrico	1	Bióxido de Carbono	C	2.92

b) Accesorios de protección:

La estación contará con un gabinete de equipo contra incendio, el cual estará constituido por un traje de amianto, cascos, guantes, botas, etc.

De igual forma contará con un anaquel con mata chispas de diferentes diámetros, los cuales serán adaptados a todos los vehículos que entren a la estación.

c) Alarmas:

Las alarmas que se instalarán serán del tipo sonoro claramente audible en el interior de la estación, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operarán con corriente eléctrica CA. 127V

d) Comunicaciones:

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

e) Manejo de agua a presión:

Conforme a la clasificación y la capacidad de agua de almacenamiento total de la Estación, no se requiere de manejo de agua a presión, de acuerdo con el numeral 10.1 de la NOM-003-SEDG-2004

f) Entrenamiento personal:

Para tener una mejor preparación en cuanto al uso del sistema contra incendio se procederá a impartir un curso de entrenamiento del personal, que abarque los siguientes temas:

- I. Posibilidad y limitaciones del sistema.
- II. Personal nuevo y su integración al sistema de seguridad.
- III. Uso de manuales.

g). Sistemas de detección de gas y fuego: Tipo y ubicación de detectores, de alarmas visuales y audibles y de estaciones de alarma;

Alarmas. Las alarmas que se instalarán serán del tipo sonoro claramente audible en el interior de la estación, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operarán con corriente eléctrica CA. 127V

Comunicaciones. Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especificarán los números a marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondiente al área, como Cruz Roja, unidad de emergencia del IMSS cercana, etc., contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los conductores para que en caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la estación hasta nuevo aviso.

h). Civil y estructural: De las áreas de proceso del Proyecto, así como de los equipos donde se manejan materiales considerados de alto riesgo. En su caso, tipo de protección ignífuga y qué elementos están cubiertos;

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

Las tuberías que van del tanque de almacenamiento a la toma de suministro de carburación estarán alojadas dentro de una trinchera con terminación de concreto y rejillas metálicas removibles, permitiendo su visibilidad, ventilación y mantenimiento. Estas tuberías estarán instaladas sobre soportes que evitarán su flexión por peso propio.

i). Servicios auxiliares: Tipo de servicios externos e internos, su ubicación y su importancia en la operación de sectores críticos,

Se contará con la Unidad Interna de Protección Civil; se contará también con el servicio de emergencia 911; servicios de emergencia (Cruz Roja).

j). Rutas de traslado de los materiales de alto riesgo: Descripción de la ruta habitual y en su caso de las rutas alternativas.

- Como ruta habitual de AUTOTANQUES ZAGAS S.A. DE C.V. para el traslado del material hacia las instalaciones de Almacenadora de Gas WINDSTAR S. de R.L. de C.V. con domicilio Carretera San Pedro a Zamora km. 07 colonia el Tijerito, Hermosillo, Sonora México. C.P. 83300.
- Con destino final hacia la Planta de almacenamiento Pitiquito (proyecto) con dirección en Km.100 de la carretera Santa-Caborca, Municipio de Pitiquito, Estado de Sonora. México.



ESTUDIO DE RIESGO DE LA EMPRESA "ZAGAS DE PEÑASCO, S.A DE C.V."

Planta de Almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular

Altura del km 100 de la Carretera Santa Ana-Caborca, en Pitiquito, Municipio de Pitiquito, Sonora, C.P. 83724

1.2. Transporte por medios distintos a ductos

1.2.a. Medio de transporte a utilizar (Carro-tanque, Buque-tanque, Auto-tanque, barcaza, entre otros), indicando como mínimo las siguientes características:

Tabla 15. Resumen de las características del sistema de transporte por medios distintos a ducto.

Tipo	Origen	Destino	Tipo de recipiente o contenedor	Capacidad (m³ o barriles)	Sustancia Peligrosa	Guía de respuesta en caso de emergencia (Guía Naranja ¹)		Código IMDG ²		Condiciones de transporte	
						No. de identificación de Riesgo	No. de guía	Clase o división	No. ONU	Presión kg/cm²	Temperatura °C
Terrestre		Pitiquito	Auto-tanque	24 m³	Gas Licuado de petróleo	1075	115	---	---	7	Ambiente

1.2.b. Indicar si los medios de transporte de Gas Natural, Gas LP y Petrolíferos son propios o subcontratados (tractocamiones y recipientes o contenedores), así como si el personal que conduce las unidades es subcontratado o es personal de la empresa.

AUTOTANQUES ZAGAS, S.A. DE C.V. cuenta con tracto camiones recipientes transportables propiedad de la empresa ZAGAS DE PEÑASCO, S.A. DE C.V., nuestro personal colaborador con perfil y puesto de chofer operador de tracto camión.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

2.a. Describir de manera detallada el proceso por líneas de producción, si se realiza por medio continuo o por lotes, en su caso las reacciones principales y secundarias, las operaciones unitarias, los equipos y las sustancias involucradas, particularmente en las que intervengan Sustancias Peligrosas, anexando los diagramas de bloques correspondientes y la tecnología del proceso, entre ellas la filosofía de operación. Los Regulados indicarán todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando las características de peligrosidad y aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando el nombre de la sustancia, el Número de registro CAS, el flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), la concentración, la capacidad máxima de producción en toneladas por día, la cantidad máxima de almacenamiento en toneladas, el tipo de almacenamiento y la cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas. Lo anterior, se integrará en la tabla 16, en la que se indiquen todos los datos anteriores a detalle.

La operación de la planta no involucra ningún tipo de reacción química, debido a que únicamente se almacena y suministra Gas L.P, el cual es un combustible que se almacena, transporta y distribuye a alta presión, en estado líquido y en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano, por lo que su operación se considera relativamente simple.

En cuanto al aspecto ambiental el Gas L.P. es un combustible limpio, Las medidas instrumentadas en los últimos años para controlar los niveles de contaminación en el País, han generado resultados favorables en el caso del plomo y el dióxido de azufre, ya que ambos se han mantenido por debajo de sus respectivas normas; mientras que el monóxido de carbono ha presentado excedentes ocasionales a su norma.

No obstante, aún persiste la problemática del ozono como un contaminante que rebasa cotidianamente su norma. Esta situación es resultado de la quema diaria de más de 44 millones de litros de combustibles por parte del transporte, la industria, los servicios y los hogares, lo que provoca la emisión de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, contaminantes que participan en una serie de reacciones químicas promovidas por la alta radiación solar que dan origen al ozono.

Un problema de calidad del aire que ha tomado relevancia en los últimos tres años, es la presencia de niveles altos de partículas, especialmente aquellas denominadas como fracción respirable (PM10 y PM2.5), debido a su impacto en la salud de la población. Sin embargo, se ha observado que esta situación no se ha generalizado en México, además de que el monitoreo y los estudios llevados a cabo para su entendimiento son aún incipientes. Los avances para el conocimiento de la problemática de calidad del aire han incluido la incorporación y mejoramiento de metodologías.

Así, la cobertura de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) se ha incrementado, se han instrumentado métodos para la cuantificación de las emisiones provenientes de las fuentes industriales, servicios, vehículos automotores, aviones, locomotoras y fuentes naturales, así como herramientas sofisticadas de análisis y pronóstico (modelos y sistemas de información geográfica). Sin embargo, las condiciones atmosféricas que prevalecen continúan incidiendo de manera significativa en el comportamiento de los contaminantes atmosféricos.

Así pues, uno de los aspectos más importantes que preocupan para el desarrollo de las sociedades presentes es el deterioro ambiental, cuyo componente principal es el aire el cual se encuentra en una situación vulnerable por la presencia de una gran variedad de contaminantes que dejan huella en la atmósfera y la imposibilitan para controlar aquellos factores dañinos para el desarrollo saludable de la vida.

La necesidad de ofrecer mejores niveles de vida a los habitantes trae como consecuencia el desarrollo de alternativas que aseguren la preservación del medio ambiente y de los ecosistemas. Las instalaciones como la que se pretende, presentan un combustible alterno el cual genera una menor cantidad de contaminantes.

Desde el punto de vista ambiental, es bien claro que el Gas L.P. posee propiedades que favorecen en su combustión y que lo convierten en un combustible mejor que la gasolina. Su estado gaseoso y su bajo peso molecular facilitan las reacciones de oxidación dentro de los cilindros de los motores dando como resultado una combustión más completa y eficiente. La eficiencia se manifiesta tanto en la economía del combustible como en la menor generación de compuestos residuales contaminantes.

El Gas licuado juega un papel de primordial importancia en los hogares mexicanos, por ser el combustible de mayor uso en ese segmento (doméstico) de mercado. Asimismo, el nivel de consumo sitúa al mercado del Gas L.P. de México como uno de los más grandes del mundo.

La ventaja principal del Gas LP es que puede ser manejado con la conveniencia de un líquido y utilizado con el beneficio particular de los combustibles Gaseosos. Otras ventajas son que se quema totalmente, sin dejar residuos o cenizas; no produce humo ni hollín si se le usa adecuadamente; su llama es muy caliente.

La actividad que se realizará dentro de las instalaciones dentro de Planta de Almacenamiento no se encuentra catalogada como un proceso, dado que únicamente se amacena y distribuye o suministra Gas L.P., siendo operaciones que no involucran la alteración del producto.

A continuación, se describen de forma general las operaciones realizadas en Planta de Almacenamiento respectivamente:

Operaciones dentro de Planta de Almacenamiento

El proceso de producción en Planta de Distribución es mediante Full de Gas L.P.: el recibido de Gas Licuado de Petróleo a través de la toma de recepción a un tanque de almacenamiento con una capacidad total de 150,000 litros de agua, tipo intemperie cilíndrico-horizontal y su posterior trasiego a auto-tanques de reparto para su distribución a sistemas estacionarios domiciliarios.

El procedimiento de almacenamiento y distribución en Planta consistirá básicamente en:

Descarga-Toma de Recepción: El Gas será suministrado mediante Full de Gas L.P., los cuales serán conectados a los sistemas de trasiego para llenado del tanque de almacenamiento, esta operación se llevará a cabo en la toma de recepción.

Descarga: La descarga consistirá en conectar las mangueras del autotanque de abastecimiento del Gas L.P., a las conexiones correspondientes del recipiente de almacenamiento y, por medio de la bomba de combustible del auto-tanque, se bombeará el combustible al tanque de almacenamiento, el cual contará con un medidor de flujo. Una vez que se descargue el volumen deseado, se detendrá el bombeo, se desconectarán las mangueras y se revisará que no se presenten fugas en las conexiones, dando por concluir la operación de abastecimiento.

Almacenamiento: Para el almacenamiento de Gas L.P., se instalará un tanque de almacenamiento del tipo cilíndrico horizontal, con capacidad de 150,000 litros de agua, especial para contener Gas L.P., además se tendrá un control por medio de accesorios y dispositivos de seguridad para controlar los niveles de la fase líquida, la prevención y la prevención de sobrepresión del recipiente.

Llenado de autotanques-Toma de Suministro: En este proceso se lleva a cabo trasvasando el líquido de la zona de almacenamiento a los autotanques, en la zona de suministro por medio de una bomba.

Distribución: Es la distribución del Gas a los usuarios mediante autotanques "pipas", ello se realiza siguiendo los procedimientos preestablecidos, indicados más adelante en el presente estudio.

Operaciones en la Estación de Carburación.

La operación de la Estación de Carburación de Gas L.P., se considera relativamente sencilla, ya que en ella no se contempla ningún proceso de transformación de materiales, ni se involucra reacción química.

Recepción de auto-tanques: Implica la recepción del Gas L.P., el cual se recibirá directamente del tanque principal ubicado en Planta de Almacenamiento mediante interconexión de tuberías hacia el tanque de 5,000 litros para carburación y distribución del producto.

Carburación a vehículos de combustión interna: Consistirá en el llenado de Gas L.P. a los recipientes de carburación instalados en vehículos particulares que cuenten con motores de combustión interna a base de Gas, para ello se contará con un estación de carburación para llenado o suministro donde se construirá una isla y se instalará un medidor de flujo volumétrico de Gas líquido, con registro para controlar el abastecimiento del combustible, así como mangueras y conexiones especiales para el suministro del producto.

Operaciones específicas en Planta de Almacenamiento

Descarga de Autotanques: La planta recibirá el Gas L.P. mediante autotanques con capacidad determinada, los cuales requieren de un cierto tiempo para que el combustible pueda ser descargado.

Para esta operación habrá un área de recepción, en una plataforma de concreto que alojará tuberías de carga y descarga, para las fases líquidas y vapor, las cuales saldrán, de la zona de protección del tanque, estando bajo trincheras. La toma contará en sus extremos con válvulas de paso de acción manual, válvulas de acceso de flujo y adaptadores a las mangueras de trasiego.

El personal de descarga revisará el espacio disponible del tanque de almacenamiento. Al llegar a la planta el transporte será recibido por personal de descarga. El operador de transporte registrará el almacenamiento de la transportadora en la bitácora de descarga, entregando los registros emitidos por la empresa que acredita el cargamento a gerencia, revisando dichos documentos para enterarse del transporte. Se verificará la presión del recipiente, una vez estacionado el autotanque se asegurará que esté completamente estacionado, con el motor apagado, y el freno emergente colocando el cable de aterrizaje estático con pinzas caimán.

Una vez concretado lo anterior, se acoplará la manguera del líquido, misma que estará conectada a la tubería de mayor diámetro. Cada válvula de globo será purgada en donde se conecta la manguera del líquido, para lo cual se usará la válvula de la manguera de transporte. El encargado de la descarga no se retirará del sitio y verificará constantemente el porcentaje del contenido del autotanque. Una vez llenado el tanque de almacenamiento, el cual no debe ser mayor al 85%, se apagará la bomba y se cerrarán las válvulas, se retirará manguera, y pinzas de aterrizaje para finalmente indicar al conductor estacionar el respectivo autotanque y proporcionar el mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente para su próximo viaje.

Llenado de los autotanques

El operador estacionará el autotanque en la zona de suministro para dar inicio al siguiente proceso de operaciones con el llenado del Gas L.P.:

- Verificará que las llaves de encendido del motor del autotanque que no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verificar que se encuentren colocadas las correctamente las calzas de goma o metálicas en las llantas traseras y pinza caimán de aterrizaje a tierra física.
- Revisará, utilizando el medidor rotatorio, el porcentaje de gas que tiene el autotanque (contenido con el regreso de ruta).
- Calculará la cantidad de gas que habrá de suministrarse autotanque, para que éste quede al 85% de su capacidad.
- Colocará la palanca indicadora del medidor rotatorio en el nivel que se desee y dejará la válvula del medidor rotatorio abierta con el objetivo de saber el momento preciso de llenado ha llegado a su nivel deseado.

- Establecerá continuidad de flujo abierto las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo autotanque por llenar.
- Verificará que no existan fufas en las conexiones de la manguera con el autotanque tanto en líneas que conducen líquido como las de vapor.
- Oprimirá el botón energizado del motor de la bomba
- Durante el llenado se verificará que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación.
- Continuamente verificará el porcentaje de llenado del autotanque
- Cuando se alcance el volumen deseado del autotanque, desenergizará la bomba, para suspender el paso del gas a la unidad.
- Cerrará las válvulas de corte en todo sistema incluyendo las del autotanque.
- Lentamente desconectará la manguera del autotanque.
- Retirará las calzas de las llantas del autotanque.
- Revisará en todo alrededor de la unidad, haciendo hincapié en la presencia de fugas. Para después retirarse a realizar sus respectivos servicios.

Operación específica de la Estación de Carburación

La actividad que se realizará dentro de las instalaciones no se encuentra catalogada como un proceso, dado que únicamente se almacenará y suministrará Gas L.P. para carburación, el procedimiento de operación consistirá básicamente en:

Recepción de autotanques de Gas.

Al llegar el autotanque a la Estación de Gas L.P., se verificarán características del Gas L.P. enviado y se estacionará el vehículo junto a la toma de recepción, se parará el motor, se colocarán calzas de goma para impedir su movimiento. En esta operación, se conectarán las mangueras del autotanque de abastecimiento de combustible a las conexiones correspondientes del tanque de almacenamiento y por medio de la bomba de combustible del autotanque, se bombeará el producto al tanque de almacenamiento el cual contará con medidor de flujo y una vez que se halla descargado el volumen deseado, se parará el bombeo, se desconectarán las mangueras y se revisará que no se presenten fugas en las conexiones, así terminará la operación de abastecimiento.

Descarga y almacenamiento.

Será a través de un tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico horizontal, de 150,000 litros, especial para contener Gas L.P., el cual contará con los accesorios de control y seguridad para controlar el nivel de la fase líquida, la presión y la prevención de la sobrepresión en el recipiente. En esta misma área se contará con equipo de bombeo para el suministro del combustible hacia la estación de carburación (despacho de combustible) el cual será a prueba de explosión, estará aterrizada físicamente y contará con protección contra intemperie.

Al recibir la unidad el encargado revisará su capacidad con el medidor rotatorio, considerando su capacidad nominal, se efectúa una operación sencilla y determinará la cantidad de gas que contiene. Asimismo, el encargado estará capacitado para conocer la capacidad del recipiente de almacenamiento de la estación de gas, así como el porcentaje a que se encuentra lleno antes de iniciar la maniobra de descarga y así determinar la cantidad que puede recibir el tanque.

Procedimiento de carga a recipientes para carburación de Gas L.P.

- El despachador verificará que el equipo se encuentre en buenas condiciones, que los medidores se encuentren correctamente calibrados.
- Se verificará que las tuberías, conexiones, válvulas y mangueras no presenten fugas, asesorándose que las válvulas donde pasa el Gas L.P., hasta los medidores se encuentren abiertas.
- Se recibirá el vehículo con el recipiente de carburación correctamente instalado.
- El despachador debe de usar su equipo de protección personal "EPP" como mínimo: Guantes dieléctricos, lentes protectores, zapato dieléctrico, camisa y pantalón cien por ciento algodón para realizar las actividades.
- Se conectará a tierra el vehículo y se procederá a verificar el contenido del recipiente, para conocer la cantidad de litros que se suministraran.
- Se colocará la manguera al tanque para iniciar carburación, programando la maquina despachadora con los litros solicitados dependiendo del tanque, suspendiendo con el interruptor del Ri, purgando la válvula y desconectando la pistola de carburación del tanque, tomando en cuenta el llenando de cualquier tanque al 85% de su capacidad por seguridad.
- Se retirará el acoplador de líquido cuidadosamente, con la válvula de la punta de manguera cerrada, verificando que el check de la válvula de llenado del recipiente haya cerrado.
- Se enrollará la manguera de servicio y se colocará en su lugar para evitar golpes o desgaste de la misma.
- Se revisará el tanque, válvulas y líneas que no contengan fugas antes de retirar el vehículo de la zona.
- Se retirará la conexión a tierra y se ordenará la salida de vehículo.

Las edificaciones en el interior de la planta de distribución utilizan materiales no combustibles en los acabados y estructuras exteriores. El proyecto contará con la siguiente estructura de edificación:

Tanques de almacenamiento.

El proyecto contará en la Planta de almacenamiento con un tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal especial para contener Gas L.P., con capacidad de 150,000 litros agua y en la Estación contará con un tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal especial para contener Gas L.P., con capacidad de 5,000 litros agua, los cuales se localizarán en el área de almacenamiento por cada área, de tal manera que cumplan con las distancias mínimas reglamentarias mencionadas en el numeral 7.8.2 de la NOM-003-SEDG2004.

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

Estarán protegidos contra la corrosión del medio ambiente, mediante un recubrimiento anticorrosivo continuo colocado sobre un primario adecuado y compatible que garantice su firme y permanente adhesión.

Para cada zona de almacenamiento se contará con una superficie consolidada y con la pendiente necesaria para evitar el estancamiento de aguas pluviales.

Dichas zonas de almacenamiento estarán protegidas perimetralmente de la siguiente manera:

- Al Sur, Este y Oeste se encontrará protegida por malla ciclón en postes de fierro galvanizado de 1.50 metros de altura sobre un medio de protección de muro de tabique de 1.10 metros de altura sobre el NPT.
- Al Norte se tendrá construido un medio de protección de muro de tabique de 3.00 metros sobre el NPT.

Para tener acceso a dicha zona, se contará con dos puertas que serán de malla ciclón y tendrán un claro de 1 metro cada una. Es importante mencionar que estas medidas de seguridad se toman a fin de evitar el paso a personas ajenas a la Estación.

Dentro de esta zona, también se encontrará una bomba que tendrá una capacidad de 5.0 H.P. utilizada para el trasiego de Gas L.P.

A un costado de los recipientes de almacenamiento se tendrá una escalera metálica con protecciones para evitar la caída de las personas que la utilicen con el objetivo de acceder a la parte superior y tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.

Los recipientes contarán con una placa de identificación legible y firmemente adherida.

Las características del recipiente de la Planta de almacenamiento son las siguientes:

ESPECIFICACIONES DEL TANQUE	
DESCRIPCION	TANQUE 1
FABRICANTE	TATSA
CAPACIDAD (LTS)	150,000
AÑO DE FABRICACION	2019
SERIE (No.)	EN FABRICACION
DIAMETRO (m.)	3.38
LONGITUD TOTAL (m.)	18.11
LONGITUD DEL CUERPO CILINDRICO (m.)	14.73
PRESION DE DISEÑO (kgs/cm ²)	14.06
ESPESOR LAMINA DEL CUERPO (mm.)	16.50
ESPESOR LAMINA DE CABEZAS (mm.)	9.50
NORMA	NOM-009-SESH-2011
TARA (Kgs)	23,854.00
FORMA DE CABEZAS	SEMIESFERICAS

Las características del recipiente de la estación de carburación son las siguientes:

	TANQUE 1
Construido por:	CYTSA
Capacidad en lt agua:	5,000
Año de fabricación:	En fabricación
Diámetro exterior (m):	1.17
Longitud total (m):	4.95
Presión de diseño (kg/cm ²):	14.06
Forma de las cabezas:	Semiesféricas
Eficiencia:	100 %
Espesor lamina cabezas (mm):	6.09
Espesor lamina cuerpo (mm):	6.17
Material lamina cuerpo:	SA-455
Material lamina cabezas:	SA-455
Coples (kg/cm ²):	210
Norma:	NOM-021/3-SCFI-1993
No. de serie:	En fabricación
Tara (kg):	960

Los accesorios del tanque de la planta son los siguientes:

ACCESORIOS DEL RECIPIENTE		
No.	DIAMETRO (mm)	DESCRIPCION
A	76.2	VALVULA EXCESO DE FLUJO LIQUIDO REGO A753V6 - 250 G.P.M.
B	50.8	VALVULA NO RETROCESO LIQUIDO REGO A3292C - 175 G.P.M.
C	50.8	VALVULA NO RETROCESO RETORNO DE LIQUIDO REGO A3292C - 175 G.P.M.
D	50.8	VALVULA EXCESO DE FLUJO VAPOR REGO A3292B - 150G.P.M
E	50.8	VALVULA DUOPORT (2) REGO 8542G
F	101.6	VALVULA MULTIPORT (4) REGO 8574G
H	63.5	VALVULA DE SEGURIDAD REGO 3549MG
I	6.3	VALVULA MAXIMO LLENADO 85% REGO 3165
J	6.3	VALVULA MAXIMO LLENADO 90% REGO 3165
K	19.1	MEDIDOR DE NIVEL GIRATORIO REGO 2070CO
L	12.7	TERMOMETRO -60° + 60°C METRICA
M	6.3	MANOMETRO 0-21Kgs/cm² METRON
N	--	CONEXION A TIERRA PLACA DE ACERO SA612
R	63.5	TUBO DESCARGA CON CAPUCHON A 2.00m DE ALTURA A.N.C. - 40

Los accesorios del tanque de la estación son los siguientes:

Diámetro (mm)	Descripción
50.8	Válvula exceso de flujo líquido, REGO 7579-122-GPM
19.1	Válvula exceso de flujo retorno de líquido, REGO 3146E-20-GPM
19.1	Válvula exceso de flujo vapor, REGO 7573D-20-GPM
19.1	Válvula de servicio, REGO 901 C
19.1	Válvula check-lock, REGO 7572 FA
19.1	Válvula de seguridad, REGO 3131G
31.7	Válvula de llenado, REGO 7579
31.7	Medidor magnético de nivel, ROCHESTER
31.7	Tapón de drene de acero negro cédula 40 (A.N. C-40)
---	Conexión a tierra
---	Orejas para maniobras

Maquinaria

Para las operaciones básicas de trasiego de Gas L.P. se ocupará una bomba de 5.0 H.P. y sus características son las siguientes:

a) <u>Bomba:</u>	
Número:	I
Operación básica:	Llenado a tanques de carburación
Marca:	BLACKMER
Modelo:	LGL-2E
Motor eléctrico:	5.0 C.F.
R.P.M.:	640
Capacidad nominal:	189 L.P.M. (50 G.P.M.)

Presión diferencial de trabajo (máx.):	5 kg/cm ²
Tubería de succión:	51 mm (2")
Tubería de descarga:	51 mm (2")

La bomba se tendrá instalada dentro de la zona de almacenamiento y cumplirá con las distancias mínimas reglamentarias.

La bomba junto con su motor, estará cimentada a una base metálica, la que a su vez estará fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

El motor eléctrico acoplado a la bomba será el apropiado para operar en atmósferas de vapores combustibles y contará con un interruptor automático de sobrecarga, además estará conectado al sistema general de "tierras".

Controles manuales, automáticos y de medición.

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/cm², las cuales permanecerán cerradas o abiertas, según el sentido del flujo que se requiera.

Controles automáticos:

A la descarga de la bomba se contará con un control automático de 32 mm (1½") de diámetro para retorno de gas-líquido excedente a los tanques de almacenamiento, este control consistirá en una válvula automática, la que actuará por presión diferencial y estará calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² (71 Lb/in²).

Controles de medición:

Para la toma de suministro, se contará con un medidor volumétrico Marca SCHLUMBERGER (NEPTUNE), Tipo 4D de (1½") 38.0 mm de entrada y salida para llenar a las unidades.

Este medidor volumétrico controlará el abastecimiento de Gas L.P. a tanques montados permanentemente en vehículos que usen este producto como carburante.

El medidor de flujo para suministro de Gas L.P. tienen las siguientes características:

Marca: SCHLUMBERGER (NEPTUNE)	
Tipo:	4D
Diámetro de entrada y salida:	38.0 mm
Capacidad:	Máx. 227 L.P.M. (60 G.P.M) Mín. 45 L.P.M. (12 G.P.M)
Presión de trabajo:	24.6 Kg/cm ²
Capacidad del totalizador:	99, 999,999 lt
Capacidad del registro-impresor:	99,999.9 lt

Para la mejor protección contra daños mecánicos de la toma junto con el medidor y demás accesorios, ésta se ubicará sobre una isleta de concreto de 0.15 metros de altura sobre el NPT, la cual contará en sus extremos con protección contra impacto vehicular a base de postes tubulares de 4" de diámetro en forma de grapa y que además tendrá la pendiente necesaria para evitar el estancamiento de aguas pluviales.

Para la protección contra la intemperie se contará con un cobertizo en la isleta. Dicho cobertizo estará hecho a base de estructura metálica con lámina galvanizada en el techo y soportada por columnas metálicas, de tal forma que permita la libre circulación de aire.

Antes del medidor se tendrá una válvula de cierre manual y después de la válvula diferencial con una válvula de relevo de presión hidrostática de 13 mm (1/2") de diámetro, así como una válvula de cierre manual.

También se contará con un Registro Electrónico RI-505 EC que permitirá lograr un mayor control y administración de Gas L.P.

Los medidores que se tendrán instalados contarán con la aprobación de la Dirección General de Normas, Dirección de Certificación de la Calidad, validándose dicha aprobación periódicamente.

Justificación técnica del diseño de la estación.

Queda justificado en la Memoria Técnica que la capacidad total de almacenamiento será de 5,000 litros agua, misma que se tendrá en un recipiente especial para Gas L.P., tipo intemperie cilíndrico-horizontal, siendo este de la Marca CYTSA.

Llenado de tanques montados en vehículos automotores. Para esta operación se contará con una bomba de 5.0 H.P., con capacidad de 189 L.P.M. (50 G.P.M.).

Cálculo del flujo en la tubería de alimentación y de descarga del sistema de bombeo, así como retorno de líquido. Para efecto de cálculo, analizaremos el sistema de bombeo más crítico.

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

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

Donde:

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

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

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

g = Aceleración de la fuerza de gravedad = 9.81 m/seg.²

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

Δ = Peso específico del gas-líquido = 530 Kg/m³

(70% Propano - 30% Butano)

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

F_c = Pérdidas por contracción.

En este caso: $U_1 = U_2$ y $F_c = 0$ Por lo tanto:

$$\frac{P}{\rho}$$

$$W = \frac{1}{2}X + \frac{1}{2}V^2 + F$$

$\frac{1}{2}$

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema.

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

Cálculo de F(a):		
	Del tanque a la bomba	
Cantidad	Accesorios de 51 mm de Φ	Longitud en (ft)
1	Válvula de exceso de flujo de 51 mm de Φ	122.3097152
1	Válvula de globo recta de 51 mm de Φ	58.562994
1	Codo de 51 mm de Φ x 90°	5.249344
1	Filtro de paso de 51 mm de Φ	39.206038
1	Tee de flujo directo de 51 mm de Φ	3.444882
2.43	Longitud de tubería en (m)	7.9724412
Longitud equivalente:		236.7454144

Para un gasto de 50 G.P.M. (189 L.P.M.) en un pie de longitud de tubería (0.3048 m.) de 51 mm (2") de diámetro, la resistencia al flujo es:

0.048 ft col líquido/ft de tubería.

$$F(a) = 236.74 \times 0.048 = 11.36 \text{ ft col. líquido.}$$

Resistencia al flujo de la bomba F(b):

Para 50 G.P.M. (189 L.P.M.) la resistencia al flujo de la bomba es de **0.50 ft col. de líquido.**

Cálculo de F(c): Sección A		
	Descarga de la bomba	
Cantidad	Accesorios de 51 mm de Φ	Longitud en (ft)
1	Indicador de flujo de flujo de 51 mm de Φ	8.694226
2	Codo de 51 mm de Φ x 90°	10.498688

1	Válvula de globo recta de 51 mm de Φ	58.562994
1	Reducción de 51 x 38 mm de Φ	1.4
8.19	metros de tubería	26.8700796

Longitud equivalente:	106.0259876
-----------------------	-------------

Cálculo de F(c): Sección B		
	Descarga de la bomba	
Cantidad	Accesorios de 38 mm de Φ	Longitud en (ft)
1	Codo de 38 mm de Φ x 90°	4.10105
1	Medidor volumétrico de 38 mm de Φ	6.7913388
1	Tee de flujo directo de 38 mm de Φ	2.788714
1	Reducción de 38 x 25 mm de Φ	1.05

Longitud equivalente:	14.7311028
-----------------------	------------

La resistencia al flujo en pies columna de líquido de Gas L.P. por cada pie de longitud de tubería, para los gastos volumétricos indicado es:

Diámetro nominal	Ft columna de líquido por ft de tubería para:
	189 L.P.M. (50 G.P.M.)
51 mm (2")	0.048
32 mm (1¼")	0.171

Por lo que la pérdida por fricción a la descarga de la bomba es:

Sección Le R

$$(A) \quad 106.02 \times 0.048 = 5.08$$

$$(B) \quad 14.73 \times 0.171 = 2.51$$

$$F(c) = 7.60 \text{ ft col líquido}$$

Cálculo de F(ts):		
	Descarga de la bomba	
Cantidad	Accesorios de 25 mm de Φ	Longitud en (ft)

1	Válvula de globo recta de 25 mm de Φ	29.7244104
2	Codos de 25 mm de Φ x 90°	5.249344
1	Ensanchamiento de 25 x 32 mm de Φ	0.25
1	Válvula no retroceso doble de 32 mm de Φ	103.674544
1	Reducción de 32 x 25 mm de Φ	0.7
1	Válvula de bola recta de 25 mm de Φ	0.2624672
1	Pistola de llenado con acoplador de 25 mm de Φ	6.49934404
6	Metros de manguera para Gas L.P. de 25 mm de Φ	8.18897664
1	metro de tubería	3.28084

Longitud equivalente:	157.8299263
-----------------------	-------------

Para un gasto de 50 G.P.M. (189 L.P.M.) en un pie de longitud de tubería (0.3048 m) de 25 mm (1") de diámetro, la resistencia al flujo es:

0.151 ft col líquido/ft de tubería

$$F(ts) = 157.82 \times 0.151 = 23.83 \text{ ft col líquido}$$

Pérdidas por fricción o resistencia al flujo dentro del sistema:

$$F = F(a) + F(b) + F(c) + F(ts)$$

$$F = 11.36 + 0.50 + 7.60 + 23.83 = 43.30 \text{ ft col líquido}$$

$$= 13.19 \text{ m col líquido} \quad \text{Carga de altura:}$$

$$\Delta X = X_2 - X_1 = 0.80 - 1.10 = -0.30 = 0 \text{ m. col. líquido.}$$

Carga de presión:

La presión diferencial en el sistema de bombeo para el llenado de tanques para carburación se considera de 5 Kg/cm², valor promedio observado durante un ciclo normal de trabajo.

$$\Delta P = 5 \text{ Kg/cm}^2 \times 10,000$$

$$= \frac{5}{530 \text{ Kg/m}^3} = 94.34 \text{ m. col. líquido.}$$

$$\Delta P = 530 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\Delta P$$

$$W = \Delta X + \Delta P + F$$

Δ

Sustituyendo:

$$W = 0 + 94.34 + 13.19$$

W = 107.53 m col. líquido.

Potencia:

$$W \times Q \times \bar{l}$$

$$\text{Potencia} = \frac{\text{W} \times \text{Q} \times \bar{l}}{76 \times E} = \text{C.F.}$$

$$76 \times E$$

Donde:

W = Trabajo mecánico dentro del sistema = 107.53 m col. líquido.

Q = Gasto o caudal = $189 \div (60 \times 1,000) = 0.00315 \text{ m}^3/\text{seg}$

\bar{l} = Peso específico del gas-líquido = 530 Kg/m^3 76 = Factor de conversión.

E = Eficiencia de la bomba = 80%

Sustituyendo:

$$107.53 \times 0.003156 \times 530$$

$$\text{Potencia} = \frac{107.53 \times 0.003156 \times 530}{76 \times 0.80} = 2.95 \text{ C.F.}$$

La potencia del motor con que contará la bomba será de 5 C.F.

Retorno de gas-líquido. Se indicó que, para protección de la bomba por sobrecargas, se tendrá instalada una válvula automática para relevo de presión diferencial después de la misma, calibrada a 5 Kg/cm^2 .

Tuberías y conexiones:

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. serán de acero al carbón cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 210 Kg/cm^2 y donde existan accesorios roscados, éstos serán para una presión de trabajo de 140 Kg/cm^2 y con tubería de acero cédula 80. Las pruebas de hermeticidad se efectuarán por un período de 60 minutos con gas inerte a una presión mínima de 10 Kg/cm^2 .

Los diámetros de las tuberías que se instalarán son:

	LÍNEA	S
TRAYECTORIA	LÍQUIDO	RETORNO LÍQUIDO
De tanque a toma de suministro de carburación	51, 38 y 25 mm	19 mm
		19 mm

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda quedar atrapado este, entre dos o más válvulas de cierre manual, se instalarán válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 Kg/cm^2 y capacidad de descarga de $22 \text{ m}^3/\text{min}$ y serán de 13 mm ($\frac{1}{2}$) de diámetro.

