

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

### Estación de Carburación para uso Vehicular "CARRANZA"

Calle Venustiano Carranza sin número, entre la calle 23 y 24, colonia Obrera,  
C.P. 83555, Puerto Peñasco, Sonora.

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 .....	15
1.1.a. Tablas de información con las características de los equipos de proceso principales y auxiliares .....	15
1.1.b. Características y códigos de diseño.....	16
1.2. Transporte por medios distintos a ductos .....	22
1.2.a. Medio de transporte a utilizar (Carro-tanque, Buque-tanque, Auto-tanque, barcaza, entre otros), indicando como mínimo las siguientes características:.....	22
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. ....	23
II. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	25
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 m <sup>3</sup> /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. ....	25
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
<b>III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO</b> .....	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. ....	49
3.c. Zonas vulnerables. ....	51
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.....	54
3.e. Señalarán la siguiente información del entorno:.....	55
3.1. Proyecto. ....	57
3.3. Transporte por medios distintos a ductos. ....	58
<b>IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS</b> .....	61
4.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO. ....	61
4.1.1. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS. ....	66
4.1.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES EN PROYECTOS SIMILARES. ....	67
4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	68
4.1.4 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO. ....	70
4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO. ....	74
4.2.1 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS.....	74
4.2.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS .....	75
<b>V. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.</b> .....	80
<b>VI. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.</b> .....	87
6.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	88
6.2. INTERACCIONES DE RIESGO. ....	91

VII. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.....	95
VIII. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.....	97
8.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD .....	97
8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS.....	102
8.3. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.....	105
IX. CONCLUSIONES .....	108
X. RESUMEN EJECUTIVO .....	111

### **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 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.

## CAPITULO I

# DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

### 1.a. Proyecto.

**"Construcción y operación de una Estación de Carburación para uso Vehicular CARRANZA".**

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 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

Calle Venustiano Carranza sin número, entre la calle 23 y 24, colonia Obrera, C.P. 83555, Puerto Peñasco, Sonora.

Imagen I.1- Vista satelital 2021 Google, fecha de imagen 01/25/2021 a una elevación de 9 m.



El círculo azul indica una distancia de 500 metros a la redonda de la estación de carburación para uso vehicular.

Tabla I.1- Coordenadas de la Instalación.

NOMBRE DEL PROYECTO	COORDENADAS			
	GEOGRÁFICAS		UTM WGS 84 / Zona 12 R	
"Estación de Carburación para uso Vehicular"	Longitud	Latitud	X	Y
	31° 19' 23.18" N	113° 32' 31.49" O	258,103.00 m E	3,468,202.00 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-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-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 escorrentimientos y desbordamiento de cuerpos de agua, así como encharcamientos, para el caso de inundaciones no se presentan al igual que no se presentan

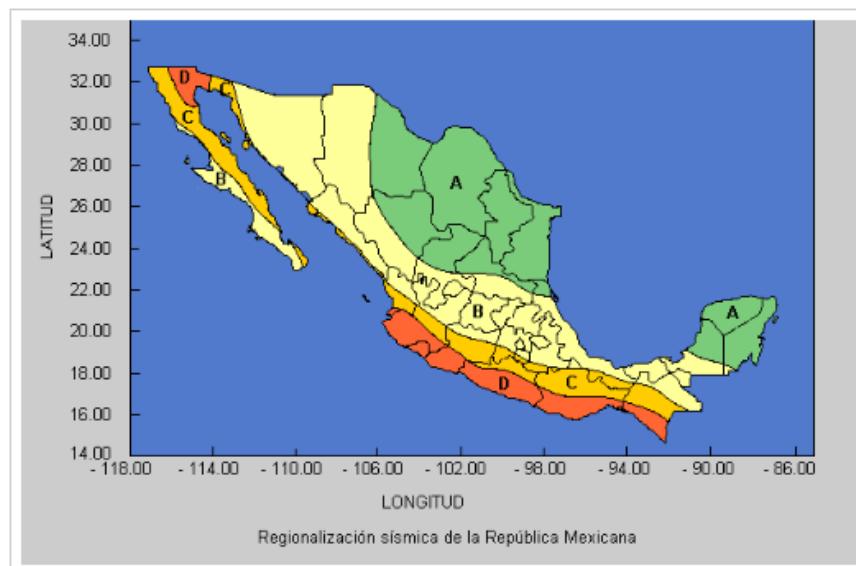
desbordamientos, ya que no cuenta con ningún escurrimiento de importancia y las inundaciones en este lugar se dan principalmente por encharcamiento y canales.

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 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 desarrolleen actividades comerciales, industriales y/o servicios (por ejemplo: tránsito, 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 por parte de la compañía AUTOTANQUES ZAGAS S.A. DE C.V. propiedad de la empresa.

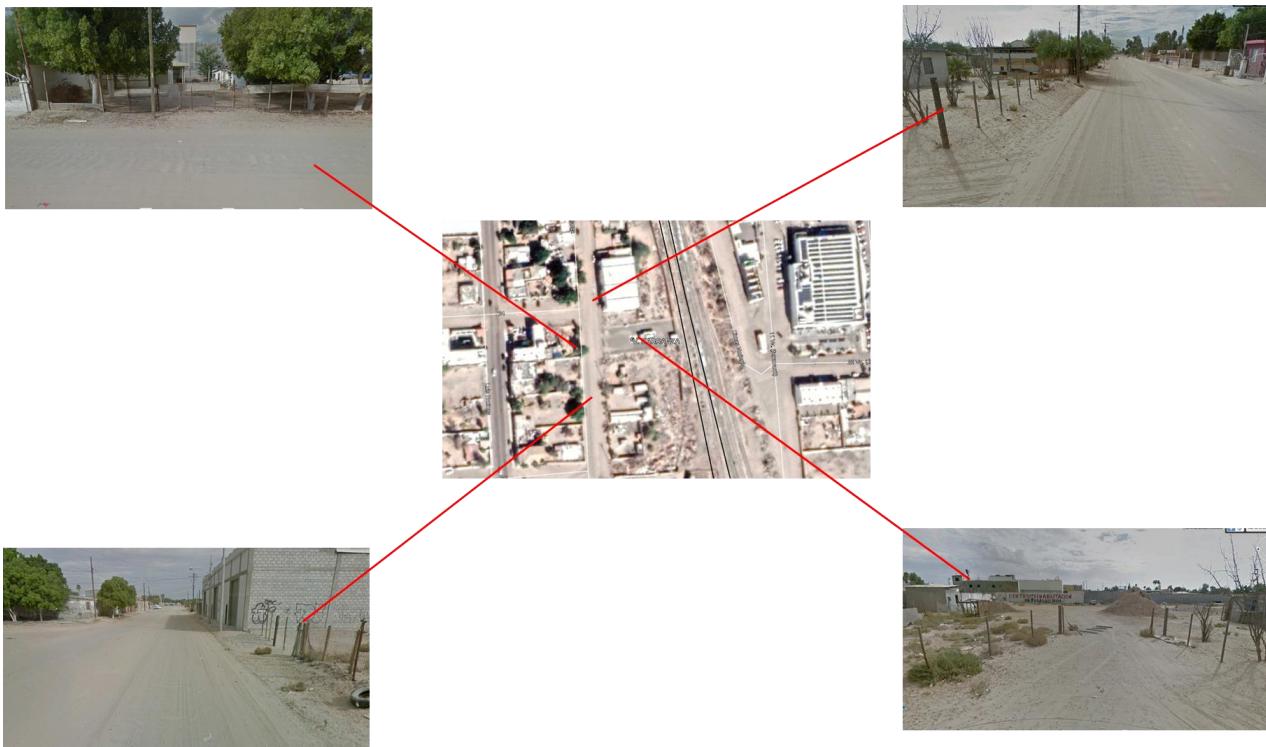
**1.f. autorizaciones oficiales con las que cuentan para realizar la actividad del Sector Hidrocarburos (Permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o por la Comisión Reguladora de Energía o, en el caso de títulos de asignación y contratos, a un Plan o Programa de Exploración o a un Plan 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 cuenta con 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.**

Las obras y/o actividades están expresamente previstas en el Plan Municipal de Desarrollo de Puerto Peñasco, Sonora 2019-2021. En el que el desarrollo de la actividad económica del municipio se fundamenta en las actividades derivadas de la pesca, que dieron existencia y sustento a través de la historia del municipio a toda la comunidad. Se consolida al paso de los años en los atractivos naturales que lo visualizan como destino turístico, y que han sido la piedra angular para generar interés en inversionistas nacionales y extranjeros.

Las actividades industriales, comerciales y de servicios representan también una opción de empleo y sustento y que aportan facilidades y opciones para concretizar oportunidades productivas, en el establecimiento de proyectos de pequeña y mediana empresa.

Con más de 110 kilómetros de litoral del Golfo de California, llamado también Mar de Cortés, Puerto Peñasco sustenta su origen, su crecimiento y su enorme potencial económico en la Pesca, con un invaluable recurso Marina, cuya sobre explotación de algunas especies, han dado inicio a un proceso de control y restricción normativa de parte de autoridades federales, lo que ha reducido en los últimos años los volúmenes de producción de especies como Camarón, Tiburón, y enfrenta restricciones temporales para la captura de otras especies como Jaiba, Sierra, Caracol, así como de otras especies de escama con una flota pesquera de altura de 125 embarcaciones mayores y 300 embarcaciones menores para la pesca en la ribera.

El sector inmobiliario, ha ido en ascenso desde los años 2000, y se ha consolidado como un sector económico importante debido a la inversión nacional y extranjera, que han impulsado proyectos hoteleros, condominales y residenciales, estando su demanda económica ligada a los mercados estadounidenses y canadienses.

En este Plan, el Gobierno Municipal de Puerto Peñasco, tiene como objetivo general: "El mejorar la calidad de vida de su población y propiciar un desarrollo económico, político y social que le permita consolidar los esfuerzos para que Puerto Peñasco se convierta en el principal polo de desarrollo regional y el mejor destino turístico del noroeste del País. Alineación Estratégica.

La alineación estratégica enmarcada en la congruencia con la planeación nacional y estatal, basada en ejes estratégicos y transversales vincula los propósitos de los tres niveles de gobierno y deberán marcar la pauta para un desarrollo con visión municipalista fundamentada en dos estrategias.

Primero. - Satisfacer las necesidades básicas de la comunidad atendiendo la solución de los problemas derivados de ineficiencias y rezagos en la prestación de los servicios básicos y fomentando programas que propicien la integración y el desarrollo educativo, cultural, deportivo y de salud, como alternativa para fortalecer los efectos positivos de una comunidad que debe crecer con seguridad y orden.

Segundo. - Estrechar la coordinación de los tres niveles de gobiernos orientada hacia programas, proyectos y acciones de gobierno que obedezcan a necesidades reales y que permitan en su diseño la participación del sector social a través de la concertación para garantizar que esta diversidad de actores del desarrollo asegure un crecimiento ordenado en el diseño de la ciudad que pretendemos, transparente en la aplicación de los recursos y sustentable en sus efectos ambientales y ecológicos.

#### Valores Institucionales.

##### 1.- Gobierno Sensible Y Comprometido

Con el objetivo de hacer frente a las necesidades de la población, el presente PMD establece el compromiso del Gobierno Municipal para abordar los temas más sensibles como salud, educación, y servicios, entre otros, mismos que requieren de programas y políticas públicas que permitan generar el beneficio sostenido que requiere y exige la población.

##### 2.- Gobierno Honesto Y Transparente

El gobierno municipal de la administración 2018-2021, cumplirá su compromiso de trabajar de manera honesta, responsable y austera para generar un verdadero cambio de la mano de la gente y con total transparencia en el manejo del presupuesto público y en la rendición de cuentas.

Partiendo de la premisa de que los recursos son del pueblo, se usarán exclusivamente para acciones que realmente contribuyan al desarrollo y no se destinarán recursos a acciones que no den satisfacción a una necesidad comunitaria. La distinción del actual gobierno municipal será de energía en el combate a la corrupción, la impunidad, el tráfico de influencias y las actitudes de servidores públicos que denigren la equidad de género y lastimen la dignidad del ciudadano.

##### 3.- Gobierno Con Liderazgo Responsable.

A través de nuestro PMD, vamos a hacer un trabajo serio, comprometido e incluyente, representando a nuestro pueblo como se merece y cumpliendo con la oportunidad que nos han dado de servir a la sociedad por un nuevo período constitucional derivada de un sistema de reelección.

Estaremos siempre al frente de las gestiones que requieran los habitantes de Puerto Peñasco, trabajaremos unidos, dedicaremos en los problemas todo nuestro esfuerzo y nuestro tiempo, encabezando un gobierno que escuche la voz y el reclamo de sus habitantes y enfrente con valor y determinación los obstáculos hasta encontrar soluciones, siempre convocando a la participación social y a la coordinación con los sectores público y privado.