Las tuberías que van del tanque de almacenamiento a la toma de suministro de carburación estarán alojadas dentro de una trinchera con terminación de concreto y rejillas metálicas removibles, permitiendo su visibilidad, ventilación y mantenimiento. Estas tuberías estarán instaladas sobre soportes que evitarán su flexión por peso propio.

Prueba de hermeticidad:

Al sistema de tuberías se le aplicará CO₂ a una presión de 10 kg/cm² como mínimo durante un tiempo de 60 minutos, en el cual no se deberá detectar ninguna fuga ni abatimiento de presión en uniones de tuberías y conexiones roscadas.

Tomas de suministro.

Tomas de suministro para carburación:

Para la toma de suministro se contará con una isleta de concreto de 0.15 metros de altura y que estará ubicada de tal forma que no obstaculice la circulación de otros vehículos.

La toma de suministro será de 25 mm (1") de diámetro y contará con los siguientes accesorios:

- Acoplador para líquido (Conector ACME).
- Válvula de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kg/cm² con válvula manual de desfogue.
- Manguera para Gas L.P. con diámetro nominal de 25 mm (1").
- Una válvula de relevo de presión hidrostática de 13 mm (½") de diámetro.

Una válvula doble no retroceso (pull-away) de 25 mm (1") de diámetro.

Todos los accesorios serán de diámetro igual al de las tuberías en que se encuentren instalados.

Las conexiones de las mangueras para las tomas y la posición del vehículo que se cargue, estarán libres de dobleces bruscos.

Mangueras:

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. serán especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P. Estarán diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm². Se contará con mangueras en la toma de suministro de carburación.

Soportes:

La toma de suministro contará con soportes metálicos en los cuales se fijará a la manguera para mejor protección contra tirones. Junto a las tomas se contará con pinzas especiales para conectar a "tierra" a los vehículos en el momento de realizar la operación de trasiego de Gas L.P.

Tabla 16. Resumen de Sustancias Peligrosas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico		Flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD)	Concentración	Capacidad total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas			
		C	R			E	T	I					
Gas LP	68476-85-7	0	0	4	1	4	Almacenamiento	100%	1,500 kg.	37.000 kg.	127.500 lts.	Tanque Cilíndrico	50,000 kg.



ESTUDIO DE RIESGO DE LA EMPRESA "ZAGAS DE PEÑASCO, S.A DE C.V."

Planta de Almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular

Altura del km 100 de la Carretera Santa Ana-Caborca, en Pitiquito, Municipio de Pitiquito, Sonora, C.P. 83724

2.b. Se incluyen las hojas de datos de seguridad de las Sustancias Peligrosas que se utilizarán y/o transportarán y que presenten características Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas e Inflamables (CRETI). El formato de las hojas de seguridad se conforma de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de Peligros y Riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, o aquella que la modifique o sustituya.

Se anexa hoja de seguridad del Gas LP.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

3.a. Descripción de los aspectos abióticos como el clima, preferentemente para el periodo de los últimos diez años (temperatura ambiente: máximas, promedios, mínimas; velocidad y dirección de viento; humedad relativa; presión atmosférica; entre otros). Así como los datos de geología, geomorfología y tipo de suelos.

Aspectos abióticos

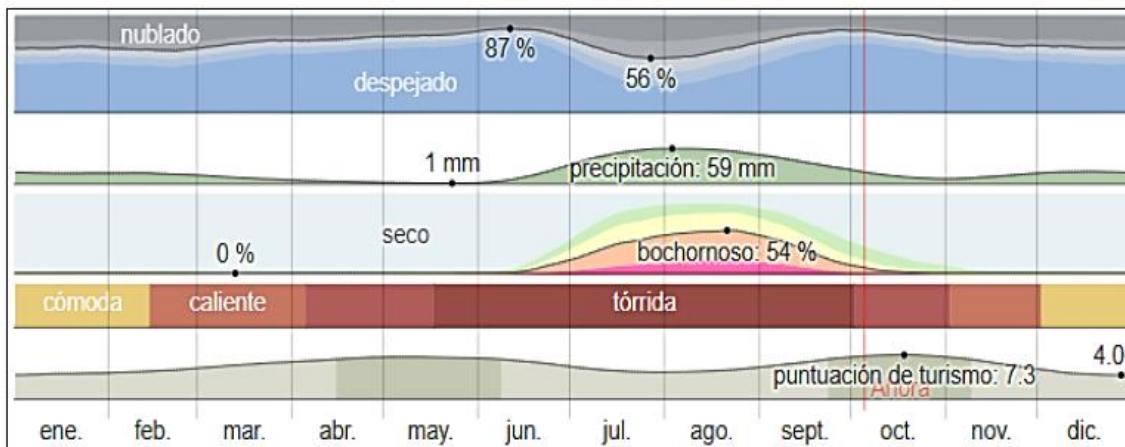
a). Clima.

Según la clasificación de Köppen, modificada por E. García (1981). El sitio del proyecto posee un clima muy seco semicálido (99.96%), muy seco, muy cálido y cálido (0.04%) (BWh), el cual se caracteriza por presentar precipitaciones inferiores de 100 a 400 mm al año, con una temperatura media de 18°C a 22°C. De acuerdo con los datos de la Estación Climatológica de Pitiquito y con las modificaciones al Sistema Climático Köppen para la República Mexicana de Enriqueta García. La zona de interés tiene una temperatura media anual de 21°C, se caracteriza principalmente porque la mayor parte de lluvias se presentan en el mes de agosto y en ocasiones en los meses de julio y octubre. Pitiquito colinda al norte con los municipios de Caborca, Altar y Trincheras; al este con los municipios de Trincheras, Benjamin Hill, Carbo y Hermosillo; al sur con el municipio de Hermosillo y el Golfo de California; al oeste con el Golfo de California y el municipio de Caborca.

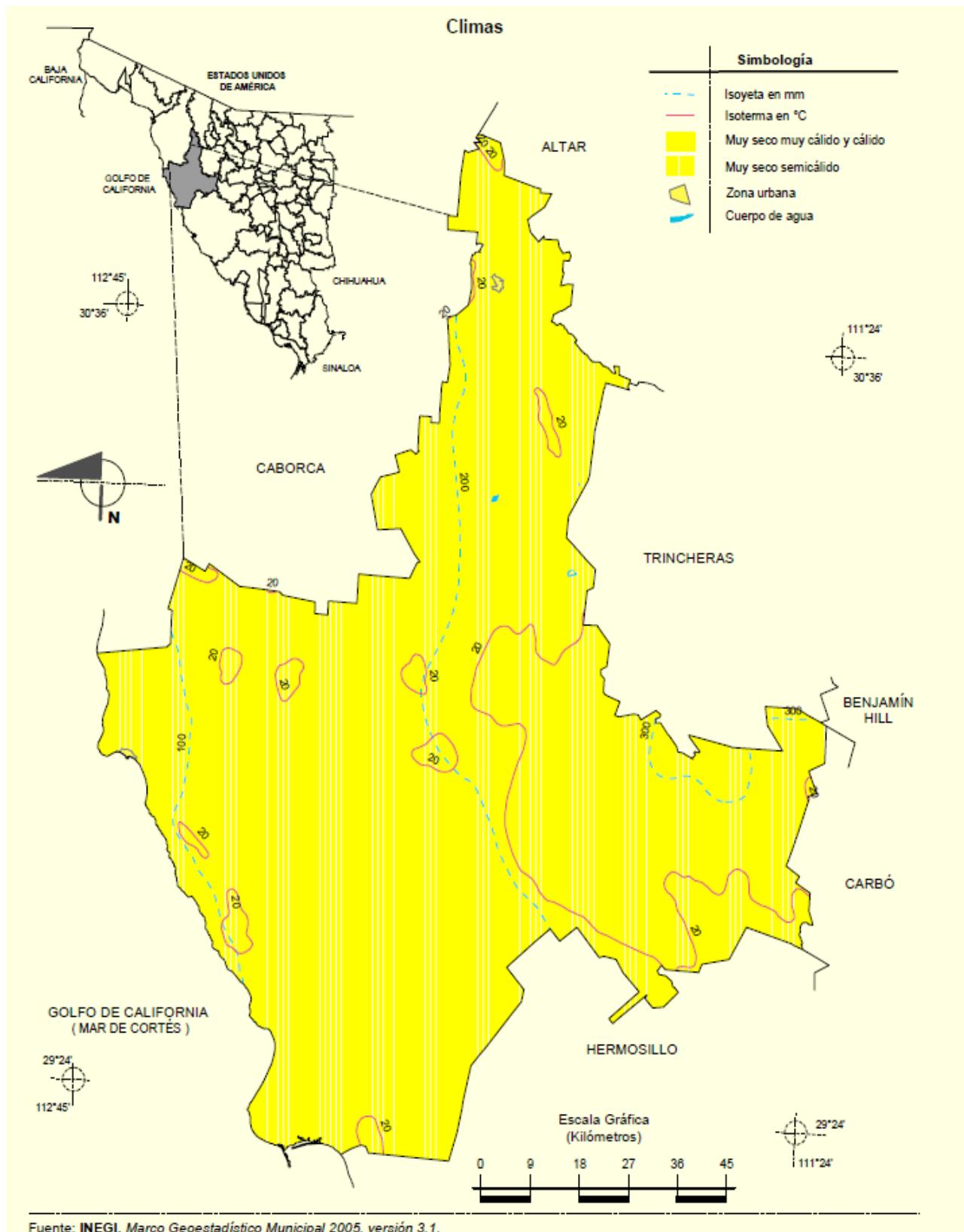
En este mismo sentido, el tipo de clima que se presenta en el predio, y por lo tanto en el área aprovechable del proyecto es del tipo desértico muy seco (BW) con el subtipo climático muy árido, semicálido con lluvias en verano [BWhw(x1)].

Los veranos son tórridos y húmedos, los inviernos son frescos y secos, está mayormente despejado todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 8°C a 40°C y rara vez baja a menos de 4°C o sube a más de 44°C.

Resumen aproximado anual climatológico



La siguiente figura muestra los tipos de climas del Municipio de Pitiquito.



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.

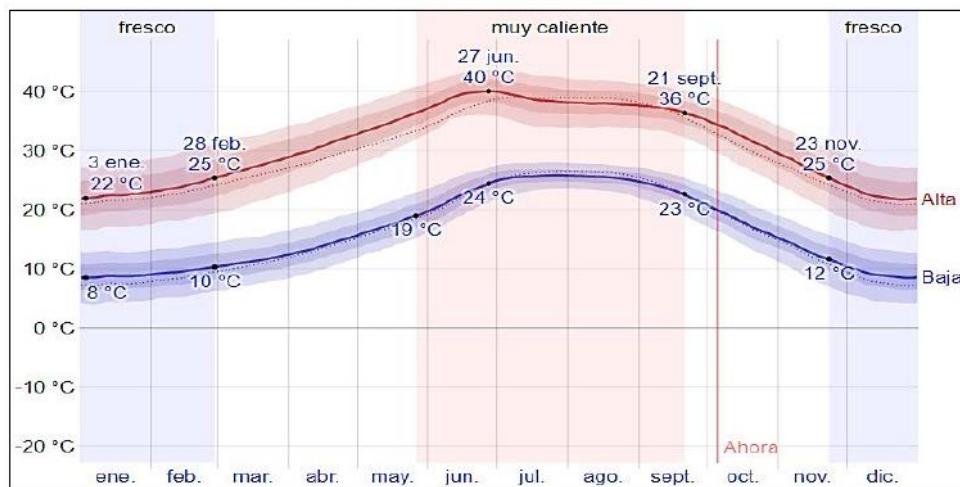
Temperatura

Como panorama general de la región se tienen datos registrados en el noroeste de Sonora, reportada por la Estación Climatológica de Pitiquito en donde la temperatura media anual varía en un largo de 22°C a 26°C. La temperatura mensual más alta dura 3.8 meses de mayo a septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria sobre pasa los 36°C, con una temperatura máxima promedio de 40°C.

La temperatura media mensual más baja dura 3.2 meses se presenta en enero con una temperatura mínima promedio de 8°C y máxima promedio de 22°C.

Las fluctuaciones alrededor de la media son grandes, particularmente en las regiones áridas donde pueden exceder los 10°C, las temperaturas más bajas están asociadas a fretes fríos provenientes del Norte.

Temperaturas máximas y mínimas promedio

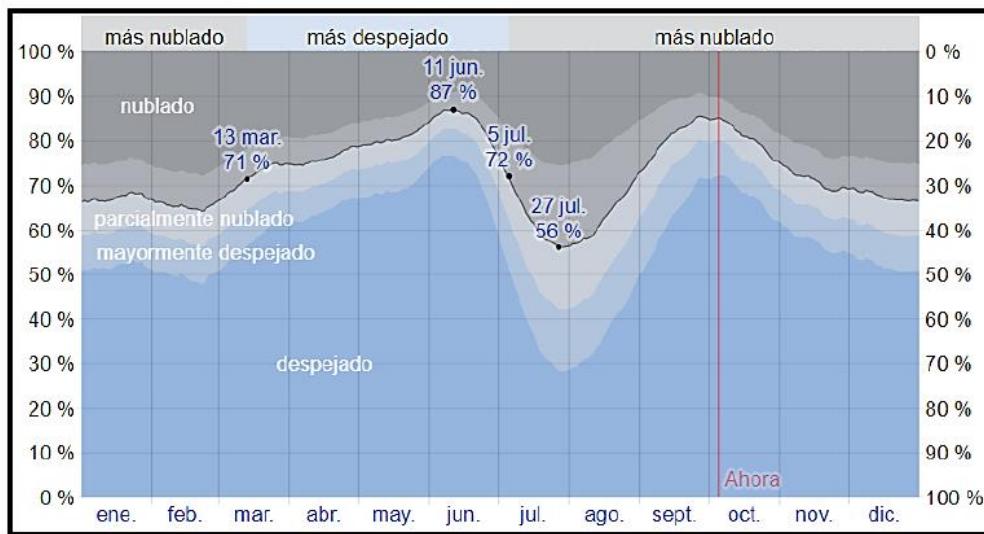


Nubes

En Pitiquito, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente en julio, dura 8,2 meses y se termina aproximadamente en marzo. Julio ha tenido los días más nublosos del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 44% del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 56% del tiempo.

Categoría de nubosidad



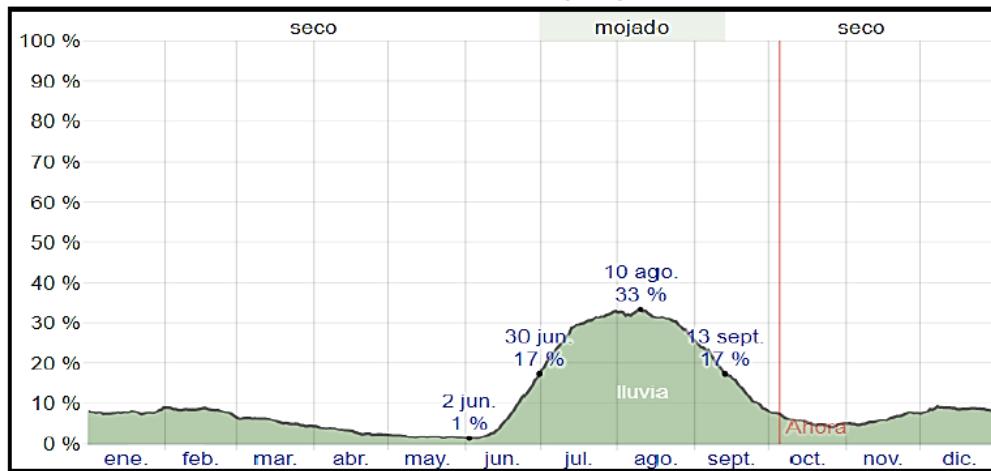
Precipitación pluvial (mínima, máxima, promedio).

El Desierto de Sonora registra principalmente tormentas eléctricas, las lluvias son escasas, presentándose en los meses de octubre a enero, con una precipitación de 241.8 mm anuales, de tal forma que sus llanuras reciben una precipitación al año muy escasa que va de 40 mm, en las partes más áridas del Gran Desierto, a casi 600 mm en las faldas de la Sierra Madre Occidental.

Las precipitaciones totales y anuales en el noroeste de Sonora son de 242.7 mm, siendo julio o agosto el mes más lluvioso con un promedio de 74.2 mm en la zona de la costa la precipitación anual es de 0 a 125 mm, con un coeficiente de variación del 40 al 75 %, con 20 a 40 días al año de precipitación apreciable (mayor de 0.1 mm) y de 10 a 20 días al año de precipitación inapreciable, mientras que en la porción Este del Estado, la precipitación anual varía entre 125 a 400 mm registrada en la zona del proyecto se distribuye en los meses de junio a septiembre de acuerdo con los datos que se reportan en el Servicio Meteorológico de Sonora.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 33% en agosto.

Probabilidad diaria de precipitación



Vientos Dominantes.

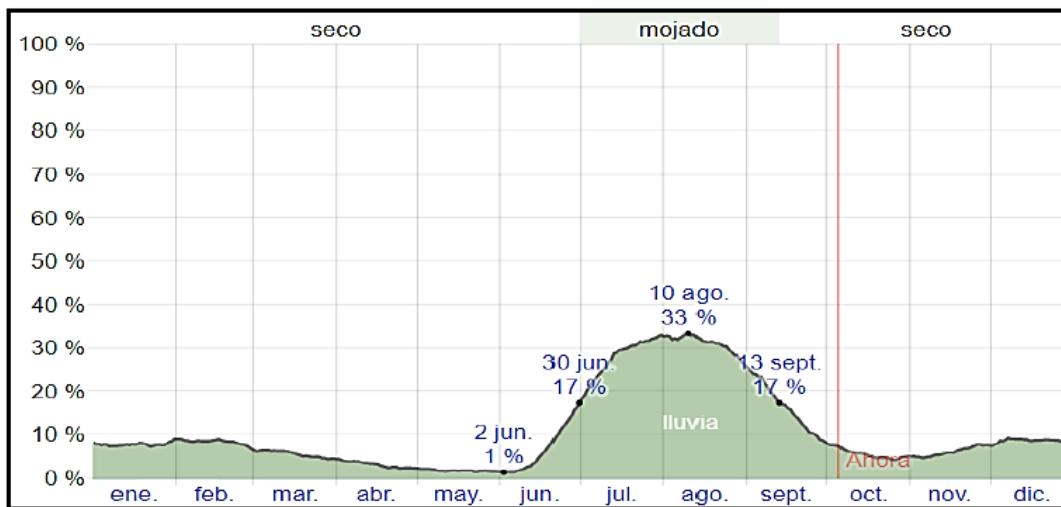
El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Pitiquito tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 7.9 meses, de noviembre a Julio, con velocidades promedio del viento de más de 12.4 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año es en mayo, con una velocidad promedio del viento de 14.6 kilómetros por hora.

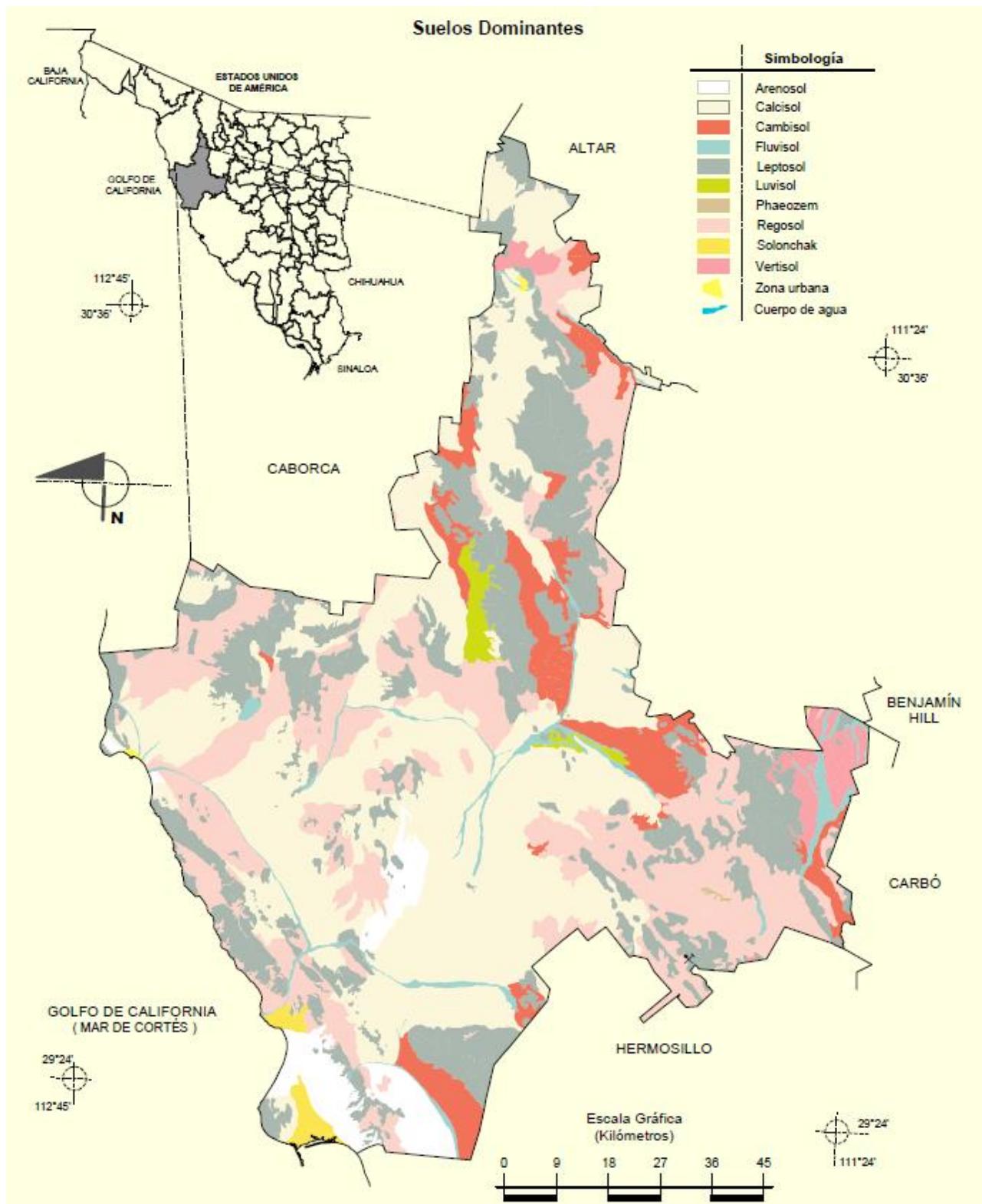
El tiempo más sosegado del año dura 4.1 meses, de Julio a noviembre. El mes con menos actividad ventosa del año es en agosto, con una velocidad promedio del viento de 10.3 kilómetros por hora. La tabla IV.7 presenta la precipitación pluvial media mensual y los días con lluvia apreciable en zona de acuerdo con los registros del servicio Meteorológico Nacional.

Velocidad promedio del viento



b) Geología y Geomorfología.

Características litológicas del área. De acuerdo a los datos geológicos que se reportaron durante la construcción de la Planta de Almacenamiento, los suelos dominantes están hechos de Leptosol Háplico y en su mayoría del suelo formado por Calcisol Pétrico dentro de la zona. Esta región fue delimitada como prioritaria en función a la topografía, que ha favorecido un excelente estado un excelente estado de conservación. Comprende extensiones grandes de lomeríos, valles y sierras escarpadas que van desde los 200 hasta los 1,000 msmn. Corresponden básicamente a dos pequeñas serranías alineadas en dirección NNW-SSE. Hay una adecuada correspondencia entre la vegetación y la altitud, correspondiendo el matorral sarcocule propiamente con las sierras y matorral desértico micrófilo en el puerto topográfico que las separa y en las partes bajas de las mismas; al sureste de la RTP se presenta mezquital y al noroeste, vegetación de desiertos arenosos: en las partes más bajas del norte y este, correspondientes al valle del Río temporal Asunción o Concepción se desarrolla agricultura de riego.



Como se mencionó anteriormente, los distintos eventos tectónicos que han sido documentados general sistemas estructurales que se sobre imponen y mezclan entre sí. Como resultado de esta mezcla, las fallas y fracturas desarrollan patrones complejos que al final determinan las características de afloramiento de las unidades a nivel regional y local. Así, el análisis de los rasgos fisiográficos y geomorfológicos principales permite observar, en términos generales sierras alargadas y orientadas NNW-SSE separados por amplias planicies aluviales.

Los dos principales rasgos estructurales que están registrados en los afloramientos, corresponden con la extensión cortical del Basin and Range del Mioceno y la transversión que ocurre en la provincia extensional del Golfo de California.

Estas relaciones cortantes mediante estructuras límitrofe primarias pueden ser observadas en la distribución cartográfica de los instructivos de composición granítica-granodiorítica del Cretácico Superior-Eoceno, que son anteriores a la tectónica expansiva y que se presentan sistemas de fracturamientos y foliación paralelos a las tendencias estructurales regionales.

En general, las tendencias estructurales forman patrones NNW-SSE muy bien definidas y que están en su mayor parte determinadas por los sistemas extensivos del evento tectónico que generó la provincia morfotectónica del Basin and Range, la cual domina en gran parte la geología del Noroeste del Estado.

La siguiente tabla resume la geología en la zona del proyecto.

Formación	Características geológicas	Características del suelo
<i>Leptosol háplico (LP)</i>	Las características determinantes de este suelo es que es Delgado, menos de 10 cm. de profundidad, muy pedregoso con bajo contenido de material orgánico y débilmente desarrollado. Se encuentra en sierras y lomeríos distribuidos a manera de manchones. Su textura es gruesa, fase física arenosa en zonas cercanas a la costa y textura en la parte occidental. Una segunda fase es cuando presenta al subtipo Regosol calcárico y Vertisol crómico: el primero implica que contiene fragmentos gravosos de material calcáreo, producto de la erosión de las partes topográficamente altas y el segundo hace alusión al efecto de mezcla, provocado por la presencia de arcillas expandibles.	Por condiciones de depósito, la cobertura es heterogénea y presenta tanto zonas permeables como impermeables corresponden a áreas por su alto contenido de arcilla e impermeables por su bajo contenido de arcilla.
<i>Calcisol Pétrico (CLp)</i>	Corresponde a un suelo con una acumulación muy importante de carbonato cálcico y con un horizonte petrocálcico, que corresponde a un horizonte cálcico continuo, endurecido o cementado por carbonato cálcico y/o magnésico, aunque como componente accesorio puede presentar sílice, cuyo grado de cementación puede ser tan grande que sus fragmentos secos no se desmoronan en agua y las raíces no lo pueden penetrar; es masivo o de estructura laminar, extremadamente duro cuando	Gravas arcillosas: Son de baja permeabilidad por la presencia de arcilla y ofrece retención del agua superficial.

	<p>está seco, habitualmente con un espesor mayor de 10 cm.</p> <p>Posee un horizonte a ocreo, muy claro, con demasiado poco carbono orgánico, muy delgado y duro y macizo cuando se seca. Carece de propiedades sálicas y gleicas (alta saturación con agua) en los 100 cm. superficiales.</p>	
Arenosol háplico (ARh)	<p>El arenosol es un suelo con textura gruesa hasta una profundidad mínima de un metro; posee únicamente un horizonte a ócreo o un horizonte E álbico con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta. El subtipo háplico posee únicamente un horizonte a (ócreo) de color claro con muy poco carbono orgánico, demasiado delgado y duro y macizo cuando se seca; en ningún momento del año se satura y carece de material calcáreo en una proporción significativa.</p>	<p>Sedimentos arenosos: es una unidad confinada por gravas arcillosas en su parte superior y sedimentos arcillosos en el inferior, constituyendo los principales acuíferos de la zona.</p>

Geomorfología

El territorio del Estado de Sonora es dividido en cuatro provincias o regiones fisiográficas: Desierto Llanura Sonorense, hacia el noroeste y oeste, Sierra Madre Occidental, en la parte oriental, Sierras y Llanuras del Norte, en la porción boreal, y Llanura Costera del Pacífico, en el Sur¹.

El predio se ubica en un área perteneciente solamente a unas de las cuatro provincias fisiográficas que constituyen al Estado de Sonora: la provincia Desierto o Llanura Sonorense. Esta provincia se extiende de sur a norte, abarcando gran parte de las regiones costeras del Estado adoptando forma de cuña con orientación al sur. Sus colindancias son: el extremo noroeste con la Península de Baja California, hacia el oriente con la Sierra Madre Occidental y en su extremo sur con la Llanura Costera del Pacífico: asimismo, está dividida en dos subprovincias y una discontinuidad: Sierras y Llanuras Sonorenses, Desierto de Altar y Sierra del Pinacate (respectivamente), esta última ubicada al Norte-Noroeste de la Provincia.

Dentro de la región se presentan Sierras y Llanuras las cuales constituye principalmente por sierras de poca elevación principalmente orientadas Noroeste-sureste separadas por amplias Llanuras. Las sierras que representan esta provincia varían según su ubicación geográfica: son más elevadas (700 a 1,400 m.s.n.m.) y más estrechas (rara vez más de 6 km de ancho) en el oriente; más bajas de 700 m.s.n.m. y más amplias (entre 13 a 24 km) en el occidente. Los principales accidentes topográficos son Sierra El Álamo, Sierra El Viejo, Sierra Aguirre y Sierra Picú en la parte centro. Este, y las sierras Cirio y Tordillo al sur. La mayoría de estas sierras son afloramientos de rocas ígneas instructivas de composición granítica, sin embargo, también son importantes los afloramientos de rocas metamórficas y rocas carbonatadas (calizas-dolomías), así como rocas volcánicas y conglomerados. Las pendientes topográficas de las principales sierras son bastante pronunciadas, lávicas y metamórficas: en tanto que las menores a 20° son raras como principal consecuencia de esta característica, las cimas de las Sierras son dentadas y afiladas (sierras tipo Navaja).

Las Llanuras representan la principal forma fisiográfica de la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses (Con cerca del 80% del área), se construyen principalmente de amplios abanicos aluviales que descienden con pendientes suaves

desde las sierras colindantes y hacia los márgenes costeros. Los arroyos que drenan esta región efectúan una fuerte erosión debido a rápida escorrentía superficial, produciendo espolones laterales de grava que se proyectan en las llanuras.

Esta característica produce rasgos hidrográficos muy bien marcados. Debido a las variaciones litológicas de los diferentes rasgos topográficos, éstos poseen distintas formas generales y además, interactúan de forma distintita con la llanura colindante, ocasionando distintos patrones que generan formas fisiográficas características. Específicamente en el Sistema Ambiental Regional se encuentran las siguientes formas fisiográficas:

Gran Bajada con Lomerío: representa la forma fisiográfica principal presentándose en la mayor parte de la Subcuenca; posee pendientes bajas (menores a 20°) sin embargo, al pie de las sierras presenta pendientes moderadamente pronunciadas (entre 20° y 30°).

Sierra Escarpada Compleja: es la segunda de mayor a menor extensión dentro del área de estudio, esta forma fisiográfica está representada por los principales accidentes topográficos (sierras) por lo que su ocurrencia se limita a los afloramientos de roca más representativos de tal forma que las sierras El Álamo, El Viejo, Aguirre, Picu, Cirio y el Tordillo, Forman parte de este sistema.

Sierra Escarpada del Noroeste: es la forma fisiográfica de menor extensión, está representada por sierras bajas localizadas en muy cercanas a los márgenes costeros, y cuando forman el límite de costa pueden llegar a desarrollar acantilados de corta longitud; ocurre solamente en la porción central de la Subcuenca.

Las características fisiográficas mencionadas son similares en gran parte de las regiones costeras de noroeste de Estado de Sonora, sin embargo, la litología de los principales accidentes topográficos si varía notoriamente, así que, dentro de la misma región se pueden observar este tipo de variaciones, de tal forma que podemos notar que las sierras de menor elevación y menos escarpadas corresponden con cuerpos plutónicos, las rocas de origen volcánico desarrollan, afloramientos poco elevados y con pendientes poco abruptas, mientras que las sierras más escarpadas están formadas por rocas sedimentarias o volcánicas antiguas.

De lo anterior, resulta claro que en una descripción más detallada del relieve que la proporcionada por la fisiografía, nos ayudará a obtener una mejor información acerca del comportamiento hidrológico, ya que la interacción superficial agua-roca varía según el material, su ubicación espacial dentro del continente y según el área de interacción que posea con la atmósfera, produciendo una modelación del relieve acorde a estos parámetros.

Unidades geomorfológicas.

El estudio de la geomorfología nos sirve para la solución de diversos problemas relacionados con la elevación con la evolución del relieve y las formas que deja en el paisaje que son de interés práctico para el análisis del Sistema Ambiental Regional.

La descripción geomorfológica nos permitirá tener información sobre las formas de terreno, las cuales son un reflejo de acción de distintos procesos destructivos y constructivos interconectados, es decir, que los resultados geomórficos son la consecuencia directa de la interacción de procesos endógenos (estructurales) y exógenos (ambientales).

Los procesos endógenos dependen de las fuerzas internas que afectan a la tierra, misma que se encargan dentro de los continentes de levantar o hundir regiones, de fracturar las rocas y de hacer ascender hasta la superficie grandes volúmenes de magma; solamente las manifestaciones externas de esta energía interna acumulada, pueden ser descritas por la geomorfología.

Por otro lado, los procesos exógenos dependen tanto de los procesos atmosféricos, o del clima, tales como precipitación y escorrentía, como de las características físicas de los materiales con los que interactúan, los cuales poseen propiedades físicas naturales (naturaleza química, tamaño de grano, estratificación, etc.) que hacen posible su degradación y posterior acumulación de materiales, modificando el relieve a distintas escalas.

Considerando todo lo anterior, para estudiar el origen de las formas del relieve es necesario establecer el o los tipos de agentes que dan origen a la geoforma, de tal forma que también resulta necesario mencionar que las entidades se agrupan en ocho grandes clases:

- Estructural
- Volcánico
- Denudativo
- Fluvial
- Lacustre/marino
- Glacial/peri glacial
- Eólico

Dentro de la región se presentan formas de origen estructural, volcánico, denudativo, fluvial, eólico y lacustre/marino.

Posterior a la concepción del origen de la geoforma, el levantamiento geomorfológico toma como base cuatro grupos denominados Tipos de Relieve que es el marco abiótico y que tienen implícitas las variables de mayor importancia para entender los recintos del medio biótico (altura relativa, pendiente y fitología). Éstos fueron definidos por su forma y diferencia altitudinal con respecto a la base de la entidad o unidad geomorfológica para este estudio, a saber:

Ladera montañosa: la condición principal de este tipo de relieve, es que posean una altura relativa o gradiente de elevación mayor a 200 metros; según Hubp (1989) este relieve es ocasionado por procesos endógenos (plegamiento) magmatismo, volcanismo, etc.) y también puede ser originada por la disección de una estructura de formación endógena modelada. Se subclasiifica en ladera montañosa baja y alta. La primera presenta un intervalo de 200-500 metros y en la segunda es superior a la anterior.

Lomerío: el criterio de clasificación aplicado para la determinación de ocurrencia de este tipo de relieve, es que la diferencia altitudinal o gradiente de elevación se menor a 200 metros. Este grupo se origina por la nivelación de montañas (modelado endógeno) o por la disección de una planicie inclinada (exógeno erosivo), sin embargo, puede tratarse de relieve endógeno de baja altura, producto de tectónica reciente (Córdova, 1988).

Piedemonte: constituye márgenes montañosas o zonas transicionales que se distinguen por cambio de pendiente abrupto o moderado y una altura considerablemente menor; el gradiente altitudinal varía entre 0 y 200 metros, dependiendo del comportamiento del terreno. La misma naturaleza de este tipo de relieve obvia que su composición es material detritico que presente drenaje fluvial.

Planicie: es una superficie de pendiente suave y de poca diferencia altitudinal. Corresponde principalmente a depósitos aluviales, eólicos y costeros originados por la modificación exógena-acumulativa del relieve. Se consideró para su identificación el uso de suelo (agrícola y urbano), el cambio pendiente y el patrón de drenaje.

c). Suelos.

En los extensos terrenos que conforman las Llanuras y Sierras Sonorenses del Municipio de Pitiquito, dentro de la zona del interés del proyecto de la Planta de Almacenamiento se predominan los suelos de origen calcisol, cerca del Río Asunción provienen suelos de origen fluvisol.

Estos tipos de suelo se combinan de acuerdo con sus características físicas y químicas. La formación de los suelos es por disgregación mecánica de rocas, meteorización química de los materiales regolíticos y acción de los seres vivos. Esta última es la etapa más significativa porque continúan con la descomposición de los materiales, iniciada por mecanismos físico-químicos. La mezcla de estos factores favorece la formación de los suelos.

En la región se pueden encontrar tipos seis tipos de suelo, propios de zonas desérticas características del suelo.

- Arenosol
- Calcisol
- Cambisol
- Fluvisol
- Leptosol
- Regosol

Características del suelo

De acuerdo con lo antes dicho, se tiene seis principales unidades o tipos de suelos, los cuales se describen a continuación.

Arenosol (AR): suelos relativamente jóvenes y se caracterizan por ser un producto de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricas en cuarzo y también está asociado a arenas recién depositadas por diferentes procesos eólicos.

El material parental se caracteriza por ser un sustrato litológico no consolidado. Presenta una escala o nulo desarrollo de su perfil.

Calcisol (CL): estos suelos se caracterizan por presentar una acumulación secundaria sustancial de carbonato de calcio en los primeros centímetros de profundidad por lo que un horizonte superficial pardo pálido, todo esto como resultado de su asociación con materiales parentales altamente calcáreos.

Cambisol (CM): suelo relativamente jóvenes con muy poco o nungun desarrollo del perfil, es decir, presentan una diferenciación incipiente de horizonte, se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe.

Fluvisol (FL): suelo aluvial poco desarrollado, formado por materiales acarreados por el agua, por lo tanto se encuentra cercano a ríos y arroyos. Presenta sedimentos disgregados y sin terrones. La clase textural es gruesa y su fase es gravosa. Posee capas alternadas de arena, arcilla y grava, el subtipo éutico tiene un grado de saturación de 50% o más dentro de los 20 y 50 centímetros superficiales; carece de propiedades sálicas y de un horizonte sulfúrico.

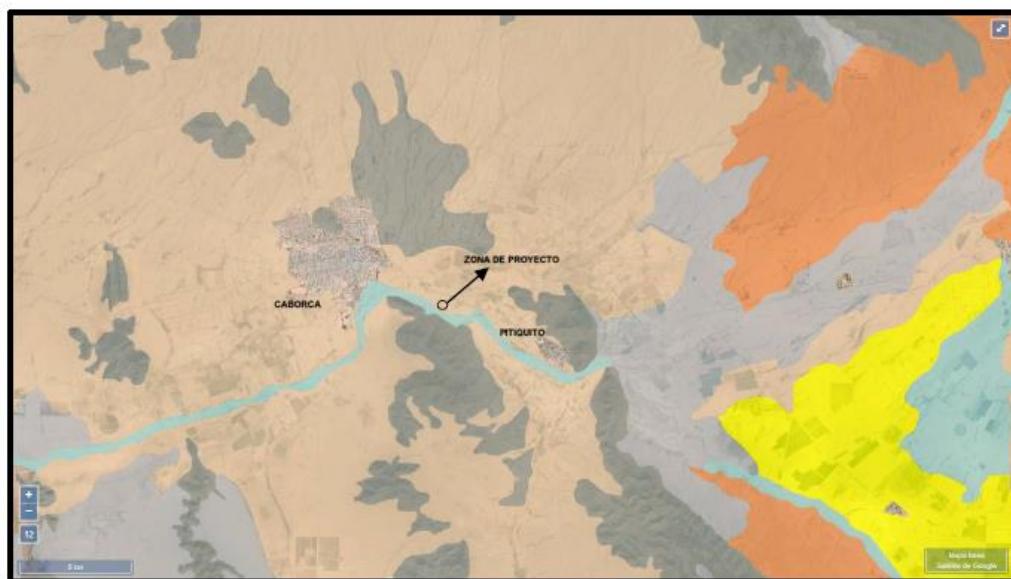
Fluvisol calcárico (FL): formado por material aluvial reciente. Presenta un descenso irregular del contenido de materia orgánica en profundidad y cambios de textura, depositado en el lecho de río, arroyos y zonas de escorrentía superficial proveniente de las bajadas de los altos topográficos. Generalmente, se encuentran caracterizados por la presencia de sucesivas capas sedimentarias de granulometría muy variable, en función de la energía que lleva el agua al momento de la deposición. El continuo rejuvenecimiento de estos suelos por los aportes periódicos hace que te tenga un grado de evolución muy escaso, presentan un contenido de calcio muy variable, que oscila entre 20% y 50% debido al aporte de material carbonatado de la región. Son suelos de alta fertilidad y susceptibles de incrementar su productividad con prácticas agrícolas relativamente sencillas. Cuando presenta subtipo éutrico significa que carece de sales.

Leptosol (LP): las características determinantes de este suelo es que es delgado, menor de 10 centímetros de profundidad, muy pedregoso, con bajo contenido de material orgánico y débilmente desarrollado, se encuentra en sierras y lomeríos distribuidos a manera de manchones. Su textura es gruesa, fase física arenosa n zonas cercanas a la costa y textura media en la parte occidental. Una segunda fase es cuando presenta el subtipo Regosol calcárico y Vertisol crómico: el primero implica que contiene fragmentos gravosos de material calcáreo, producto de la erosión de las partes topográficamente altas y el segundo hace alusión al efecto de mescla, provocado por la presencia de arcillas expandibles.

Un segundo subtipo, conocido como Regosol éutrico indica que es poco consolidado con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta y de fase física pedregosa.

Regosol (RG): se desarrolla sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina, son suelos jóvenes y su evolución es el perfil es mínima debido a un proceso lento de formación por una prolongada sequedad. Suelen ser delgados, pedregosos, de textura gruesa, y de procedentes de relieves altos. Si contiene subtipo calcárico indica fragmentos de material calcáreo presentes, similar al material parental, es pobre en contenido orgánico con texturas de arena a migajón arenoso y la saturación de bases es alta. En ocasiones comparten horizontes de Fluvisol éutrico, observándose como material disgregado y sin terrones, de clase textural media a gruesa, incluso alternancia de gravas, arenas, limos, y arcillas. En otras situaciones como Yermosol se distingue más árido con capas de yeso y sales.

Edafología Regional



A nivel micro ubicación, el sitio de interés cuenta con un tipo de suelo conocido como calcisol, con un tipo de subsuelo leptosol lítico, son suelos derivados a partir de materiales incosolidados, que tienen un horizonte B argílico de color café o rojo muy fuerte, carecen de propiedades véticas y férricas, horizonte E álbico, horizonte cárlico, concentraciones de

cal pulverulenta suave, plintita dentro de los primeros 125 cm de profundidad y propiedades hidro mórficas dentro de los primeros 50 cm.

Los suelos son de fertilidad media, susceptibles a la erosión y con una topografía accidentada. Dentro del Municipio de Pitiquito existen cuatro tipos de suelo, de acuerdo a la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tipo de suelo	Símbolo	Usos
Calcisol	CL	El uso más apropiado es para la producción de trigo de invierno bajo riego, melones y algodón en la zona Mediterránea.
Fluvisol	FL	El uso más apropiado es para los sembrados con cultivos anuales y huertos, muchos son usados para pastizales. Normalmente requieren de control de inundaciones, drenaje y/o irrigación.
Leptosol	LP	El uso más adecuado es para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal.
Arenosol	AR	Con el manejo adecuado se usan para pastoreo extensivo, más si se riegan pueden soportar una gran variedad de cultivos. En la zona templada se utilizan para pastos y cultivos, aunque pueden requerir un ligero riego en la época más seca.

d) Hidrología superficial y subterránea.

- Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio
- Hidrología superficial

La zona del proyecto se encuentra en la *Región Hidrológica No. RH-8B* conocida la Cuenca del Río Concepción-Asunción, ya que drena una superficie de 25,757 Km², de los cuales, 310 corresponden a territorio de Estados Unidos de Norteamérica.

La cuenca del Río Concepción-Asunción se encuentra localizada en el Distrito de Riego 037 Altar-Pitiquito-Caborca, se ubica al Noroeste del Estado de Sonora.

El Río Asunción, recibe por su margen derecha a la altura de Altar, Sonora, los Ríos Altar y el sásabe pasando por Pitiquito, Sonora, y posteriormente por Caborca. Luego de pasar por Caborca un afluente importante del Río Asunción que se conecta a la altura del ejido El Norteño, es el Arroyo El Coyote, de aquí que toma la dirección Oeste atravesando la planicie costera hasta su desembocadura en el Golfo de California.

Sus límites son por el oriente, la cuenca del río Sonora; al sur la cuenca del río San Ignacio; al norte la de Sonoyta y la de los ríos San Pedro y Santa Cruz que escurren hacia el territorio de Estados Unidos.

El Río Asunción drena una superficie de 16,616 Km² desde la estación hidrométrica Pitiquito II hasta su desembocadura en el Golfo de California. Sus afluentes más importantes son los arroyos el Coyote y Tesota.

Río Yaqui: Es un río situado en el noroeste de México, que atraviesa el estado de Sonora de norte a sur. Mide 410 km de longitud, aunque se considera que al conectarse con el sistema Yaqui-Papigochi, una de sus afluentes, se extiende a 1,050 km aproximadamente.

Nace de la confluencia de los ríos Bavispe y Papigochi en la Sierra Madre Occidental, y desemboca cerca del pueblo de San Ignacio Río Muerto en el golfo de California. En su recorrido toma los nombres de río Papigochi, Sirupa, Huapoca, Aros y Yoqui. Sus aguas son aprovechadas por las presas de El Novillo, Cárdenas, Álvaro Obregón y sirve para propósitos de irrigación agrícola en el Valle del Yaqui y Vicam.

Río Altar: Es un río desértico que corresponde a la cuenca del Río Asunción-Concepción, con 134,56 km de longitud, que nace en las cercanías de la frontera con Estados Unidos y desemboca en el Río Magdalena. Esta corriente de agua forma una cuenca de unos 2,801 km², que está localizada en la zona norte de Sonora. Atraviesa los municipios de Nogales, Saric, Tubutama, Átil, Oquitoa, Altar y Pitiquito. Tiene un caudal medio de 1,561.84 mm³/s.

Río Bavispe: Nace en el municipio de Bavispe, en los límites con el estado de Chihuahua, y se encuentra en la cuenca hidrográfica del río Yaqui. Su longitud es de 371 km, tiene un caudal de 1922.44Mm³ y pasa por los municipios Agua Prieta, Nacozari, Huasabas, Granados, Bacadehuachi y Divisaderos, Sahuaripa y Villa Hidalgo.

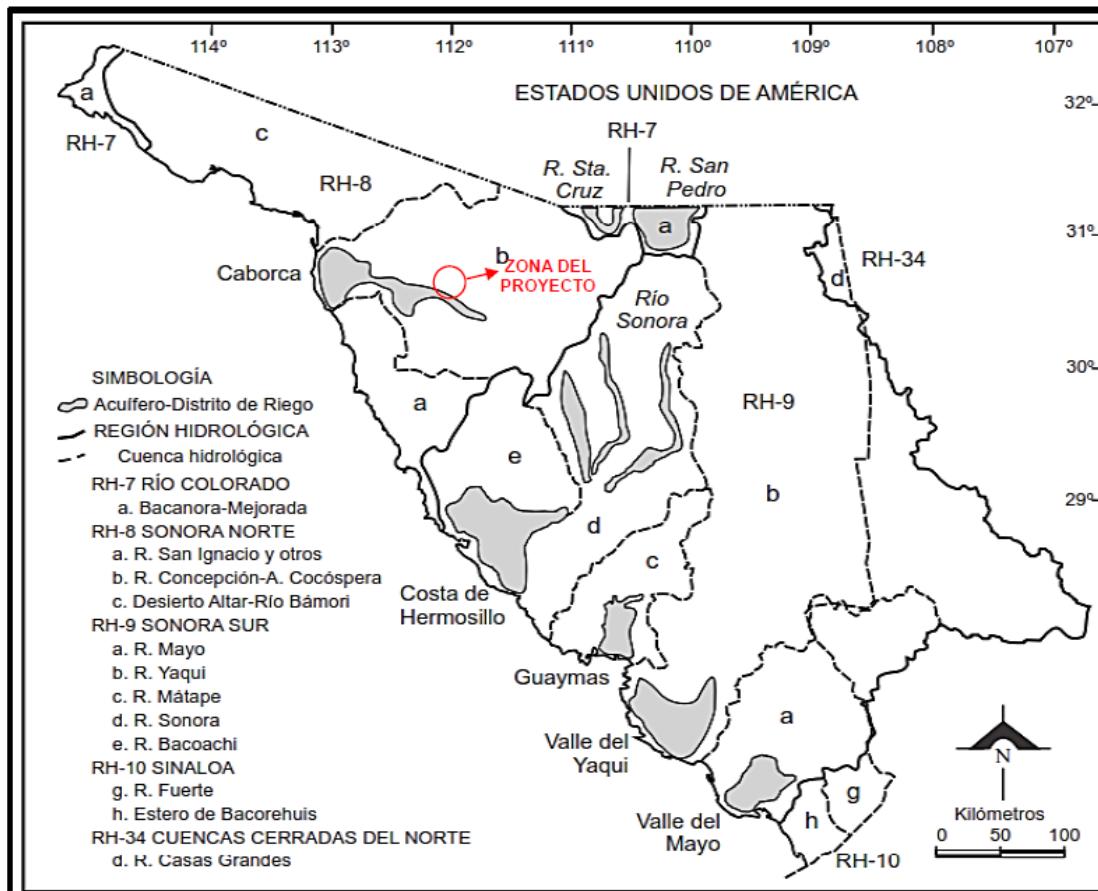
Río Agua Prieta: Este río nace en territorio estadounidense, está situado en el municipio de Agua Prieta en los límites con el estado de Chihuahua. Su cuenca hidrográfica es la del río Yaqui y pasa por los poblados de Agua Prieta, Cabullona y Colonia Morelos.

Río Bacanora: Está ubicado en el centro-este de Sonora, en la Sierra Madre Occidental. Nace en la Sierra El Encinal, que está ubicada al sureste de pueblo de Bacanora. Pertenece a las cuencas hidrográficas de los ríos Yaqui y Mátape. Desemboca en el río Yaqui.

Río Mayo: Está localizado al sureste de Sonora. Nace en la Sierra Ocampo Chihuahua y desemboca en el golfo de California. Tiene un caudal de 863.24 mm³ y una longitud de 530 Km. Pasa por los municipios de Álamos, Navojoa, Etchojoa y Huatabampo.

Río Sonora: Es una corriente de agua que nace en Arizpe, en la zona oeste de México, y termina en Hermosillo. Se forma por la confluencia de los ríos Bacanuchi y Bacoachi. Tiene una longitud de 420 km, a través de los cuales pasa por los municipios de Bacoachi, Arizpe, Banamichi, Huépac, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baviacora, Mazocahui y Ures hasta finalizar en Hermosillo.

Hidrología regional superficial



Hidrología de la cuenca en el Municipio de Pitiquito



Embalses y cuerpos de agua (presas, ríos, arroyos, lagos, laguna, sistemas lagunares, etc).

La zona de interés se encuentra relativamente alejada del Río Asunción-Cpncepción, este río no presenta crecimiento o desborde del mismo en temporadas de lluvias.

La distancia del área del proyecto a este río es de 465.14 metros respectivamente.

El Río Asunción tiene un área de 1932 km².

Análisis de la calidad del agua

De acuerdo con información de la Comisión Nacional del Agua CONAGUA.

La evaluación de la calidad del agua se lleva a cabo mediante cuatro indicadores: Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspensos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF).

La DBO5 y la DQO son indicadores de la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua, proveniente principalmente de las descargas de aguas residuales tanto de origen municipal como no municipal.

La DBO5 indica la cantidad de materia orgánica biodegradable, en tanto que la DQO indica la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de la DBO5 incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos.

Por otro lado, el aumento de los valores de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

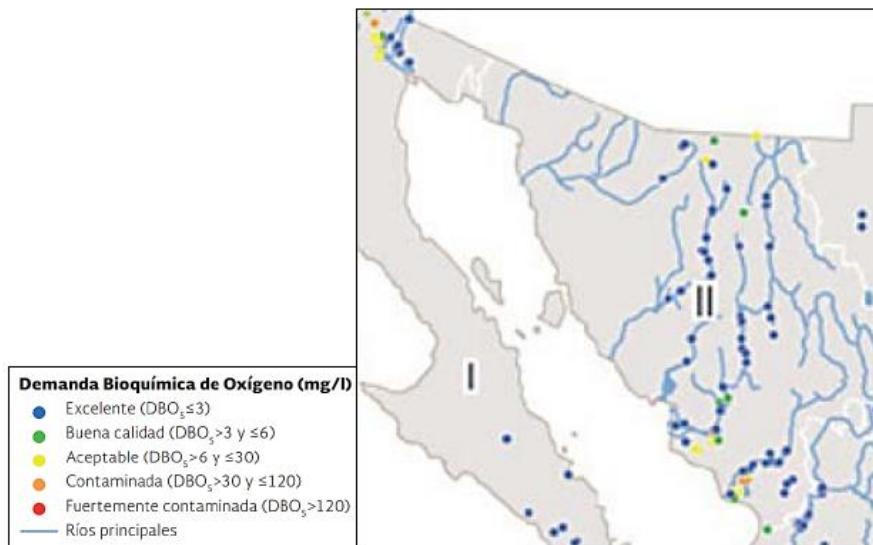
Los SST miden la cantidad de sólidos sedimentables, sólidos y materia orgánica en suspensión y/o coloidal. Tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van: desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta el agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

Los coliformes fecales están presentes en los intestinos de organismos de sangre caliente (incluido el ser humano) y son excretados en sus heces fecales. Se distinguen por ser bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gram negativas, no esporuladas, de forma de bacilo corto, que fermentan la lactosa con producción de gas en 48 horas a $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Por asociación son indicadores de la presencia de aguas residuales. Este parámetro se utiliza internacionalmente partiendo de la premisa de que su ausencia en el agua es un indicador de que otros organismos patógenos al hombre también están ausentes.

La determinación de los coliformes fecales se realiza principalmente por el método del Número más Probable (NMP). Se fundamenta precisamente en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar también la lactosa con formación de gas, turbiedad y ácido al incubarlos a $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ durante un tiempo de 24-48 hrs, utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares.

Es oportuno mencionar que los sitios con monitoreo de calidad del agua están ubicados en zonas con alta influencia antropogénica.

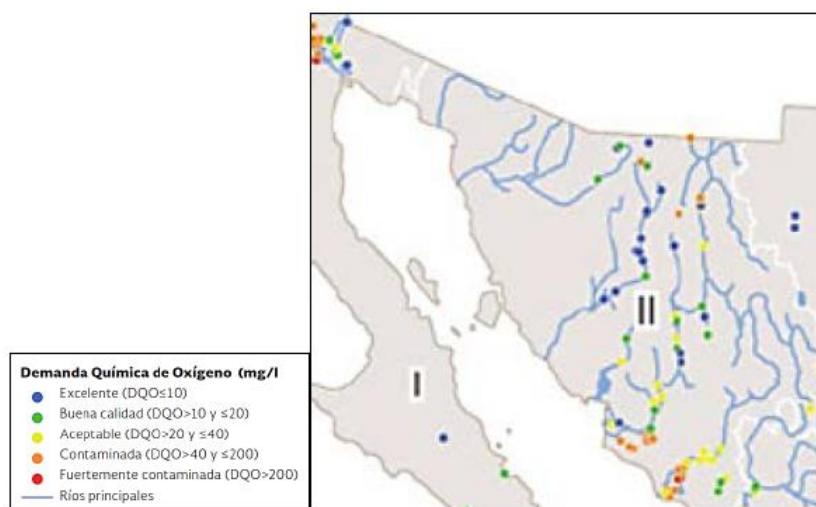
Calidad del agua: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)



Región hidrologico-administrativa	Excelente	Buena Calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente Acontaminada
II Noroeste	73.4	10.6	10.6	3.2	2.2

Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por región hidrológico-administrativa, de acuerdo al indicador DBO₅.

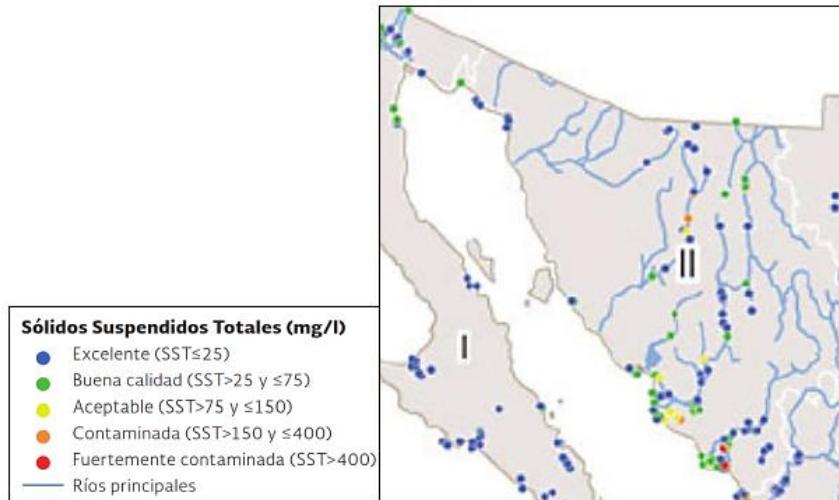
Calidad del agua: Demanda Química de Oxígeno (DQO)



Región hidrologico-administrativa	Excelente	Buena Calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente Acontaminada
II Noroeste	21.0	22.1	29.5	23.2	4.2

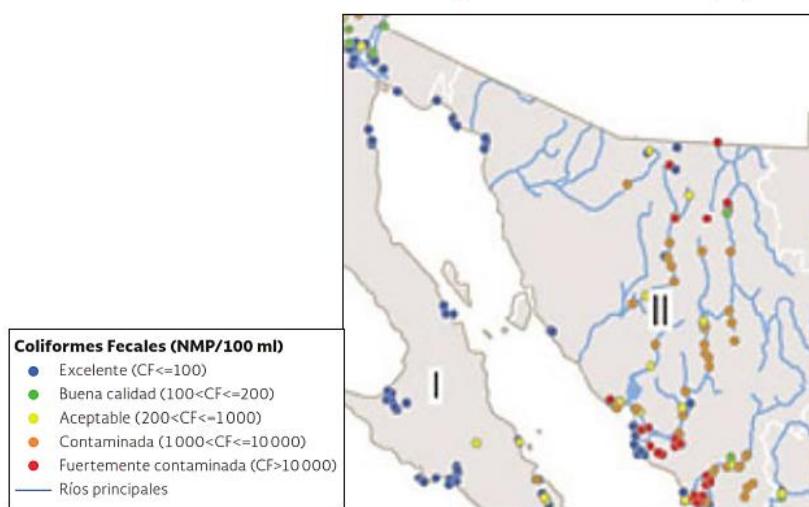
Distribución porcentual de sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por región hidrológico-administrativa, de acuerdo al indicador DQO.

Calidad del agua: Sólidos Suspensidos Totales (SST)



Distribución porcentual de los sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por región hidrológico-administrativa, de acuerdo al indicador SST.

Calidad del agua: Coliformes Fecales (CF)



Distribución porcentual de los sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por región hidrológico-administrativa, de acuerdo al indicador CF.

Hidrología subterránea.

A lo largo de la zona del Río Concepción-Asunción, se pudieron identificar las unidades hidrogeológicas descritas anteriores, se concluyó en estudio se encuentra contenido principalmente en materiales granulares no consolidados depositados por el Río. Este acuífero como libre. Debajo de las capas granulares, se encuentran estratos de conglomerados no consolidados que representan la segunda unidad hidrogeológica de interés. Por el contenido arcilloso de estos materiales, el acuífero contenido en estas formaciones funciona localmente como acuífero semiconfinado.

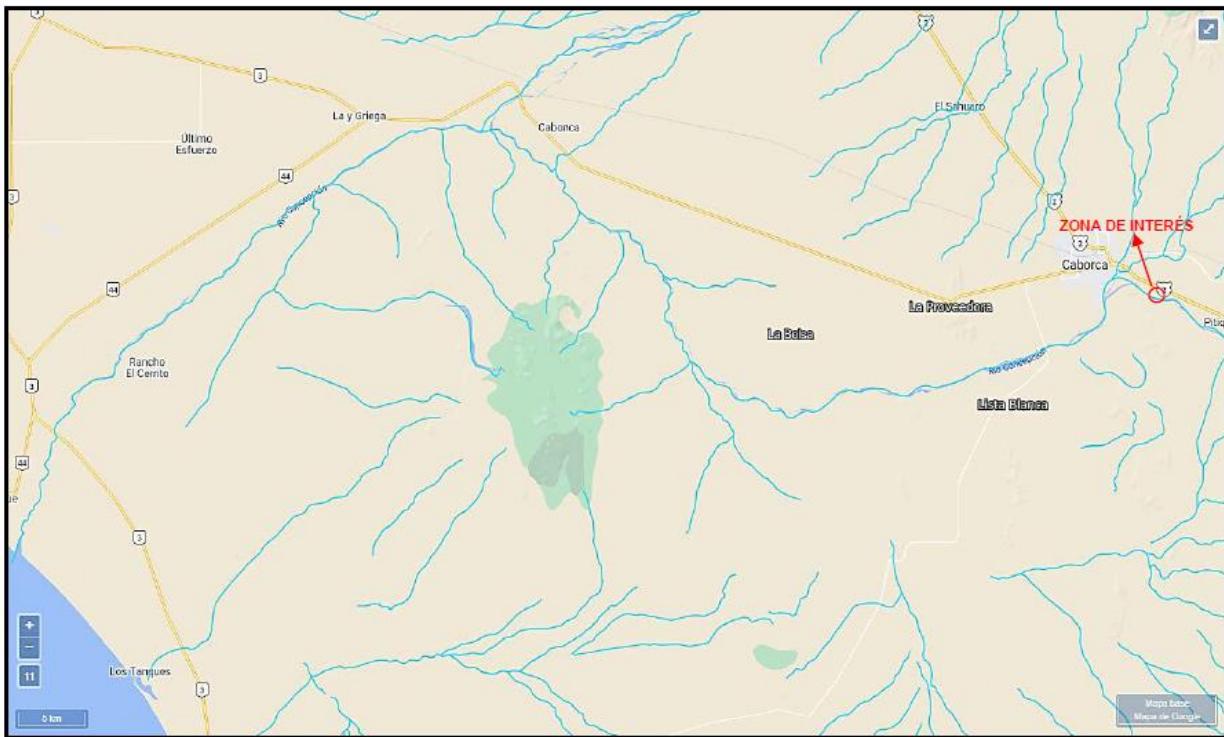
En toda cuenca hidrológica, el conocimiento de su potencialidad hidráulica es indispensable para planear su desarrollo económico, la evaluación de los recursos hidráulicos subterráneos con que cuenta una cuenca dada, está basada en medidas directas de la variación en el tiempo y en el espacio de los niveles de agua subterránea. Los datos obtenidos de estas medidas u observaciones, se analizan conjuntamente por guardar una estrecha relación, con la ocurrencia de la lluvia dentro de la cuenca, así como de los volúmenes que han sido tomados artificialmente de los mantos acuíferos.

Dependiendo del tipo de cuenca por cuantificar y de su situación geográfica, pueden hacerse intervenir en el análisis una serie de datos o elementos que complementan el sistema hidráulico de la misma y decidir por tanto el método de investigación: en una cuenca endorreica limitada hidrogeológicamente por rocas impermeables, no se hacen intervenir en el análisis aportes o descargas subterráneas desde o hacia cuencas vecinas y sí en cambio, es muy importante tomar en cuenta la evaporación de cuerpos de agua y la evapotranspiración de niveles freáticos someros; en cuencas situadas en altitudes altas, la altura de las capas de nieve y el estudio el funcionamiento de los deshielos hacen intervenir un término más más en la expresión de igualdades de volúmenes de agua.

Para las cuencas situadas en zonas donde los regímenes de precipitación originan la formación de ríos caudalosos y de escurrimiento permanente, el análisis hidrológico superficial puede ser más importante que el del agua subterránea. En cambio, las cuencas ubicadas en zonas donde la precipitación pluvial es escasa y por ende donde los escurrimientos superficiales son también escasos o nulos, los recursos hidráulicos de la misma estarán supeditados al volumen de agua subterráneo almacenado y al de su recarga anual.

La cuenca alta del Río Concepción-Asunción, se ubica dentro de ese último tipo de cuenca, es decir, para su desarrollo económico basado principalmente en la agricultura, depende casi exclusivamente de la explotación del agua subterránea, por lo que la cuantificación de estos recursos es impredecible, puesto que sirve de base para la planificación correcta de su economía.

Acuífero Río Concepción



Las extracciones que se realizan en la zona se dedican básicamente a abastecimiento urbano y riego agrícola existiendo también extracciones para uso industrial. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua.

3.b. Señalar las especies de flora y fauna que se encuentran en la región donde se ubica o se ubicarán las Instalaciones o tratándose de transporte por medios distintos a ductos, en la zona de las rutas de transporte.

Vegetación terrestre

En la actualidad, tan sólo el 95.82% aproximadamente del área de estudio localizada, matorrales y zonas áridas, el resto se encuentra ocupado por suelos comúnmente húmedos favorecidos por los riegos para cultivo. Algunas de las zonas áridas han sido sustituidas por diversos cultivos para la agricultura.

La figura IV.20 corresponde a una fotografía satelital del área del proyecto y sus alrededores donde se puede observar actualmente en su mayoría la vegetación arenosa de desiertos, de matorrales desértico micrófilo y matorral sarcocaule.

Por lo que corresponde al Municipio de Pitiquito, Estado de Sonora. Se encuentra dentro de la Provincia Florística de Planicie Costera del Noroeste, donde el tipo de vegetación más abundante es el desierto, es uno de los principales municipios con exuberancia climática debido a la sequía extrema constituyendo factores limitantes para el desarrollo de las plantas a lo largo de todo el año.

La flora del municipio consta de especies como el matorral sarcosaule “arbustos carnosos”, copal torote colorado y blanco, y matacora.

Fauna

Las condiciones climáticas que prevalecen en el municipio donde se localiza el sitio de interés, hacen que la fauna sea variada. El mosaico de hábitats que presenta, ha hecho que la especialización a diferentes niveles sea grande.

La fauna del municipio, en las zonas cercanas a la mancha urbana de Pitiquito consta con especies silvestres como el sapo, tortuga del desierto, camaleón, cachorras, víboras, tlacuache, zorra, conejo, mapache, tejón, ardilla, zopilote, águila y halcón.

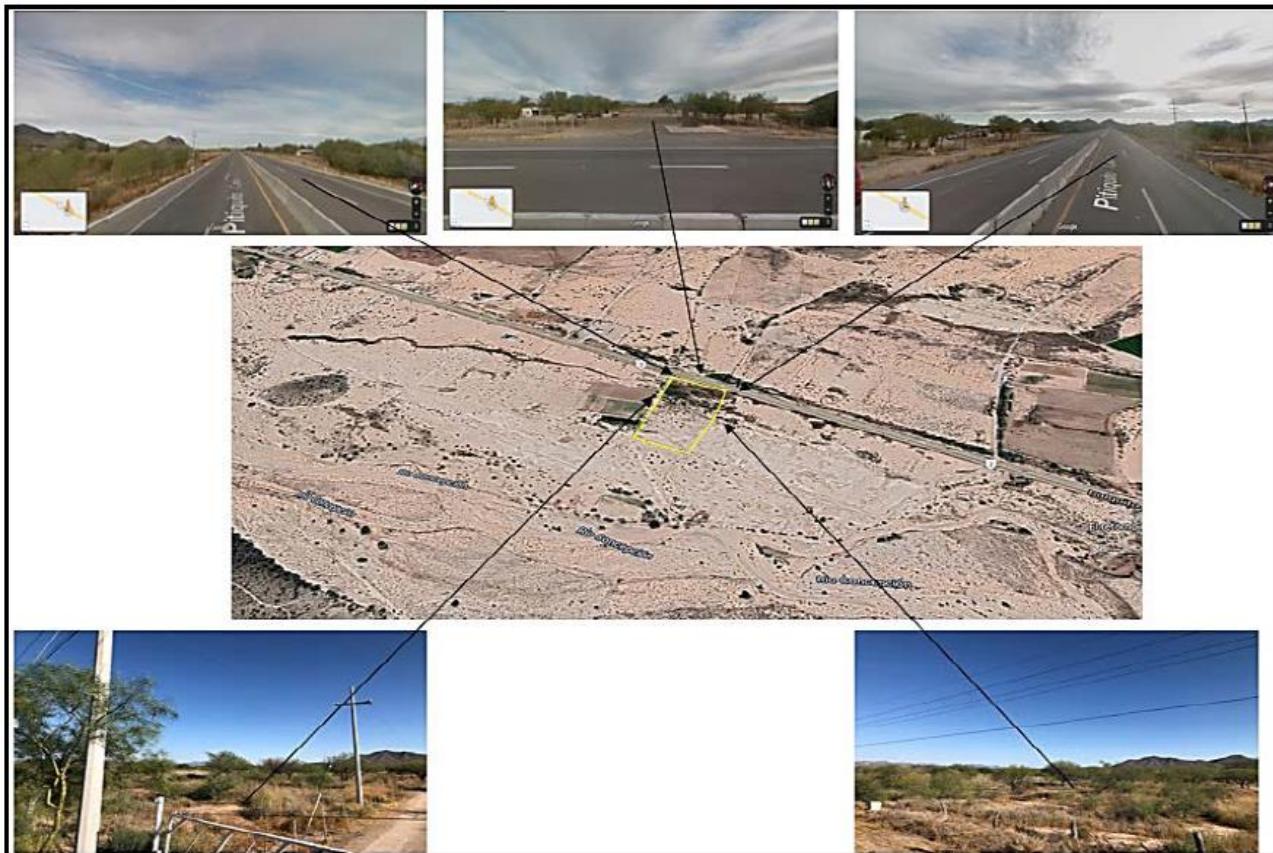
Sin embargo, es importante aclarar que a nivel de micro ubicación y dado que las especies de fauna nativa en la zona han emigrado hacia hábitats más alejados de las actividades humanas, no se localizan especies en peligro de extinción o declaradas de valor ecológico en dentro de municipio de Pitiquito.

Paisaje

El paisaje en la zona de interés ha sido modificado por el cambio de uso de suelo natural a zonas de cultivo y la construcción ya transitada de la Carretera Internacional México-Tijuana.

Actualmente el paisaje corresponde básicamente a terrenos de cultivo y algunas construcciones habitacionales de los dueños de los predios.

En la siguiente figura se presenta una visión general del paisaje actual de la zona.



3.c. Zonas vulnerables.

Señalar si el sitio del Proyecto está ubicado en una zona susceptible a:

a). Terremotos (sismicidad);

Peligros por Sismos. De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos del Sistema Nacional de Protección Civil, la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. La zona A es una zona donde no se tiene 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. Las zonas B y C, son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentes o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Finalmente, 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 (Servicio Sismológico Nacional, 2020).