Ejercer el liderazgo socialmente responsable representa actuar con decisión y acción, en beneficio de la comunidad con verdadera voluntad de generar un cambio, de apoyar a quien lo necesite y de buscar soluciones para los problemas de forma transparente y justa.

Asumimos el rol de líderes responsables con el compromiso de enfrentar y superar los retos del desarrollo y crecimiento y de obtener resultados en el día a día del ejercicio de la función pública bajo la premisa de satisfacer metas comunes y no propias, realizar acciones congruentes y derivadas de decisiones democráticas protegiendo los intereses de la comunidad, que ha depositado su confianza en nosotros.

#### 4.- Gobierno Promotor De La Participación Social

Existen cuatro compromisos básicos para que la participación ciudadana bajo un marco democrático nos permita trabajar juntos, sociedad y gobierno en un mismo rumbo y en busca de un mismo propósito: el respeto de las garantías individuales, el respeto a las diferentes corrientes ideológicas, la transparencia en la información y generar la confianza por parte de los ciudadanos hacia el gobierno. Estos cuatro compromisos abren las puertas a la ciudadanía del quehacer público y representan una propuesta para fortalecer los esfuerzos para que Peñasco sea cada vez más fuerte, más productivo y socialmente más unido.

##### 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 <sup>3</sup>	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 <sup>2</sup>	*Flujo de diseño y operación	*Presión de diseño y operación en kg/cm <sup>2</sup>	*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 de Almacenamiento Estación	T-2	2019	5	1.17 X 4.95	NOM-009-SESH-2011	Placa Acero al carbón. SA-612-B	50 años	Gas LP	Líquido	n/a	14.06			Válv. Exceso flujo, de retorno líquido, de seguridad, de max. Llenado, etc. Tanque de acero, con sistema contra incendio mediante aspersión, válvulas de seguridad o de desfogue, y conectado a tierra	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 <sup>3</sup>	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 <sup>2</sup>	Flujo de diseño y operación	Presión de diseño y operación en kg/cm <sup>2</sup>	Temperatura de diseño y operación en °C	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación	
											Min./ Normal/ Máx.	Min./ Normal/ Máx.	Min./ Normal/ Máx.			
Bomba Estación	B-1		454 L.P.M. (120 G.P.M.)	N/A	N/A	Acero	15 años	Gas Licuado del Petróleo	N/A	N/A		5 Kg/cm <sup>2</sup>		Paro de emergencia, válvula manual, extintores Co <sub>2</sub> y P.Q.S.	Área de almacenamiento	
Compresor Estación	C-1		734 L.P.M. (194 G.P.M.)	N/A	N/A	Acero	15 años	Gas Licuado del Petróleo	N/A	N/A				Paro de emergencia, válvula manual, extintores Co <sub>2</sub> y P.Q.S.	Área de almacenamiento	
Dispensario	D-1		3 hp	N/A	N/A				N/A	N/A	132 lpm					

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

### 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

#### Sistema de Trasvase de Gas Licuado de Petróleo.

El bombeo en Gas L.P., o de otros líquidos volátiles, requiere que el sistema sea diseñado para obtener la más baja resistencia al flujo. Lo anterior, se logra seleccionando adecuadamente, la tubería de succión, tubería de descarga, válvulas, conexiones y accesorios.

#### Talleres para mantenimiento y/o instalaciones de equipos de carburación.

No se contará dentro de la estación con talleres para necesidades propias de mantenimiento de la estación o para la instalación de equipo de carburación.

#### Protección contra tránsito vehicular

Los elementos detallados a continuación serán protegidos con postes de concreto armado de 0.20 X 0.20 m y protección en "U" (Grapas):

1. Recipientes de almacenamiento
2. Bases de sustentación
3. Bombas
4. Soportes de toma de suministro
5. Tuberías

## Accesos

Por el acceso oeste se contará con el acceso y salida a la estación, vigilando el acceso de personas y vehículos particulares y de la misma empresa dueña de la estación.

## Urbanización de la estación.

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos serán pavimentadas y contarán con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, todas las demás áreas libres dentro de la Estación se mantendrán limpias y despejadas de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la misma. El piso dentro de la zona de almacenamiento será de concreto.

## Edificios.

### a) Edificios:

Las construcciones destinadas para oficina y servicios sanitarios se localizarán por el lindero Este del terreno general y están construidas en su totalidad con materiales incombustibles, ya que su techo es de losa de concreto, paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas.

Las dimensiones de estas construcciones se especifican en el plano general de la Estación, mismo que se anexa a esta memoria técnica.

### b) Bardas o delimitación del predio:

El terreno que se encuentra limitado por sus linderos Norte, Sur y Este por tela de alambre tipo malla cyclone en postes de fierro de 2.00 m de altura y por el lindero Oeste que le corresponde al área de suministro se encuentra descubierta para su fácil acceso abierto.

### c) Accesos:

Por el lindero Oeste se contará con un acceso abierto de 26.50 mts, se utilizarán de entrada y salida de vehículos que requieran de carburación.

### d) Estacionamiento:

Esta Estación de gas no contará con estacionamiento.

## Taller para reparación de vehículos.

Esta Estación de gas no contará con taller mecánico para la reparación de vehículos.

## Zonas de protección.

La protección de la zona de almacenamiento es por sus lados Norte, Sur, Este y Oeste de postes metálicos de 4" de diámetro de 0.70 m de altura además esta circundada por tela tipo ciclón de en postes de fierro de 2.00 m altura, la bomba se localizarán dentro de la misma zona de almacenamiento y cumple además con las distancias mínimas reglamentadas además se cuenta con dos puertas de acceso al área de almacenamiento las cuales nos servirán para restringir del personal autorizado

### **Techos o cobertizos para vehículos.**

Esta Estación no contará con cobertizos para vehículos.

### **Tomas de suministro (carburación).**

La toma de carburación se localiza sobre una plataforma de concreto por el lado Norte de la Zona de almacenamiento, Estará construida en su totalidad con materiales incombustibles; su piso será de concreto.

### **Servicios sanitarios.**

a) Por el lado Noroeste de la zona de almacenamiento, se ubica el edificio en el que se localizaran los servicios sanitarios, mismo que están construidos en su totalidad con materiales incombustibles y sus dimensiones se aprecian en el plano general anexo a esta memoria. Se contará con un servicio sanitario para uso del público que consta de taza y lavabo. Para el abastecimiento de agua se contará con una cisterna de capacidad apropiada interconectada a dichos sanitarios.

b) El drenaje de las aguas negras será conectado por medio de tubos de concreto de 0.15 metros de diámetro, con una pendiente del 2% una fosa séptica.

La construcción de los servicios sanitarios, cumplirá con la reglamentación aplicable en la materia.

### **Cobertizo de maquinaria.**

Como Cobertizo se considerará la estructura que contendrá la bomba de suministro (carburación), la cual será metálica en su totalidad, siendo su techo de lámina galvanizada, Este cobertizo servirá para proteger de la intemperie al equipo, accesorios ahí instalados.

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/cm<sup>2</sup> y capacidad de descarga de 22 m<sup>3</sup>/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 protección de la zona de almacenamiento es por sus lados Norte, Sur, Este y Oeste de postes metálicos de 4" de diámetro de 0.70m de altura además esta circundada por tela tipo ciclón de en postes de fierro de 2.00 m altura, la bomba se localizarán dentro de la misma zona de almacenamiento y cumple además con las distancias mínimas reglamentadas además se cuenta con dos puertas de acceso al área de almacenamiento las cuales nos servirán para restringir del personal autorizado.

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/cm<sup>2</sup> 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 de operación manual, para una presión de trabajo de 28 Kg/cm<sup>2</sup>, las que 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 323 mm de diámetro para retorno de gas líquido excedente al tanque 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/cm<sup>2</sup> (71 Lb/in<sup>2</sup>).

c) Controles de Medición:

1) Se contará en la isleta de suministro con un despachador de gas (dispensario) el cual contendrá dos medidores Marca Neptune de (1 1/2") 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.

Los medidores de flujo para suministro de Gas L.P. contarán cada uno con las siguientes características:

2) Para la mejor protección de la toma que contendrán al medidor contra daños mecánicos, se ubicarán sobre una isleta o plataforma de concreto de 0.30 metros de altura y el piso terminado contará con el declive necesario para el desalojo de aguas pluviales y con dos grapas de tubo de 76 mm en cada extremo de las isletas.

3) Para protección contra la intemperie la isleta contará con un cobertizo a base de estructura metálica con lámina galvanizada en el techo, con columnas metálicas, permitiendo la libre circulación de aire.

4) Antes de los medidores se contará con una válvula de cierre manual y después de la válvula diferencial con una válvula de relevo presión hidrostática de 13 mm. (%) de diámetro, así como una válvula de cierre manual y otra de relevo hidrostática de exceso de flujo de la capacidad requerida.

5) Los medidores que se instalaran cuentan con la aprobación de la Dirección General de Normas, Dirección de certificación de la calidad, validándose dicha aprobación periódicamente.

f). Sistema contra incendios: Ubicación y diámetro de la red contra incendios y sus elementos como sistemas de aspersión, hidrantes, tomas siamesas, válvulas de seccionamiento, cámaras de espuma, capacidad del tanque de agua contra incendios, tipo y número de bombas contra incendios, tipo y ubicación de extintores, sistema de mitigación para áreas tripuladas y no tripuladas y sistema de bombeo para servicio contra incendios;

La instalación contará con un sistema cuya finalidad será prevenir, controlar y, en su caso, combatir incendios.

Descripción de los componentes del sistema

**Extintores manuales:**

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalarán extintores de polvo químico seco y bióxido de carbono del tipo manual de 9 Kg. de capacidad cada uno, a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.30 metros, medidos de la parte más alta del extintor al piso terminado en los lugares siguientes:

**Extintor de carretilla.**

Ubicación de Extintores		
En área de recepción	1	Uno en zona de auto-tanque se encuentra localizado en el acceso sur del recipiente de almacenamiento.
En la zona de almacenamiento	2	Dos en el tanque.
En toma de suministro	2	Uno de cada lado
En oficina Baño	2	Uno a cada lado
En control Eléctrico	1	Uno en Área de Tableo Dióxido de carbono
En linderos	1	Uno en el Líder Oeste

En acceso de Almacenamiento se cuenta con un extintor de carretilla en patio de capacidad de 50 Kg.

**Alarms:**

Las alarmas a instalar serán del tipo sonoro claramente audible en el Estación de Gas L.P con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operarán con/corriente eléctrica CA 127V.

**Entrenamiento de personal:**

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

- Posibilidades y limitaciones del sistema.
- Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- Uso de manuales.

### Acciones a ejecutar en caso de siniestro.

- Uso de accesorios de protección.
- Uso de los medios de comunicación
- Evacuación de personal y desalojo de vehículos
- Cierre de válvulas estratégicas de gas
- Corte de electricidad Uso de extintores.

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 pre establecido. 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/cm<sup>2</sup> y capacidad de descarga de 22 m<sup>3</sup>/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.

#### a) Tuberías y Conexiones:

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. serán de acero cedula 40 sin costura para alta presión con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 Kg/cm<sup>2</sup> y donde existan accesorios roscados, éstos serán para una presión de trabajo de 140 Kg/cm<sup>2</sup> 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<sup>2</sup>

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<sup>2</sup> y capacidad de descarga de 22 m<sup>3</sup>/min. y serán de 13 mm. (½") de diámetro.

Las trayectorias de las tuberías, dentro de la zona de almacenamiento serán visibles, sobre el nivel del piso terminado. La trayectoria de las tuberías, de la zona de almacenamiento a la isleta de la toma de carburación, van alojadas dentro de una trinchera de concreto, protegida con rejilla metálica, permitiendo su visibilidad, ventilación y mantenimiento. Esta trinchera contará con desalojo de aguas pluviales.

#### b) Prueba de hermeticidad:

Al sistema de tuberías se le aplicará C02 a una presión de 10 Kg/cm2 como mínimo, durante un tiempo de 30 minutos, en el cual no se deberá detectar ninguna fuga ni abatimiento de presiones en uniones de tuberías y conexiones roscadas.

#### **Tomas de suministro.**

##### **a) Tomas de suministro para carburación:**

Se contará con una plataforma de concreto de forma rectangular conteniendo 2 tomas de suministro con dos medidores de 38 mm. la isleta de concreto de 0.30 m de altura, servirá para proteger contra daños mecánicos a los medidores y a las mangueras de servicio.