El Sistema Ambiental Regional se ubica dentro de una zona con baja sismicidad, con la información anterior y debido a la ausencia de registros de sismos para la zona, se puede concluir que la zona es susceptible a presentar sismos en una baja frecuencia e intensidad, siendo estos con epicentro localizado en la falla de San Andrés.

Los focos sísmicos identificados en el Golfo de California están directamente relacionados con el sistema de Fallas de San Andrés. El Sistema Ambiental Regional se ubica dentro de la zona de influencia de este Sistema.

Debido a la proximidad del municipio de Pitiquito y del predio de estudio al Sistema de Fallas de San Andrés, se considera como una zona de riesgo sísmico moderado.

Los sismos que ocurren alcanzan magnitudes de hasta 7.69 y se originan a una profundidad menor de 33 kilómetros. En el periodo de 1993 al 2009 y en un radio de 100 km del área de estudio, han ocurrido 69 eventos sísmicos con una magnitud mayor a 3.70.

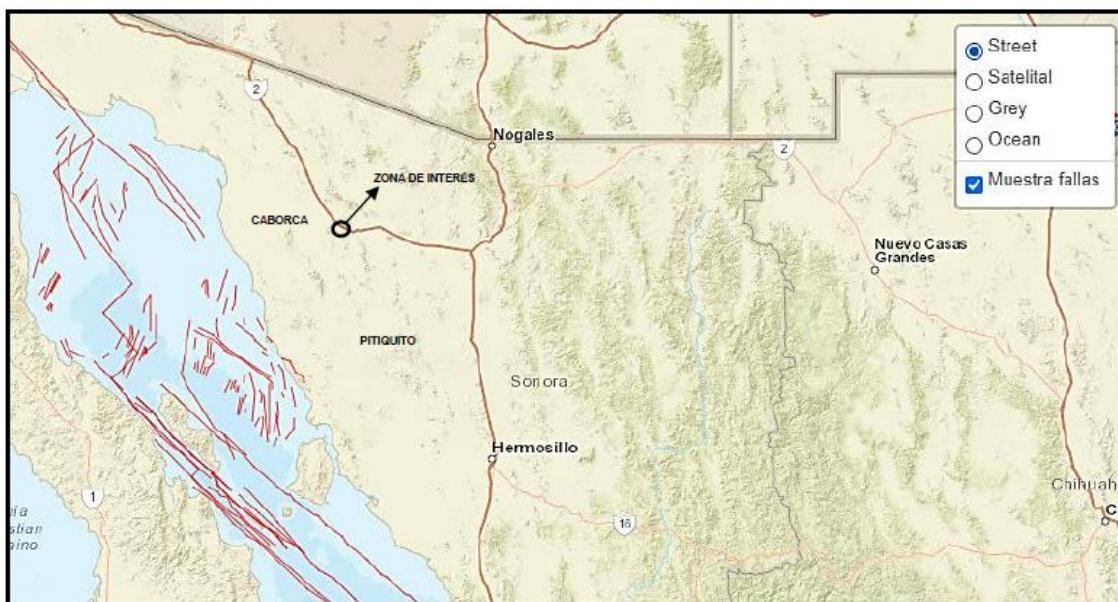
Estos temblores están causados por el movimiento lateral izquierdo de la Falla de San Andrés, de aproximadamente 35 milímetros por año. En tiempos geológicos, este movimiento ha causado la apertura del Golfo de California.

Presencias de fallas y fracturamientos en el predio o área de estudio.

En el predio de interés no se presentan fallas o fracturas de importancia, ya que la mayoría de las fallas se ubican fuera del alcance del municipio de Pitiquito.

Dicha información es otorgada por Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) las cuales se señalan en la siguiente figura:

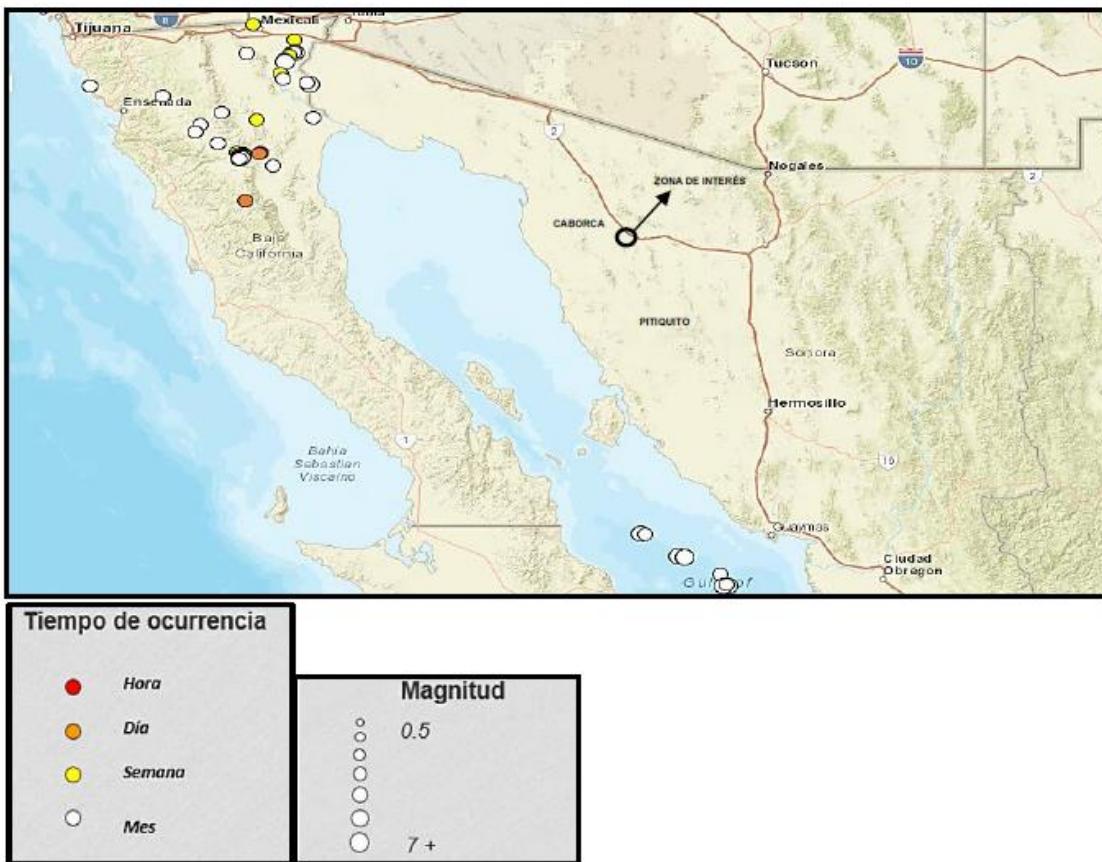
Fallas existentes en la zona



En base al Atlas de Riesgo de la zona de Pitiquito está clasificada como medio de sismicidad. Por lo que no se tienen registrados sismos registrados dentro de la zona de interés del proyecto.

En las siguientes figuras se presentan los niveles de sismicidad en Sonora y los niveles de peligro ante sismicidad del Estado de Sonora.

Sismos registrados en la zona



Fallas. Fracturas

Regiones sísmicas en México. Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios de 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.

Las 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.

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.



b). Corrimientos de tierra; Susceptibilidad de la zona de derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos.

Existen diversas formas mediante las cuales se inicia un deslizamiento. Una característica casi invariable es "la presencia o ausencia de agua", según el tipo de formación geológica involucrada.

Muchos de los taludes naturales se encuentran en una condición potencialmente inestable de manera que los movimientos y los colapsos se pueden iniciar con facilidad. Los temblores intensos junto con los procesos de erosión son causas comunes que pueden actuar en diversas formas. Probablemente el factor más importante de todos los que ocasionan un problema de inestabilidad de laderas naturales es el cambio en las condiciones de contenido de agua del subsuelo.

El cambio de condiciones de contenido de agua del subsuelo puede ser generado por interferencia con las condiciones naturales de drenaje, evaporación excesiva de suelos que normalmente están húmedos o un incremento en el agua del subsuelo producido por lluvias excesivas. Este último quizás sea el modo más común de afectar las condiciones del agua subterránea y, es especialmente grave porque las lluvias excesivas también incrementarán los escurrimientos superficiales que pueden provocar una erosión del material al pie de un talud e intensificar de este modo las tendencias al deslizamiento.

Según el CENAPRED en el mapa de las regiones potenciales de deslizamiento de laderas en México, se identifican 8 zonas potenciales de derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos. Sin embargo, el Área del Proyecto no pertenece a ninguna de estas zonas.

c). Derrumbamientos o hundimientos.

El CENAPRED también cuenta con la ubicación de laderas susceptibles a deslizamiento en México que se observan como puntos susceptibles de derrumbes, deslizamientos, flujos y movimiento de material. A pesar de esto, ninguno de los puntos se encuentra dentro del Área del Proyecto; por lo tanto, no queda dentro de las zonas susceptibles a hundimientos.

d). Inundaciones (historial de 10 años).

De acuerdo con el CENAPRED, el agua es uno de los recursos naturales más valiosos de cualquier país debido a los beneficios sociales y económicos que se derivan de su consciente explotación. De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974), una inundación se define como el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce, donde nivel normal se entiende por aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños.

Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, el Proyecto se encuentra en una zona de riesgo muy bajo por inundaciones

e). Pérdidas de suelo debido a la erosión.

La zona del proyecto, según INEGI, se encuentra sobre Aluvión del Cuaternario Q(s). El Aluvión corresponde a arenas, gravas y limos, los cuales son producto de la erosión de las sierras que se encuentran en los alrededores y de materiales acarreados por los arroyos. La composición de estos sedimentos es variable, conteniendo partículas y fragmentos de rocas principalmente volcánicas y sedimentarias.

f). Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión.

Se ha determinado que en Caborca y sus alrededores, que los contaminantes principales del agua subterránea son desechos industriales, agrícolas, mineros e intrusión salina. Entre los contaminantes detectados se encuentra arsénico, bario, manganeso, compuestos nitrogenados, plaguicidas y sales.

Aproximadamente, se descargaba un volumen de 3.5 Mm³ /a de aguas negras, con un volumen de contaminante de 2,566 kg/ d DBO (demanda bioquímica de oxígeno) por 47,520 habitantes. Este contaminante orgánico es vertido a las tierras agrícolas sin ningún tratamiento, aunque en Caborca existen lagunas de oxidación, pero que no operan de manera eficiente o total.

g). Riesgos radiológicos.

No se tiene datos de riesgos radiológicos en la zona del proyecto

h). Huracanes.

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, el Proyecto se encuentra en una zona de riesgo bajo a muy bajo por ciclones.

i). Otros efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.).

Es poco común que se presenten eventos meteorológicos adversos en la zona del proyecto.

3.d. Reportar, en caso de que exista un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del Proyecto, los hallazgos encontrados en dicho historial, considerando preferentemente la información de los últimos diez años, indicando la referencia o fuente de donde fue tomada.

Hoy día, el Sector Salud en el estado de Sonora se encuentra en una situación preocupante, se requiere de la instrumentación de acciones a efecto de mejorar nuestros índices de medición en aspectos tales como: muertes maternas, embarazos en adolescentes, enfermedades epidemiológicas como el dengue, rickettsia y chikungunya, las relacionadas con el sobrepeso, la obesidad, diabetes, corazón e incremento en el uso, abuso y dependencia de sustancias adictivas y la disminución en la edad de inicio en el consumo, especialmente en comunidades indígenas, así como deficiencia en servicios de hospitalización para la atención de las y los niños y adolescentes con adicciones.

Gracias a los avances en las ciencias médicas, se ha permitido que un gran número de enfermedades puedan ser curadas o controladas de manera regular, lo que implica que la población tenga una mayor expectativa de vida; por otro lado, es un hecho que distintos factores sociales, culturales y económicos han disminuido las tasas de fecundidad y natalidad alrededor del mundo, lo cual resulta en un fenómeno denominado transición demográfica, significando que la pirámide poblacional comienza a invertir su forma, disminuyendo los estratos más jóvenes y aumentando los de mayor edad. Este fenómeno demográfico se presenta de forma progresiva y va acompañado de otro fenómeno denominado transición epidemiológica, el cual se caracteriza en los países desarrollados por una gran prevalencia de enfermedades crónico-degenerativas; en contraste, los países no desarrollados presentan mayores tasas de natalidad, la expectativa de vida es menor y se observa una alta incidencia de enfermedades transmisibles e infecciosas. El caso de México es particular, ya que es un país en desarrollo donde la transición demográfica comienza a manifestarse, por lo tanto se pueden encontrar características propias de este fenómeno como el aumento en la expectativa de vida y en la incidencia y prevalencia de enfermedades crónico-degenerativas, pero también existen características de los países en vías de desarrollo, como la incidencia de enfermedades infecciosas. El estado de Sonora no es la excepción.

Según el Sistema Único de Información de Vigilancia Epidemiológica (SUIVE), durante el año 2015 se registraron un total de 1'251,463 diagnósticos de casos nuevos de enfermedad en la población sonorense. La principal causa de morbilidad en el estado al cierre del 2015 fueron las infecciones respiratorias agudas con 684,938 casos nuevos registrados ese año, lo cual representó el 55% del total de casos registrados por todo el Sector Salud, con una tasa de 240 casos por cada 1,000 habitantes del estado durante ese año. En segundo lugar, las infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas, representadas por la enfermedad diarreica aguda, afectó a los sonorenses con 152,753 casos, lo cual representó el 12% del total, con una tasa de 54 casos por cada 1,000 habitantes del estado. Observamos que, en tercer lugar, las infecciones de vías urinarias registraron un total de 109,386 casos durante el mismo año, lo cual representó el 9% del total de casos, para una tasa de 38 casos por cada 1,000 habitantes. En cuarto lugar, los diagnósticos nuevos de gastritis, úlceras y duodenitis registraron un total de 35,646 casos, representando el 3% del total, para una tasa de 13 casos por cada 1,000 habitantes. En quinto lugar en morbilidad, el diagnóstico de síndrome febril inespecífico se realizó en un total de 33,719 personas durante el 2015, lo cual representó poco menos del 3% en relación al total de casos, con una tasa de 12 casos por cada 1,000 habitantes del estado de Sonora; vale la pena resaltar que este diagnóstico se realiza ante casos febriles, en los cuales el médico no puede precisar inicialmente un diagnóstico específico; sin embargo, el incremento de dicho diagnóstico coincide con el periodo epidémico que registró el dengue en nuestro estado durante el año 2015.

En el estado de Sonora, desde el año 2004 se han confirmado 1,129 casos de fiebre manchada y 188 personas han muerto debido a esta causa. Datos obtenidos desde ese año mediante vigilancia epidemiológica, reportan que la morbilidad y mortalidad por FMRR muestra una tendencia ascendente, siendo el 2015 el año más crítico. Además, la letalidad ha mostrado un incremento sostenido y en 2015 se registró una letalidad de 40.1 por cada 100 casos confirmados, superior a reportes en sitios endémicos de Estados Unidos y similares a los de algunas regiones de Brasil.

3.e. Señalarán la siguiente información del entorno:

a). Zonas Vulnerables de Población: Casas, poblaciones, escuelas, hospitales, centros comerciales, templos, unidades habitacionales de alta densidad, parques, etc.;

Se ha presentado un alto índice de rezago y vulnerabilidad, en particular en lo referente a temas como discapacidad y adultos mayores. Con déficit de equipamiento, espacios públicos, áreas recreativas, en numerosos componentes de los subsistemas de salud y asistencia social: guarderías, casas hogar, centro de desarrollo comunitario, espacios deportivos y bibliotecas. Falta de programas y oportunidades para adquirir una vivienda digna. Necesidad de mayor cobertura de servicios de información y comunicación.

La atención de salud pública, es de mala calidad, existe un rezago en la falta de medicamentos. Hay sectores marginados con escasa atención de la autoridad municipal, principalmente las clases más desprotegidas. La costa agrícola tiene serias deficiencias en el servicio del agua potable, transporte en general, trabajo, seguridad, salud, servicios públicos, etc. La participación de la sociedad organizada es escasa y con desconfianza.

En 2015, 28,5% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 3,09% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 35,2%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 7,91%.

En Caborca, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2015 fueron IMSS (Seguro social) (32,6k), Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (26,2k) y Consultorio de farmacia (9,92k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron IMSS (Seguro Social) (36,1k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (27,7k).

b). Componentes ambientales: Cuerpos de agua, áreas naturales protegidas de carácter federal, estatal o municipal, regiones hidrológicas prioritarias, regiones marinas prioritarias, regiones terrestres prioritarias, áreas de importancia para la conservación de aves, sitios Ramsar1;

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), del sitio en cuestión, y de acuerdo la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) el sitio del proyecto No se encuentra clasificado dentro de ninguna de las Regiones Prioritarias (hidrológica, marina y terrestre), ni de ninguna área de importancia para la conservación de aves, ni de sitios Ramsar.

El sitio del proyecto No se localiza dentro o colindante de alguna Área Natural Protegida (ANP), federal, estatal o municipal; tampoco en la zona de influencia de alguna, por lo cual no existen programas de recuperación y restablecimiento de zonas de recuperación ecológica en las que el proyecto incida. Por lo tanto, no existe ninguna vinculación directa en este rubro con el Proyecto.

En cuanto a embalses y cuerpos de agua (presas, ríos, arroyos, lagos, laguna, sistemas lagunares, etc). La zona de interés se encuentra relativamente alejada del Río Asunción-Concepción, este río no presenta crecimiento o desborde del mismo en temporadas de lluvias. La distancia del área del proyecto a este río es de 465.14 metros respectivamente. El Río Asunción tiene un área de 1932 km2.

c). Infraestructura vial (carreteras y ferrocarril) e industrial (ductos, líneas de alta tensión y plantas industriales).

La zona de proyecto ha venido transformando su carácter rural agropecuario por urbano, su ubicación a un lado de eje de comunicaciones representando por la carretera Santa Ana-Caborca ha provocado el que sea el eje de crecimiento futuro de la zona urbana de Pitiquito.

Las vías del ferrocarril más cercanas, se encuentran a 2,700 metros aproximadamente del sitio del proyecto. Por el sitio del proyecto no cruzan ductos ni líneas de alta tensión, ni tampoco existen plantas industriales cercanas.

d). Uso de suelo: habitacional, industrial, comercial, agrícola, pecuario y forestal.

En el entorno del predio de interés se llevan a cabo actividades agrícolas, en el predio del proyecto se encuentra baldío, sin disposición de residuos en dicho predio.

En el Plan de Desarrollo Urbano y Obras Públicas Municipal 2018, presenta Dictamen de Uso de Suelo para polígono, con una superficie de 14-25-23.00 Hectárea, localizado en las coordenadas Latitud: 30° 41'47.06 N Longitud 112°O, en el predio denominado "El Monte", del Municipio de Pitiquito, Sonora. Ubicado a la altura del km. 100 de la Carretera Santa Ana-Caborca, en Pitiquito, Municipio de Pitiquito, Sonora.

Esta información se reportará dependiendo del tipo de Proyecto, y se presentará en planos, mapas, o fotografías aéreas en tamaño mínimo doble carta, a escala adecuada y legibles, señalando en los mismos el Proyecto (zona o trayectorias del ducto o del transporte por medios distintos a ductos), el radio o franja del entorno solicitado en el apartado correspondiente, y el nombre y ubicación de las zonas de interés que se mencionan dependiendo del tipo de Proyecto. También señalarán la cartografía consultada (Secretaría de Marina; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, entre otros).

3.1. Proyecto.

La información señalada en este apartado será integrada en las tablas 17 a la 20 de acuerdo con lo solicitado a continuación correspondiente a los 4 puntos cardinales para un radio de 500 metros a partir de los límites de propiedad o jurisdicción del Proyecto:

Tabla 17. Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/Proyecto/pozo (m)
Localidad	Rancho El Monte	S	250 m
Colonia	N/A		
Caserío	N/A		
Escuela	N/A		
Hospital	N/A		
Centro Comercial	N/A		
Templo	N/A		
Parque			
Unidad habitacional de alta densidad			

Se indicará la densidad de población para zonas vulnerables de población que sean cuantificables como localidades, colonias, unidades habitacionales de alta densidad y caseríos, entre otros.

Tabla 18. 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)
Cuerpo de agua	N/A			
Área Natural protegida	N/A			
Región Hidrológica Prioritaria	N/A			
Región Marina Prioritaria	N/A			
Región Terrestre Prioritaria	N/A			
Área de importancia para la conservación de las aves	N/A			
Sitio Ramsar	N/A			

Tabla 19. Proximidades con infraestructura para un radio de 500 m.

Tipo de infraestructura	Nombre/descripción	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia a la Instalación/Proyecto/pozo (m)
Ducto	N/A		
Instalación Industrial de Riesgo	Planta y estación de gas LP "HIDROGAS"	NO	350 m
Carretera	Carretera N° 2. Pitiquito-Caborca	N	8 m
Vía férrea	N/A		

Tabla 20. Uso de suelo para un radio de 500 m.

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte	Agrícola	
Noroeste	Comercial	350 m
Este	Agrícola	
Oeste	Agrícola	140 m
Noreste	Agrícola/Pecuario	
Noroeste	Agrícola	
Sureste	Agrícola	
Suroeste	Agrícola	

3.3. Transporte por medios distintos a ductos.

Tratándose de transporte por medios distintos a ductos señalar la información que se presenta en las tablas 21 a la 24 correspondiente a una franja de 800 metros a ambos lados de la línea regular de las rutas establecidas y las alternativas.

Tabla 21. Proximidades y cruzamientos con zonas vulnerables de población en el entorno de la franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia al ducto (m)	Tipo (proximidad o cruzamiento)	Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)	Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)
Localidad	N/A					
Colonia	N/A					

Caserío	N/A					
Centro Comercial	N/A					
Templo	N/A					
Escuela	N/A					
Hospital	N/A					
Parque	N/A					
Unidad habitacional de alta densidad	N/A					

Se indicará la densidad de población para zonas vulnerables de población que sean cuantificables como localidades, colonias, unidades habitacionales de alta densidad y caseríos, entre otros.

Tabla 22. Proximidades y cruzamientos con componentes ambientales franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Tipo (Proximidad/ Cruzamiento)	Para proximidades, distancia promedio al ducto (m)	Km inicial de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)	Km final de la proximidad o cruzamiento (cadenamiento)
Cuerpo de agua	N/A						
Área Natural protegida	N/A						
Corriente de agua	N/A						
Región Hidrológica Prioritaria	N/A						
Región Marina Prioritaria	N/A						
Región Terrestre Prioritaria	N/A						
Área de importancia para la conservación de las aves	N/A						
Sitio Ramsar	N/A						

Tabla 23. Proximidades con infraestructura franja de 800 m a ambos lados del DDV.

Tipo de infraestructura	Nombre/descripción	Ubicación (N/S/E/O/ NE/SE/NO/SO)	Distancia promedio al ducto (m)	Km inicial de la proximidad (cadenamiento)	Km final de la proximidad (cadenamiento)
Carretera	Pitiquito-Caborca	Norte	10 m	Km 100+0	

Tabla 24. Uso de suelo (sobre el DDV).

Km de inicio (cadenamiento)	Km de fin (cadenamiento)	Tipo de uso de suelo	Descripción

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

Se llevará a cabo la identificación de peligros, evaluación y análisis de Riesgos del Proyecto de manera exhaustiva, considerando como mínimo lo que se indica en los apartados siguientes.

4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.

El personal que realice la identificación de peligros y jerarquización de Escenarios de Riesgo contará con conocimiento y experiencia suficiente en las metodologías empleadas y en el Sector Hidrocarburos, especialmente en el área operativa.

Para el Análisis de Identificación de peligros, se propone como metodología base el "HAZOP" para este tipo de Instalaciones, esta metodología se puede aplicar en las etapas de ingeniería de detalle y en la etapa de construcción y arranque.

Análisis e Identificación de Peligros mediante "HAZOP".

El **HAZOP** fue iniciado en los años sesenta por la división Mond de la compañía Imperial Chemical Industries (ICI), con el objeto de mejorar los estándares de operación y seguridad de sus plantas existentes hasta ese entonces. Posteriormente, la compañía ICI introdujo esta técnica para sus nuevos proyectos o ampliaciones de plantas. La técnica se extendió en Inglaterra y posteriormente en toda Europa y en Estados Unidos. En México las primeras aplicaciones de esta técnica fueron hasta mediados de la década de los ochentas, pero su mayor difusión y auge surgió durante la década de los noventas. Las características principales de esta técnica se describen a continuación:

- HAZOP es una de las metodologías más rigurosas y sistematizada de identificación de peligros, orientada a reducir la posibilidad de que algún sistema o subsistema quede sin analizar y evaluar sus potenciales peligros.
- HAZOP aplica perfectamente en etapas de ingeniería de detalle, operación, expansión o modificación de un proceso.
- HAZOP proporciona información completa de los posibles escenarios riesgosos, de sus consecuencias y medidas de mitigación, y permite jerarquizar los diferentes eventos.

El estudio de Análisis de Peligros y Operatividad (HAZOP) es una metodología formal de análisis sistemático y crítico al proceso y a los propósitos del diseño de las instalaciones nuevas o existentes, para valorar el potencial de los peligros por un mal funcionamiento o mala operación de los diferentes equipos y de sus respectivas consecuencias a las instalaciones, al personal o al ambiente en caso de presentar problemas o desviaciones a su propósito o intención de diseño original.

Los objetivos básicos que debe cubrir un estudio HAZOP son entre otros:

- a) Identificación de Peligros, donde se identifican las características de los materiales del proyecto, proceso, equipo, procedimiento, etc., que puedan representar accidentes potenciales.
- b) Identificación de Problemas de Operatividad, donde se identifica los problemas potenciales operativos, los cuales podrían ocasionar que se presenten fallas en alcanzar la productividad y metas de diseño establecidas.

La técnica del HAZOP requiere la formación de un grupo multidisciplinario donde un líder o encargado de desarrollar y llevar las sesiones de trabajo, estimula la imaginación de los integrantes del equipo de una manera sistemática y mediante una lluvia de ideas (brainstorming) a través de la cual cada uno de los integrantes del equipo puede imaginar "desviaciones" a los propósitos originales de diseño, utilizando "palabras clave" que al ser analizadas por el grupo de trabajo, permitan una búsqueda sistemática de los peligros y/o problemas operativos ocultos en el proyecto.

En la ejecución de un estudio HAZOP se utilizan varios términos con significado especial y que deben ser entendidos por cada uno de los participantes para asegurar un adecuado enfoque y direccionamiento en la identificación de los peligros en el proceso. Entre estos términos se tienen:

Término	Definición
Sección de proceso (nodo o subsistema de estudio)	Las secciones de equipo con fronteras definidas (por ejemplo, una línea entre dos recipientes) o los sitios en los DTI's (por ejemplo, un reactor) sobre los cuales los parámetros del proceso son analizados para encontrar sus desviaciones.
Intención de diseño	Definición del propósito y función del nodo o subsistema analizado, cómo se espera que opere en condiciones normales. Esta puede ser tanto descriptiva como esquemática (por ejemplo, la descripción del proceso, lo diagramas de flujo, los diagramas de líneas, DTIs).
Parámetro de proceso	Una propiedad física o química asociada a un proceso. Incluye aspectos generales tales como reacción, mezclado, concentración, PH y aspectos específicos como temperatura, presión, fase y flujo.
Palabra Guía	Palabra con un significado específico que describe una variación o desviación cualitativa o cuantitativa de un parámetro de proceso, respecto a ciertas condiciones o valores preestablecidos de operación.
Desviación	Combinación entre la palabra guía y la variable o parámetro de proceso que genera la desviación a la intención de diseño del nodo.
Causas	Modos o formas en que una desviación a la intención de diseño puede ocurrir. Se busca si la desviación bajo estudio tiene una causa verosímil y que sea importante. Estas causas pueden ser fallas en hardware, errores humanos, estados no previstos del proceso (por ejemplo, cambios en la composición), discontinuidades externas (por ejemplo pérdida de energía), etc.
Consecuencias	Resultados de las desviaciones a la intención de diseño provenientes del análisis de la desviación bajo estudio (por ejemplo, liberación de materiales tóxicos). Normalmente el equipo asume que los sistemas de protección activos fallan en demanda. Las consecuencias menores que no están relacionadas al objetivo de estudio, no se consideran.
Salvaguardas	Medios o mecanismos existentes por los cuales las consecuencias o las causas pueden evitarse o mitigarse, constituidos por sistemas de ingeniería o controles administrativos (por ejemplo, alarmas de proceso, bloqueos internos, procedimientos).
Recomendaciones	Sugerencias para añadir salvaguardas o mejorar salvaguardas existentes. Contempla cambios de diseño, cambios de procedimiento, o áreas para estudio futuro (por ejemplo, adicionar una alarma de presión redundante o revertir la secuencia de dos etapas operativas).

Algunos ejemplos de desviaciones típicas de HAZOP son:

No + Flujo = No flujo

Mas + Temperatura = Mayor Temperatura

Una vez identificadas las desviaciones posibles, se determinan sus causas y sus posibles consecuencias indicando cuáles serían las condiciones en que se presentarían. En el caso de que las salvaguardas no sean suficientes para cada desviación, se procede a establecer recomendaciones para la solución de los problemas detectados.

En los casos en los que no hay suficiente información disponible para determinar si una situación representa un peligro o no, los resultados del estudio incluirán las recomendaciones para efectuar otros estudios específicos a fin de poder definir un nivel apropiado de riesgo.

La técnica HAZOP es sólo un proceso de identificación de peligros y de riesgos y no pretende la solución de todos los problemas detectados, es decir, es una técnica meramente cualitativa. De esta manera, la metodología HAZOP, como técnica de identificación de peligros y de problemas de operación, en su sentido más general, contempla la aplicación de cuatro pasos clave:

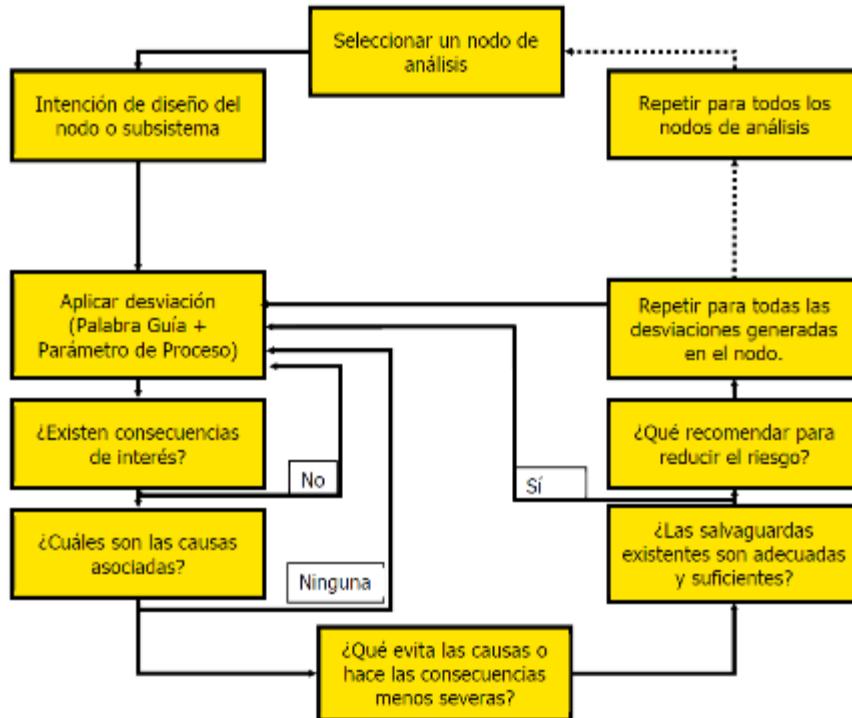
1. La identificación de una fuente de peligro (causa).
2. La identificación de las consecuencias, el impacto o el efecto que pueda presentar la materialización de un peligro potencial, identificado previamente.
3. La detección de las salvaguardas, controles y/o equipos con los que se cuente actualmente para mitigar, reducir o eliminar los efectos adversos de la materialización de un riesgo en peligro que pueda ocurrir.
4. Las recomendaciones o acciones para tomar para reducir, mitigar o eliminar los efectos de la materialización de un peligro que pueda presentarse, una vez identificados los peligros.

El desarrollo de un estudio de análisis HAZOP puede resumirse en las siguientes etapas:

1. Seleccionar los nodos o subsistemas de estudio (líneas de proceso, recipientes y/o equipos de proceso) siguiendo el sentido de flujo del proceso y continuando con los servicios auxiliares.
2. Establecer la intención de diseño del equipo, nodo o subsistema bajo estudio. Incluye una descripción del diseño y condiciones de operación normal de cada nodo o subsistema bajo estudio (El hecho de que la instalación funcione fuera de la capacidad de su intención de diseño significaría un riesgo potencial).
3. Aplicar las palabras guías con los parámetros de proceso correspondientes para generar las desviaciones a analizar en el nodo.
4. Aplicar las desviaciones generadas al nodo o subsistema bajo estudio.
5. Evaluar las consecuencias posibles (asumiendo que todas las protecciones no están disponibles).
6. Listar las causas que dan origen a la o las desviaciones aplicadas.
7. Listar las salvaguardas existentes (Sistemas de ingeniería o controles administrativos diseñados para prevenir las causas o mitigar las consecuencias asociadas con la desviación aplicada).
8. Recomendar las acciones necesarias para prevenir la desviación o mitigar las consecuencias.
9. Aplicar una nueva desviación en el nodo bajo estudio, hasta concluir con el listado de las desviaciones identificadas
10. Analizar un nuevo nodo o punto de estudio.

El presente reporte se ha desarrollado, basado en la metodología descrita por el American Institute of Chemical Engineers (AIChE) a través del Center for Chemical Process Safety (CCPS) aplicando la técnica HAZOP descrita en la siguiente figura:

Figura: Diagrama de Flujo para el desarrollo del análisis HAZOP



Gran parte de la información de interés arrojada por el proceso de aplicar una metodología de identificación de peligros como el HAZOP, es la identificación de accidentes potencialmente severos o catastróficos, así como la estimación de la frecuencia de su ocurrencia. La identificación de los accidentes de interés es la evaluación cualitativa del riesgo.

Jerarquización de Escenarios de Riesgo.

Las siguientes descripciones sobre el principio ALARP y el uso de matrices de riesgos son adaptaciones de estos conceptos contemplados y considerados en la normativa interna de Petróleos Mexicanos (PEMEX). Lo anterior a efecto de emplear en la jerarquización de riesgos, criterios similares a los usados por una empresa que ha hecho el manejo y almacenamiento del Gas L. P con experiencia.

Principio ALARP

ALARP (por sus siglas en inglés As Low As Reasonably Practicable) Tan Bajo Como Sea Razonablemente Práctico.

El Principio ALARP fue desarrollado en Reino Unido. La legislación de ese país estableció el término ALARP por medio del Health and Safety at Work en 1974, el cual requiere que se mantengan las instalaciones y sus sistemas "seguros y sin riesgo a la salud" hasta donde sea razonablemente práctico. Esta última frase se interpreta como una obligación de los propietarios de las instalaciones para reducir el riesgo a un nivel tan bajo como sea razonablemente práctico.

El concepto ALARP aplica a los riesgos que se encuentran entre los considerados como "No Tolerables" y "Tolerables". Esta idea se explica con la Figura I.5. La zona ALARP está compuesta por la zona de riesgo indeseable y la zona de riesgo aceptable con controles. En el caso de esta última, un riesgo es aceptable con controles en la región ALARP, cuando se demuestra que el costo relacionado con la reducción del riesgo (su frecuencia y/o consecuencias) es desproporcionado con respecto al beneficio que se obtiene.

El Principio ALARP surge del hecho de que sería posible emplear una gran cantidad de tiempo, dinero y esfuerzo al tratar de reducir los niveles de riesgo a un valor de cero, lo cual en la práctica no es costeable ni posible.

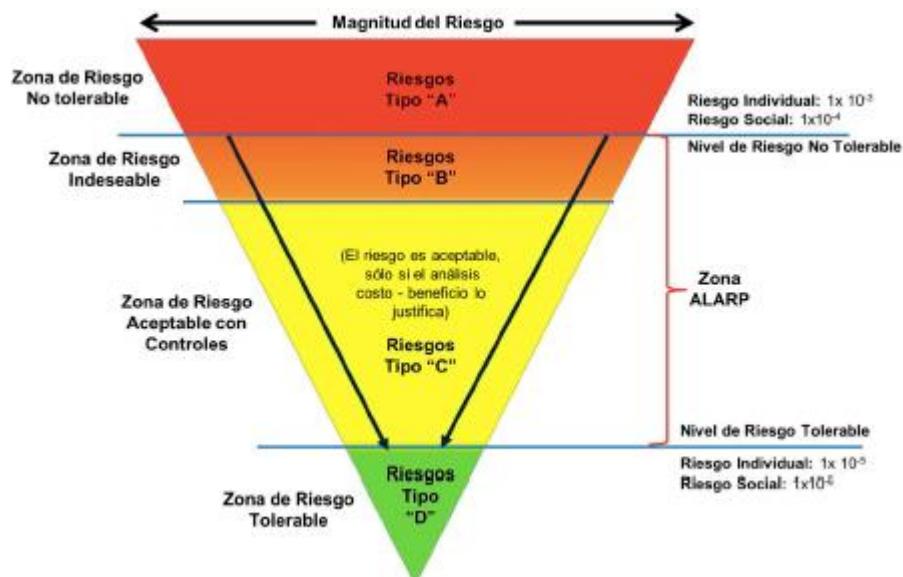


Figura Principio ALARP

Fuente: Health and Safety at Work, etc. Act. 1974

Matriz de Riesgos.

Es una escala de valores de riesgo que se diseña para contar con una medida de comparación entre diversos riesgos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala debe representar valores que tengan un significado para la Instalación y que puedan apoyar la toma de decisiones.

Esa escala debe de cumplir con las siguientes características:

- Ser simple de entender y fácil de usar;
- Incluir todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales;
- Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, medio ambiente, producción e instalaciones).
- Definir claramente los niveles de riesgo "No Tolerable", "Indeseable", "Aceptable con Controles" y "Tolerable".

Las matrices de riesgo normalmente se emplean para clasificar inicialmente el nivel de riesgo y podría ser la primera etapa dentro de un análisis cuantitativo de éstos. La matriz aplica única y exclusivamente para la Instalación que la desarrolla.

La matriz de riesgos es una gráfica en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre el personal, la población, el medio ambiente, la producción y las instalaciones. La matriz está dividida en regiones que representan los "Riesgos No Tolerables", "Indeseables", "Aceptables con Controles" y "Tolerables".

Por un lado, las ventajas en el uso de una matriz de riesgos son, entre otras, las siguientes:

- Es simple de entender y fácil de aplicar, y
- Bajo costo de aplicación.
- Por otro lado, algunas de las desventajas que se tienen al utilizar una matriz de riesgos son las siguientes:
- La evaluación de la frecuencia de ocurrencia es subjetiva, de "Muy Frecuente" a "Extremadamente Raro";
- Las categorías de frecuencias y de consecuencias son cualitativas y generan un alto grado de incertidumbre

De este modo se observa que la jerarquización de riesgos permite hacer una clasificación de los peligros potenciales identificados en función del nivel de gravedad de sus consecuencias y de la frecuencia con que se pueden presentar dependiendo de las causas que les den origen. Lo anterior permite generar categorías para clasificar estos riesgos. Las categorías de riesgo identifican a los contribuyentes importantes en los riesgos de la instalación.

La jerarquización de riesgos se aplica para cada escenario de riesgo identificado en el proceso del análisis HAZOP para cada nodo o subsistema planteado. La jerarquización de riesgos considera la ponderación de las dos principales variables que constituyen al riesgo, la frecuencia "F" y de la consecuencia "C".

En la jerarquización de riesgos, se asigna un valor numérico a la frecuencia y a la consecuencia para cada uno de los escenarios identificados o desarrollados por cada desviación de cada subsistema. La asignación de la clasificación del valor numérico puede darse en función de criterios tomados de la experiencia y cuya escala puede diseñarse con todos los valores intermedios que se estimen entre el valor mínimo y el máximo.

Una vez analizados los nodos y sistemas según sea el caso se realizan las ponderaciones de la frecuencia "F" y de la consecuencia "C", como apoyo para cuantificar el riesgo de cada una de las desviaciones analizadas. La ponderación de la frecuencia se muestra en la Tabla 1.13, donde se asigna un valor numérico de 1 hasta 6 para la desviación (escenario) dependiendo de cuantas veces ha ocurrido o bien cuantas veces puede ocurrir.

4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.

Metodología seleccionada para el Análisis Preliminar de Peligros.

Metodologías adecuadas en los Estudios de Riesgos

Etapa de Desarrollo del Proyecto	¿QUÉ PASA SI?	Lista de verificación	¿QUÉ PASA SI?/ Lista de verificación	HAZOP	FMEA	AF Árbol de fallas	AE Árbol de eventos	ACH Análisis de confiabilidad humana	FCC Análisis de las fallas con causas común
Investigación y desarrollo	X								
Diseño conceptual.	X	X	X						
Operación de la unidad piloto	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingeniería de detalle	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Construcción y arranque	X	X	X					X	X
Operación rutinaria	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Expansión o modificación	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Investigación de accidentes	X			X	X	X	X	X	X
Desmantelamiento	X	X	X						

Para el Análisis de Identificación de peligros, se propone como metodología base el “HAZOP” para este tipo de Instalaciones, esta metodología se puede aplicar en las etapas de ingeniería de detalle y en la etapa de construcción y arranque.

4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES.

Referenciarse de la información de Accidentes e Incidentes ocurridos (nacionales e internacionales), en la operación de Proyectos similares y, en su caso, aquellos ocurridos en sus Instalaciones, proporcionando la siguiente información: Año, Ciudad y/o País, evento, las causas, las sustancias involucradas, los daños materiales, pérdidas humanas, radios de afectación, las acciones realizadas para su atención y la fuente consultada, como ejemplo se muestra la tabla 25.

Tabla 25. Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

No.	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa(s) del Accidente o Incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	19-09-2012	Reynosa Tamps.	Planta	Gas	Explosión y posterior incendio de una planta de gas en Tamaulipas.		Al menos 26 personas fallecieron debido a la explosión		https://elpais.com/internacional/2012/09/19/mexico/1348009722_387805.html
2	19-11-1984	San Juan Ixhuatépec, Estado de México	Planta	Gas	Serie de explosiones en planta de almacenamiento debido a una fuga en la tubería provoca la explosión.		Entre 500 y 600 muertos, 2 mil heridos.		http://www.milenio.com/negocios/accidentes_mas_grandes_Pemex-accidentes_pemex-pajaritos-explosion_pemex_0_723527754.html
3	31-01-2013	Ciudad de México	Sede PEMEX	Gas Metano	Una explosión ocurrida en la sede de PEMEX debido a la acumulación de gas metano, vapores de solventes y un chispazo eléctrico		37 muertos 121 heridos.		http://www.milenio.com/negocios/accidentes_mas_grandes_Pemex-accidentes_pemex-pajaritos-explosion_pemex_0_723527754.html
4	22-11-20136	Nuevo León	Planta		Por falta de seguimiento en los procedimientos de seguridad por parte del personal una planta explotó debido a la acumulación de gas proceso durante la realización de labores de mantenimiento.		10 fallecidos, tres heridos.		http://www.elfinanciero.commx/politica/explosion-en-ternium-se-debio-a-la-acumulacion-de-gas
5	08-03-2018	Tlanelpanita, Estado de México	Planta		Se desploma helicóptero dentro de gasera ocasionando una fuga de turbosina.		5 lesionados, daños materiales.		https://www.elsoldepuebla.commx/republica/se-desploma-helicoptero-dentro-de-gasera-en-tlanelpanita-1102507.html

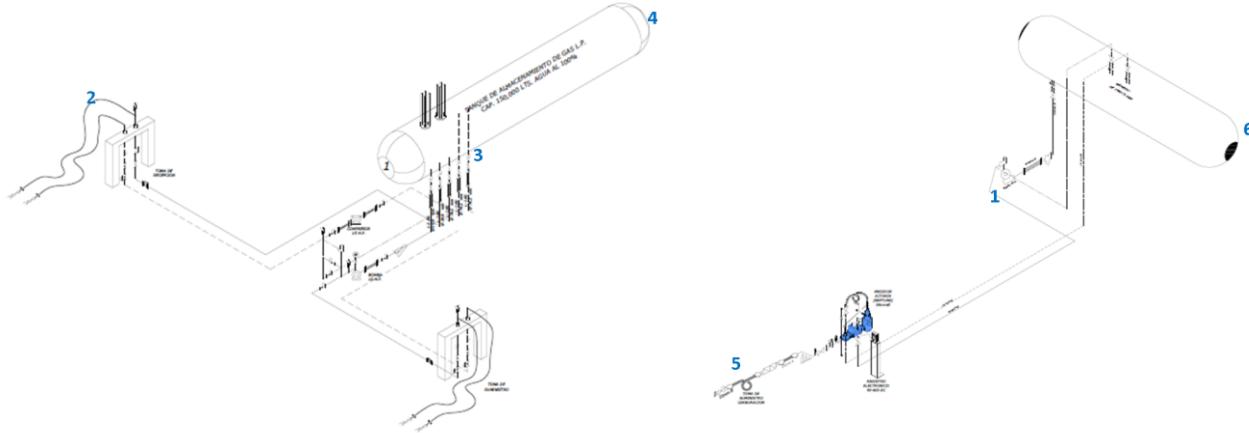
4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO.

Se presenta la información utilizada y generada en el desarrollo y sus resultados (tal como las hojas de trabajo de la aplicación de la metodología, lista del personal participante y su especialidad, los planos con la delimitación de nodos o subsistemas de análisis, los criterios aplicados, Salvaguardas de tipo preventivo, de control y de mitigación, y recomendaciones para cada Escenario de Riesgo, entre otros) de las metodologías seleccionadas, misma que debe ser consistente y acorde a los requerimientos específicos de cada metodología.

El Sistema de análisis empleados en el desarrollo del presente Análisis HAZOP. En donde se indican los nodos correspondientes revisados por el presente HAZOP. Este estudio de identificación de peligros “HAZOP” analizó los siguientes nodos. Las hojas de trabajo HAZOP resultante de la aplicación de este Análisis HAZOP, se incluyen en los anexos correspondientes.

Nodo	Sección
1	Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en la tubería que va del tanque de almacenamiento a la toma de carburación con formación de nube explosiva que es liberada súbitamente a la atmósfera en un tiempo que se estima de respuesta de 5 min.
2	Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en manguera de descarga del autotanque, que va al tanque de almacenamiento con formación de nube toxica que es liberada súbitamente a la atmósfera en un tiempo que se estima de respuesta de 5 min.
3	Fuga de Gas LP. en el tanque de almacenamiento de estación de carburación, con formación de fuego (BLEVE) y flama tipo dardo por fuga de 1" de diámetro.
4	Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Planta, con capacidad de 150,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.
5	Fuga de Gas LP. de 1" de diámetro producida por falla en la manguera y bomba de despacho de Gas L.P. a vehículos de Carburación, con formación de incendio y nube explosiva, suponiendo una masa de la nube provocada por una fuga en un tiempo de 5 min. que se supone el tiempo de respuesta.
6	Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Estación de Carburación, con capacidad de 5,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.

Diagrama de Nodos



Definición de escenarios a simular sus consecuencias

A efecto de tomarse en cuenta todos los aspectos de riesgo asociado con estas instalaciones y conforme a los resultados del Análisis e Identificación de peligros "HAZOP" en los nodos analizados por esta metodología, se definirán los escenarios donde se hará la simulación de consecuencias. Estos escenarios son los escenarios de referencia o base donde se hará el análisis de consecuencias respectivo de cada uno de los nodos que conforman las instalaciones y que se observe se tengan condiciones de escape o liberación de materiales peligrosos al ambiente. Además, en los casos donde se manejen sustancias peligrosas a través de alguna tubería, se ha considerar la fuga a través de un orificio de diámetro nominal y la ruptura total de la misma. Por otra parte, para el caso de los equipos de proceso y tanques de almacenamiento, deberá considerarse los casos de liberación masiva de toda la sustancia manejada.

El riesgo ambiental es la probabilidad de que un evento adverso ocurra y produzca consecuencias negativas en factores ambiental, cultural, salud pública, económica y política, durante un periodo determinado de tiempo, o resulte de una

situación o actividad en particular, un fenómeno natural o antropogénico destructivo en el ámbito de un sistema (Garza, 2015).

Sucesos como fuga, derrame, incendio y explosión pueden ocurrir tanto en el sitio donde se elaboran y manejan las sustancias químicas, como en operaciones y almacenamiento, transporte o traspase de estas. Cierta número de accidentes se debe a fallas de los equipos mientras que otros se deben a problemas ocasionados por los errores humanos, como son la operación y transporte de materiales. Un problema se pude dar cuando ocurre un derrame que es un escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezclas de ambas, de cualquier recipiente que lo contenga, como tuberías, equipos, tanques, entre otros.

Los escenarios de fuego que se asume podrían presentarse es la ignición de producto en alguna de las áreas de descarga de autotanques en las que se realizará la operación de conexión de mangueras, con la posible propagación de fuego al autotanque localizado en la posición que se presentara el siniestro.

Otro escenario de fuego seria la fuga de producto por los sellos de las bombas, misma que pudiera terminar en ignición del producto.

Otro escenario se daría por el desprendimiento de una manguera hasta la explosión total del tanque de almacenamiento.

De estos escenarios se ubica como el de riesgo mayor el primero, mismo que para realizar el ataque del siniestro requeriría contar con la aplicación de agua requerida en el autotanque en que pudiera presentarse la emergencia, para lo cual además se deberá de considerar el apoyo para enfriar los dos autotanques contiguos al siniestrado, mediante los sistemas que se diseñan para su cobertura.

Los escenarios para simular y el origen de estos a partir de las Hojas de Trabajo HAZOP, se describen en la siguiente Tabla:

Nº	Identificación HAZOP	Desviación HAZOP	Sección/Sustancia	Descripción del Escenario
1	1	Mayor presión/ Mayor flujo perdida de contención	Gas L.P.	Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en la tubería que va del tanque de almacenamiento a la toma de carburación con formación de nube explosiva que es liberada súbitamente a la atmósfera en un tiempo que se estima de respuesta de 5 min.
2	2	Mayor flujo / Perdida de contención	Gas L.P.	Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en manguera de descarga del autotanque, que va al tanque de almacenamiento con formación de nube tóxica que es liberada súbitamente a la atmósfera en un tiempo que se estima de respuesta de 5 min.
3	3	Mayor flujo / Perdida de contención	Gas L.P.	Fuga de Gas LP. en el tanque de almacenamiento con formación de fuego (BLEVE) y flama tipo dardo por fuga de 1" de diámetro.
4	4	Mayor nivel Perdida de contención	Gas L.P.	Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Planta, con capacidad de 150,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.
5	5	Mayor presión/ perdida de contención	Gas L.P.	Fuga de Gas LP. de 1" de diámetro producida por falla en la manguera y bomba de despacho de Gas L.P. a vehículos de Carburación, con formación de incendio y nube explosiva, suponiendo una masa de la nube provocada por una fuga en un tiempo de 5 min. que se supone el tiempo de respuesta.
6	6	Mayor presión/ perdida de contención	Gas L.P.	Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Estación de Carburación, con capacidad de 5,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.

4.1.4 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.

Tabla 27. Tabla de clasificación de frecuencias para Escenarios de Riesgo.

Clasificación de frecuencia	Categoría	Descripción	Frecuencia/año
Fn*	6	Muy probable	Ocurre una o más veces en un periodo de 1 año
F5	5	Altamente probable	Ocurre una vez en un periodo entre 1 y 2 años
F4	4	Probable	Ocurre una vez en un periodo entre 2 y 5 años
F3	3	Poco probable	Ocurre una vez en un periodo entre 5 y 10 años
F2	2	Raro	Ocurre una vez en un periodo entre 10 y 50 años
F1	1	Improbable	Possible que ocurra, pero no hay ningún registro

Tabla 28. Tabla de clasificación de consecuencias para Escenarios de Riesgo.

Clasificación de consecuencia	Receptores de Riesgo					
	Personas	Población	Medio ambiente	Instalación (USD)	Producción (USD)	Otro
C-6	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 15 fatalidades	Heridas o danos físicos que pueden resultar en más de 100 fatalidades	Fuga o derrame externo que No se puede controlar en una semana	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM	
C-5	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades	Heridas o danos físicos que pueden resultar de 15 a 100 fatalidades	Fuga o derrame externo que se puede controlar en una semana	De 15 MM a 50 MM	De 15 MM a 50 MM	
C-4	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades	Heridas o danos físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades	Fuga o derrame externo que se puede controlar en un día	De 5 MM a 15 MM	De 5 MM a 15 MM	
C-3	Heridas o daños físicos que generan suspensión laboral	Heridas o danos físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización a gran escala	Fuga o derrame externo que se puede controlar en unas horas	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM	
C-2	Heridas o daños físicos Reportables que se atienden con primeros auxilios.	Heridas o danos físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios. Evento que requiere de evacuación. Ruidos, olores e impacto Visual que se pueden detectar.	Fuga o derrame externo que se puede controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)	De 250 mil a 500 mil	De 250 mil a 500 mil	
C-1	No se esperan heridas o daños físicos	No se esperan heridas o daños físicos Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles	No hay fuga o derrame externo	Hasta 250 mil	Hasta 250 mil	

Asimismo, es necesario ponderar la consecuencia, "C", la cual es la severidad de la lesión o de la pérdida física, funcional o monetaria que puede resultar si se pierde el control de un riesgo. En la Tabla 1.14 se presentan los valores numéricos que se le pueden asignar a este factor de la magnitud de riesgo en función de la magnitud de las consecuencias esperadas de acuerdo a la descripción presentada en la misma.

La asignación de la clasificación del valor numérico puede darse en función de criterios tomados de la experiencia y cuya escala puede diseñarse con todos los valores intermedios que se estimen entre el valor menor y el máximo.

Con las ponderaciones de la frecuencia y de cada consecuencia se procede a determinar la magnitud del riesgo de acuerdo con la ecuación (1):

$$MR = F * C \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

MR = Magnitud del riesgo.

F = Frecuencia

C = Consecuencia

La ponderación asignada para la frecuencia y la severidad de las consecuencias (reflejada en daños al personal, efectos en la población, impacto al ambiente, pérdida de producción y daños a la instalación) generadas en cada desviación, así como la ponderación del Riesgo resultante (Frecuencia X Consecuencia) se representan esquemáticamente en las Matrices de Riesgo (ver Figura 1.6). En ellas se indican las áreas o regiones del riesgo jerarquizado (No tolerable, Región ALARP y riesgo Tolerable) y dentro de éstas se ubican las desviaciones (escenarios) identificadas en el HAZOP.

PONDERACIÓN DE RIESGOS (MATRIZ DE RIESGOS)

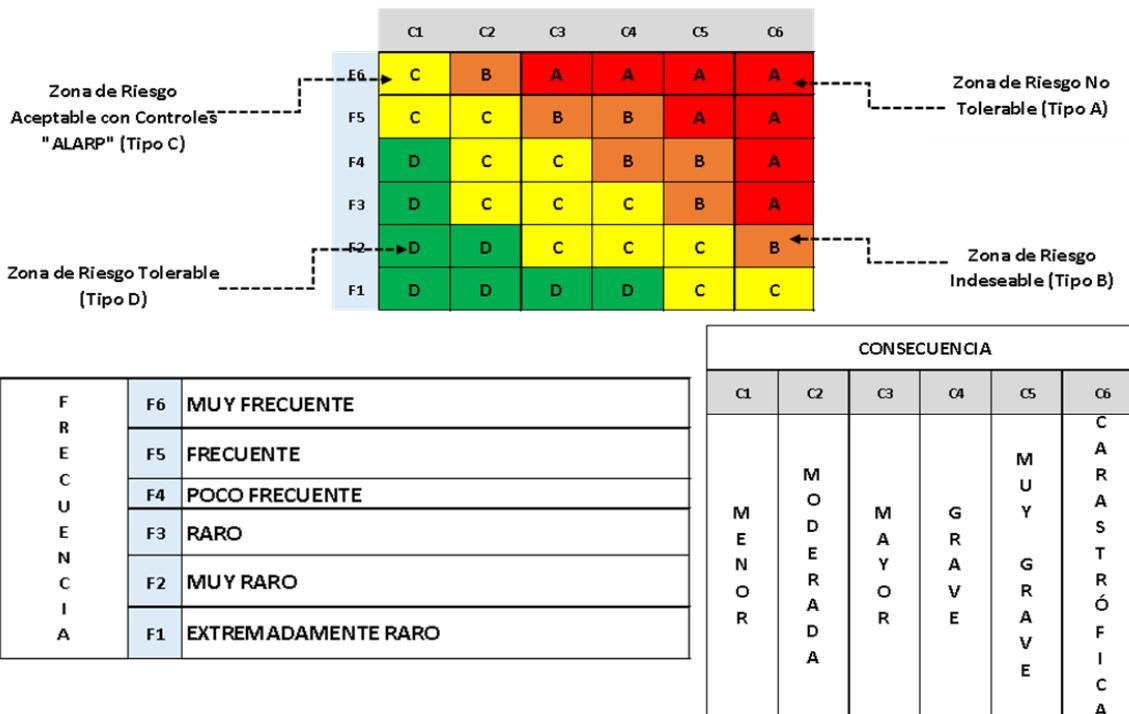
Matriz de Jerarquización de Riesgos para el Personal						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	C	B	A	A	A	A
F5	C	C	B	B	A	A
F4	D	C	C	B	B	A
F3	D	C	C	C	B	A
F2	D	D	C	C	C	B
F1	D	D	D	D	C	C

Matriz de Jerarquización de Riesgos para la Población						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	C	B	A	A	A	A
F5	C	C	B	B	A	A
F4	D	C	C	B	B	A
F3	D	C	C	C	B	A
F2	D	D	C	C	C	B
F1	D	D	D	D	C	C

Matriz de Jerarquización de Riesgos para el Medio Ambiente						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	C	B	A	A	A	A
F5	C	C	B	B	A	A
F4	D	C	C	B	B	A
F3	D	C	C	B	A	A
F2	D	D	C	C	C	B
F1	D	D	D	D	C	C

Matriz de Jerarquización de Riesgos para la Producción y la Instalación						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
F6	C	B	A	A	A	A
F5	C	C	B	B	A	A
F4	D	C	C	B	B	A
F3	D	C	C	C	B	A
F2	D	D	C	C	C	B
F1	D	D	D	D	C	C

Matriz de Jerarquización de Riesgos de Proceso



F R E C U E N C I A	F6	MUY FRECUENTE				
	F5	FRECUENTE				
	F4	POCO FRECUENTE				
	F3	RARO				
	F2	MUY RARO				
	F1	EXTREMADAMENTE RARO				

CONSECUENCIA						
C1	C2	C3	C4	C5	C6	
M E N O R	M O D A	M A Y O R	G R A V E	M U Y G R A V E	C A R A S T R Ó F I C A	

Índice de riesgo	Jerarquización / Aceptación	Descripción
A	Riesgo No Tolerable (Tipo A)	El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporales y permanentes por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "C".
B	Región Indeseable (Tipo B)	El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "B" Representa una situación de riesgo Indeseable y deben establecerse Controles Permanentes Inmediatos. Se debe realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a Tipo "C" y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo "D".
C	Riesgo Aceptable con Controles (Tipo C)	El Riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un Riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos debe darse en un plazo no mayor a 180 días.
D	Riesgo Tolerable (Tipo D)	El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo tipo "D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

4.2.1 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS.

Las matrices de riesgo normalmente se emplean para clasificar inicialmente el nivel de riesgo y podría ser la primera etapa dentro de un análisis cuantitativo de éstos. La matriz aplica única y exclusivamente para la Instalación que la desarrolla.

La matriz de riesgos es una gráfica en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre el personal, la población, el medio ambiente, la producción y las instalaciones. La matriz está dividida en regiones que representan los "Riesgos No Tolerables", "Indeseables", "Aceptables con Controles" y "Tolerables".

Por un lado, las ventajas en el uso de una matriz de riesgos son, entre otras, las siguientes:

- Es simple de entender y fácil de aplicar, y
- Bajo costo de aplicación.
- Por otro lado, algunas de las desventajas que se tienen al utilizar una matriz de riesgos son las siguientes:
- La evaluación de la frecuencia de ocurrencia es subjetiva, de "Muy Frecuente" a "Extremadamente Raro";
- Las categorías de frecuencias y de consecuencias son cualitativas y generan un alto grado de incertidumbre

De este modo se observa que la jerarquización de riesgos permite hacer una clasificación de los peligros potenciales identificados en función del nivel de gravedad de sus consecuencias y de la frecuencia con que se pueden presentar dependiendo de las causas que les den origen. Lo anterior permite generar categorías para clasificar estos riesgos. Las categorías de riesgo identifican a los contribuyentes importantes en los riesgos de la instalación.

La jerarquización de riesgos se aplica para cada escenario de riesgo identificado en el proceso del análisis HAZOP para cada nodo o subsistema planteado. La jerarquización de riesgos considera la ponderación de las dos principales variables que constituyen al riesgo, la frecuencia "F" y de la consecuencia "C".

En la jerarquización de riesgos, se asigna un valor numérico a la frecuencia y a la consecuencia para cada uno de los escenarios identificados o desarrollados por cada desviación de cada subsistema. La asignación de la clasificación del valor numérico puede darse en función de criterios tomados de la experiencia y cuya escala puede diseñarse con todos los valores intermedios que se estimen entre el valor mínimo y el máximo.

Una vez analizados los nodos y sistemas según sea el caso se realizan las ponderaciones de la frecuencia "F" y de la consecuencia "C", como apoyo para cuantificar el riesgo de cada una de las desviaciones analizadas. La ponderación de la frecuencia se muestra en la Tabla 1.13, donde se asigna un valor numérico de 1 hasta 6 para la desviación (escenario) dependiendo de cuantas veces ha ocurrido o bien cuantas veces puede ocurrir.

En este proyecto de la empresa ZAGAS DE PEÑASCO, SA de CV, se han diseñado medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia de riesgos. Las funciones están enfocadas a reducir la magnitud de consecuencia, reducir la probabilidad de ocurrencia de la falla y/o mejorar la capacidad de supervivencia de la instalación y su personal ante una contingencia.

4.2.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS

Los Regulados realizarán un análisis detallado de consecuencias de toxicidad, radiación y sobrepresión para:

a) El Peor Caso para cada Sustancia Peligrosa manejada (para recipientes, considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en un solo recipiente, por ejemplo, el tanque de almacenamiento con mayor cantidad almacenada, y para tuberías considerar el que involucre a la mayor cantidad de sustancia en una tubería, por ejemplo, la tubería con mayor diámetro y mayor longitud entre válvulas de seccionamiento), independientemente de la región de Riesgo donde se ubiquen;

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos ha definido el Escenario del **Peor Caso Probable**, como la mayor emisión de una sustancia regulada que resulta en la distancia más grande hasta donde se observan sus consecuencias en un punto final. El punto final donde se observan las consecuencias de este escenario es la distancia que el fenómeno viajará antes de disiparse hasta el punto en el que las exposiciones en períodos cortos de tiempo, no producen lesiones serias. Las consecuencias son distintas para cada fenómeno: para emisiones de gases tóxicos, será la distancia que recorrerá la nube de vapor tóxico; para el caso de incendios, será la radiación térmica; y para las explosiones, serán las ondas de sobrepresión.

El objetivo de la determinación del peor escenario probable es conocer cuál es la mayor cantidad de personas que pueden estar expuestas a las consecuencias de la liberación de una sustancia regulada. La metodología trata de determinar el mayor universo de afectados y para ello se fijan límites tóxicos, de radiación y sobrepresión hasta donde se cree que las personas aún podrían tomar acciones de prevención. En la determinación de los escenarios se establecen condiciones extremas de liberación de las sustancias peligrosas y se obtienen los casos más severos que resultan en las distancias más grandes al exterior.

La peor situación es aquella en la que el cuerpo se encuentra cercano a una superficie y perpendicular a la dirección de una onda de sobrepresión. El manejo del gas LP para el Peor escenario, presenta un riesgo potencial de generar una BLEVE, así como una Bola de Fuego ocasionando daños al ambiente, en la zona habitacional aledaña, oficinas, comercios y cualquier infraestructura urbana.

El análisis se basa frecuentemente en lo que es el peor escenario creíble. La radiación térmica y sobrepresión producida por fuego y explosión en un equipo puede producir daños en equipos vecinos, creando así un efecto dominó en el sistema. El daño no se limita a las unidades de proceso, sino que incluye a los edificios y al personal que se encuentre en su entorno. El efecto puede depender del tiempo, pero existen varios trabajos que proponen metodologías para evaluar y clasificar los daños causados por la sobrepresión y las explosiones. Un posible daño causado por el exceso de presión se debe a la generación de fragmentos que se proyectan a toda la vecindad.

El caso del peor escenario corresponde a la liberación de la mayor cantidad del material inflamable de un tanque de almacenamiento, de transporte o de una tubería o línea del proceso, así como la liberación que resulta con la mayor distancia de afectación desde la fuente. Las ondas de mayor presión se estarán en una circunferencia cerca del centro de la nube explosiva, mientras que las de menor presión abarcarán una circunferencia de diámetro mayor. Para evaluar el riesgo potencial por nubes explosivas se consideran las siguientes suposiciones:

- La fuga es instantánea y no se considerará el caso de escape de gas paulatino, excepto para fugas en tuberías de gran capacidad con material transportado desde instalaciones alejadas.
- El material fugado se vaporiza instantáneamente y la nube se forma inmediatamente, de acuerdo a las condiciones termodinámicas del gas o líquido inflamable antes de la fuga.

- La nube adquiere una forma cilíndrica cuya altura es su eje vertical sin considerar dispersión por viento o estructuras de edificios presentes.
- La nube es de concentración uniforme y su concentración en el aire está en el punto medio entre los límites inferior y superior de explosividad del material.

Para la determinación del peor caso que involucra gases flamables y líquidos volátiles, se asume que la cantidad total de la sustancia flammable forma una nube de vapor que se encuentra dentro de los límites superior e inferior de inflamabilidad y que la nube detona.

Para un escenario conservador se asumió que el 10% de la cantidad contenida en la nube de vapor participa en la explosión.

Para estimar las consecuencias de este escenario, se fija el límite de consecuencias al exterior, a un nivel de sobrepresión de 1 psi (lbf/in²) el cual puede causar demolición parcial de las casas, lesiones serias a las personas, y la fractura de los cristales en las ventanas que producirían aceración cutánea por el impacto de los mismos.

b) El Caso Más Probable para cada Sustancia Peligrosa manejada, independientemente de la región de Riesgo donde se ubiquen, considerando una fuga del 20% del diámetro equivalente de la tubería,

Para el **Caso Mas Probable**, y en el caso de presentarse fugas de líquidos y gases inflamables y con una ignición inmediata se podrá generar un charco ardiendo una explosión BLEVE a un chorro con llamarada. Las lesiones ocasionadas serán causadas principalmente por radiaciones térmicas.

Si el gas no se enciende inmediatamente, se dispersará en la atmósfera. Si la nube de gas formada se encuentra con un foco de ignición en sus proximidades, se supone que cualquier persona presente dentro de la nube de gas ardiendo morirá a consecuencia de quemaduras y asfixia. En la zona externa a la nube de gas, aunque la duración de la radiación térmica generalmente será breve, los daños estarán en función de la distancia y habrán de ser evaluados en cada caso.

Las consecuencias de la radiación térmica sobre la piel son las quemaduras, cuya gravedad depende de la intensidad de la radiación (kW/m²) y de la dosis recibida. Las quemaduras se clasifican de acuerdo a su profundidad"

- Quemaduras de primer grado: Afectan epidermis de la piel, esta enrojece y el dolor es de poca intensidad.
- Quemaduras de segundo grado: Provocan la aparición de ampollas.
- Quemaduras de tercer grado: Afectan el grueso de la piel, que es destruida

La piel protege al cuerpo, una quemadura la destruye o degrada, lo que ocasiona pérdida de fluida y aumenta el riesgo de infecciones. La gravedad de una quemadura depende de la superficie corporal afectada por quemaduras de segundo y tercero grado. A partir de un 0 % se pueden considerar críticas. Otros factores que influyen en la gravedad de la lesión son, edad, localización de la quemadura y lesiones asociadas.

Los efectos de la radiación dependerán del tipo de exposición. Así, en un incendio de líquido o sólidos, las personas expuestas a niveles peligrosos de radiación reaccionan a tiempo, buscando refugio o escapando. En este caso, a medida que las víctimas potenciales se alejan del foco emisor, la radiación recibida disminuye. Por el contrario, en un incendio flash la posibilidad de reacciones individuales de protección disminuye, debido al corto tiempo de respuesta.

El "límite soportable" expresión realmente imprecisa para personas se considera del orden de 5 kW/m. Como referencia, a nivel del mar, la intensidad de radiación solar en un día soleado es de 1 kW/m².

Al considerar las consecuencias sobre las personas se debe hacer distinción entre las consecuencias directas e indirectas de una explosión. Entre las primeras están las lesiones de los pulmones y los tímpanos. Entre las segundas se encuentran las lesiones ocasionadas por proyección de fragmentos y por impacto del cuerpo contra obstáculos.

Los daños causados por las explosiones se pueden clasificar en:

- Daños directos por sobrepresión, como son: Ruptura de tímpanos o hemorragia pulmonar.
- Daños indirectos debidos: o a fragmentos o al desplazamiento del cuerpo o al hundimiento de viviendas

El cuerpo humano es muy resistente a la sobrepresión, por estar formado por agua, un líquido no compresible. Por ello, los daños directos tienen lugar en aquellas partes que son susceptibles de ser aplastadas como la caja pulmonar y el conducto auditivo, especialmente cuando el aumento es súbito.

c) Los Casos Alternos: Escenarios que se ubiquen dentro de la región de Riesgo No tolerable y además aquellos ubicados en la región ALARP que sean de interés particular para la evaluación de consecuencias identificados en el desarrollo del apartado 5.4.1.4. de la presente Guía. En caso de que se haya demostrado metodológicamente y sistemáticamente en dicho apartado, que todos los Escenarios de Riesgo se localizan únicamente dentro de los niveles de tolerabilidad o aceptabilidad, se simularán aquellos Escenarios de Riesgo que sean de interés particular. Los Reguladores realizarán las simulaciones para un orificio de fuga del 20% y del 100% del diámetro equivalente de la tubería, y ruptura total en caso de recipientes.

Para un **Caso Alterno**. este es un evento creíble de una liberación accidental de un material o sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al peor caso ni al caso más probable.

Para la estimación de valores por consecuencia, se han considerado todos los eventos que representen mayores riesgos al personal y a las instalaciones. Dichos eventos son los que se encuentren dentro un riesgo No tolerable, Importante o Moderado, todos estos eventos serán modelados mediante el uso de un software para su simulación.