El piso de la isleta tendrá terminación de concreto, con pendientes para el desalojo de las aguas pluviales, como protección contra la intemperie se contará con un techo fabricado de estructura metálica con lámina galvanizada y soportado con columnas metálicas.

Las tuberías que alimentan a las tomas de suministro, serán de acero al carbón cédula 40, sin costura, con conexiones igualmente de acero al carbón para una presión de trabajo de 140-210 Kg/cm2.

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

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

La conexión de la manguera para la toma y la posición del vehículo que se cargue estará libre de dobleces bruscos.

##### **b) 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 las tomas para carburación.

##### **c) Soportes:**

Las tomas de suministro contarán con un soporte metálico en la cual se fijará a la manguera para mejor protección contra tirones, junto a cada toma se contará con pinzas especiales para conectar a "tierra" a los vehículos en el momento de hacer el trasiego del Gas L.P.

**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.**

#### **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 (m <sup>3</sup> o barriles)	Sustancia Peligrosa	Guía de respuesta en caso de emergencia (Guía Naranja <sup>1</sup> )		Código IMDG <sup>2</sup>		Condiciones de transporte	
						No. de identificación de Riesgo	No. de guía	Clase o división	No. ONU	Presión kg/cm <sup>2</sup>	Temperatura °C
Terrestre		Puerto Peñasco	Auto-tanque	24 m <sup>3</sup>	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 m<sup>3</sup>/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 estación de carburación 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 de la Estación de Carburación 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 la Estación de Carburación:

#### **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 Estación de Carburación 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 mangas y conexiones especiales para el suministro del producto.

#### **Operaciones específicas en Estación de Carburación.**

**Descarga de Autotanques:** La Estación de Carburación 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 mangas de trasiego.

El personal de descarga revisará el espacio disponible del tanque de almacenamiento. Al llegar a la Estación de Carburación 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.

### **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 5,000 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 suministrará.
- 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 llenado 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 Estación de Carburación 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 estación de carburación con un tanque de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal especial para contener Gas L.P., con capacidad de 5,000 litros agua, el cual se localizará en el área de almacenamiento, 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.

El recipiente para Estación de Servicio con Fin Específico para el Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo será diseñado y fabricado por TATSA. conforme a la Norma NOM-003-SEDG- 2004.

- a) Esta Estación se abastece con un recipiente de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especial para contener Gas L.P., el cual se localiza de tal manera que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias.
- b) Estará montado sobre bases metálicas de tal forma que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
- c) La proyección de la zona de almacenamiento es por sus lados Norte, Sur, Este y Oeste de postes metálicos de 4" de diámetro de 0.70 m de altura además esta circundada por tela de alambre tipo malla ciclones en postes de fierro de 2.00 m de altura; la bomba para gas L.P. se encuentra dentro del misma zona de almacenamiento y cumple

además con las distancias mínimas reglamentarias, Además se contara con dos puertas de acceso al área de almacenamiento las cuales nos sirven para restringirlo del personal autorizado.

d) El recipiente tienen una altura de 1.00 metro medido de la parte inferior del mismo al nivel del piso terminado y cuenta con una escaleta metálica localizada a un costado del recipiente que sirve para tener a la parte superior del recipiente para tener mayor facilidad en el uso u lecturas del instrumental de medición y control del mismo.

e) El recipiente, sus patas de sustentación y su escalera, cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a partir de zinc marca CarboLine tipo R.P. 480 y pintura de enlace primario epóxido catalizador tipo R.P. 680

Construido por:	TATSA
Según Norma:	NOM-009-SESH-2011
Capacidad Its. agua:	5,000
Año de fabricación:	EN FAB
Diámetro exterior:	1 18.00 cm.
Longitud total:	4 73.00 cm.
Presión de trabajo:	14.00 Kg./cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad:	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas
Eficiencia:	100%
Espesor lámina cabezas:	6.17 mm.
Material lámina cabezas:	SA-612-A
Espesor lámina cuerpo:	6.09 mm.
Material lámina cuerpo:	SA-612-A
Material lámina cabezas:	SA-612-A
Coples:	210 Kg/cm <sup>2</sup>
No. de Serie:	EN FAB
Tara:	1,430 Kg.

#### Los accesorios del tanque de la Estación de Carburación son los siguientes:

Los equipo y accesorios que se utilizarán para el almacenamiento y el trasiego de Gas L.P. serán de las características para tal fin, a las condiciones a las cuales lo manejen.

- Una válvula de seguridad Marca REGO de 19 mm. (3/4") de diámetro,
- Una válvula de exceso de flujo para gas-vapor Marca Rego Modelo A3272G de 19 mm. (3/4") de diámetro, con capacidad de 100 GPM.
- Una válvula de exceso de flujo para retorno de gas-líquido Marca Rego Modelo A3272G de 19 mm. (3/4") de diámetro, con capacidad de 50 G.P.M. (189 L.P.M.)
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido Marca Rego Modelo A3292C de 51 mm (2").
- Una placa soldada al tanque para conexión a "tierra".
- Un tapón macho de acero de 32 mm. (1 1/4") de diámetro.
- Una válvula de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165C de 6.4 mm. (1/4").
- Termómetro -50-500C
- Manómetro 0-21 Kg/Cm<sup>2</sup>
- Indicador de nivel magnético marca Rochester

- Tubos de desfogue para válvulas de relevo de presión de 2.00 m de longitud.

### Equipos auxiliares.

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

#### Bomba:

Marca:	Blackmer
Modelo:	LGL-2E
Motor eléctrico:	3 C.F.
R.P.M.:	640
Capacidad nominal:	189.25 L.P.M. (50 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo (máx.):	5 Kg/cm <sup>2</sup>
Tubería de succión:	51 mm. (2") Ø
Tubería de descarga:	51 mm. (2") Ø

### Controles manuales, automáticos y de medición.

#### a) Controles Manuales:

En diversos puntos de la instalación se tendrán válvulas de globo de operación manual, para una presión de trabajo de 28 Kg/cm<sup>2</sup>, las que 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 323 mm de diámetro para retorno de gas líquido excedente al tanque 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/cm<sup>2</sup> (71 Lb/in<sup>2</sup>).

#### c) Controles de Medición:

1) Se contará en la isleta de suministro con un despachador de gas (dispensario) el cual contendrá dos medidores Marca Neptune de (1 1/2") 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.

Los medidores de flujo para suministro de Gas L.P. contarán cada uno con las siguientes características:

Marca: SCHLUMBERGER (NEPTUNE)

Tipo: 4D

Diámetro de entrada y salida: 38.0 mm.

Capacidad: Máx. 150 L.P.M. (40 G.P.M)  
Mín. 45 L.P.M. (12 G.P.M)

Presión de trabajo: 24.6 Kg/cm<sup>2</sup>

Capacidad del totalizador: 99,999,999 lts.

Capacidad del registro-impresor: 99,999.9 lts.

2) Para la mejor protección de la toma que contendrán al medidor contra daños mecánicos, se ubicarán sobre una isleta o plataforma de concreto de 0.30 metros de altura y el piso terminado contará con el declive necesario para el desalojo de aguas pluviales y con dos grapas de tubo de 76 mm en cada extremo de las isletas.

3) Para protección contra la intemperie la isleta contará con un cobertizo a base de estructura metálica con lámina galvanizada en el techo, con columnas metálicas, permitiendo la libre circulación de aire.

4) Antes de los medidores se contará con una válvula de cierre manual y después de la válvula diferencial con una válvula de relevo presión hidrostática de 13 mm. (%) de diámetro, así como una válvula de cierre manual y otra de relevo hidrostática de exceso de flujo de la capacidad requerida.

5) Los medidores que se instalaran cuentan 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 TATSA.

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:

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

Donde:

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

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

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

$g$  = Aceleración de la fuerza de gravedad = 9.81 m/seg.<sup>2</sup>

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

$\rho$  = Peso específico del gas-líquido = 530 Kg/m<sup>3</sup>

(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:

$\frac{1}{2} \rho P$

$W = \frac{1}{2} \rho X + \frac{1}{2} \rho P + F$

$\frac{1}{2}$

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 $\Phi$	Longitud en (ft)
1	Válvula de exceso de flujo de 51 mm de $\Phi$	122.3097152
1	Válvula de globo recta de 51 mm de $\Phi$	58.562994
1	Codo de 51 mm de $\Phi$ x 90°	5.249344
1	Filtro de paso de 51 mm de $\Phi$	39.206038
1	Tee de flujo directo de 51 mm de $\Phi$	3.444882
2.43	Longitud de tubería en (m)	7.9724412
<b>Longitud equivalente:</b>		<b>236.7454144</b>

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.

$F(a) = 236.74 \times 0.048 = 11.36$  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 $\Phi$	Longitud en (ft)
1	Indicador de flujo de flujo de 51 mm de $\Phi$	8.694226
2	Codo de 51 mm de $\Phi$ x 90°	10.498688
1	Válvula de globo recta de 51 mm de $\Phi$	58.562994
1	Reducción de 51 x 38 mm de $\Phi$	1.4
<b>8.19</b>	metros de tubería	<b>26.8700796</b>

<b>Longitud equivalente:</b>	<b>106.0259876</b>
------------------------------	--------------------

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

<b>Longitud equivalente:</b>	<b>14.7311028</b>
------------------------------	-------------------

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.)
<b>51 mm (2")</b>	<b>0.048</b>
<b>32 mm (1 1/4")</b>	<b>0.171</b>

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 $\Phi$	Longitud en (ft)
1	Válvula de globo recta de 25 mm de $\Phi$	29.7244104
2	Codos de 25 mm de $\Phi$ x 90°	5.249344
1	Ensanchamiento de 25 x 32 mm de $\Phi$	0.25
1	Válvula no retroceso doble de 32 mm de $\Phi$	103.674544
1	Reducción de 32 x 25 mm de $\Phi$	0.7
1	Válvula de bola recta de 25 mm de $\Phi$	0.2624672
1	Pistola de llenado con acoplador de 25 mm de $\Phi$	6.49934404
6	Metros de manguera para Gas L.P. de 25 mm de $\Phi$	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:

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

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

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

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

Carga de presión:

La presión diferencial en el sistema de bombeo para el llenado de tanques para carburación se considera de 5 Kg/cm<sup>2</sup>, valor promedio observado durante un ciclo normal de trabajo.

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

— = \_\_\_\_\_ = 94.34 m. col. líquido.

ρ 530 Kg/m<sup>3</sup>

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

IP

W = X + — + F

Sustituyendo:

$$W = 0 + 94.34 + 13.19$$

$$W = 107.53 \text{ m col. líquido.}$$

Potencia:

$$W \times Q \times \rho$$

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

$$76 \times E$$

Donde:

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

Q = Gasto o caudal = 189 ÷ (60 x 1,000) = 0.00315 m<sup>3</sup>/seg

ρ = Peso específico del gas-líquido = 530 Kg/m<sup>3</sup> 76 = Factor de conversión.

E = Eficiencia de la bomba = 80%

Sustituyendo:

$$107.53 \times 0.00315 \times 530$$

$$\text{Potencia} = \frac{107.53 \times 0.00315 \times 530}{76 \times 0.80} = 2.95 \text{ C.F.}$$

La potencia del motor con que contará la bomba será de 3 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<sup>2</sup>.

#### 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<sup>2</sup> y donde existan accesorios roscados, éstos serán para una presión de trabajo de 140 Kg/cm<sup>2</sup> 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<sup>2</sup>.

Los diámetros de las tuberías que se instalarán son:

		LÍNEA	S
TRAYECTORIA	LÍQUIDO	RETORNO LÍQUIDO	VAPOR
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<sup>2</sup> y capacidad de descarga de 22 m<sup>3</sup>/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.

Prueba de hermeticidad:

Al sistema de tuberías se le aplicará CO<sub>2</sub> a una presión de 10 kg/cm<sup>2</sup> 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.**

a) Tomas de suministro para carburación:

Se contará con una plataforma de concreto de forma rectangular conteniendo 2 tomas de suministro con dos medidores de 38 mm. la isleta de concreto de 0.30 m de altura, servirá para proteger contra daños mecánicos a los medidores y a las mangueras de servicio.

El piso de la isleta tendrá terminación de concreto, con pendientes para el desalojo de las aguas pluviales, como protección contra la intemperie se contará con un techo fabricado de estructura metálica con lámina galvanizada y soportado con columnas metálicas.

Las tuberías que alimentan a las tomas de suministro, serán de acero al carbón cédula 40, sin costura, con conexiones igualmente de acero al carbón para una presión de trabajo de 140-210 Kg/cm<sup>2</sup>.

Cada 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/cm<sup>2</sup> 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 del diámetro igual al de las tuberías en que se encuentran instalados.