Para este caso en particular, se consideran:

- Las condiciones ambientales y el tipo de área de localización de la instalación.
- Las condiciones meteorológicas al momento de la fuga del material o sustancia peligrosa.
- El diámetro equivalente de fuga.
- Se toman en cuenta los sistemas de seguridad pasivos y activos.

Causas por las que se presentan los Casos Alternos: Falla del material, Corrosión interna y/o externa, Daño mecánico, ruptura en accesorios (válvulas, bridás, coples, niples, tubing, indicador de nivel, instrumentos) y Acto vandálico.

Este tipo de riesgos no pueden ser justificados a menos que haya circunstancias o razones especiales.

Para la determinación de los escenarios alternativos durante el almacenamiento de sustancias tóxicas, se elige partir del análisis de riesgos para establecer los escenarios más probables que llevarían a la liberación de la sustancia regulada, en lugar de considerar la liberación total del contenido del tanque, como en el caso del peor escenario probable.

Así, la liberación de las sustancias tóxicas se efectúa a partir de una falla en las tuberías o válvulas de descarga de mayor diámetro del tanque en el sistema de almacenamiento de los materiales peligrosos.



En el caso de sustancias en estado líquido, el sistema de contención de derrames (o dique), se consideró como medida de mitigación. En este caso, la dispersión de las sustancias tóxicas proviene del almacenamiento del material en el dique de contención.

Los gases y vapores inflamables tóxicos pueden entrar en el medio ambiente y ser liberados directamente desde: una válvula, la ruptura de un vehículo de transporte, una tubería rota, etc. Para evaluar el riesgo que cada caso representa se requiere conocer el tiempo de la descarga, cómo se dispersan los vapores en el aire, e identificar los peligros que provoca la exposición de las personas a distintas concentraciones y en diferentes puntos situados bajo la dirección del viento.

CAPITULO V

REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

V. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Se representarán las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento.

El mayor o menor grado de peligrosidad de un derrame de combustible líquido y de la afectación que se dará, dependerá de los siguientes factores: tipo de producto, cantidad de volumen derramado, volumen del recinto o recipiente donde está contenido, temperatura del producto o del envase, existencia o no de ventilación.

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

	Zona de Alto Riesgo por Daños a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 KW/m ² a 37.5 KW/m ²	5.0 KW/m ²	1.4 KW/m ²
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ²	1.0 lb/in ² (0.070 cm ²)	0.5 lb/in ² (0.035 Kg/cm ²)

Nombre del simulador a utilizar.

La determinación de los radios potenciales de los eventos máximos probables se realizó mediante la aplicación del Modelo de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones: **SCRI FUEGO**, versión 2, desarrollado por la compañía Dinámica Heurística.

El software **SCRI FUEGO** se basa en metodologías de la EPA, del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) y de la Agencia de Administración Federal de Emergencias de EUA (FEMA). El programa cuenta con modelos para analizar las consecuencias de los siguientes eventos de fuego y/o explosión:

- Fuego por llamarada (flash fire) de:
- Emisiones por evaporación de un derrame
- Emisiones de chorro horizontal
- Emisiones de chorro vertical
- Emisiones instantáneas o de corta duración
- Radiación térmica por bola de fuego por explosión de vapor en expansión de líquido en ebullición (BLEVE).
- Radiación térmica por fuego en derrame (pool fire).
- Radiación térmica por chorro de fuego (jet fire).
- Sobrepresión de explosivos verdaderos.
- Sobrepresión de explosiones de nubes de vapor.

Para este proyecto se empleó el software **SCRI FUEGO**, para la simulación de inflamabilidad (radiación térmica) y explosividad (sobrepresión).

Diámetro equivalente de fuga.

El diámetro equivalente de fuga se determinará siguiendo los "Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos

Tabla. Diámetro equivalente de fuga (DEF).

Para el caso alterno	Líneas de proceso: $3/4 \leq DN \leq 2"$	DEF= 1.00 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Línea de proceso: $2" < DN \leq 4"$	DEF= 0.30 veces del diámetro nominal (DN) de línea de proceso.
	Línea de proceso o ductos de transporte: $6" \leq DN$	DEF= 0.20 veces el diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Bridas	Según el diámetro de la línea de proceso, aplican los criterios anteriores [$1.0*(DN)$, $0.3*(DN)$ y $0.2*(DN)$]
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso	Para todos los tamaños de flechas, DEF= calcularlo con el 100% del área anular.
	Sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso.	Para todos los tamaños de vástagos, DEF= Calcularlo con el 100% del área anular.
Para el Caso Más Probable	Líneas de proceso: $3/4 \leq DN \leq 2"$	DEF= 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Línea de proceso o ductos: $2" < DN \leq 4"$	DEF= 0.6" [por corrosión, perdida de material, golpe o falla en soldadura]
	Línea de proceso o ductos: $6" \leq DN$	DEF= 0.75" para DN de 6" a 14". DEF= 1.25" para DN de 16" a 24" DEF= 2.0" para DN mayores de 30" [por corrosión, perdida de material, golpe o falla en soldadura]
	Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables.
	Sellos mecánicos en equipo de proceso rotatorio. Empaquetaduras en válvulas de proceso	DEF= calcularlo con el 40% del área anular que resulte.

Fuente: Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos, clave DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1.

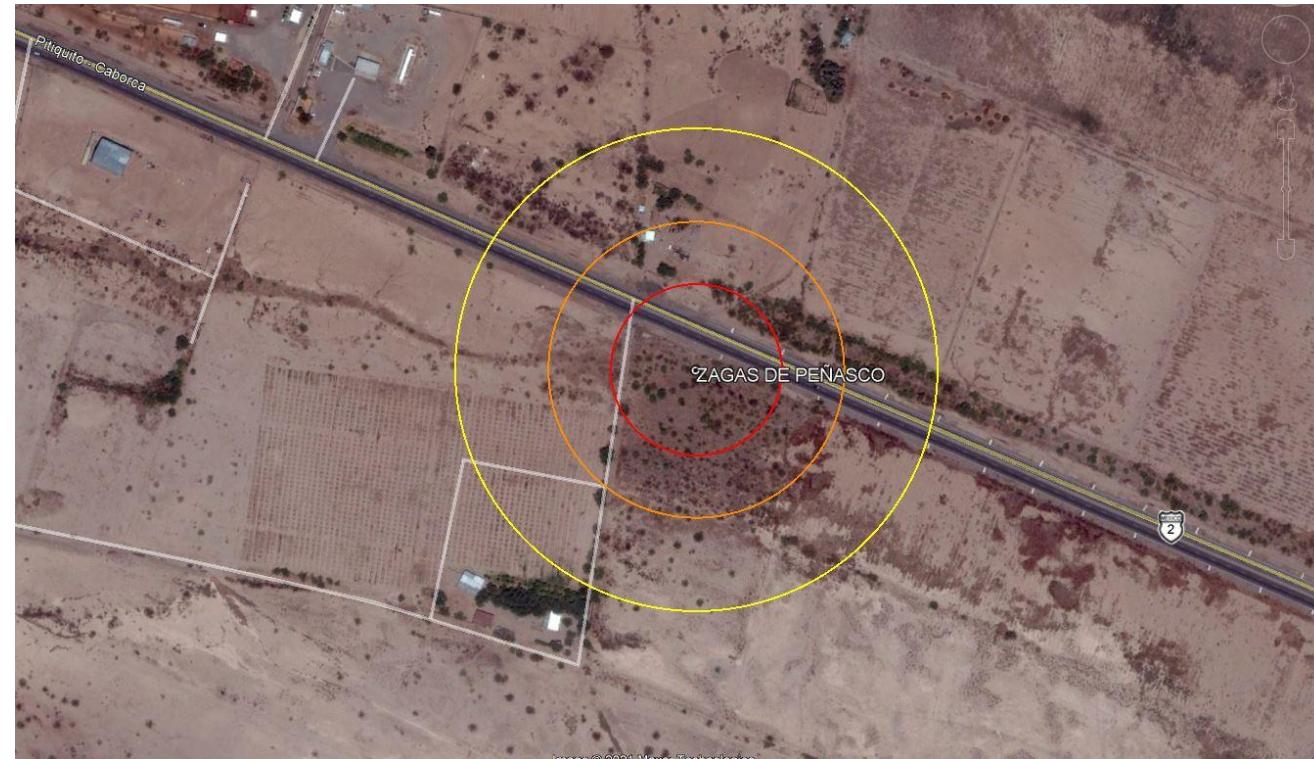
Los escenarios para simular, se describen en la siguiente Tabla:

Nº	Caso	Descripción del Escenario
1	Caso Mas Probable	Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en la tubería que va del tanque de almacenamiento a la toma de carburación con formación de nube explosiva que es liberada súbitamente a la atmósfera en un tiempo que se estima de respuesta de 5 min.
2	Caso Mas Probable	Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en manguera de descarga del autotanque, que va al tanque de almacenamiento con formación de nube tóxica que es liberada súbitamente a la atmósfera en un tiempo que se estima de respuesta de 5 min.
3	Caso Mas Probable	Fuga de Gas LP. en el tanque de almacenamiento con formación de fuego (BLEVE) y llama tipo dardo por fuga de 1" de diámetro.
4	Peor Caso	Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Planta, con capacidad de 150,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.
5	Caso Mas Probable	Fuga de Gas LP. de 1" de diámetro producida por falla en la manguera y bomba de despacho de Gas L.P. a vehículos de Carburación, con formación de incendio y nube explosiva, suponiendo una masa de la nube provocada por una fuga en un tiempo de 5 min. que se supone el tiempo de respuesta.
6	Peor Caso	Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Estación de Carburación, con capacidad de 5,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.

Representación de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento planos de los radios potenciales de afectación

1. Caso Mas Probable (CMP).

Caso Mas Probable (CMP). Efectos Calculados a Niveles de Radiación Específicos



Escenario para Nubes Explosivas. BLEVE

■ Zona de seguridad.
 5.05 kW/m². Potencialmente Letal durante los primeros 60 segundos
 214.38 m

■ Zona de amortiguamiento
 12.6 kW/m² Despues de 60 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado.
 131.48 m

■ Zona de alto riesgo
 31.5 kW/m² son ZONA DE INTERVENCION:
 Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos).
 Quemaduras de 1er grado en 60 seg, dolor intenso.
 76.02 m

Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.

Instalación: Planta de Gas L.P.

Velocidad del viento: 1.50 m/s

 No. de escenario:
 1

 Simulador a utilizar:
SCRI FUEGO

Descripción del escenario:
CMP-BLEVE por Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en la tubería que va del tanque de almacenamiento a la toma de carburación con formación de nube explosiva que es liberada súbitamente a la atmósfera

Rev. 1

Fecha: 05 de marzo del 2021

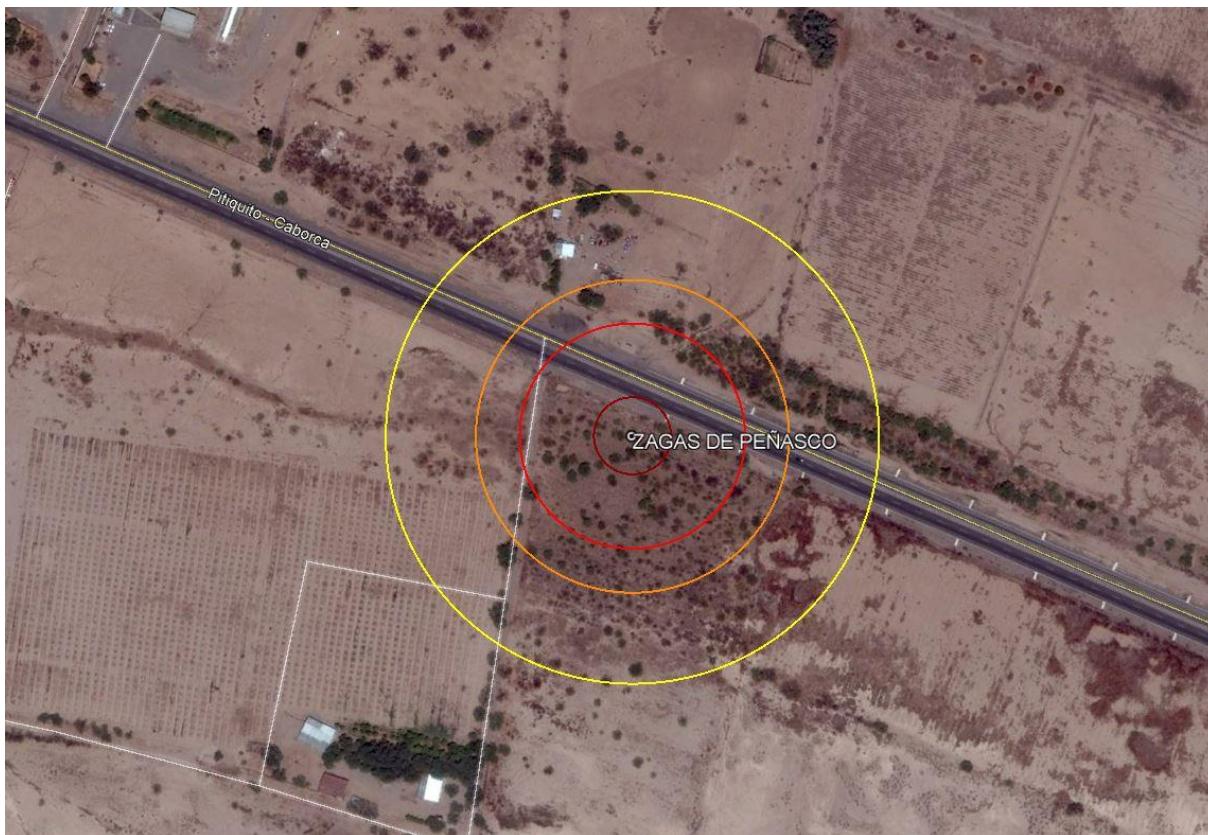
Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara

Firma. JCSL

Clave o número de plano. 1

1. Caso Mas Probable (CMP)

Caso Mas Probable (CMP). Efectos Calculados a Dosis Específicas de Radiación



Escenario para Nubes Explosivas. BLEVE

Zona de seguridad por radiación.

9.06 kW/m². Dolor en piel desnuda.

Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m²) ^4/3 s
157.41 m

Zona de seguridad por radiación.

20.35 kW/m². Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda.

Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m²) ^4/3 s
99.32 m

Zona de amortiguamiento por radiación.

34.22 kW/m² Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda /Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio
Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m²) ^4/3 s
71.90 m

Zona de alto riesgo por radiación

96.80 kW/m² son ZONA DE INTERVENCION:
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda /Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio
Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m²) ^4/3 s
24.58 m

Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.	Instalación: Planta de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s	No. de escenario: 1
Simulador a utilizar: SCRI FUEGO	Descripción del escenario: CMP-BLEVE por Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en la tubería que va del tanque de almacenamiento a la toma de carburación con formación de nube explosiva que es liberada súbitamente a la atmósfera		
Rev. 1	Fecha:05 de marzo del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara	Firma. JCSL Clave o número de plano. 1

2. Caso Mas Probable (CMP).

Caso Mas Probable (CMP). Efectos Calculados a Niveles de Radiación Específicos



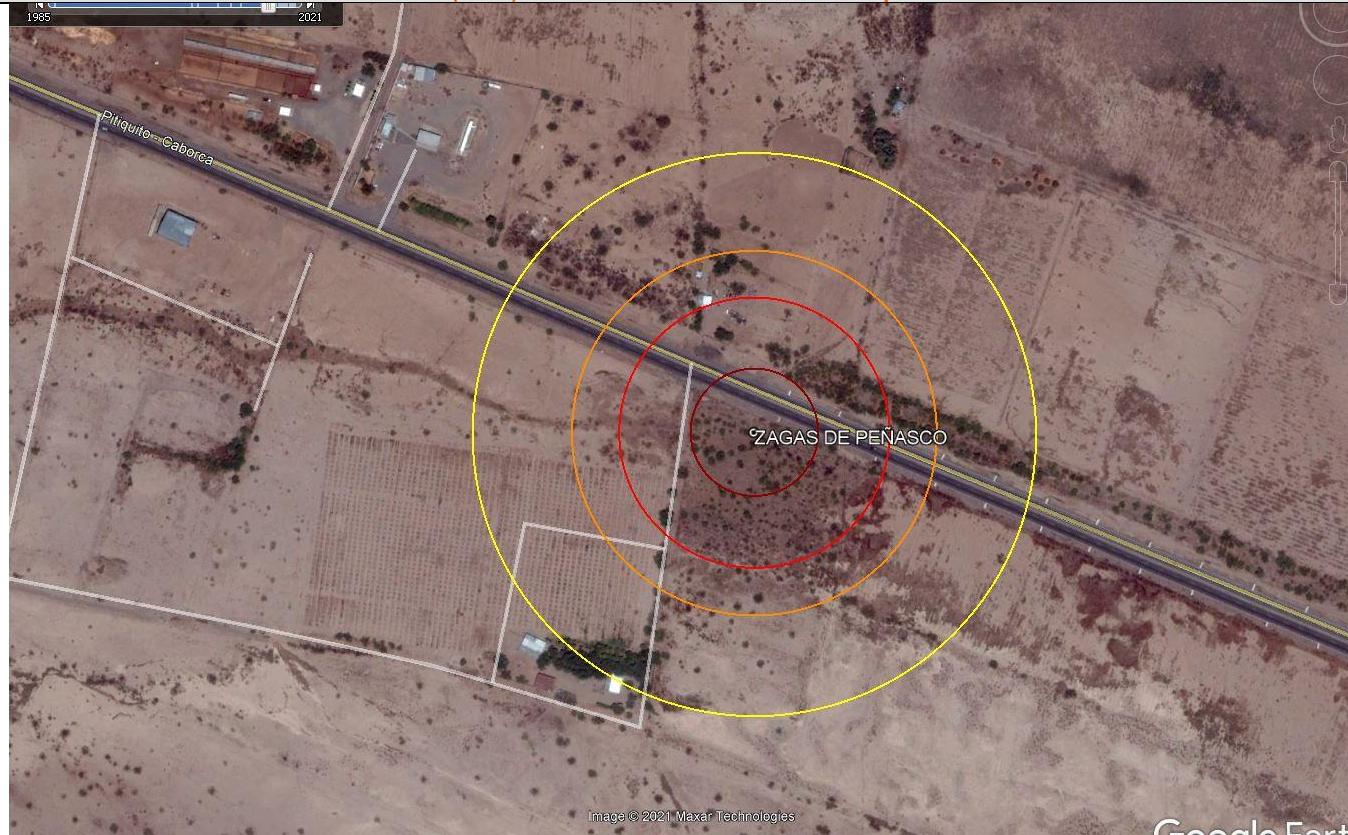
Escenario para FIRE BALL

- Zona de seguridad.
5.05 kW/m². Potencialmente Letal durante los primeros 60 segundos.
313.49 m
- Zona de amortiguamiento
12.6 kW/m² Despues de 60 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado.
193.98 m
- Zona de alto riesgo
31.5 kW/m² son ZONA DE INTERVENCION: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Quemaduras de 1er grado en 60 seg, dolor intenso.
115.04 m

Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.	Instalación: Planta de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s	No. de escenario: 1
Simulador a utilizar: SCRI FUEGO	Descripción del escenario: CMP-FIRE BALL por Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en manguera de descarga del autotanque, que va al tanque de almacenamiento con formación de nube toxica que es liberada súbitamente a la atmósfera.		
Rev. 1	Fecha:05 de marzo del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara	Firma: JCSL Clave o número de plano. 1

2. Caso Mas Probable (CMP)

Caso Mas Probable (CMP). Efectos Calculados a Dosis Específicas de Radiación



Escenario para FIRE BALL

Yellow square icon: Zona de seguridad por radiación.
 9.06 kW/m^2 . Dolor en piel desnuda.
 Dosis mínima equivalente a $85 (\text{kW/m}^2)^{4/3} \text{ s.}$
 253.23 m

Red square icon: Zona de seguridad por radiación.
 20.35 kW/m^2 . Nivel de daño significativo /
 Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda.
 Dosis mínima equivalente a $250 (\text{kW/m}^2)^{4/3} \text{ s.}$
 163.97 m

Red square icon: Zona de amortiguamiento por radiación.
 34.22 kW/m^2 Quemaduras de 2do. grado
 en piel desnuda /Nivel de letalidad de 1% para
 vestidura promedio
 Dosis mínima equivalente a $500 (\text{kW/m}^2)^{4/3} \text{ s.}$
 121.53 m

Red square icon: Zona de alto riesgo por radiación
 96.80 kW/m^2 son ZONA DE
 INTERVENCION: Quemaduras de 3er. grado en
 piel desnuda /Nivel de letalidad de 50% para
 vestidura promedio
 Dosis mínima equivalente a $2000 (\text{kW/m}^2)^{4/3} \text{ s.}$
 57.27 m

Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.	Instalación: Planta de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s	No. de escenario: 1
Simulador a utilizar: SCRI FUEGO	Descripción del escenario: CMP-FIRE BALL por Fuga de Gas L.P. de 1" de diámetro con fuga en manguera de descarga del autotanque, que va al tanque de almacenamiento con formación de nube toxica que es liberada súbitamente a la atmósfera.		
Rev. 1	Fecha:05 de marzo del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara	Firma: JCSL Clave o número de plano. 1

3. Caso Mas Probable (CMP).

Caso Mas Probable (CMP). Efectos Calculados a Niveles de Radiación Específicos



Escenario para JET FIRE

■ Zona de seguridad.

5.05 kW/m². Potencialmente Letal durante los primeros 60 segundos.
218.58 m

■ Zona de amortiguamiento

12.6 kW/m² Despues de 60 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado).
141.12 m

■ Zona de alto riesgo

31.5 kW/m² son ZONA DE INTERVENCION: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Quemaduras de 1er grado en 60 seg, dolor intenso).
91.03 m

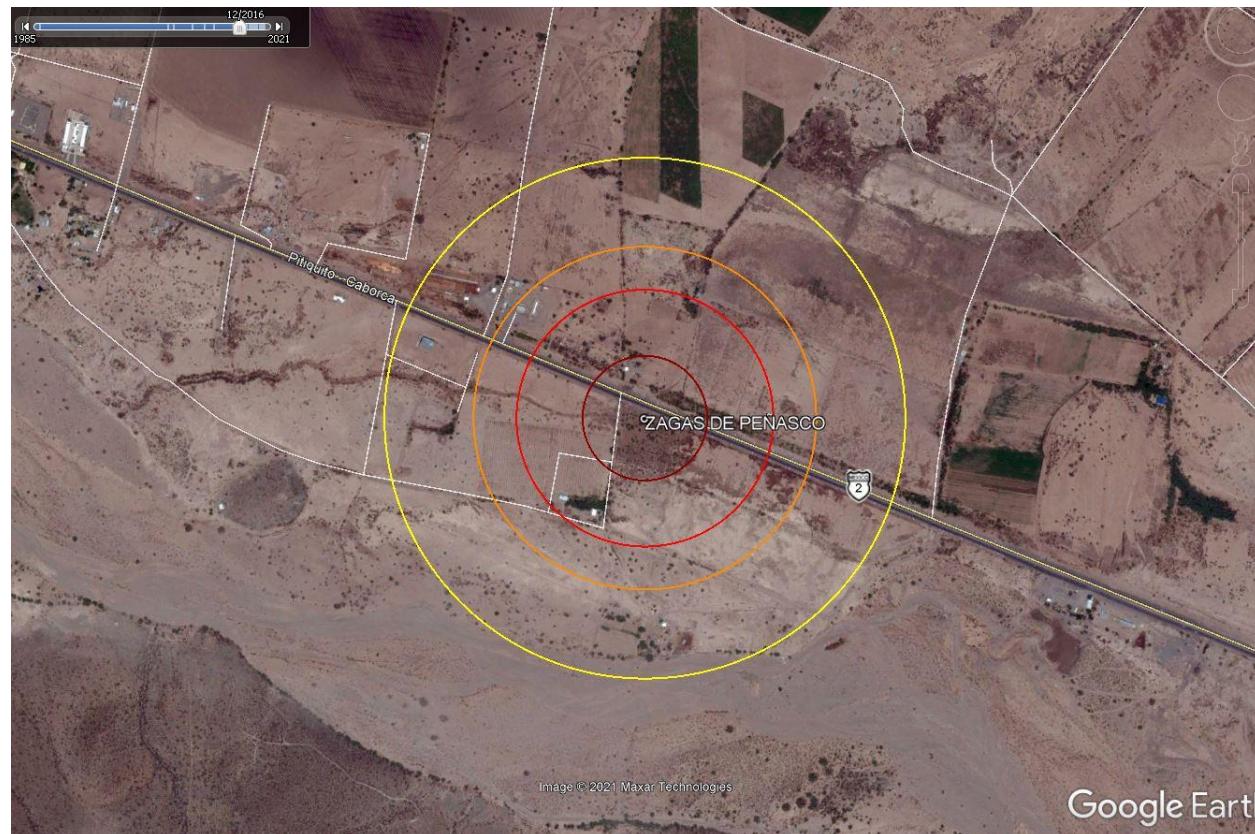
Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.	Instalación: Planta de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s	No. de escenario: 1
Simulador a utilizar: SCRI FUEGO	Descripción del escenario: CMP-JET FIRE por Fuga de Gas LP. en el tanque de almacenamiento de estación de carburación, con formación de fuego y flama tipo dardo por fuga de 1" de diámetro.		
Rev. 1	Fecha: 05 de marzo del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara	Firma: JCSL Clave o número de plano. 1

4. Peor Caso (PC).

Peor Caso (PC). Efectos Calculados a Niveles de Radiación Específicos		Escenario para BLEVE	
		<p> Zona de seguridad. 5.05 kW/m². Potencialmente Letal durante los primeros 60 segundos. 538.30 m</p> <p> Zona de amortiguamiento 12.6 kW/m² Despues de 60 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado). 332.13 m</p> <p> Zona de alto riesgo 31.5 kW/m² son ZONA DE INTERVENCION: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Quemaduras de 1er grado en 60 seg, dolor intenso). 319.52</p>	
Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.		Instalación: Planta de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s No. de escenario: 1
Simulador a utilizar: SCRI FUEGO	Descripción del escenario: CMP-BLEVE por Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Planta, con capacidad de 150,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.		
Rev. 1	Fecha: 05 de marzo del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara	Firma: JCSL Clave o número de plano. 1

4. Peor Caso (PC).

Peor Caso (PC). Efectos Calculados a Dosis Específicas de Radiación



Escenario para BLEVE

Zona de seguridad por radiación.

9.06 kW/m². Dolor en piel desnuda.

Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m²) ^{4/3} s.
625.24 m

Zona de seguridad por radiación.

20.35 kW/m². Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda.

Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m²) ^{4/3} s.
411.49 m

Zona de amortiguamiento por radiación.

34.22 kW/m² Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda /Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio
Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m²) ^{4/3} s.
308.26 m

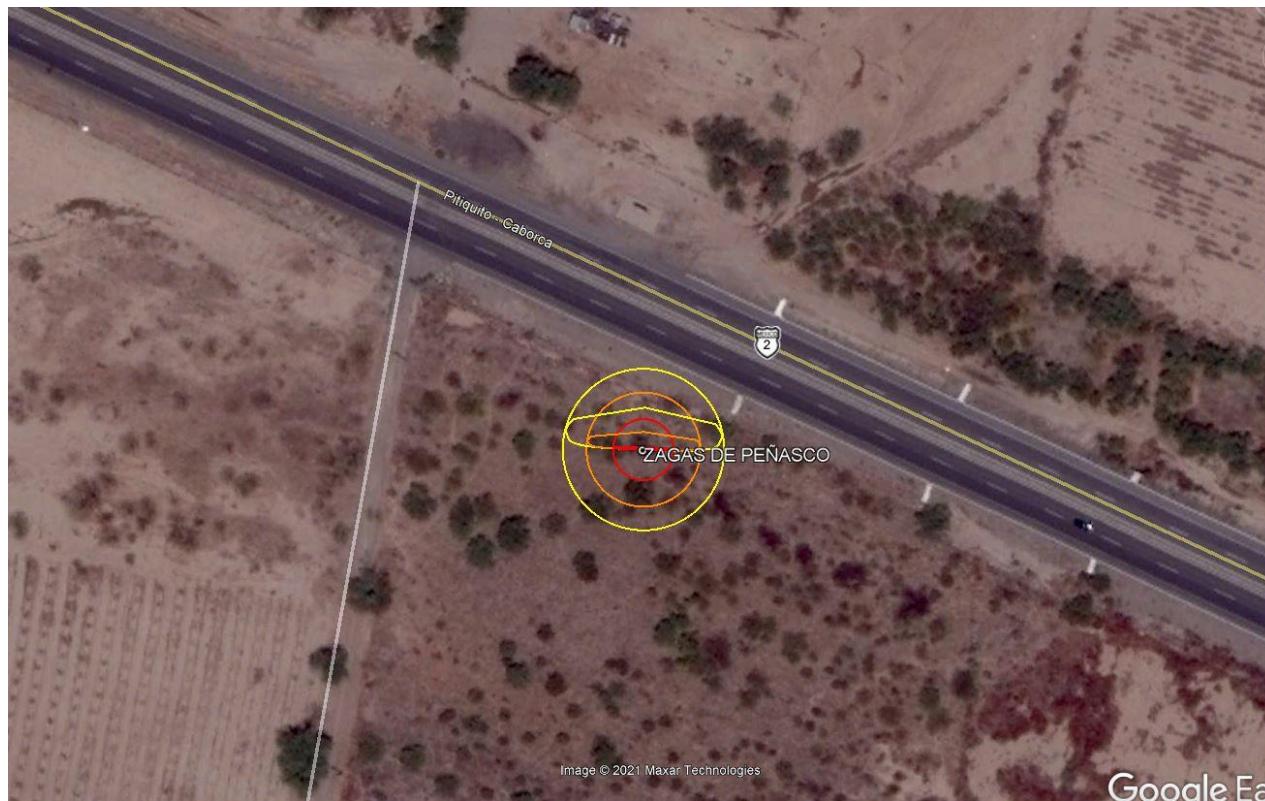
Zona de alto riesgo por radiación

96.80 kW/m² son ZONA DE INTERVENCION:
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda /Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio
Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m²) ^{4/3} s.
149.58 m

Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.	Instalación: Planta de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s	No. de escenario: 1
Simulador a utilizar: SCRI FUEGO	Descripción del escenario: CMP-BLEVE por Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Planta, con capacidad de 150,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.		
Rev. 1	Fecha: 05 de marzo del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara	Firma: JCSL Clave o número de plano. 1

5. Caso Mas Probable (CMP).

Caso Mas Probable (CMP). Efectos Calculados a Niveles de Radiación Específicos



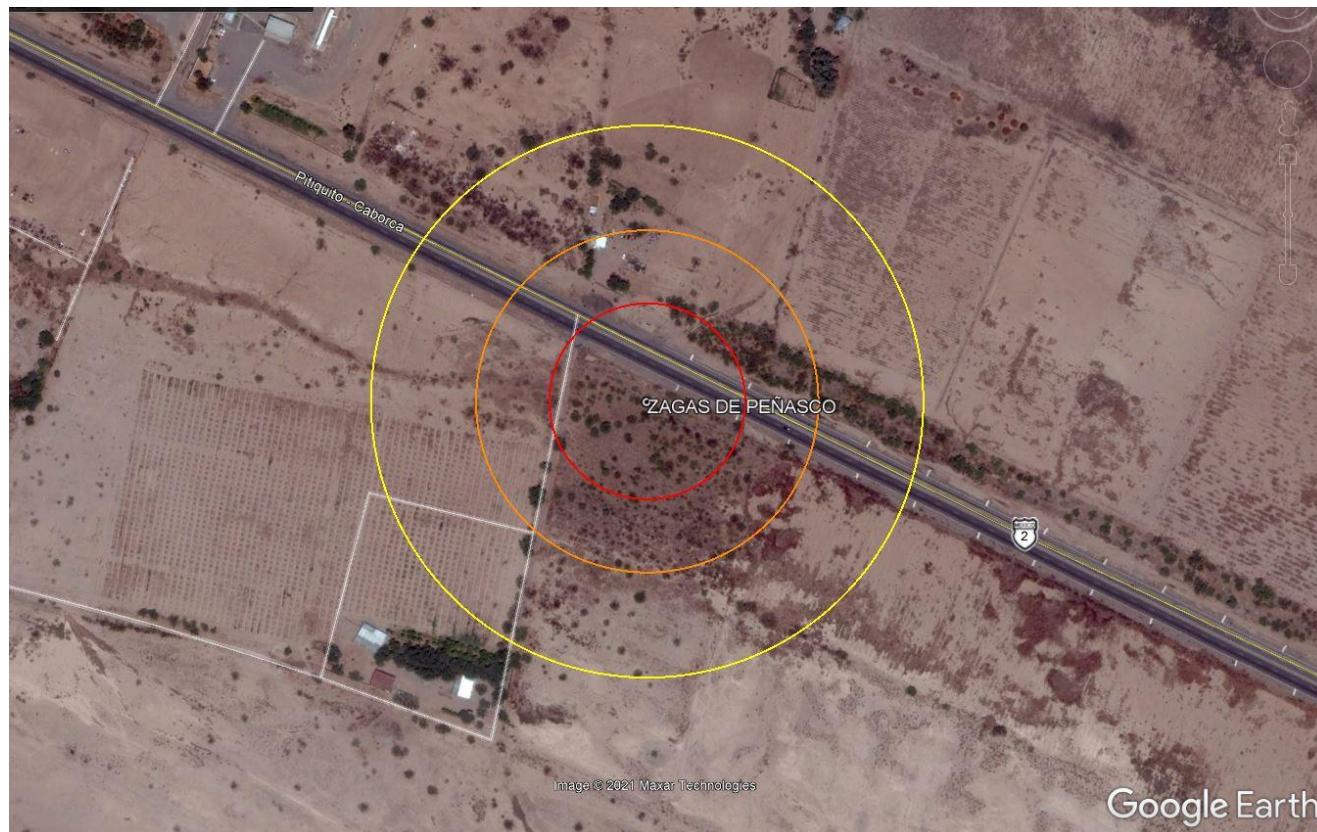
Escenario para FLASH FIRE

- Zona de seguridad.
5.05 kW/m². Potencialmente Letal durante los primeros 60 segundos.
19.44 m
- Zona de amortiguamiento
12.6 kW/m² Despues de 60 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado).
13.74 m
- Zona de alto riesgo
31.5 kW/m² son ZONA DE INTERVENCION:
Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Quemaduras de 1er grado en 60 seg, dolor intenso).
7.34 m

Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.	Instalación: Planta de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s	No. de escenario: 1
Simulador a utilizar: SCRI FUEGO	Descripción del escenario: CMP-FLASH FIRE , por Fuga de Gas LP. de 1" de diámetro producida por falla en la manguera y bomba de despacho de Gas L.P. a vehículos de Carburación, con formación de incendio y nube explosiva, suponiendo una masa de la nube provocada por una fuga.		
Rev. 1	Fecha: 05 de marzo del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara	Firma: JCSL Clave o número de plano. 1

6. Peor Caso (PC).

Peor Caso (PC). Efectos Calculados a Niveles de Radiación Específicos



Escenario para Nubes Explosivas

Yellow square icon: Zona de seguridad.
 5.05 kW/m². Potencialmente Letal durante los primeros 60 segundos.
 209.41 m