La conexión de la manguera para la toma y la posición del vehículo que se cargue estará libre de dobleces bruscos.

b) 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/cm<sup>2</sup> y una presión de ruptura de 140 Kg/cm<sup>2</sup>. Se contará con mangueras en las tomas para carburación.

c) Soportes:

Las tomas de suministro contarán con un soporte metálico en la cual se fijará a la manguera para mejor protección contra tirones, junto a cada toma se cuenta con pinzas especiales para conectar a "tierra" a los vehículos en el momento de hacer el trasiego del Gas L.P

Tabla 16. Resumen de Sustancias Peligrosas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico					Flujo en m <sup>3</sup> /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			Máxima de proceso (Ton/Día)	Máxima de transporte (Ton/Día)	Máxima de almacenamiento (Ton)		
Gas LP	68476-85-7	0	0	4	1	4					83.7	Tanque Cilíndrico	50

**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.

El clima de la región noreste del país, donde se localiza el municipio de Puerto Peñasco, está influenciado por su ubicación latitudinal, que forma parte de un cinturón de zonas áridas, en el que prevalece un sistema de alta presión, originado por la confluencia de masas de aire frío y tropical, lo que provoca cielos despejados, amplia exposición solar e incremento de temperaturas.

En la zona de estudio, el clima es definido como seco-cálido, con lluvias en invierno menores al 10.2%, con lluvias escasas en verano y un porcentaje de precipitación invernal mayor al 12 %, y un invierno muy fresco, correspondiente al tipo BWh (x')1 el cual se caracteriza por presentar una escasa precipitación pluvial, altas temperaturas en verano, intensa radiación solar, baja humedad relativa y alta evaporación. La temperatura media anual se encuentra entre los 18 y 22°C y la precipitación promedio anual es menor a los 200 mm.

Considerando la información de las condiciones climatológicas reportadas por las tres estaciones meteorológicas existentes en el municipio de Puerto Peñasco, ubicadas dos cerca de la localidad de Puerto Peñasco y una más ubicada en Sonoyta, a partir de las cuales se define que, para el municipio, la temperatura media anual oscila entre 20.5 y 21.2 ° C y la temperatura máxima anual oscila entre los 27.4 y 29.4°C; mientras que la temperatura mínima anual oscila entre los 13 y 13.7 ° C.

La precipitación media anual oscila entre 108.2 y 204 mm, siendo julio y agosto los meses de mayor precipitación.

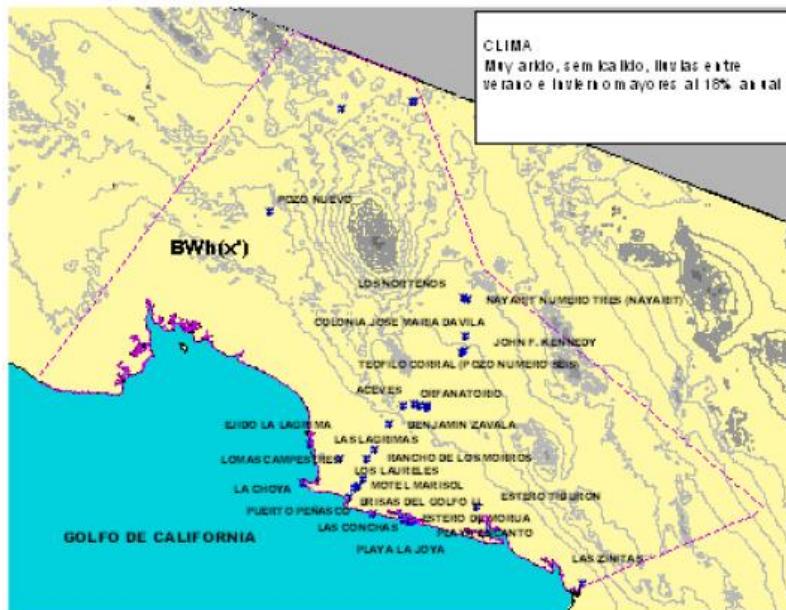


Ilustración 1 - 2. Clima en la Zona de Estudio.

### Radiación e incidencia solar.

La incidencia solar es más fuerte durante el mes de mayo, determinando gran número de horas de asoleamiento.

### Evaporación

El proceso de evaporación resulta ser considerable y muy superior al agua precipitada, debido a las escasas lluvias prevalecientes en la región, definiendo un balance precipitación-evaporación desequilibrado. El valor de evaporación media anual se calcula en 2,293 mm, registrándose los valores máximos durante los meses de mayo a septiembre, período en el que la evaporación media mensual es superior a los 210 mm.

### Vientos

Las masas de aire normalmente son calientes, secas y estables; mientras que la dirección del viento, conforme a los reportes de la Universidad de Arizona, resulta predominantemente dirigida del sureste al noroeste durante el verano.

Por otra parte, la incidencia ciclónica es escasa, propiciándose un mayor riesgo durante el mes de septiembre, ya que en este tiempo se pueden producir trombas o ciclones de diferentes intensidades, incidiendo en la dinámica de vientos.

### b) Geología y Geomorfología.

#### Fisiografía.

La llanura sonorense penetra al noreste del estado de Baja California y parte de Sonora, abarcando algunos terrenos costeros y deltaicos, entre los que destaca el Valle de Mexicali en sus porciones nororiental y oriental.

El territorio del estado de Sonora comprende áreas que corresponden a cuatro provincias o regiones fisiográficas del país: Desierto Sonorense, en 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 sur.

#### Provincia Desierto Sonorense

Dentro de Sonora adopta la forma de una cuña orientada hacia el sur; colinda en 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.

La provincia está dividida en dos subprovincias y una discontinuidad, las cuales son: Sierras y Llanuras Sonorenses, Desierto de Altar y Sierra del Pinacate.

#### Subprovincia Sierras Y Llanuras Sonorenses

Comprende un área de 81,661.40 km<sup>2</sup>, abarca completamente los municipios de Caborca, Altar, Sáric, Tubutama, Atil, Oquitoa, Pitiquito, Trincheras, Benjamín Hill, Hermosillo, Carbó, San Miguel de Horcasitas, Empalme y Mazatlán; asimismo incluye parte de San Luis Río Colorado, Puerto Peñasco, General Plutarco Elías Calles, Nogales, Magdalena, Santa Ana, Opodepe, Quiriego, Ures, Villa Pesqueira, La Colorada, Guaymas, Suaqui Grande y Cajeme. Está formada de sierras bajas separadas por llanuras. Tales sierras son más elevadas (700 a 1,400 msnm) y más estrechas (rara vez más de 6 km de ancho) en el oriente; y más bajas (de 700 msnm o menos) y más amplias (de 13 a 24 km) en el occidente. En ellas predominan rocas ígneas intrusivas ácidas, aunque también son importantes,

particularmente en la parte central de la subprovincia, rocas lávicas, metamórficas, calizas antiguas y conglomerados del Terciario. La isla Tiburón forma parte de este sistema de sierras, cuyas cimas son bajas y muy uniformes.

Las pendientes son bastante abruptas, siendo frecuentes las mayores de 45 grados, especialmente en las rocas intrusivas, lávicas y metamórficas; en tanto que las menores a 2º grados son raras. En general, las cimas son almenadas, es decir, dentadas. Los arroyos que drenan esta región efectúan una fuerte erosión produciendo espolones laterales que se proyectan en las llanuras.

Las llanuras representan alrededor de 80% de la subprovincia. Están cubiertas en su mayor parte o en toda su extensión de amplios abanicos aluviales (bajadas) que descienden con pendientes suaves desde las sierras colindantes. La llanura aluvial de Hermosillo (200 msnm) baja hacia la costa ensanchándose en sentido noreste-suroeste, tiene 125 km de largo y 60 km de ancho en la costa. El río más grande de esta porción es el Sonora, que nace en Cananea, en la provincia Sierra Madre Occidental, donde fluye hacia el sur, a la altura de Hermosillo se une con el río San Miguel de Horcasitas, también procedente de esa provincia, y con El Zanjón, que se origina en esta subprovincia.

### **Subprovincia Desierto de Altar**

Esta subprovincia abarca un área de 11,556.29 km<sup>2</sup> en Sonora, ocupa parte de tres municipios: San Luis Río Colorado, Puerto Peñasco y General Plutarco Elías Calles. En su mayoría es un desierto arenoso con altitudes abajo de 200 m, en la parte occidental se localiza el mayor delta del país: el del río Colorado, que cruza la subprovincia en sentido norte-sur, tiene un ancho de cerca de 90 km en la frontera y una longitud aproximada de 140 km hasta su desembocadura.

La región está constituida dominantemente de campos de dunas semilunares (tipo barján), con la ladera abrupta y los cuernos del lado opuesto (sotavento) al que recibe los vientos dominantes. Estos campos son interrumpidos al oriente del delta y al norte de la bahía de San Jorge por lomeríos de rocas metamórficas del Precámbrico.

### **Sierra del Pinacate**

Se ubica dentro de los municipios de Puerto Peñasco y General Plutarco Elías Calles e interrumpe en su parte oriental a la subprovincia Desierto de Altar. Ocupa una extensión de 1,556.61 km<sup>2</sup>; es un complejo volcánico con longitudes aproximadas de 50 km norte-sur y 37 km este-oeste, con sistemas de topoformas muy diferentes. Hay una dominancia absoluta de rocas volcánicas básicas, con abundancia de lavas basálticas. El aparato central es escarpado con cima superior a 1,100 msnm. Hacia la base las laderas se tornan cóncavas y finalmente casi planas sobre las mesetas de basalto circundantes. Las mesetas son más amplias en el norte, donde existe un gran número de conos adventicios (conos desarrollados en los flancos del aparato principal).

### **Orografía.**

Las condiciones orográficas de la región donde se asienta Puerto Peñasco son básicamente de terrenos planos, a base de dunas de pendiente suave, con cotas de terreno de entre 5 y 15 metros respecto al nivel del mar.

Al norte de la población, a 50 km aproximadamente, se encuentran algunas elevaciones mayores, dando origen a la sierra

El Pinacate que presenta elevaciones cercanas a los 500 msnm, así como a la sierra Blanca, con elevaciones cercanas a los 125 msnm. En la porción oeste de la población se origina un peñasco denominado La Cholla, el cual tiene elevaciones cercanas a los 100 msnm, asimismo en la zona urbana de Puerto Peñasco se ubica un peñasco, de donde toma el nombre la población, con elevaciones cercanas a la cota 50. El resto de la población urbana es prácticamente plana, con elevaciones entre la cota 4 y la cota 10, definiéndose una pendiente suave de norte a sur.

### Geología.

La geología general en la zona de estudio se encuentra definida por materiales de reciente formación, conformada por gravas y arenas producto de alteración y acarreo de rocas preexistentes y rocas de origen volcánico del cuaternario y terciario.

La geología de la región se encuentra definida por varios tipos de rocas metamórficas del precámbrico y paleozoico principalmente, que fueron intrusionadas durante el cretácico, metamorfosando algunas de las formaciones existentes. En el terciario inferior se presentó actividad volcánica que dio origen a las coladas traquíticas que afloran en la Sierra salada y coladas de andesitas y basalto que se encuentran dispersas en forma de mesetas.

Después de la actividad volcánica, por fenómenos climatológicos y una elevación de la mesa continental se inició el periodo de erosión y depósito, el cual es afectado en el cuaternario por nuevas actividades volcánicas que dan origen a la sierra El Pinacate, constituida por lavas y cenizas de origen basáltico. Posteriormente se tuvieron variaciones del mar depositando sedimentos de origen continental formando una geología compuesta principalmente por arcillas, las cuales están infrazacando a materiales clásticos de origen aluvial.

### c). Suelos.

**Edafología.** Los tipos de suelo prevalecientes en el territorio del municipio de Puerto Peñasco incluyen 5 tipos: Fluvisol, Litosol, Regosol, Solonchak y Yermosol.

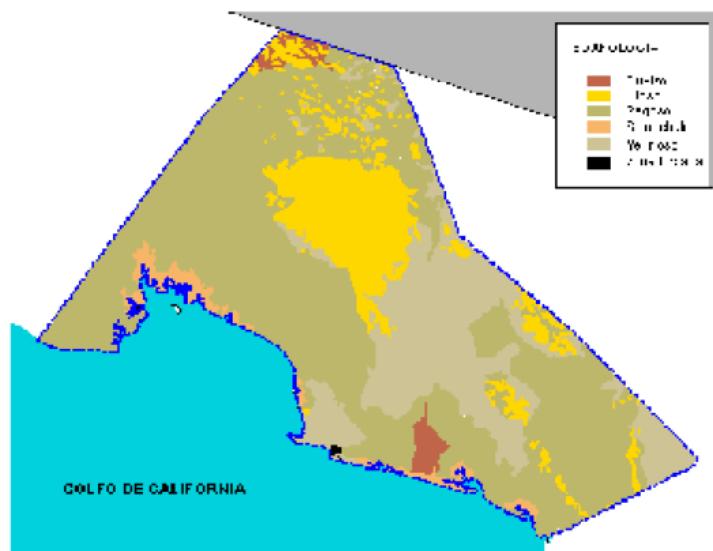


Ilustración 1 - 3. Tipos de Suelo en la Zona de Estudio.

**Solonchak.** Suelos salinos con alto porcentaje de sodio intercambiable (PSI) (Ces >15 dS/m a 25°C en los 30 cm superiores o Ces >4 dS m-1 a 25°C en los 30 cm superiores si el pH (1:1) agua >8.5) .

Los suelos de esta unidad ocupan las depresiones de las llanuras deltaicas y bajas, por lo cual se inundan periódicamente por más de 8 meses del año con aguas dulces y salinas, muestran características de un hidromorfismo ligero; su estructura es generalmente de bloques angulares y subangulares grandes; sus colores varían de pardos oscuros en superficie a más claros y brillantes en profundidad; presentan horizontes de diagnóstico (A) mólico o (B) cámbico sódico/cálcico ; su pH es mayor de 8.5 por la presencia de sales solubles.

La formación de estos suelos se caracteriza por presentar procesos con ciclos de movilización, redistribución y acumulación de cloruros, sulfatos, bicarbonatos y carbonatos sódicos, cálcicos y magnésicos, cuya concentración y precipitación se renueva e incrementa anualmente por los procesos de inundación y evaporación a que están sometidos estos terrenos que funcionan como cubetas de decantación. Estos suelos están ampliamente distribuidos en depresiones del fondo de la Llanura Costera del Pacífico, donde resultan adversos para el crecimiento de la mayoría de los cultivos y sólo se cubren por pastos salados y manglares.

**Fluvisol.** Son suelos poco desarrollados, someros o profundos, formados por depósitos aluviales, generalmente con una clara estratificación de sus capas. Presentan un horizonte de diagnóstico "A", ócrico, mólico o úmbrico; carecen de estructura o esta es muy incipiente, su textura es gruesa, sus colores varían de amarillo a gris pálido y los pH's varían de ligeramente ácidos hasta alcalinos.

Las estructuras son granulares o de bloques micro granulares muy poco desarrolladas; las texturas son medias y gruesas y varían de migajones arenosos a migajones fracos incipientes; los colores varían de pardos claros a oscuros; su pH varía dependiendo de su ubicación de neutros a ligeramente alcalinos. Por su incipiente desarrollo, son suelos muy vulnerables a la erosión, aunque también pueden ser sujetos de intensos acarcamientos por los torrentes de agua, por lo tanto, su vocación es forestal.

**Litosol.** Conocido como suelo de piedra, que se caracteriza por tener una profundidad menor de 10 cm hasta la roca. Su susceptibilidad de erosionarse es alta debido a su topografía y espesor, soportan una vegetación de matorral, debido a que evidencian procesos de hidromorfismo en el perfil; presentándose problemas de salinidad.

**Regosol.** Suelos poco desarrollados, formados de depósitos fluviomarinos en el litoral; generalmente tienen más de 100 cm de profundidad, hasta donde pueden limitarse por una fase dúrica. El horizonte de diagnóstico es un "A" ócrico o úmbrico con estructuras poco desarrolladas y sueltas; las texturas son gruesas y varían de arenas limosas a arenas; los colores se caracterizan por pardos claros; sus pH varían de neutros a ligeramente alcalinos.

#### **d) Hidrología superficial y subterránea.**

La zona de estudio se encuentra localizada en la Región Hidrológica 8 denominada Sonora Norte, cuyos escurrimientos superficiales son de tipo intermitente, siendo el principal escurrimiento el que da origen al Río Sonoya que nace en la sierra del Pozo Verde (noroeste de Puerto Peñasco), con el nombre de arroyo El Coyote, penetra en los Estados Unidos (Arizona) con el nombre de Bamori y retoma territorio nacional a la altura de la población de Sonoya, prosiguiendo hacia el sur hasta su desembocadura en el Golfo de California a 23 km al este de la Ciudad de Puerto Peñasco.

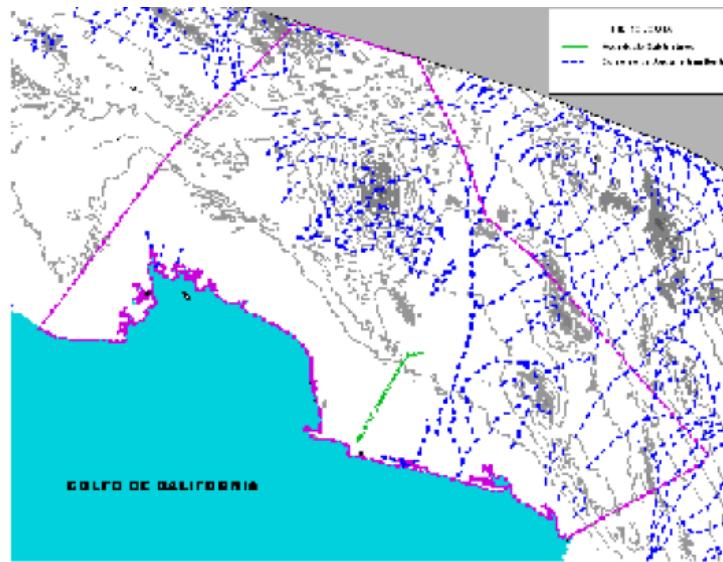


Ilustración 1 - 4. Hidrología Superficial.

Esta región hidrológica tiene una superficie de 54,857 Km<sup>2</sup>, localizados todos ellos en el Estado de Sonora y representan un 30.1% del total de su extensión. En esta región hidrológica se tienen las cuencas del Río Concepción - Arroyo Cocóspera y del Río Sonoyta, su orientación es de Noroeste a Suroeste, con pendiente hacia el Golfo de California.

#### Cuenca Río Concepción-Arroyo Cocóspera.

De las cuencas de la región, es la que mayor área drena, la cual tiene una precipitación media anual de 305 mm con un coeficiente de escurrimiento de 1.7%. Las presas de mayor importancia son: Cuauhtémoc en el río Altar, Comaquito sobre el arroyo Cocóspera; el Plomo en el arroyo del mismo nombre e Ignacio R. Pesqueira, en el arroyo El Yeso. El uso más extendido es agrícola y en menor proporción doméstica, pecuaria e industrial.

#### Cuenca del Río Sonoyta

Esta cuenca comprende la región más árida del país. En ella, además de la parte del Distrito de Riego Río Altar-Pitiquito-Caborca, se localiza casi la mitad del Distrito "Río Colorado". Se presenta una precipitación media anual de 109 mm con un coeficiente de escurrimiento de 2.3%. El principal uso del agua es agrícola, doméstico y pecuario.

El río Sonoyta cruza por la ciudad del mismo nombre, el cual se encuentra muy azolvado y su flujo de base está muy reducido. Después de cruzar la ciudad sigue un curso paralelo a la línea internacional en dirección este-oeste, aproximadamente 22 km, para desviarse hacia el sur por el margen oriental del escudo volcánico, a la altura del poblado Los Norteños cruza la carretera número 8 en dirección sur y más adelante, antes de llegar al Golfo de California, prácticamente desaparece en los médanos.

Gran parte de la cuenca alta del cauce del Río Sonoyta se localiza en los Estados Unidos de América y también al este de Sonoyta, en las sierras El Durazno, Cubabi y La Manteca. El río pierde su flujo de base a la altura del poblado de Los Vidrios Viejos, donde ocurren los últimos afloramientos naturales (May, 1973). Sin embargo, en época de lluvias puede llevar agua a lo largo de todo su cauce.

La Estación hidrométrica Sonoya presa derivadora, única en la Cuenca, se ubica en el cauce del río Sonoya y al Oriente de esta localidad con un aforo medio anual de 12.7 millones de metros cúbicos. Los principales usos del agua superficial en esta parte del Estado son el agrícola, el doméstico y el pecuario.

Para esta cuenca se calculó un volumen anual precipitado de 2,302.7 millones de m<sup>3</sup>, con un coeficiente de escurrimiento de 2.3% que representa un volumen de 52.9 millones de m<sup>3</sup> anuales.

La desembocadura del Río Sonoya se encuentra al sureste del área del proyecto y en su último tramo se producen pequeños arroyos que eventualmente provocan pequeñas avenidas que vierten hacia el mar; así mismo, es importante destacar que, debido a la escasa precipitación pluvial, al alto índice de evaporación y al uso a que se destina el agua superficial, la mayor parte del año el río y sus afluentes permanecen secos.

Por la aridez de la zona, así como por las características geológicas, el coeficiente de escurrimiento para toda el área es de 0 a 5%, lo que ocasiona la ausencia de corrientes superficiales permanentes de importancia.

En el Municipio de Puerto Peñasco, es importante considerar como cuerpos de aguas superficiales los esteros y la zona de humedales, recorriendo la costa de Sureste a Noreste, son: Las Almejas, La Pinta, Estero Morua, Cerro Prieto y Las Lisas.



Ilustración 1 - 6. Áreas de Esteros y Humedales en el Municipio de Puerto Peñasco.

Otro punto a destacar, es que debido a la escasa precipitación pluvial y al bajo índice de escurrimiento de las aguas superficiales, los esteros son prácticamente entradas de mar cuyas características están condicionadas al régimen de mareas, tan singular en esta parte del Golfo de California.

### Hidrología Subterránea

La falta de agua en el estado ha generado la instalación de obras hidráulicas, así como la extracción de este recurso de los mantos acuíferos. Del volumen extraído, el 93% se utiliza para agricultura, 4.8% en doméstico y comercial, 1.5% en la industria y 0.7% en otros (pecuario, recreativo, etc.).

### Hidrología subterránea en el área del proyecto.

El Valle del río Sonoya tiene una forma alargada de dirección Sureste-Noroeste que posteriormente se vuelve más amplia hacia el Suroeste, flanqueado de manera esporádica por un conjunto de sierras aisladas, siendo la más importante la del "Pinacate", ubicada hacia el margen Occidental. Esta zona se conforma por una serie de cubetas distribuidas a lo largo del río, llenas por materiales granulares recientes, producto de la erosión de las Sierras que lo rodean. Estas cubetas se encuentran separadas por una serie de levantamientos estructurales, los cuales aíslan casi completamente un depósito del siguiente; sin embargo, el citado río pasa sobre ellas y las comunica a través de boquillas constituidas por el mismo material aluvial. Los materiales que conforman los acuíferos de este Valle, corresponden a

depósitos fluviales, aluviales, piamonte, dunas y abanicos, mismos que bordean a las rocas impermeables que configuran las elevaciones más importantes del área.

Los materiales permeables probablemente están depositados sobre conglomerados terciarios en las partes centrales del Valle y algunas veces sobre las rocas ígneas y metamórficas o sobre materiales arcillosos impermeables. El espesor de los estratos productores varía, llegando en ocasiones a superar los 300 m, en otros casos la porción impermeable se encuentra a elevaciones mayores que la superficie de saturación de los acuíferos, estableciendo de esta forma sus fronteras. En general, se considera que estos acuíferos son de tipo libre con probables confinamientos locales y valores de transmisibilidad que varían de  $1.5 \times 10^{-4}$  a  $7.5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{seg}$ .

La explotación del agua subterránea se lleva a cabo por medio de pozos. La recarga media anual de estos acuíferos se ha estimado en 35 millones de m<sup>3</sup>, provenientes esencialmente de la infiltración vertical de la lluvia y de la infiltración que ocurre a través del cauce del río Sonoya.

La profundidad de los niveles estáticos varía desde menos de 10 metros, al Oeste de Sonoya, hasta más de 130 metros en el Noreste del área. La calidad del agua presenta variaciones que van de dulce a salada, predominando el agua tolerable, obviamente las mayores concentraciones de sales se tienen hacia la región costera con valores superiores a los 30,000 mg/l. Las familias de agua predominantes, según la clasificación de Chase Palmer, son: Sódica-Bicarbonatada, Sódica Clorurada y Sódica Mixta, en tanto su potencial de hidrógeno (PH) revela la presencia de aguas agresivas e incrustantes. Conforme se avanza hacia la costa, las aguas subterráneas presentan mayores concentraciones de sal, existiendo una gran interacción debido al régimen de mareas a que ya hemos hecho referencia, y produciéndose los grandes humedales o zonas de inundación que presentan también grandes concentraciones de sal.

### **Geohidrología. 26-21 zona Sonoya**

Esta zona va del este de Sonoya a Puerto Peñasco, la constituyen arcillas, gravas y arenas de edad, sobre yacen a depósitos conglomeráticos compactos del Terciario y Cuaternario.