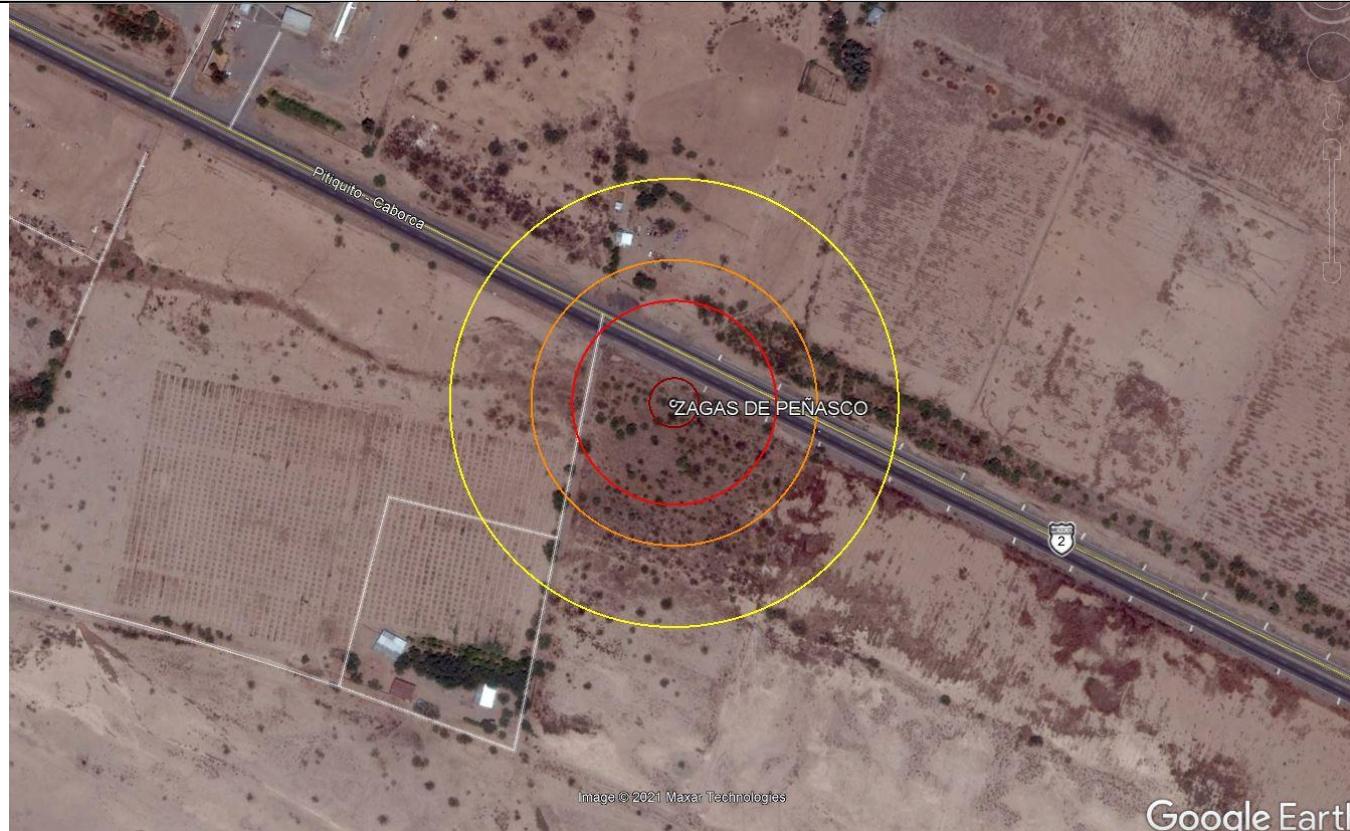
Red square icon: Zona de amortiguamiento
 12.6 kW/m² Despues de 60 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado).
 129.76 m

Red square icon: Zona de alto riesgo
 31.5 kW/m² son ZONA DE INTERVENCION:
 Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Quemaduras de 1er grado en 60 seg, dolor intenso).
 74.24 m

Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.	Instalación: Planta de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s	No. de escenario: 1
Simulador a utilizar: SCRI FUEGO	Descripción del escenario: CMP-BLEVE por Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Estación de Carburación, con capacidad de 5,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.		
Rev. 1	Fecha: 05 de marzo del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara	Firma. JCSL Clave o número de plano. 1

6. Peor Caso (PC).

Peor Caso (PC). Efectos Calculados a Dosis Específicas de Radiación



Escenario para Nubes Explosivas

Yellow square icon: Zona de seguridad por radiación.
 9.06 kW/m^2 . Dolor en piel desnuda.
 Dosis mínima equivalente a $85 (\text{kW/m}^2)^{4/3} \text{ s.}$
 165.60 m

Red square icon: Zona de seguridad por radiación.
 20.35 kW/m^2 . Nivel de daño significativo /
 Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda.
 Dosis mínima equivalente a $250 (\text{kW/m}^2)^{4/3} \text{ s.}$
 105.52 m

Red square icon: Zona de amortiguamiento por radiación.
 34.22 kW/m^2 Quemaduras de 2do. grado
 en piel desnuda /Nivel de letalidad de 1% para
 vestidura promedio
 Dosis mínima equivalente a $500 (\text{kW/m}^2)^{4/3} \text{ s.}$
 75.32 m

Red square icon: Zona de alto riesgo por radiación
 96.80 kW/m^2 son ZONA DE
 INTERVENCION: Quemaduras de 3er. grado en
 piel desnuda /Nivel de letalidad de 50% para
 vestidura promedio
 Dosis mínima equivalente a $2000 (\text{kW/m}^2)^{4/3} \text{ s.}$
 18.24 m

Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.	Instalación: Planta de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s	No. de escenario: 1
Simulador a utilizar: SCRI FUEGO	Descripción del escenario: CMP-BLEVE por Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Estación de Carburación, con capacidad de 5,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición.		
Rev. 1	Fecha:05 de marzo del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara	Firma: JCSL Clave o número de plano. 1

CAPITULO VI

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

VI. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.

La probabilidad de posibles interacciones de riesgos y sus ocurrencias se describe a continuación:

Posibles Interacciones de Riesgos		
Zona de Recepción de Gas LP	Tipo de riesgo	Probabilidad **
5.1. Suponiendo que existiera una fuga en la manguera que va de la descarga del autotanque a través de la válvula de cierre rápido al acoplador de llenado para líquido de la toma de recepción al momento de hacer el trasiego hacia el tanque de almacenamiento.	Fuga Incendio Explosión	Baja Muy baja Prácticamente improbable
5.2. Suponiendo que, por una falla en la operación, se abrieran a comienzo de la descarga del líquido las válvulas las cuales se instalan como una protección adicional en la línea de gas. Si la presión en la línea actuará como una válvula de seguridad.	Fuga Incendio Explosión	Baja Muy baja Prácticamente improbable
5.3. Si ocurriera una falla en la válvula de trasiego de un autotanque, se provocaría una fuga continua de Gas L. P., si esta fuga se incendiara sería difícil controlarla debido a la dirección de la llama. Esta llama estaría dirigida hacia el suelo, por lo que ésta se esparciría en forma radial, lo que impediría llegar hasta la válvula. El auto tanque se calentaría a causa de la acción del fuego. como esta fuga se llevaría a cabo en la parte inferior del tanque, las llamas calentarían la parte del recipiente donde se encuentra la fase líquida de Gas L. P. Este calentamiento origina que el líquido entre en ebullición y después de cierto tiempo se producirá una BLEVE.	Fuga Incendio explosión	Baja Muy baja Prácticamente improbable
5.4. Considerando el evento anterior, se toma en cuenta que en las proximidades del punto donde se desarrolla el incendio se tiene transmisión de calor, la transmisión de calor se efectúa exclusivamente por radiación, disminuyendo su intensidad al aumentar la distancia.	Fuga Incendio Explosión	Baja Muy baja Prácticamente improbable
5.5. Suponiendo que las válvulas de seguridad no funcionan, teniendo cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido y cerrada la válvula de entrada al auto tanque, provocando la fuga del gas atrapado en la tubería por contrapresión en la mirilla.	Fuga Incendio Explosión	Muy baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Zona de Llenado de autotanques		
5.6. Si un autotanque estuviera cargando Gas L.P. y por error e arrancara, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las válvulas, provocando una fuga de gas, lo anterior provocará que se escape solamente el gas que queda atrapado en la tubería, la cual dependiendo de la longitud y el diámetro dejaría escapar el Gas L.P..	Fuga Incendio explosión	Muy baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
5.7. Si el evento anterior se encontrara además una fuente de ignición dentro del auto tanque, se tendría probablemente un incendio que ocasionaría que se quemara la parte vinílica, hule, llantas la cantidad de gas que dejó salir el equipo en poco tiempo.	Fuga Incendio Explosión	Muy baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Posibles Interacciones de Riesgos por fallas de funcionamiento de equipos:		
Compresores y bombas	Fuga Incendio Explosión	Baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Válvulas	Fuga Incendio Explosión	Muy baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable

Posibles Interacciones de Riesgos por fallas debido a errores humanos:

Diseño y construcción (NOM-001-SEDG-1996 y las demás relacionadas)	Fuga Incendio Explosión	Extremadamente baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
--	-------------------------------	---

Posibles Interacciones de Riesgos por fallas por eventos externos:

Condiciones climatológicas extremas.	Fuga Incendio explosión	Baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Tremores.	Fuga Incendio Explosión	Muy baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
Accidentes cercanos.	Fuga Incendio Explosión	Extremadamente baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable

** Las probabilidades especificadas son de acuerdo a la "Guía para Análisis de Riesgo" del Centro de Seguridad para Procesos de "The American Institute of Chemical Engineers".

Nota: El riesgo de derrame no se hace mención al mismo y este no es considerado en el presente análisis, ya que debido al bajo punto de ebullición del Gas L. P. (-12 0C), y la alta presión a la que se maneja, al ser liberado el gas a la atmósfera se evapora de manera inmediata.

6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Se describen a detalle las Zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento de toxicidad, sobrepresión y radiación, las posibles afectaciones a los receptores de Riesgo siguientes:

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, 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, o aquella que la modifique o sustituya, entre otros, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas (biodiversidad, fragilidad, hábitats, etc.) para el caso del Estudio de Riesgo que acompaña la Manifestación de Impacto Ambiental;

Componentes ambientales y asentamientos humanos que pueden ser afectados.

La realización del presente proyecto consistente en la construcción y operación de una Planta de almacenamiento y distribución de Gas LP. y su respectiva Estación de Carburación denominadas: "ZAGAS DE PEÑASCO, SA. DE C.V.", con pretendida ubicación en Km 100 de la Carretera Santa Ana - Caborca, en Pitiquito, Municipio de Pitiquito, Estado de Sonora, C.P. 83724, será acorde a la normatividad ambiental vigente

El principal producto manejado en este proyecto, es el combustible a comercializar, el cual es considerado como peligroso y como es sabido su manejo implica un riesgo humano y ambiental. Sin embargo, se contará con el permiso de la Secretaría de Energía y por tanto estará sujeta a una serie de especificaciones que abarcan desde la preparación del terreno, disposición de las diferentes áreas de las instalaciones, obras de construcción de edificaciones,

cimentaciones de tanques de almacenamiento, trincheras para tuberías, instalaciones de drenaje, electricidad, tanques de almacenamiento, módulos de recepción y despacho, tuberías de conexión de tanques a módulos de recepción y de despacho, etc., al igual que todas las medidas de seguridad exigidas por la Secretaría de Energía y autoridades locales, durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Derivado de esto y en caso de darse una posible afectación a la población humana, al ambiente circundante y al equilibrio ecológico en la zona proyectada, esta se reduciría al mínimo, ya que se contemplan, una serie de medidas para la mitigación de los efectos de un daño accidental (Fugas de combustible, incendios o explosiones). Además, el proyecto se sujetará a todas las disposiciones de la normatividad ambiental vigente, relacionada con una obra de este tipo, y el manejo del Gas LP. que, por su volatilidad, puede constituir un riesgo para el personal que ahí labore, los usuarios y las instalaciones, en este sentido, los recursos naturales que podrían verse afectados en este proyecto serían principalmente el agua y el suelo.

- ✓ El agua potable será aprovechada para los servicios sanitarios, riego de áreas verdes, servicio a vehículos automotores y para las obras de limpieza.
- ✓ Las aguas residuales se tratarán mediante un tratamiento primario. Tanto las aguas sanitarias, como las de origen pluvial previamente tratados serán conducidas a una fosa séptica, antes de su disposición final.
- ✓ El suelo en el área particular, se trata de un terreno con aptitudes para instalación de proyectos de este tipo y el cual no abarca una extensión considerable como para que pudiera alterar la dinámica natural de la poco abundante flora y fauna en la zona.

Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera se cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas de calidad ambiental que marcan los valores de concentración máxima permisible para la salud pública de contaminantes en el ambiente, lo cual es determinado por la Secretaría de Salud. También se cumplirán las normas que establecen las condiciones a que deberá sujetarse la operación de fuentes fijas que emitan contaminantes a la atmósfera en casos de contingencias y emergencias ambientales.

Durante las diferentes etapas del presente proyecto, no se alterará la calidad del agua subterránea y superficial de la zona, pues se tomarán las medidas necesarias para evitar que la basura, desechos y sustancias tóxicas, puedan causar contaminación sobre las mismas, además se cumplirán las condiciones particulares de descarga que deben satisfacer las aguas residuales que puedan contaminar el subsuelo y los acuíferos (dándoles un tratamiento primario y conduciéndolas a una fosa séptica).

Durante la presente obra, se tomarán las acciones necesarias para evitar que durante la construcción y la operación de la misma se alteren desfavorablemente las condiciones hidráulicas de alguna corriente o se pongan en peligro las vidas de las personas y la seguridad de sus bienes.

Por otro lado, por ser una actividad necesaria, aportará algunos beneficios para la población (empresas y servicios), las autoridades, al igual que la sociedad, asumiéndose la responsabilidad por parte de la alta dirección del proyecto, en lo referente a la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico, tanto en las condiciones presentes como en las futuras.

Así mismo, se cuidará en todo momento que durante el manejo de los recursos naturales (en este caso, agua y suelo) que serán aprovechados, no se comprometa su renovabilidad o se pueda dar su agotamiento y que además, se eviten las posibles alteraciones que durante el manejo y almacenamiento de combustibles se pudieran ocasionar sobre el ambiente y se controlen también las posibles emisiones atmosféricas (producto de la evaporación de combustibles),

contribuyéndose así, a evitar la contaminación ambiental y lograr que en la zona, se pueda gozar de un ambiente sano, lo cual será logrado con la instalación de los más avanzados equipos de seguridad, los cuales evitarán la ocurrencia de alguna fuga de combustible y su posible evaporación y emisión de hidrocarburos a la atmósfera (a través de viento, arresta flamas y tuberías recuperadoras de vapores). Contándose además con equipo para la detección de fugas de combustible.

El terreno implicado en la realización de esta obra, cumple con los requisitos necesarios de acuerdo con el ordenamiento ecológico, mencionado en esta ley como son:

El predio no posee una vocación agrícola, forestal o para el desarrollo de la ganadería.

No se presenta una gran abundancia y diversidad de flora y fauna.

La actividad económica de servicios a desarrollar, es altamente demandada en la región.

Todo ello, aunado a la implementación de las más eficientes medidas de prevención y mitigación de los impactos generados sobre el medio natural y socioeconómico.

Durante las distintas etapas del presente proyecto, se cumplirán todas las Normas Oficiales Mexicanas que regulan los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles para el desarrollo de las actividades que causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, daños al medio ambiente y a la población humana.

En cuanto a la contaminación atmosférica, se tomarán las medidas necesarias para controlarlas, reducirlas o evitarlas, esto se verá aplicado en la utilización de equipos que sean de calidad y cumplan con las especificaciones encaminadas a una mayor seguridad implementados para este tipo de instalaciones. Además, la planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P. y la Estación de Carburación estarán sujetas a todos los reglamentos, normas y disposiciones vigentes y futuras referentes a la prevención de la contaminación atmosférica.

Valoración de los efectos por los eventos de riesgo identificados sobre la integridad funcional de los ecosistemas.

Análisis de vulnerabilidad del entorno.

Respecto a la vulnerabilidad del ecosistema y la magnitud de los daños ambientales que pueden presentarse por un evento no deseado, y de acuerdo a los resultados del estudio de riesgo se realizó un análisis de vulnerabilidad, en base a los efectos de un accidente por un evento inesperado descritos a través de la metodología What if...?; De donde se obtuvieron los escenarios de mayor riesgo: radiación térmica y sobrepresión (onda de choque).

La estimación de las consecuencias y la magnitud de los daños que pudieran actuar sobre personas, el medio o sobre edificios o equipo se realizó por medio de dos métodos, uno semicuantitativo, que da la vulnerabilidad del entorno "Factor de vulnerabilidad", y otro cuantitativo que relaciona la intensidad de los destinos con la severidad de las consecuencias, "Método Probit".

El análisis por el **método semicuantitativo** está basado en índices globales derivados de unas situaciones como el tipo del entorno frente a los accidentes, más graves y en las condiciones meteorológicas peores, que puedan darse en la planta. El factor de vulnerabilidad FV se establece mediante el llenado de un cuestionario que involucra factores de vulnerabilidad y se le asigna valores conforme al siguiente criterio:

Escala	Nulo	Ligero	Medio	Grave
Valor	0	5	7	10

Preguntas	No (Valor)	Si (Valor)	Observación
A. ¿Existe riesgo de contaminación de aguas destinadas al consumo humano o agrícola?	0	-	No, el proceso no lo involucra.
B. ¿Existe riesgo de que un vertido afecte a áreas recreativas, de producción pesquera o de interés ecológico?	0	-	No, el proceso no lo involucra.
C. ¿Existe concentración de población mayor de 10,000 personas en un área de 5 Km. de radio?		10	Caborca, Sonora, reporta una concentración con más de 89,000 habitantes.
D. ¿Existe densidad de población mayor que 3,000 habitantes por Km. ² en un área de 5 Km. de radio?	0	-	Considera una concentración con una Densidad de 8,31 hab/km ² .
E. ¿Existen instalaciones afectadas a distancia menor a 1 Km.?	-	5	Si, se reporta una instalación industrial pequeña
F. ¿Existen los servicios públicos que se indican a continuación?	-	5	La distancia de 5 Km. es muy amplia, por lo que entrarían áreas que tienen este tipo de concentración.
-Concentraciones de población de alto riesgo (hospitales, escuelas, residencias) a distancia menor a 5 Km.			
- Puntos de concentración transitoria de población (estadios deportivos, terminales de autobuses, estaciones de ferrocarril, centros comerciales de gran superficie) a distancia menos a 2 Km.	0	-	No
G. ¿Existen áreas protegidas de patrimonio público a distancia menores a 2 Km.?	0	-	No, es una zona industrial.
H. ¿Hay sistemas de carreteras y vías de transporte (carreteras con gran volumen de tráfico o líneas férreas) a una distancia menor a 500 metros?	-	5	Se localizan la carretera estatal Pitiquito-Caborca
I. ¿Hay un aeropuerto a distancia menor a 5 Km.?	0	-	No, no existe ningún aeropuerto.
J. ¿Se trata de una zona crítica por motivos políticos – sociales?	0	-	No, no es una zona crítica.
K. ¿Se trata de una zona de clasificación sísmica?	0	-	No, Los puntos de alta sismicidad se encuentran en el área del Golfo de California y en la falla de Bavispe.
L. ¿Se trata de una zona inundable?	-	0	No, porque cuenta con un eficiente drenaje.

El cálculo del factor de vulnerabilidad se calcula mediante la siguiente formula:

$$FV = \sum_{I=a}^{i=L} P_I$$

Siendo Pi la puntuación resultante para el factor i.

La clasificación de entornos según su factor de vulnerabilidad se obtiene de la siguiente tabla:

Rango	Tipo de entorno
FV < 10	Entorno poco vulnerable
10 <= FV <= 30	Entorno medianamente vulnerable
FV => 30	Entorno muy vulnerable

Conclusión: De acuerdo al lugar donde se ubicará el proyecto de "Construcción y operación de una de una Planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular", se observa que es un entorno medianamente vulnerable.

Método Probit.

Es un método probabilístico, permite ver una estimación de las consecuencias relacionando la magnitud del impacto; es decir, establece una relación entre la dosis y la respuesta. Establece una relación biunívoca entre la probabilidad y la variable Probit (Probability unit).

La Probit Y es una medida de porcentaje de la población vulnerable sometida a un fenómeno perjudicial de una determinada intensidad (V), que recibe un daño determinado. Tiene una distribución normal, con una media de 5 y una desviación normal de 1. La relación entre la variable Probit (Y) y la probabilidad P es la siguiente:

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Y-5} \exp(-u^2/2) du$$

La probabilidad que varía de 0 a 1 es sustituida por un porcentaje de 0 a 100 y representa el porcentaje de afectados

Esta relación tiene la ventaja de transformar la función sigmoidal que corresponde a la relación dosis — respuesta (por ejemplo, sobrepresión — porcentaje de individuos afectados; radiación térmica — porcentaje de individuos afectados) en una línea recta cuando se representa la función Probit a escala lineal; esto facilita el ajuste de las constantes. Su aplicación puede ser utilizada mediante la siguiente expresión.

$$Y = k_1 + k_2 \ln V$$

En este caso K1 y K2 son constantes empíricas y V es la medida de intensidad del factor causante del daño.

La ecuación anterior, a partir de los efectos de algún accidente (radiación térmica, onda de sobrepresión o dosis de un producto tóxico), obtiene de forma práctica y directa el porcentaje de muertos y heridos. Posteriormente, la aplicación de este porcentaje sobre la población posiblemente afectada por el accidente (establecida por definición del escenario accidental) permitirá estimar el número de víctimas.

Se hallará la vulnerabilidad que tendrá la zona donde se localizará el proyecto, a la radiación térmica para el evento catastrófico.

a) Vulnerabilidad a la radiación térmica.

Se emplea para determinar el porcentaje de personas afectadas por los efectos de las radiaciones térmicas en función de La intensidad de radiación recibida y del tiempo de exposición (dosis de radiación calorífica recibida).

En el caso de fugas de líquidos y gases inflamables y con una ignición inmediata, se podrá generar un charco ardiendo, una explosión BLEVE o un chorro con llamarada. Las lesiones ocasionadas serán causadas principalmente por radiaciones térmicas.

Si el gas no se enciende inmediatamente, se dispersará en la atmósfera. Si la nube de gas formada se encuentra con un foco de ignición en sus proximidades, se supone que cualquier persona presente dentro de la nube de gas ardiendo

morirá a consecuencia de quemaduras y asfixia. En la zona externa a la nube de gas, aunque la duración de la radiación térmica generalmente será breve, los daños estarán en función de la distancia y habrán de ser evaluados en cada caso.

Las consecuencias de la radiación térmica sobre la piel son las quemaduras, cuya gravedad depende de la intensidad de la radiación (kW/m^2) y de la dosis recibida. Las quemaduras se clasifican de acuerdo a su profundidad:

- Quemaduras de primer grado: Afectan epidermis de la piel, esta enrojece y el dolor es de poca intensidad
- Quemaduras de segundo grado: Provocan la aparición de ampollas.
- Quemaduras de tercer grado: Afectan el grueso de la piel, que es destruida.

La piel protege al cuerpo, una quemadura la destruye o degrada, lo que ocasiona pérdida de fluido y aumenta el riesgo de infecciones. La gravedad de una quemadura depende de la superficie corporal afectada por quemaduras de segundo y tercer grado. A partir de un 0 % se pueden considerar críticas. Otros factores que influyen en la gravedad de la lesión son, edad, localización de la quemadura y lesiones asociadas.

Los efectos de la radiación dependerán del tipo de exposición. Así, en un incendio de líquido o sólidos, las personas expuestas a niveles peligrosos de radiación reaccionan a tiempo, buscando refugio o escapando. En este caso, a medida que las víctimas potenciales se alejan del foco emisor, la radiación recibida disminuye. Por el contrario, en un incendio flash la posibilidad de reacciones individuales de protección disminuye, debido al corto tiempo de respuesta.

El "límite soportable"—expresión realmente imprecisa- para personas se considera del orden de 5 kW/m^2 . Como referencia, a nivel del mar, la intensidad de radiación solar en un día soleado es de 1 kW/m^2 .

Existen diversas ecuaciones Probit para estimar las consecuencias de la radiación, las que se utilizarán en este estudio son:

Quemaduras de primer grado

$$Y = -39.83 + 3.0186 \ln(t^*q^{4/3})$$

Quemaduras de segundo grado

$$Y = -43.14 + 3.0186 \ln(t^*q^{4/3})$$

Mortalidad sin protección

$$Y = -36.38 + 2.56 \ln(t^*q^{4/3})$$

Donde: t = tiempo de exposición, expresado en segundos y q = intensidad de radiación en W/m^2

La aplicación de estas ecuaciones y la correlación con la gráfica nos permite conocer el porcentaje probable de personas afectadas por cada una de estas lesiones.

A continuación, se anexa la aplicación del método Probit para radiación térmica, considerando los resultados del modelo de simulación **SCRI FUEGO** del evento “4 del Peor Caso para un **BLEVE** por Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Planta, con capacidad de 150,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición”.

b) Vulnerabilidad a explosiones.

Los modelos de consecuencias de explosiones predicen el impacto de la sobrepresión originada por la explosión y la proyección de fragmentos volantes sobre las personas y objetos.

Al considerar las consecuencias sobre las personas se debe hacer distinción entre las consecuencias directas e indirectas de una explosión. Entre las primeras están las lesiones de los pulmones y los tímpanos. Entre las segundas se encuentran las lesiones ocasionadas por proyección de fragmentos y por impacto del cuerpo contra obstáculos.

Los daños causados por las explosiones se pueden clasificar en:

- Daños directos por sobrepresión, como son: Ruptura de tímpanos o hemorragia pulmonar.
- Daños indirectos debidos:
 - ✓ a fragmentos
 - ✓ al desplazamiento del cuerpo
 - ✓ al hundimiento de viviendas

El cuerpo humano es muy resistente a la sobrepresión, por estar formado por agua, un líquido no compresible. Por ello, los daños directos tienen lugar en aquellas partes que son susceptibles de ser aplastadas como la caja pulmonar y el conducto auditivo, especialmente cuando el aumento es súbito.

La peor situación es aquella en la que el cuerpo se encuentra cercano a una superficie y perpendicular a la dirección de la onda de sobrepresión. Esta posición es la más probable y la que se toma en cuenta en las ecuaciones Probit.

Mortalidad por hemorragia pulmonar:

Es provocada por el aplastamiento de la caja torácica y se estima mediante la ecuación Probit siguiente:

$$Y = -74.44 + 6.693 \ln \Delta P$$

Factores que pueden modificar la vulnerabilidad.

Tras un accidente, es frecuente que las consecuencias finales reales, expresadas en términos de bajas humanas sean inferiores a los previstos. Por el contrario, existen accidentes donde los efectos finales son de mayor magnitud que los previstos. En los casos en que las consecuencias son menores se puede deber al carácter conservador de las suposiciones que se realizan al aplicar los modelos. En otros casos pueden intervenir el azar. Finalmente, las medidas de mitigación pueden funcionar con gran efectividad, como lo son la evacuación, lucha contra incendios y atención a lesionados.

A continuación, se anexa la aplicación del método Probit para radiación térmica, considerando los resultados del modelo de simulación **SCRI FUEGO** del evento “4 del Peor Caso para un **BLEVE** por Explosión del Tanque de Almacenamiento de la Planta, con capacidad de 150,000 litros de Gas L.P. considerando una supuesta fractura de este y suponiendo un llenado del 100% de su capacidad a condición ambiente y con una fuente de ignición”.

Los resultados de la aplicación del método Probit son:

Por Radiación Térmica:

En el radio de 538.3 metros sería potencialmente letal durante los primeros 60 segundos, con un nivel de daño significativo/Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda.

En el radio de 332.13 metros después de 60 segundos, se tendrían quemaduras de 2do. grado en piel desnuda/Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio.

Dentro del radio de 319.52 metros, se tendrían quemaduras de 3er. grado en piel desnuda/Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio.

Finalmente, por lo que respecta a los componentes ambientales, áreas naturales protegidas, asentamientos humanos, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, entre otros, tenemos que la superficie y su ubicación, nos permite asegurar que no habría afectaciones graves debido a que se trata de una zona que no colinda con ninguno de estos. Se registraron pocas especies de plantas, esto debido a que se trata de una zona deforestada con remociones de tierra anteriores para construcciones de vías de comunicación en general. No se han registrado especies endémicas o amenazadas. En cuanto a mamíferos, la ausencia de especies de manto fauna en la zona podría deberse a importantes alteraciones de su hábitat como: presencia de zonas urbanas muy cercanas al sitio de estudio, presencia de personas y animales domésticos y ruido generado por vehículos que circulan por la zona. Dentro del área de influencia del proyecto se han identificado una baja población de habitantes, las principales actividades a las que se dedican son a la agricultura de temporal y la ganadería.

c). Personal: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) al personal que labora en el Proyecto, e

d). Instalaciones/producción: Daños o afectaciones a equipos e Instalaciones que conforman el Proyecto o a infraestructura vial o industrial externa al Proyecto.



ESTUDIO DE RIESGO DE LA EMPRESA "ZAGAS DE PEÑASCO, S.A DE C.V."

Planta de Almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular

Altura del km 100 de la Carretera Santa Ana-Caborca, en Pitiquito, Municipio de Pitiquito, Sonora, C.P. 83724

Tabla de Consecuencias. Tipo de evento y categoría de la consecuencia.

Afectación	Tolerable C1	Aceptable C2	Indeseable C3	No Tolerable C4
A la Producción y la Instalación				
Pérdida de producción daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menos de 5 millones de pesos	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 20 millones de pesos	MS de un mes de paro. Daños a las instalaciones y propiedades; pérdida mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportable	Se da alerta por parte de las autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor proceso judicial
Daños en propiedad terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total a los bienes o de la funcionalidad de los bienes, posibilidad de lesiones fatales	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante
Al Personal				
Seguridad y salud del personal, clientes, contratistas, etc.	Sin afectaciones; primeros auxilios, etc.	Atención médica, lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal, efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades, lesiones graves con daños irreversibles, incapacidad parcial o total o permanente
A la Población				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y a la salud pública	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad pública	Evacuación: lesiones menores o afectación a la seguridad pública moderada; costos por afectación y daños entre 5 y 10 millones de pesos.	Evacuación lesionados; una o más fatalidades afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos.
Atención de los medios del evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales	Difusión local significativa; entrevistas, TV local	Atención de medios nivel nacional	Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros
Al Medio Ambiente				
Efectos en el centro de trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; partículas y polvos en el aire	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	Continuidad operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas, evacuación del personal
Efectos fuera del centro de trabajo	Operación corta malos olores y ruidos que provocan pocas quejas vecinales	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores ruidos presentes y presencia de olores	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo, presencia de contaminantes significativa	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes dañinos, inflamables daños significativos a largo plazo de la flora y la fauna o repetición de eventos mayores.
Descargas y derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar muerte a fauna marina	Remediación requerida; fuego y derrames que afectan las áreas de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; Presencia de contaminación significativa.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere gran esfuerzo para remediación. Efectos sobre la flora y la fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua

Tabla 32. 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	Recomendaciones para implementar
E1	Población	Radiación	Alto Riesgo	Lesiones menores o afectación a la seguridad pública moderada	Evacuación	Controles orientados a establecer diseños seguros mediante la aplicación de normas de diseño que permitan reducir
			Amortiguamiento	Una o más fatalidades afectación a la seguridad y salud pública		drásticamente la probabilidad de ocurrencia de un accidente de magnitudes catastróficas, graves y fatales con sustancias químicas peligrosas.
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Explosiones que impliquen transmisiones de energía que colapsen estructuras		Reducir el nivel de impacto en caso de fallas, desarrollando sistemas (protección activa), barreras o separaciones (protecciones pasivas) que permitan tanto evitar el fallo como mitigar sus efectos o dar los tiempos necesarios para una respuesta de emergencias.
			Amortiguamiento	Estallidos de tanques o similares que puedan producir proyección de materiales fuera de los límites de la propiedad.		
		Toxicidad	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo			Mejorar las características constructivas de tal forma de conseguir la contención de la energía máxima que podría disiparse en un fenómeno peligroso.
			Amortiguamiento			Establecer barreras de contención que disipen la energía ya sea desviándola, o deformándose permitiendo la disipación de energía
		Sobrepresión	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
		Toxicidad	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
	Personal	Radiación	Alto Riesgo			Sistema de prevención como parte del diseño, por medios mecánicos o electrónicos con sus respectivos planes de mantenimiento, inspección y pruebas
			Amortiguamiento			Controles de Ingeniería, considerando las protecciones exigidas por el reglamento u otras medidas adicionales de ingeniería que sean necesarias para reducir los efectos en los trabajadores de la empresa o instalaciones internas que puedan verse afectadas.
		Sobrepresión	Alto Riesgo			Cumplimiento de los requerimientos del reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas y todas aquellas definidas en la legislación
			Amortiguamiento			
		Toxicidad	Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
	Instalaciones/producción	Radiación	Alto Riesgo (daño a equipos)	Fallas o situaciones que pueden presentarse durante las operaciones que pueden o no, llegar a desencadenar un evento por sí solos		Mejorar las características constructivas de tal forma de conseguir la contención de la energía máxima que podría disiparse en un fenómeno peligroso.
			Alto Riesgo			
			Amortiguamiento			
		Sobrepresión	Alto Riesgo (daño a equipos)	Fallas estructurales como rupturas, colapsos, desplomes o eventos equivalentes		Adoptar medidas preventivas, de contención y de mitigación de los eventos secuenciales de tal forma evitar su ocurrencia

					o reducir sus efectos, permitiendo que la secuencia no desencadene en afectaciones mayores.
	Alto Riesgo				
	Amortiguamiento				

6.2. INTERACCIONES DE RIESGO.

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 (radiación térmica: Rango de 12.5 kW/m² a 37.5 kW/m² y sobrepresión: Rango de 3 lb/in² a 10 lb/in²) y Zonas de Alto Riesgo (radiación térmica: 5.0 kW/m² y sobrepresión: 1.0 lb/in²), se ubiquen equipos de los Regulados, ductos u otras Instalaciones industriales manejando hidrocarburos u otras Sustancias Peligrosas, dentro o fuera de los límites de propiedad o jurisdicción del Proyecto.

Señalando para cada escenario las Salvaguardas (equipos, dispositivos, Sistemas de Seguridad y medidas preventivas) con que cuenta el Proyecto o que se encuentran consideradas en el diseño del Proyecto para Proyectos Nuevos y 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.

Se realizará una Simulación de estimación de radios por cada escenario de Efecto Dominó potencial identificado desarrollándola con la finalidad de analizar y evaluar las interacciones que se deriven del mismo.

Al respecto, se presenta el análisis y evaluación hecha de las posibles interacciones de riesgo con las áreas por el manejo de sustancias peligrosas (Efecto domino), equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, además de las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

Análisis y Evaluación.

La infraestructura que se encuentra dentro del radio de afectación según las simulaciones proyectadas, se considera de muy baja a baja probabilidad, por lo tanto, el riesgo de que las áreas circundantes ocupadas por los diferentes usos de suelo, y que la gran mayoría no se desarrolla alguna actividad en la zona, pudieran verse afectados y generen otra serie de afectaciones sería mínimo. Al Este y Sureste del proyecto se encuentran fuera de los rangos de afectación por radiación y sobrepresión casas aisladas, las cuales pueden verse afectadas lo cual, si llegase a presentarse un incendio o una explosión.

En la parte Noroeste se encuentra una instalación de una Planta de Gas a 340 m. aproximadamente, esta sería la zona que pudiera ser más vulnerable o peligrosa y susceptible en un escenario extremo y si cambiaron las condiciones del viento podrían darse condiciones para que un incendio se extendiera más allá de la zona identificada como de riesgo y que pudieran generar un efecto dominó.