Comprende 968 km<sup>2</sup> de superficie, su extracción es de 96.7 mm<sup>3</sup>, la recarga media anual se estima en 35 mm<sup>3</sup>. La relación entre la recarga y la descarga nos indica una condición de sobreexplotación. Se ha detectado un abatimiento promedio de 0.5 m anual, que provoca intrusión salina. El acuífero es de tipo libre.

### **Unidades de Permeabilidad**

Unidad de Material Consolidado con Posibilidades Altas. La integran todas aquellas rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua.

Representativas de esta unidad es el basalto que integra la sierra El Pinacate, ubicada al noroeste, y la asociación de arenisca-conglomerado que aflora al este de Navojoa, entre otros. Unidad de Material Consolidado con Posibilidades Bajas. Se agrupan en ella las rocas metamórficas (esquisto y gneis), sedimentarias (caliza y conglomerado) y extrusivas ácidas (riolita y tobas) que, por su origen, escaso fracturamiento y baja porosidad limitan en alto grado la circulación del agua. Dichas rocas se distribuyen en las llanuras, pero dominan sobre todo en los sistemas serranos, en particular en la Sierra Madre Occidental.

Unidad de Material No Consolidado con Posibilidades Altas. Pertenecen a esta unidad los depósitos constituidos por grava y arena, con buena selección y porosidad intercomunicada.

Esta unidad es muy extensa en el occidente del estado, comprende, por citar algunos lugares, la mesa arenosa de San Luis Río Colorado, el Desierto de Altar y las llanuras aluviales situadas al oeste de Hermosillo.

### **Escurrimiento y Permeabilidad**

La escasez de lluvias condiciona que buena parte del año el agua no fluya; esto es especialmente crítico para la región dado su bajo promedio de precipitación pluvial anual.

Cuando el agua fluye, lo hace de manera torrencial y en gran escala; esto hace complicado el establecimiento de una red permanente de monitoreo y estudio y en consecuencia, imposibilita el conocimiento en forma directa, del escurrimiento.

En la zona, predominan calizas, areniscas, limonitas y lutitas, entre las sedimentarias; granito, granodiurita, riolita, andesita, tobas y brechas; entre las ígneas y metamórficas como gneis, esquisto, anfibolita y cuarcita; también con permeabilidad baja se catalogaron (por su alto contenido de arcilla) los suelos de origen lacustre y palustre ubicados en la zona costera del Oeste y Sur del Estado.

De permeabilidad baja se estimaron a las areniscas y conglomerados medianamente consolidados, y a las rocas volcánicas con fracturamiento moderado. Estas rocas se encuentran en afloramientos aislados y diseminados por todo el Estado.

Con permeabilidad alta se consideró al material aluvial que se encuentra rellenando los valles de la entidad; los depósitos eólicos en el Desierto de Altar, los suelos de origen litoral en la franja costera, en los basaltos muy fracturados o intemperizados y conglomerados mal compactados.

La cuenca del río Sonoyta atraviesa, en su recorrido hacia el mar, terrenos con permeabilidad variable, dadas las características geo fisiográficas de la región. La densidad y el tipo de la cubierta vegetal intervienen en la cantidad del escurrimiento al actuar como retardador de este, propiciando la infiltración.

En el periodo 1984/1985, la abundancia de lluvias en la región ocasionó grandes avenidas que inundaron los alrededores de los "Estero Morua" y "La Pinta". En años pasados cuando la explotación de pozos no era tan severa como lo es hoy en día, la interacción de las aguas broncas del Río y las mareas, provocaron una amplia zona de inundación entre ambos esteros a la que se conoce como "humedal" y que aparece todavía señalada en mapas y planos como área de inundación y da origen a un área en la que predominan suelos agrietados por la desecación y la erosión.

Asimismo, la zona de estudio cubre la ampliación del Distrito de Riego del Río Sonoyta. Por otra parte, hay que considerar que el municipio de Puerto Peñasco es un foco geotérmico, con temperaturas que superan los 30°C

#### **Disponibilidad del agua.**

Debido a las características geomorfológicas del territorio municipal, existe una gran presión sobre los recursos hidráulicos particularmente de los acuíferos. La Cuenca del Río Sonoyta, a la que pertenece el Acuífero del cual se abastece el Municipio de Puerto Peñasco, registra un volumen de recarga anual equivalente a 136 hm<sup>3</sup> y una extracción anual de 293 hm<sup>3</sup>, lo que indica una situación de sobreexpplotación.

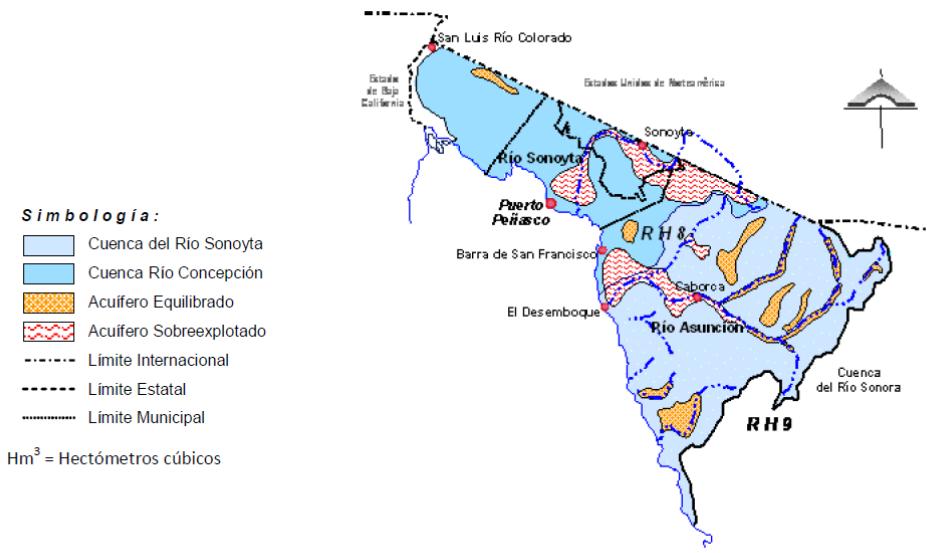


Ilustración 1 - 7. Regiones y Cuencas Hidrológicas en el Estado de Sonora.

### Zonas de litoral.

El litoral de Puerto Peñasco, se ubica en la porción norte del Mar de Cortés (Golfo de California), el cual se caracteriza por la ausencia de corrientes oceánicas, presentándose la corriente de mareas superficial casi rectilínea y paralela a los ejes del Golfo, de tipo semidiurna y presenta variaciones de temperatura y salinidad, así como un gran rango que alcanza hasta 7 mts durante las mareas vivas de primavera.

Los rangos de temperatura superficial presentan valores mínimos de 8.25°C en diciembre y máximos de 32.6°C en agosto, presentando un gradiente vertical de 2.22°C de 0 a 220 pies; la curva batimétrica de 10 mts de profundidad del suelo marino se presenta a 2.5 km desde el cerro Punta Peñasco (Rocky Point), alejándose hasta los 12-15 km frente a la Bahía de San Jorge y hasta 15-20 km en la zona de Bahía de Aldair.

En el litoral de la microrregión se configuran los esteros de Morúa, La Pinta, Las Almejas y San Jorge al este del área urbana actual y al oeste se localizan los esteros de La Cholla, Cerro Prieto y varios esteros en la zona de la Bahía de Aldair; en ellos, el escaso escurrimiento pluvial contribuye a la conformación de un sistema hipersalino de estuario negativo, cuya flora y fauna está limitada a los organismos que toleran alta concentración salina y de temperatura, por lo que son altamente productivos y sirven de criadero natural de larvas juveniles del camarón azul.

Las playas están constituidas por acumulaciones de arena en una franja paralela a la costa, formando largas barras que separan al mar de la planicie costera, lo que representa uno de los atractivos naturales para el turismo en la micro región.

### Oceanografía

El oxígeno disuelto en el Golfo Superior de California, ubicación latitudinal correspondiente a áreas templadas, la variación estacional muestra fuertes cambios, con un característico aumento primaveral debido a la mayor actividad fotosintética, alcanzando los niveles de 6.5 ml/l, con un descenso durante el verano hasta los 4.5 ml/l. En invierno se presentan concentraciones por arriba del 100% de saturación debido a las bajas temperaturas.

En términos de nutrientes se manifiesta alta concentración derivada de intensos procesos de mezcla causados por fuertes corrientes de marea, así como efectos de advección que causa circulación. De este modo, el perfil vertical de nitratos en el Golfo Superior tiende a incrementarse conforme aumenta la profundidad, con valores que van de 5  $\mu$ gat/l a 42  $\mu$ gat/l durante primavera y de 0.5  $\mu$ gat/l a 42  $\mu$ gat/l en otoño, hasta los 1,000 metros de profundidad, después de este límite los valores decrecen a 40.0  $\mu$ gat/l.

Para los silicatos, las concentraciones totales se enmarcan 11.0-18.0  $\mu\text{gat/l}$ . Respecto al Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), el contenido en el Golfo Superior aumenta en proporción monotónica con la profundidad; de los 200 - 300 metros hasta el fondo de la Cuenca Salsipuedes la concentración prácticamente permanece constante alrededor de los 2.25 mM Kgr-1, y el menor contenido superficial se registra en el Golfo Inferior, con valores de 2.10 mM Kgr-1.

**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

#### Flora

La región cuenta con una rica gama biológica de aproximadamente 560 especies de plantas vasculares divididas en 315 géneros y 85 familias, así como variedades de mamíferos, aves, anfibios y peces.

Las familias mejor representadas son las compuestas por gramíneas, leguminosas, euforbiáceas, quenopodiáceas y cactáceas. Las sierras graníticas muestran un total de 173 especies, algunas de las cuales no se encuentran en el escudo volcánico. La vegetación comprende matorrales xerófilos y en ciertas áreas pequeñas algún tipo de distribución restringida como chaparral, mezquitales y matorrales arborescentes. De la flora de las dunas, 20% es endémico.

La flora presenta en el área de estudio, se integra por los siguientes tipos:

#### Matorral Desértico Micrófilo

Esta formación se encuentra integrada por vegetación arbustiva de corta estatura (0.5 a 1.5 m de altura) y hojas pequeñas, el cual resulta característico de las regiones áridas de México. Este matorral ocupa particularmente suelos moderadamente profundos y bien intemperizados de las partes bajas de los abanicos aluviales predominantes en la zona.

La forma de matorral micrófilo regional se domina como de ocotillo (*Fouquieria splendens*), dado que predomina en forma de arbusto espinoso con hábito de crecimiento característico de varios tallos rectos y poco ramificados con 2 a 3 m de largo y situados en un ángulo que va de 30 a 90° respecto a la superficie del suelo, sobre estos tallos crecen hojas pequeñas y efímeras después de las lluvias, así como un racimo apical de flores de intenso color rojo que aparecen entre noviembre y mayo, por su aspecto general.

#### Vegetación Halófila

Esta agrupación tolera un alto grado de alcalinidad y concentraciones muy altas de sal en el suelo, ubicándose en las áreas de marismas, siendo generalmente densa y de escasa estatura (hasta 80 cm de alto), dominando en cobertura los pastos rizomatosos de tallos rígidos, mismos que pueden crecer como colonias circulares concéntricas de clones, resultantes de la reproducción vegetativa.

Entre los pastos predominantes de este tipo de vegetación se encuentran *Sporobolus wrightii*, *Hilaria mutica*, *Distichlis spicata*, *Eragrostis obtusifolia*, *Paspalum distichum*, *Buchloe dactyloides*, *Bouteloua simplex*, *B chasei* y *Muhlenbergia purpusii*.

En esta categoría se incluyen comunidades de plantas gipsófilas, como son asociaciones de *Atriplex spp*, (chamizos), *Suaeda spp* (jaula o saladillos), *Batis maritima* (vidrillo), así como los de *Salicornia spp*; *Sarcobatus sp*; *Flayenia sp*; *Frankenia spp*, (yerba reuma), *Limonium californicum* (Lavanda del mar), *Abronia maritima* (alfombrilla), *Borrichia frutescens*, *Allenrolfea occidentales*, *Maytenus phyllanthoides*, *Sesuvium portulacastrum*, etc.

#### Matorral sarcocaule.

Comunidad vegetal caracterizada por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, gruesos, frecuentemente retorcidos y algunos con corteza papirácea. Se presenta generalmente sobre terrenos rocosos y suelos someros de zonas costeras.

Entre las especies representativas se encuentran *Bursera microphylla* (torote blanco), *Jatropha cinerea* (lomboy), *Jatropha cuneata* (matacora), *Ambrosia dumosa* (hierba del burro), *Cercidium floridum* (palo verde), *Encelia farinosa* (incienso), *Fouquieria* spp (ocotillo, palo Adán), *Larrea tridentata* (gobernadora), *Olnaya tesota* (palo fierro), *Opuntia cholla* (cholla), *Pachycereus pringlei* (cardón), etc. *Bursera microphylla*, (mezquite) *Prosopis glandulosa* var. *Torreyana*, y *Acacia willardiana* también se presentan sangregados *Jatropha* sp. (palo fierro) *Olneya tesota*, (Palo verde) *Cercidium floridum*, (ocotillo) *Fouquieria splendens*, acompañado de cactus columnares como *Pachycereus pringlei*, y *Stenocereus alamosensis*; en el estrato medio de .075 a 1 metro se presentan arbustos como *Counsetia glandulosa*, *Acacia farnesiana*, *Caesalpina pumila* y en el estrato bajo de 0.15 a 0.75 metros hay diferentes especies de opuntia, *Croton flaveescens*, y gramineas de los géneros *Aristida*, *Bouteloua*, *Muhlenbergia* y *Setaria*.

La distribución de esta formación vegetal se realiza en forma de manchones alternando con algunos espacios desprovistos de vegetación.

#### **Vegetación de desiertos arenosos.**

Esta formación se compone de manchones de vegetación que invaden las dunas, las cuales se van fijando progresivamente al material edáfico. Se compone frecuentemente por *Prosopis* spp (mezquite), *Larrea tridentata* (gobernadora), *Opuntia* spp (nopales), *Atriplex* spp (saladillo), *Ambrosia dumosa* (hierba del burro), *Eriogonum deserticola*, *Petalonyx thurberi*, *Caldenia palmeri*, *Hilaria rígida*, *Hymenoclea monogyra*, etc.

#### **Vegetación de dunas costeras.**

Se establece en la zona de playa y en el estrecho cordón de dunas que se forma entre la playa y el matorral halófilo. Fisionómicamente, se presentan dos grupos de este tipo de vegetación: el grupo herbáceo y el arbustivo, formando un gradiente de elementos florísticos (sucesión de especies) que va de la playa al matorral. Se distinguen los siguientes tipos de vegetación:

#### **Zona de pioneras.**

Abarca la zona de playa en donde se establece vegetación terrestre (comúnmente a partir de la línea de marea alta), su componente florístico se integra por apenas unas cuantas especies, capaces de sobrevivir en este tipo de condiciones (alta salinidad, poca estabilidad del sustrato, alta radiación solar, viento, etc.), siendo representativas *Sporobolus virginicus*, *Abronia maritima*, *Salicornia* sp e *Ipomoea stolonifera*, las cuales resultan ser herbáceas de hábito rastreiro o de tallos subterráneos; por lo que conforman un estrato bajo ralo de apenas unos 10 cm de altura.

#### **Frente de dunas.**

Esta zona se extiende desde la base del cordón de dunas (montículo sencillo de arena, pero continuo sobre sentido paralelo a la línea de costa), hasta la cuesta expuesta al mar de la duna, siendo una zona donde predomina *Salicornia* sp, formando un estrato herbáceo bajo de unos 30 cm de altura en promedio.

#### **Duna interior.**

La parte interna de la duna abarca la cuesta del montículo arenoso no expuesta al mar y se puede extender varias decenas de metros tierra adentro, hasta donde la estabilidad del sustrato permite el establecimiento de las especies típicas del matorral. En esta zona se encuentran especies de hábito arbustivo como dominantes, las más representativas son *Maytenus phyllanthoides* y *Condalia globosa*, y como co-dominantes *Jatropha* sp, y *Simmondsia chinensis*.

#### **Fauna.**

El municipio de Puerto Peñasco se ubica en la provincia biótica "Sonorense", la cual está conformada por un total 71 especies y subespecies, distribuidas en 68 géneros; de entre las cuales se encuentran en peligro de extinción el venado bura (*Odocoileus hemionus*), venado cola blanca (*O. virginianus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), berrendo (*Antilocapra americana*) y puma (*Felis concolor*).

En cuanto a mamíferos se han reportado para el área de estudio un total de 39 especies de mamíferos, de estos, la mayoría de las especies pertenecen al grupo de los roedores, de las familias Muridae, Heteromidae, destacando también los murciélagos de la familia Vespertinolidae.

En cuanto a las aves se reportan 235 especies de aves, muchas de las cuales pertenecen a especies migratorias, las cuales están repartidas en 45 familias. La gran mayoría pertenecen a las familias Anatidae, Scolopacidae y Emberizidae, comunes para zonas marinas y de humedales.

Por su parte, los reptiles se encuentran representados por 40 especies distribuidos en 9 familias, mientras que de anfibios se han registrado 4 especies.

En cuanto a la ictiofauna dulceacuícola, se tiene reportado o estimado de 68 especies de las cuales 27 son nativas y 41 introducidas. En cuanto al grupo de los peces dulceacuícolas se conforma por el pupo del desierto Cyprinodon macularius que es endémico y se encuentra en peligro de extinción y el charal de aleta larga Agosia chrysogaster, más dos especies introducidas: el bagre amarillo Ameiurus melas y el pez mosquito Gambusia affinis.

En el caso de los peces marinos se tiene un estimado de 34 familias y 104 especies. Siendo la actividad pesquera una de las que mayores ingresos económicas aporta a la entidad, ya que su captura es sobre especies de alto valor comercial, como la manta, chano y sierra; además de crustáceos como el camarón y la jaiba.

En la zona del proyecto, se tienen registros de la presencia de al menos tres especies de quelonios, Chelonya agassizii, Caretta caretta y Lepidochelys olivacea, de las cuales se desconoce mucho sobre sus patrones de distribución espacial.

Las especies de mamíferos ascienden a 41, más cinco especies introducidas: vacas, chivas, burros, perros y gatos que habitan libremente en el área. Además de los ya citados sobresalen el venado bura y el venado cola blanca, el jabalí, puma, zorra gris y zorra del desierto, rata canguro, coyote y el lince.

Se considera un total de 237 especies de las cuales solo 100 se distribuyen para la zona de la Reserva (max 1973), incluyendo especies de aves, entre ellas algunas que sólo se localizan aquí y en el delta del Colorado, como el cuitlacoche y el cuitlacoche piquicorto; también consiste en un lugar de invernación de muchas especies migratorias, incluyendo el águila calva.

Están enlistadas 42 especies de reptiles y cuatro de anfibios; los peces los representan el perrito del desierto y el charal de aleta larga, los cuales coexisten precariamente con dos especies exóticas introducidas: el bagre amarillo y el pez mosquito.

### **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.

En la región inmediata a la zona de Puerto Peñasco, se localiza la Placa de Norteamérica y la Falla de San Andrés; aunque el área del proyecto se considera poco sísmica, sin embargo, su área de influencia queda catalogada en la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, bajo la influencia de la zona C de sismicidad moderada, estrechamente ligada con la zona Penisísmica B de sismos poco frecuentes.

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.

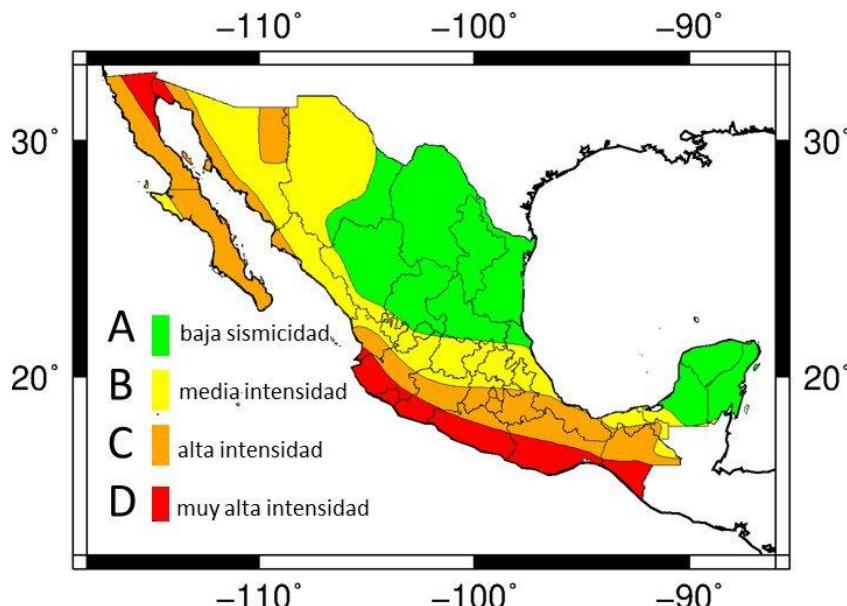
### Fallas. Fracturas

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 quizá 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 Puerto Peñasco 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 Mm<sup>3</sup> /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.

**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 cílicas 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 sonorense 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).

Puerto Peñasco es una ciudad del estado de Sonora, ubicado en la región noroeste del estado, constituye uno de los destinos turísticos más importantes del norte de México y es cabecera del municipio homónimo.

Infraestructura vial: Carretera Número 8, Puerto Peñasco-Sonoya, que se une a la carretera No. 2, Tijuana- Santa Ana, a carretera No. 15, Nogales-Méjico, D.F.; Carretera costera a Caborca, Carretera costera al Golfo de Santa Clara y San Luis, Rio Colorado.

Cuenta además con un moderno aeropuerto internacional: Con vuelos a Tijuana y Hermosillo y a Phoenix y Chihuahua.

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.

Se hace mención que, el predio y sus actividades cuentan con Licencia de Uso de Suelo otorgado por la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología de Puerto Peñasco, y que de acuerdo con la Política Ambiental asignada de Aprovechamiento del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora determina Dictamen Técnico Favorable. El proyecto futuro en cuestión estará ubicado en Calle 10 entre Álamos y Naranjos, Colonia Fraccionamiento Peñasco, Municipio de Peñasco, en el estado de Sonora C.P. 83554.

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	La Choya	O	10,440 m
Colonia	Las Conchas	E	1,930 m
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	N/A		
Carretera	N/A		
Vía férrea	N/A		

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

Localización	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte	Urbano Habitacional	
Noroeste	Urbano Habitacional	
Este	Urbano Habitacional	
Oeste	Urbano Habitacional	
Noreste	Urbano Habitacional	
Noroeste	Urbano Habitacional	
Sureste	Urbano Habitacional	
Suroeste	Urbano Habitacional	

### 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, los 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 pre establecidos 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:

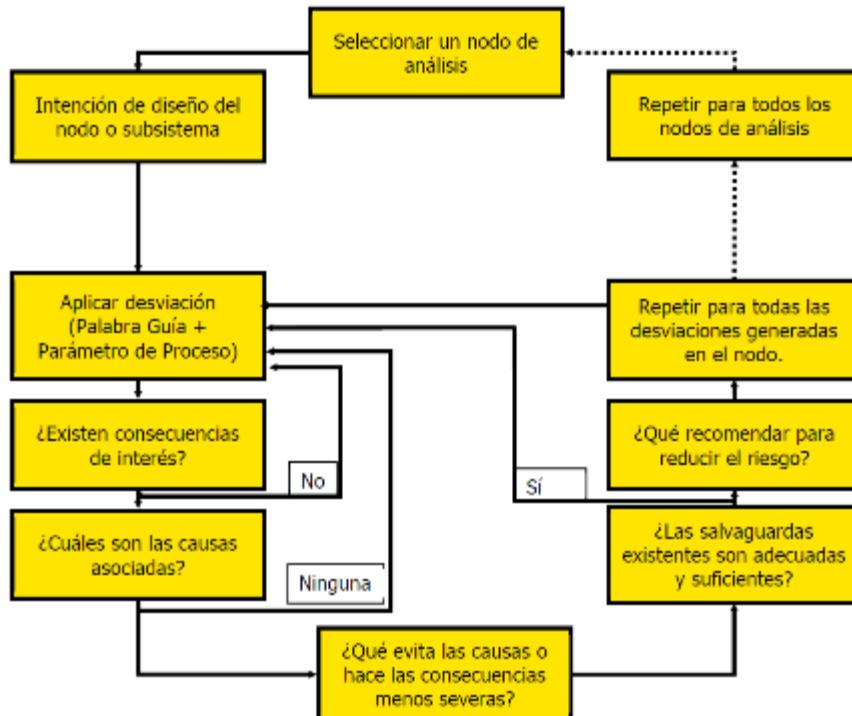
1. La identificación de una fuente de peligro (causa).
2. La identificación de las consecuencias, el impacto o el efecto que pueda presentar la materialización de un peligro potencial, identificado previamente.
3. La detección de las salvaguardas, controles y/o equipos con los que se cuente actualmente 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**

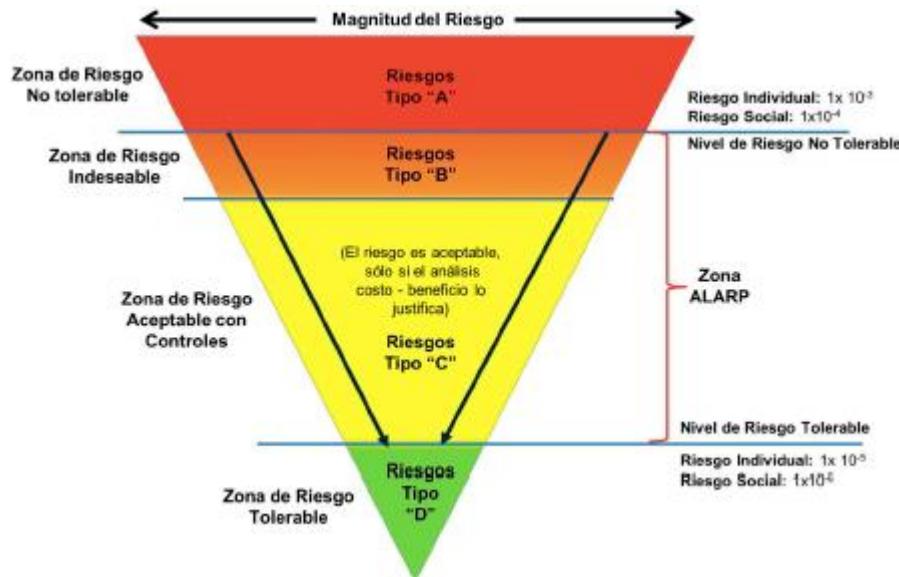
ALARP (por sus siglas en inglés As Low As Reasonably Practicable) Tan Bajo Como Sea Razonablemente Práctico.