De acuerdo al análisis y evaluación de riesgo realizado anteriormente se determinó que el evento máximo catastrófico, el cual determina las zonas totales de afectación, involucra uno tipo BLEVE del tanque de almacenamiento, la cual genera graves consecuencias, fundamentalmente por Sobrepresión.

La sobrepresión formada y el posible impacto de trozos de recipiente proyectados por la explosión, provocan que los recipientes metálicos próximos y englobados por el evento, si no disponen de protección, no sean capaces de resistir el calor recibido y el impacto, provocando su rotura y el consecuente efecto dominó de propagación.

Sin embargo, en caso de presentarse un caso extremo de un evento de riesgo mayor, la infraestructura que resultaría afectada correspondería en gran parte a la infraestructura localizada dentro de la instalación y pocas estructuras o instalaciones en la zona agrícola rural aledaña al sitio y un efecto dominó este se daría solo si, y solo, si no se atendiera a tiempo el evento que pudiera generarse en las instalaciones y por ende no desencadene en un evento mayor con el otro tanque, a lo cual sería una situación prácticamente improbable ya que si se diera, los efectos de cada tanque

tendrían una diferencia de tiempo entre evento y evento. Para el efecto domino, el considerar la masa total lo hace ser un valor sobreestimado, ya que las condiciones climatológicas hacen que el Gas L.P. pudiera dispersarse y no se quemar todo completamente.

Y en el supuesto de afectaciones a las personas en caso de un incendio, la energía liberada decae rápidamente con respecto a la distancia, por lo que la cantidad de energía que una persona pueda recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen del incendio.

No obstante, de lo anterior, actualmente el diseño de las instalaciones de este tipo como las del presente proyecto siguen un conjunto de normas estrictas en cuestión de seguridad, para que puedan operar y deben estar certificadas y avaladas por las autoridades correspondientes por lo cual los riesgos se disminuyen al máximo y la probabilidad de que algún evento de peligro sea mínimo, sin embargo, puede suceder por lo cual se realizan los análisis de riesgos como el presente estudio. Aunado a esto, y para evitar un evento en cadena, en la zona de tanques de almacenamiento por ser la de más riesgo, contará con un sistema contra incendio compuesto por un sistema de aspersión en caso necesario, además de extintores e hidrantes que permitirán en caso de una eventualidad, hacer uso de ellos en caso necesario y permitan enfriar en el caso de una eventualidad tanto a los tanques de almacenamiento como los autotanques aledaños al autotanque que se esté utilizando.

A partir de lo anterior y considerando la adecuada ubicación del proyecto y que es un área rural donde los usos principales son agrícolas y/o sin actividad alguna que implique un riesgo mayor, se considera que el proyecto es compatible con la infraestructura, equipamiento y actividades existentes, por lo que se pretende reducir el efecto dominó a través de la distribución óptima de equipos en áreas de proceso.

Es importante señalar que para efectos de limitar o minimizar el efecto domino (interacción únicamente entre las áreas de la misma Terminal), que pueda causar alguno de los eventos simulados en el análisis de riesgo, se tendrán las siguientes medidas de prevención y seguridad en la instalación.

Medidas preventivas orientadas a la reducción de riesgos.

- Contar con un Programa de Inspección mediante recorridos para estar verificando condiciones operativas de la Planta.
- Dar cumplimiento a los programas de mantenimiento preventivo.
- Capacitar al personal de operación y mantenimiento en cuanto a seguridad y los procedimientos de operación normal y de emergencia.
- Contar con Señalamientos preventivos y restrictivos.
- No exceder la presión de operación establecida en los Tanques de Almacenamiento para evitar fracturas que conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a la infraestructura.
- Efectuar inspecciones en forma periódica con la finalidad de detectar condiciones anormales de operación.
- Avisar de manera inmediata al personal responsable de la operación sobre la presencia de posibles fugas, para aplicar los procedimientos de seguridad pertinentes.
- En caso de fuga o derrame del Gas L.P., dar aviso emergente a los responsables operativos, y aplicar las acciones inmediatas siguiendo el procedimiento.
- Llevar un registro, mediante bitácora de accidentes y/o fugas que se llegaran a presentar para aplicar posteriormente un programa específico que permita prevenirlas.
- Llevar bitácora donde se registren las condiciones de operación.
- Mantener un programa de simulacro
- Mantener la capacitación al personal en aplicación de procedimientos para emergencias, en procedimientos operativos y de seguridad.
- Contar con un Plan de Respuesta a Emergencia., que incluya brigadas y procedimiento de atención a emergencias.
- Sensibilizar a la población de las localidades cercanas mediante pláticas, señalamientos y boletines sobre los peligros que pudieran presentarse, asimismo qué hacer en caso de que se presente un accidente y cómo actuar con prontitud de acuerdo al Plan de Emergencia.

Las medidas mencionadas anteriormente son enunciativas más no limitativas

Tabla 36.- Interacciones de Riesgos y descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Clave del Escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta / km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	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 Salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
E1			Alto Riesgo en equipos	Radiación					
				Sobrepresión					
			Alto Riesgo	Radiación					
				Sobrepresión					
E2			Alto Riesgo en equipos	Radiación					
				Sobrepresión					
			Alto Riesgo	Radiación					
				Sobrepresión					

CAPITULO VII

REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO

VII. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.

En el Análisis de Identificación de peligros, se puede observar que en el análisis HAZOP realizado, para este proyecto se identificaron distintos escenarios de riesgos clasificados como ALARP (Tan Bajo como Razonablemente sea Posible) Riesgo Aceptable Tipo C; y Riesgo Tolerable Tipo D de acuerdo a la tabla de jerarquización de riesgos de proceso.

Por su parte en el Análisis de Frecuencia llevado a cabo, se pudo determinar para todos los escenarios de riesgo identificados que el resultado del riesgo identificado en este análisis resultó en Zonas de Riesgo Aceptable con controles (ALARP) Tipo C. y Zona de riesgo tolerable (tipo D) en su gran mayoría.

Considerando que el análisis de riesgo por ambos métodos da como resultado que la estimación del riesgo se encuentra en Riesgo Aceptable con controles (ALARP), no se considera necesario realizar el reposicionamiento del riesgo.

CAPITULO VIII

SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

VIII. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Descripción de manera detallada (características principales, función, cantidad y ubicación, según sea el caso) los dispositivos, equipos y Sistemas de Seguridad con los que cuenta el Proyecto tales como: sistemas de control de proceso (control distribuido, instrumentación en campo, SCADA), Sistema Instrumentado de Seguridad (secuencias automáticas de paro parcial o total por emergencia y activación automática del sistema contra incendios, etc.), botones de paro por emergencia, sistema contraincendios, sistema de gas y fuego (detectores de mezclas explosivas, de Sustancias Tóxicas, de fuego, de humo, de calor y alarmas audibles y visibles), sistema contra descargas atmosféricas, sistema de tierras físicas, fuentes redundantes de servicio críticos (electricidad, aire de instrumentos, etc.), sistemas anticorrosión (protección mecánica y protección catódica), sistema de desfogue, válvulas de seguridad, válvulas de aislamiento, medios de contención de derrames, sistema de comunicaciones, mediante los cuales se reduzca la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo identificados, así como para la prevención, control y atención de Eventos extraordinarios. Para los casos en los que se tengan Escenarios de fuga de Sustancias Tóxicas, se describirán las medidas consideradas para su detección, control y contención.

Sistemas De Seguridad

El proyecto contará también con diversos tipos de procedimientos, programas, infraestructura y recursos humanos capacitados y demás recursos materiales que ayuden a minimizar el efecto de un evento de escape de sustancias químicas peligrosas a ambiente como lo es el Gas L. P. (mezcla butano / metano). Se contará con diversos y variados sistemas de seguridad que van desde sistemas de alarma, extinción y detección de incendios, los cuales consistirán en rociadores automáticos, hidrantes, suministro de agua y extintores adecuados al riesgo de cada área; estaciones manuales de alarma, existiendo un sonido para cada tipo de emergencia incluyendo el de evacuación.

El centro de trabajo contará con los equipos de protección personal (equipo necesario en incidentes con sustancias peligrosas y el equipo necesario para realizar actividades de descontaminación) y equipo de protección y accesorios disponibles para el combate de emergencias. Una breve descripción de los principales equipos, dispositivos, sistemas y medidas de seguridad con que se contará la Planta se describen a continuación:

Extintores.

Para la atención en el combate de incendios la instalación contará con extintores distribuidos estratégicamente, adecuados a los riesgos específicos de cada área y localizados en sitios de acuerdo a especificaciones indicadas en la norma NOM-002STPS-2010. Los extintores están conformados por: portátiles y carretilla de polvo químico seco (PQS), portátiles de CO₂ y agua. Para otras áreas de las instalaciones, se podrá contar con espuma contra-incendio AFFF. Los extintores presentarán identificación, fechas de última inspección y recarga.

En las instalaciones del proyecto, se contará con una revisión mensual de los extintores y se elaborarán los registros de revisión donde se incluyen el área, marca, contenido, capacidad, recarga, vencimiento y observaciones a estos extintores. El Proyecto contará con el número suficiente de extintores de acuerdo al cálculo de unidades riesgo elaborado por la empresa.

El centro de trabajo contará con un programa de inspección y mantenimiento preventivo, para mantener en condiciones óptimas cada uno de los extintores en sus diferentes librajes.

Sistema contra incendio (hidrantes y bombas).

Hidrantes: Dispositivo para salida de agua integrado a la red contra incendio, con una o dos tomas para conectar mangueras. Se contará con hidrantes distribuidos alrededor de las instalaciones. En el Apéndice "D y F" se presentan Planos del Sistema Contra-incendios" donde se describen estos dispositivos y su ubicación, así como los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) del sistema contraincendios respectivo.

Monitores

Monitores: Dispositivo con boquilla de 2 ½" de diámetro y regulable para dirigir un chorro de agua compacto o en forma de neblina, con mecanismos que permiten girar la posición de la boquilla 120° en el plano vertical y 360° en el plano horizontal, pudiéndose mantener estable en la posición seleccionada.

Hidrantes-monitor

Hidrante-monitor: Dispositivo para salida de agua que integra los accesorios de los hidrantes y monitores.

Sistemas de aspersores

El centro de trabajo contará con un sistema de aspersores. En el Apéndice "D" se presenta la Memoria Técnico Descriptiva del Sistema Contra incendios" donde se describen estos dispositivos y su ubicación, así como los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) del sistema contraincendios respectivo.

Almacenamiento de Agua Contra incendios

Se dispone de una cisterna como almacenamiento de agua por lo que cubre ampliamente el requerimiento mínimo.

Como una rutina de inspección, el que se prueben semanalmente. A las bombas de combustión interna del sistema contra incendios se le hará también pruebas de lubricación y medición de temperatura de las chumaceras, rodamientos y mangas, arranque, prueba de alarmas, afinaciones, limpieza general, vibraciones cambio de aceite, sistema de baterías, sistema de enfriamiento y lubricación. La Planta contempla la elaboración e implementación de una Lista de Verificación (Check-List) de inspección mensual al sistema contra incendio donde incluyen la revisión de hidrantes, gabinetes, mangueras, llaves, pintura, señalización, manómetros y fecha última prueba hidrostática.

Rutas de Evacuación

Las instalaciones contarán con rutas de evacuación y puntos de reunión donde se identifican los posibles trayectos de cada una de las áreas hacia cualquiera de los puntos de reunión distribuidos en el perímetro de las instalaciones.

Los puntos de reunión de la Planta se ubican en zonas donde no se presenta riesgos hacia el personal al momento de una emergencia y en los cuales deberá reunirse el personal que haya desalojado una instalación.

Las instalaciones contarán con puntos de concentración señalados fuera del sitio de trabajo en los cuales se reunirá el personal que haya sido desalojado de las instalaciones. La Planta contará con rutas y medios de salida, para permitir el desalojo de las instalaciones durante un estado de emergencia. Se establecen los siguientes puntos de salida de emergencia:

- Acceso / Salida vehicular principal.
- Acceso y salida peatonal principal.
- Acceso y salida vehicular del estacionamiento interior.
- Acceso vehicular de emergencia.

- Explanada o patios de maniobras de auto-tanques.

Medidas de Seguridad en áreas de almacenamiento de Gas. L.P.

En caso de generarse una fuga o derrame de producto que pudiera salir fuera de la zona de tanques, se contará con hidrantes para mangueras y monitores de agua para dirigir descargas de agua hacia el punto de emisión y generar la dispersión de vapores o en su caso mojar la superficie en la zona y así mojar potenciales fuentes de ignición a efecto de reducir el potencial riesgo de ignición de la nube de Gas L. P.

En las áreas de tanques en caso de presentarse fuga se contará con un sistema de Rociadores sobre el tanque de almacenamiento.

El sistema de rociadores del tanque está integrado por 2 tubos paralelos de 2" Ø Que recorren lateralmente el cuerpo de cada tanque separados a 1.10 m. entre ellos. Cada tubo cuenta con espreas rociadoras de que cubren totalmente mediante aspersión, el 90% de la mitad de la superficie total del tanque en la parte superior.

Equipos a prueba de explosión.

a) Todos los motores de la bombas y compresores para gas, así como las luminarias y estaciones de botones, así como cualquier otro equipo que opere dentro de la zona de trasiego de gas, hasta una distancia de 15.00 m., perimetralmente a ella serán del tipo "A PRUEBA DE EXPLOSION" propias para operar en atmosferas que contengan gases inflables o explosivas, (CLASE división 1)

b) Así mismo las tuberías de las instalaciones eléctricas serán Conduit C40, roscado y las cajas de conexión serán CONDULETS a prueba de explosión, marca Domex.

c) Finalmente todas las alimentaciones eléctricas a motores, estaciones de botones, apagadores y equipos complementarios, llevan un SELLO tipo "Y" A PRUEBA DE EXPLOSION, marca Domex, para aislar de chispa o flama al equipo eléctrico de la tubería que lo alimenta y evitar una explosión, en caso de haber mezcla explosiva presente.

Todos los equipos y materiales que integran las instalaciones eléctricas cumplen con la Norma Oficial Mexicana NOM-OOI-SEDE-1999 y están debidamente autorizados.

Sistema de tierras físicas

Los sistemas de tierras tienen como objetivo:

a) Proteger contra descargas eléctricas a las personas que se encuentran en contacto con estructuras metálicas de la planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento.

b) Proporcionar de caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

Este sistema consta de: Tres varillas Copper Weld instaladas a pie del gabinete de medición de la CFE junto a la subestación interconectadas entre sí en forma de Delta a las que se interconecta el neutro que baja del transformador. Desde allí se lleva un cable de Cu desnudo cal. 4 hasta la caja de distribución de circuitos derivados para llevar a cada uno de estos su respectivo cable de tierra que se conecta al chasis o gabinete de cada motor o luminaria instalada.

Uno de los sistemas principales para la protección contra sobretensiones en subestaciones eléctricas, tableros de distribución, tableros de fuerza, motores y maquinaria eléctrica en general, es precisamente el sistema de tierras,

hay sobretensiones que se deben a fallas por corto circuito, descargas atmosféricas (rayos), corrientes inducidas o estáticas, por lo que es importante contar con un sistema de tierras adecuado, al cual se conectarán todos los neutros existentes en el sistema eléctrico hilos de guarda, estructuras y equipos metálicos no portadores de energía eléctrica; pararrayos, tanques o maquinaria que produzcan corrientes estáticas. Todo lo anterior debe estar aterrizada al sistema de tierra.

A este sistema se conectan los siguientes equipos:

- Tanques de almacenamiento.
- Bombas y compresores
- Tuberías de gas y eléctricas.
- El múltiple de llenado
- El tablero eléctrico y gabinetes de medición.

Para el diseño del sistema de tierras se contará con una malla formada por 04 Electrodo de 3 mts de longitud por 3/8 de pulgada, separadas a una distancia no menor de 3 metros como mínimo.

Programas de mantenimiento

La planta contará con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo tanto de instalaciones y equipos tanto de gas, como de agua.

Para el manejo de sustancias peligrosas se contará con un programa de seguridad y mantenimiento de instalaciones eléctricas a prueba de explosión, sistema de tierras físicas, revisión y mantenimiento de válvulas de seguridad, detectores y alarmas del Sistema de gas y Fuego, equipos de proceso, tuberías, estructuras, edificios y sistema contra incendio adecuados a las necesidades de la instalación y suficientes para mantener controlado los riesgos inherentes de este tipo de instalaciones.

Los tanques de almacenamiento, recipientes sujetos a presión, compresores (sistema de recuperación de vapores), subestación, plantas de emergencias y bombas contarán con programas periódicos de inspección y mantenimiento (eléctrico, civil, mecánico, instrumentos) que tienen por objeto revisar, controlar y mantener la integridad mecánica para prolongar la vida útil de los equipos. La Organización cuenta con el historial de cada equipo donde registra las reparaciones, inspecciones realizadas, condiciones actuales, modificaciones, mejoras y pruebas de integridad mecánica.

Un componente importante de los programas de mantenimiento que contempla la Planta es el programa de mantenimiento civil que incluye aspectos básicos de pintura, pisos, muros y estructuras. Otros programas de mantenimiento considerados son los programas anuales de mantenimiento de los equipos mecánicos, eléctricos dinámicos de las instalaciones y en donde se revisan aspectos tales como:

- Sistemas eléctricos.
- Programas de mantenimiento preventivo y correctivo a válvulas, tuberías, recipientes, racks, equipos en general, herramientas y sus accesorios
- Programas de mantenimiento a los recursos para atender emergencias, tales como red fija contra incendio, extintores, regaderas, sistema de gas y fuego (SG&F), paneles del sistema de alarmas de emergencia, entre otros

Pruebas de integridad mecánica en recipientes sujetos a presión (tanques) y línea de proceso (incluye medición de espesores entre otros).

En lo referente a las pruebas de integridad mecánica, se tomarán en cuenta todos los aspectos claves de la instalación de los equipos que estarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y corresponden a las especificaciones aprobadas en el diseño. En las pruebas de integridad mecánica se incluyen siguientes aspectos:

- Verificación de cumplimiento de especificaciones.
- Verificación de las condiciones de instalación.
- Verificación de la correcta instalación.
- Historial del equipo.
- Información del fabricante.
- Especificaciones de diseño del equipo.
- Información de la orden de compra.
- Especificaciones del equipo en planta.
- Información de mantenimiento.
- Lista de insumos que utiliza el equipo o para su mantenimiento.
- Especificaciones de sistema de apoyo crítico.
- Características de los sistemas de control y monitoreo.
- Calibración.
- Mantenimiento preventivo.
- Listado de repuestos.
- Descripción del equipo auxiliar.
- Planos de instalación.
- Calibración de instrumentos.
- Desarrollo de la documentación involucrada.
- Descripción del equipo y su capacidad de trabajo.

Se asegura mediante el Análisis de Integridad Mecánica que los equipos, tubería de procesos y en general todos los sistemas de almacenamiento y manejo (bombeo) de Gas L. P. se mantengan a lo largo de su periodo de vida útil, desde la fase de diseño, fabricación, instalación, construcción, operación y mantenimiento para garantizar la protección al personal, comunidad, medio ambiente e instalaciones.

Los elementos que conforman o componen la integridad mecánica en las instalaciones de esta Planta son los siguientes:

- Aseguramiento de la Calidad de los Equipos.
- Inspección y pruebas.
- Procedimientos de mantenimiento.
- Capacitación en mantenimiento.
- Control de calidad de materiales de mantenimiento y partes de repuesto.
- Ingeniería de confiabilidad.
- Reparaciones y modificaciones.
- Auditorías.

Dispositivos de seguridad en recipientes de almacenamiento sujetos a presión (tanques)

Los recipientes sujetos a presión (tanques de almacenamiento) contarán con válvulas de seguridad (PSV), indicador de presión, indicador de nivel, sistema de tierras físicas, así como con válvulas de exceso de flujo que actuarían en caso de un sobre flujo por fuga o ruptura en las líneas de entrada o salida de Gas L. P. de los tanques. Los tanques cumplen con lo solicitado y requerido por a la NOM-020-STPS-2011

Equipo de protección personal

La Planta contará también con su dotación de trajes completos de bomberos con botas, pantalón, chaquetón, guantes, monja, cuatro trajes de neopreno, casco, así como con los equipos de respiración autónoma portátil y compresor para la recarga de los equipos autónomos.

Conos de viento

La Planta contará también con conos de viento ubicados en puntos estratégicos de la misma como las partes altas o elevadas de los tanques de almacenamiento o en los techos de las áreas de llenaderas y descargaderas para verificar la dirección del viento y determinar cuáles son las rutas de evacuación y salida de emergencia más adecuadas, en caso de tener que desalojar las instalaciones por fuga o escape accidental de Gas L. P al ambiente.

8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS.

Medidas Preventivas

Otras medidas preventivas con que se contará en el proyecto son los programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación. Entre este tipo de medidas se tienen las siguientes:

Programa de Prevención de Accidentes (PPA).

Se incluye para la empresa con el correspondiente Programa de Prevención de Accidentes (PPA) y el cual cubrirá los siguientes propósitos u objetivos:

- Evitar que los accidentes provocados por la realización de actividades altamente riesgosas (AAR), alcancen el nivel de desastre.
- Propiciar que quienes realicen actividades de riesgo, comunidad y empresas aledañas, así como autoridades locales, desarrollen una conciencia de alerta continua ante cualquier contingencia ocasionada por la liberación de substancias peligrosas.
- Propiciar un ambiente de seguridad en la comunidad y empresas aledañas a una actividad de alto riesgo.
- Contar con planes, procedimientos, recursos y programas para dar respuesta a cualquier contingencia ocasionada por el manejo de las substancias peligrosas.
- Contar con planes procedimientos, recursos y programas para dar atención a cualquier situación de emergencia ocasionada por la liberación de substancias peligrosas.
- Establecer los mecanismos de comunicación, coordinación y concentración de acciones para incrementar adecuadamente el PPA en la localidad.
- Que las industrias de alto riesgo difundan en la localidad, la información relacionada con las actividades que desarrollan y los riesgos que éstas representan para la población, sus bienes y el ambiente, así como los planes, procedimientos y programas con los que se contará, para disminuir y controlar dichos riesgos, enfrentar cualquier contingencia y atender desastres provocados por la liberación accidental de substancias peligrosas.

Capacitación.

Se incluye un Programa de Capacitación anual que contemple los siguientes aspectos de seguridad, riesgo y medio ambiente:

- Plan de Respuesta a Emergencias.
- Ubicación de puntos de reunión, concentración, salidas de emergencia, rutas de evacuación y conos indicadores de dirección de viento.
- Usos de extintores.
- Conocimientos del sistema de alarma.

- Uso y manejo de equipos de protección personal.
- Hojas de seguridad.
- Almacenamiento e Identificación de Sustancias Peligrosas.
- Sistema de comunicación y alarma.
- Sistema de detección y alarmas de explosividad
- Uso y mantenimiento de equipo contra fugas y derrames.
- Selección, mantenimiento y uso de equipo de protección respiratoria.
- Identificación e interpretación de señalización de seguridad.
- Uso, transporte y mantenimiento de equipo de combate de incendios.
- Uso y mantenimiento de equipo de protección personal.
- Selección y uso de equipo de protección auditiva.
- Uso y entrenamiento de equipo de aire autónomo.
- Uso y mantenimiento de equipo de primeros auxilios.
- Primeros Auxilios en caso de intoxicación y quemaduras.
- Primeros auxilios en Paros: Cardiacos y respiratorios.
- Permisos de trabajo peligroso y no peligroso.
- Investigación de accidentes y/o accidentes.
- Prácticas en técnica de combate a incendios.
- Prácticas en técnicas de rescate y salvamento.
- Prácticas en técnicas de primeros auxilios

Sistema de Permisos de Trabajo.

Se incluyen para el proyecto procedimiento para la aplicación de sistema de permisos de seguridad, el cual establece los lineamientos y prácticas mínimas de seguridad e higiene en las actividades que involucren trabajos en alturas, excavaciones y cualquier otra actividad con un cierto grado de riesgo a fin de prevenir daños al personal y a las instalaciones. Este procedimiento asegura que los trabajos en áreas de riesgo se realicen siguiendo los lineamientos de seguridad por los empleados y contratistas.

Simulacros y Plan de Respuesta a Emergencias (PRE).

Adicional y complementario al Programa de Prevención de Accidentes (PPA), se requiere definir o conformar el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE) de la empresa. Para la buena función del Plan de Emergencias (PRE) de la empresa el mismo se divide en dos tipos, el Plan de Respuestas Interno (PLANEI) y el Plan de Respuesta Externo (PLANEX). Es en el PLANEI donde se entrena y capacita al personal que integrará la Unidad de Respuesta a Emergencia (URE) y poniendo en práctica el PLANEI, es el realizar simulacros internos de manera programada donde se pone en práctica las brigadas de primeros auxilios, contra incendio, rescate y salvamento. Se incluyen las capacitaciones correspondientes al personal que conforman las brigadas y al personal en general en lo que es su actuación en caso de una emergencia interna y emergencias que rebasen los límites del proyecto. En los programas de simulacros se consideran los escenarios identificados por el análisis de riesgos y en donde se realizan los simulacros integrales poniendo en práctica el plan de ayuda mutua con el PLANEX.

Tanto en el PLANEI como en el PLANEX integran las acciones establecidas por un plan de emergencia interno y un plan de emergencia externo y en los que se indican las acciones que deben ser llevadas a cabo por el personal involucrado en un estado de emergencia y de la adecuada organización de recursos humanos y materiales con la finalidad de prevenir daños mayores. En este Plan de Respuesta a Emergencias (PRE) del proyecto se incluyen los

procedimientos específicos que deben llevarse a cabo por grupos especializados durante una contingencia y en los que se incluyen a las diversas brigadas de emergencia y grupos de apoyo externo establecidos. Se incluyen además las actividades y responsabilidades establecidas en el programa de trabajo de la unidad interna de protección civil en virtud de la concordancia de actividades que lo conforman. Se incluye también información cartográfica indispensable para llevar a cabo la logística durante un estado de emergencia.

Programa de Seguridad

El Programa de Seguridad del proyecto incluirá las siguientes actividades:

- Revisión y mantenimiento de extintores.
- Revisión y mantenimiento a carteles, señalización de extintores y medidas de seguridad
- Revisión y mantenimiento de red contra incendio (hidrantes-monitores, monitores).
- Simulacros parciales de fuga, derrames de materiales peligrosos e incendio.
- Prueba anual de bombas contra incendio
- Mantenimiento y limpieza y pintura de bombas contra incendio
- Revisión de válvulas checks
- Inspección a sistema de válvulas vickers y pruebas parciales
- Revisión y prueba aspersores, filtros, strainer
- Pruebas y arranque automático de bombas contra incendio, purgado de la red
- Simulacro mayor
- Revisión y mantenimiento de equipo de protección personal.
- Pláticas de seguridad
- Reuniones de Comités de Respuesta a Emergencias y Protección Civil
- Campañas de Seguridad
- Revisión y pruebas del sistema de alarmas
- Capacitación en campo de prácticas
- Revisión de conos de viento
- Revisión y prueba de equipos de atención de emergencias
- Revisión de carteles y señalamientos de seguridad

Brigadas

El proyecto integrará brigadas de respuesta a emergencias que consistirá en un grupo de personas designadas y entrenadas con propósitos específicos en la atención, control y gestión de situaciones de emergencias y que disponen de material y equipo necesario para combatir y controlar una situación de este tipo (emergencia). Las brigadas típicas que se formaran son entre otras:

- Brigadas de Primeros Auxilios.
- Brigadas de Evacuación.
- Brigadas de Manejo de Materiales Peligrosos.
- Brigadas de Prevención y Combate de Incendios.
- Brigadas de Búsqueda y Rescate

Con el objeto de implementar medidas de prevención y atención mutua ante incidentes industriales que afecten a la población y empresas conurbadas del municipio de Caborca y Pitiquito en el estado de Sonora, se consolidará e integrarán las brigadas de emergencia del proyecto al Comité Regional Integral de Seguridad de la región.

8.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Las recomendaciones para que el proyecto continúe operando sin que represente un peligro para su entorno y que este entorno no presente susceptibilidad a algún incidente dentro del proyecto, es evitarse la urbanización incompatible en un radio de 215 m, ello se logrará a través de la aplicación estricta del Plan de Desarrollo Urbano, avalado por la Secretaría de Desarrollo Urbano del Estado de Sonora.

- Los riesgos potenciales principales del proyecto de lo constituye el almacenamiento y el suministro de Gas L.P. Los radios de afectación se consideran en forma radial en virtud de que en cualquier momento se puede presentar un cambio en la dirección del viento.
- Se tiene instalado un sistema de rociadores e hidrantes contra el fuego ubicados en lugares estratégicos en la Instalación que puede ayudar a reducir el daño de fuego y minimizar o prevenir la escalada de un recipiente expuesto al fuego
- Se recomienda que se trabaje dentro de los límites de operación establecidos (presión, flujo y temperatura), y mantener la frecuencia de monitoreo, inspección y calibración de los diversos sistemas de protección.
- Mantener siempre una comunicación efectiva con los centros de emergencia Regionales, para la Atención y Manejo de Emergencias.
- Capacitar y entrenar al personal que opere y realice el Mantenimiento a la instalación
- La empresa debe informar a la Agencia (ASEA) de incidentes y/o accidentes que impliquen un daño a las personas, a los equipos, a los materiales y/o al medio ambiente, de conformidad con las Disposiciones Administrativas de Carácter General que emita la Agencia.
- La empresa cuenta con su(s) procedimiento(s) internos de seguridad, los cuales deben incluir al menos los siguientes:
 - a. Preparación y respuesta para las emergencias (Fuga, derrame, incendio, explosión).
 - b. Investigación de Accidentes e Incidentes.
 - c. Permisos de Trabajo con Riesgo. Trabajos Peligrosos con fuentes que generen ignición (soldaduras, chispas y/o flama abierta).
 - d. Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas eléctricas.
 - e. Etiquetado, bloqueo y candado para interrupción de líneas con productos.
 - f. Trabajos en alturas con escaleras o plataformas superiores a 1.5 m.
 - g. Trabajos en áreas confinadas.
- En caso de existir una modificación al Diseño original del proyecto que implique cambio en la tecnología de proceso o se incremente la cantidad de Almacenamiento se debe de actualizar el Análisis de Riesgos. Toda modificación que se realice debe ser documentada.
- Contará con un programa de Mantenimiento que cuente con los procedimientos enfocados a:
 - a. Asegurar el funcionamiento de los equipos relacionados con la Operación;
 - b. Asegurar que los materiales y/o refacciones que se usan en los equipos cumplen con las especificaciones de diseño y recomendaciones del fabricante;
 - c. Asegurar que se lleven a cabo las revisiones, evaluaciones de integridad y pruebas periódicas a los equipos;
 - d. Realizar el mantenimiento con base en las recomendaciones del fabricante;
 - e. Revisar el cumplimiento de las acciones correctivas resultantes del mantenimiento, y

f. Revisar los equipos nuevos y de reemplazo, para el cumplimiento con los requerimientos de Diseño.

Tabla 37. Recomendaciones de la identificación de Peligros y Escenarios de Riesgos.

No	Recomendación	Identificación del nodo, sistema, o km	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No	Descripción		
R1.	<i>Por ejemplo: Instalar el sistema de control de nivel para el tanque de almacenamiento</i>	1	<i>Elemento VIII. Control de actividades, arranques y cambios</i>	1.3	<i>Se presenta un alto nivel, que puede generar un derrame</i>		ALARP (B)

Aunado a lo anterior, los Regulados incluirán un programa para la implementación y seguimiento de las recomendaciones derivadas del Análisis de Riesgo y en su caso, de la última auditoría de seguridad, como ejemplo se indica la tabla 38.

Tabla 38. Programa para la implementación de las recomendaciones.

Escenario de Riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de Riesgo	Recomendación	Responsable	

CAPITULO IX

CONCLUSIONES

IX. CONCLUSIONES

El Gas Licuado comercial tiene una clasificación de riesgo NFPA para la "Salud de 1", en "Inflamabilidad de 4" en "Reactividad de 0" y "no se tiene recomendación para un Riesgo especial"; El efecto de una fuga de Gas LP sería local e instantáneo sobre la formación de oxidantes fotoquímicos en la atmósfera que pueden producir irritación en los ojos y en las mucosas. Los hidrocarburos no son muy nocivos para las plantas, pero sí los oxidantes fotoquímicos, también los materiales son afectados por los oxidantes fotoquímicos. El Gas LP no contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono (40 CFR Parte 82) y no está en la lista de contaminantes marinos DOT (49 CFR Parte 1710).

Riesgo para la Salud.

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

El Gas Licuado no es tóxico; es un asfixiante simple que, sin embargo, tiene propiedades ligeramente anestésicas y que en altas concentraciones produce mareos. No se cuenta con información definitiva sobre características carcinogénicas, muta génica, órganos que afecte en particular, o que desarrolle algún efecto tóxico.

Riesgos de Inflamabilidad

El Gas Licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo, las instalaciones fueron diseñadas en apego a la normatividad y estándares rigurosos nacionales e internacionales, adicional se tiene programas de mantenimiento y capacitación y sistemas que nos ayudan a detectar cuando el gas está presente en el ambiente consiguiendo óptimos atributos de confiabilidad y beneficio. La LC50 (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

Riesgo de Reactividad

El Gas Licuado tiene una estabilidad química estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

Las instalaciones fueron diseñadas para soportar las condiciones más extremas de operación, la Presión Máxima Permisible (MAOP) de 75.93 kg/cm²man (1.080 psig) a una Temperatura de 21°C; se tienen válvulas PSV para proteger la tubería de proceso.

Conclusiones.

1. El proyecto contará con los equipos y medidas administrativas de control que operan de forma conjunta para mitigar los riesgos de proceso; están diseñadas para prevenir o mitigar las consecuencias de un evento potencialmente peligroso.

De acuerdo con el análisis de riesgo realizado en este estudio, se catalogó de acuerdo a sus características de su operación es MARGINAL para su entorno. El uso actual prevaleciente en un radio de 1000 m con respecto al centro geométrico de la zona de almacenamiento es clasificado como Ag (agropecuario y rústico), en tanto que al sureste a una distancia de 321 m se localizan un nuevo fraccionamiento, y a 139 m se localiza una casa de campo.

2. Se tendrán programas de mantenimiento a todos los equipos y sistemas de protección, por lo que los escenarios extraordinarios cuentan con una muy baja probabilidad de ocurrencia y que podrían causar algún efecto

grave en el medio son la explosión de una mezcla de gas-aire confinada o la explosión del tanque de almacenamiento, pero la probabilidad de que esto ocurra es muy baja, debido a los estrictos requerimientos de seguridad exigidos por la Secretaría de Energía SEMARNAT y la unidad estatal de Protección Civil y Bomberos del Estado de Sonora.

3. El personal de las instalaciones contará con un programa de capacitación para todos los empleados y la frecuencia de capacitación es acorde a cada disciplina o especialidad.
4. La gerencia de operaciones contará con los procedimientos operativos para el control de los procesos de cada área.
5. El proyecto de la Planta de Almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular, de la empresa ZAGAS DE PEÑASCO, S.A de C.V." está diseñado para operar de forma segura y de acuerdo con las buenas prácticas de ingeniería.

CAPITULO X

RESUMEN EJECUTIVO



ESTUDIO DE RIESGO DE LA EMPRESA "ZAGAS DE PEÑASCO, S.A DE C.V."

Planta de Almacenamiento para distribución de Gas L.P. y Estación de Carburación para uso Vehicular

Altura del km 100 de la Carretera Santa Ana-Caborca, en Pitiquito, Municipio de Pitiquito, Sonora, C.P. 83724

X. RESUMEN EJECUTIVO

ANEXOS