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		<a href="https://elpais.com/internacional/2012/09/19/mexico/1348009722_387805.html">https://elpais.com/internacional/2012/09/19/mexico/1348009722_387805.html</a>
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.		<a href="http://www.milenio.com/negocios/accidentes_mas_grandes_Pemex-accidentes_pemex-pajaritos-explosion_pemex_0_723527754.html">http://www.milenio.com/negocios/accidentes_mas_grandes_Pemex-accidentes_pemex-pajaritos-explosion_pemex_0_723527754.html</a>
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.		<a href="http://www.milenio.com/negocios/accidentes_mas_grandes_Pemex-accidentes_pemex-pajaritos-explosion_pemex_0_723527754.html">http://www.milenio.com/negocios/accidentes_mas_grandes_Pemex-accidentes_pemex-pajaritos-explosion_pemex_0_723527754.html</a>
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.		<a href="http://www.elfinanciero.commx/politica/explosion-en-ternium-se-debio-a-la-acumulacion-de-gas">http://www.elfinanciero.commx/politica/explosion-en-ternium-se-debio-a-la-acumulacion-de-gas</a>
5	08-03-2018	Tlalnepantla, Estado de México	Planta		Sé desploma helicóptero dentro de gasera ocasionando una fuga de turbosina.		5 lesionados, daños materiales.		<a href="https://www.elsoldepuebla.commx/republica/se-desploma-helicoptero-dentro-de-gasera-en-tlalnepantla-1102507.html">https://www.elsoldepuebla.commx/republica/se-desploma-helicoptero-dentro-de-gasera-en-tlalnepantla-1102507.html</a>

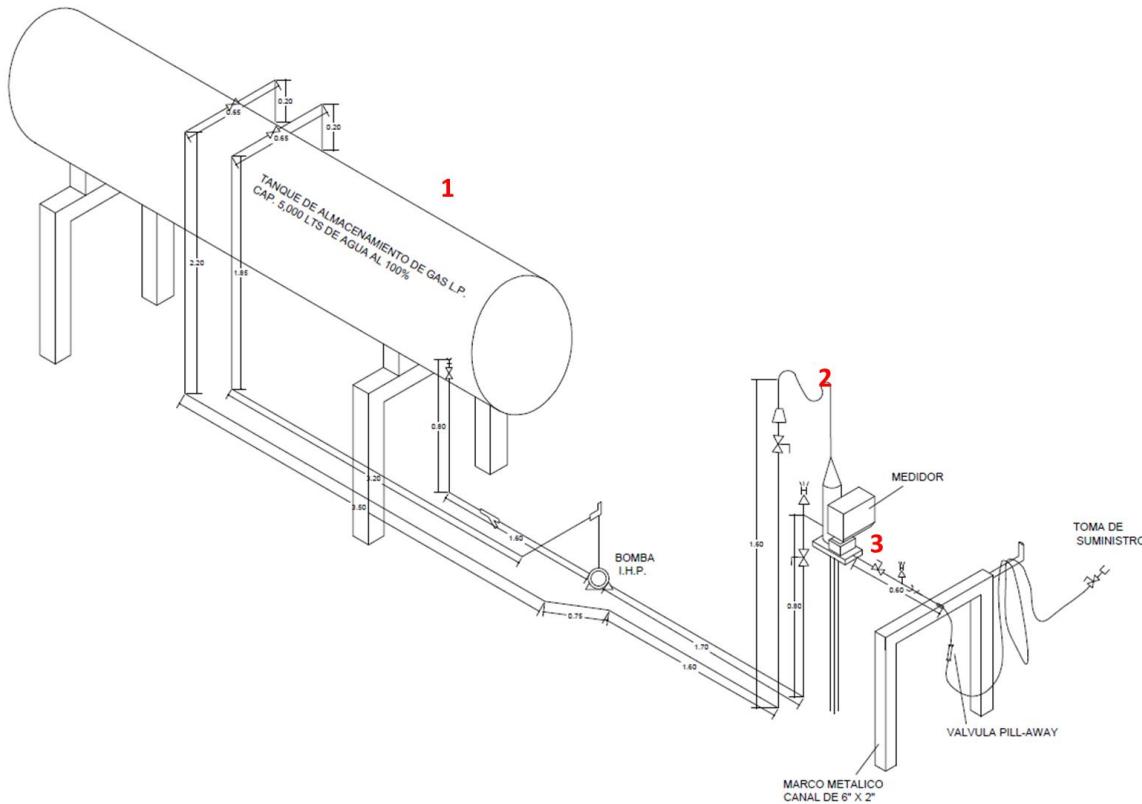
#### 4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO.

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. contenido en un tanque de almacenamiento, por el colapso de éste. Considerando una fuga súbita, se dirá que el gas estará en estado líquido
2	Fuga gas L.P., por la ruptura o desconexión de una línea de conducción de Gas L.P. en la toma de suministro
3	Liberación continua Gas LP por un orificio o fisura equivalente a 1" (25.4 mm) Ø, ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones, golpe con maquinaria pesada, etc.

### 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 trasvase de estas. Certo 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 sería 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. contenido en un tanque de almacenamiento, por el colapso de éste. Considerando una fuga súbita, se dirá que el gas estará en estado líquido
2	2	Mayor flujo / Perdida de contención	Gas L.P.	Fuga gas L.P., por la ruptura o desconexión de una línea de conducción de Gas L.P. en la toma de suministro
3	3	Mayor flujo / Perdida de contención	Gas L.P.	Liberación continua Gas LP por un orificio o fisura equivalente a 1" (25.4 mm) Ø, ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones, golpe con maquinaria pesada, etc.

#### 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	Occurre una o más veces en un periodo de 1 año
F5	5	Altamente probable	Occurre una vez en un periodo entre 1 y 2 años
F4	4	Probable	Occurre una vez en un periodo entre 2 y 5 años
F3	3	Poco probable	Occurre una vez en un periodo entre 5 y 10 años
F2	2	Raro	Occurre 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 daños 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 daños 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 daños 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 daños 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 daños 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	C	B	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**

	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

Zona de Riesgo  
Aceptable con Controles  
"ALARP" (Tipo C)

Zona de Riesgo No  
Tolerable (Tipo A)

Zona de Riesgo Tolerable  
(Tipo D)

Zona de Riesgo  
Indeseable (Tipo B)

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

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

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/in<sup>2</sup>) 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/m<sup>2</sup>) 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 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. Como referencia, a nivel del mar, la intensidad de radiación solar en un día soleado es de 1 kW/m<sup>2</sup>.

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 Regulados 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)	31.5 KW/m <sup>2</sup>	12.60 KW/m <sup>2</sup>	5.05 KW/m <sup>2</sup>
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in <sup>2</sup> a 10 lb/in <sup>2</sup>	1.0 lb/in <sup>2</sup> (0.070 cm <sup>2</sup> )	0.5 lb/in <sup>2</sup> (0.035 Kg/cm <sup>2</sup> )

### 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).

<b>Para el caso alterno</b>	Líneas de proceso: 3/4 ≤ DN ≤ 2"	DEF= 1.00 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Línea de proceso: 2" < DN ≤ 4"	DEF= 0.30 veces del diámetro nominal (DN) de línea de proceso.
	Línea de proceso o ductos de transporte: 6" ≤ 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.
<b>Para el Caso Más Probable</b>	Líneas de proceso: 3/4 ≤ DN ≤ 2"	DEF= 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Línea de proceso o ductos: 2" < DN ≤ 4"	DEF= 0.6" [por corrosión, perdida de material, golpe o falla en soldadura]
	Línea de proceso o ductos: 6" ≤ 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	Peor Caso	Fuga de gas L.P. contenido en un tanque de almacenamiento, por el colapso de éste. Considerando una fuga súbita, se dirá que el gas estará en estado líquido
2	Caso Mas Probable	Fuga gas L.P., por la ruptura o desconexión de una línea de conducción de Gas L.P. en la toma de suministro
3	Caso Mas Probable	Liberación continua Gas LP por un orificio o fisura equivalente a 1" (25.4 mm) Ø, ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones, golpe con maquinaria pesada, etc.

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

1. Peor Caso (PC).

Peor Caso (PC). Efectos Calculados a Niveles de Radiación Específicos		Escenario para Nubes Explosivas. BLEVE
	<p><b>Peor Caso (PC). Efectos Calculados a Niveles de Radiación Específicos</b></p>	<p><b>Escenario para Nubes Explosivas. BLEVE</b></p>
	<p> Zona de seguridad. 5.05 kW/m<sup>2</sup>. Potencialmente Letal durante los primeros 60 segundos 186.94 m</p>	
	<p> Zona de amortiguamiento 12.6 kW/m<sup>2</sup> Despues de 60 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado). 115.89 m</p>	
	<p> Zona de alto riesgo 31.5 kW/m<sup>2</sup> son ZONA DE INTERVENCION: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Quemaduras de 1er grado en 60 seg, dolor intenso. 66.42 m</p>	
Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.	Instalación: Estación de Carburación de Gas L.P.	Velocidad del viento: 1.50 m/s
Simulador a utilizar: <b>SCRI FUEGO</b>	Descripción del escenario: PC-BLEVE por Fuga de gas L.P. contenido en un tanque de almacenamiento, por el colapso de éste. Considerando una fuga súbita, se dirá que el gas estará en estado líquido.	No. de escenario: 1
Rev. 1	Fecha:07 de junio del 2021	Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara Firma: JCSL Clave o número de plano. 1

**1. Peor Caso (PC).**

<b>Peor Caso (PC). Efectos Calculados a Dosis Específicas de Radiación</b>		<b>Escenario para Nubes Explosivas. BLEVE</b>	
		<p> Zona de seguridad por radiación. 9.06 kW/m<sup>2</sup>. Dolor en piel desnuda. Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m<sup>2</sup>) <math>^{4/3}</math> s 141.05 m</p> <p> Zona de seguridad por radiación. 20.35 kW/m<sup>2</sup>. Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m<sup>2</sup>) <math>^{4/3}</math> s 89.35 m</p> <p> Zona de amortiguamiento por radiación. 34.22 kW/m<sup>2</sup> Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda /Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m<sup>2</sup>) <math>^{4/3}</math> s 63.16 m</p> <p> Zona de alto riesgo por radiación 96.80 kW/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>) <math>^{4/3}</math> s 9.15 m</p>	
Condiciones climáticas: Presión atmosférica y temp. 25 °C.		Instalación: Estación de Carburación de Gas L.P.	
Simulador a utilizar: <b>SCRI FUEGO</b>		Descripción del escenario: <b>PC-BLEVE</b> por Fuga de gas L.P. contenido en un tanque de almacenamiento, por el colapso de éste. Considerando una fuga súbita, se dirá que el gas estará en estado líquido.	
Rev. 1		Velocidad del viento: 1.50 m/s Nombre: Juan Carlos Sánchez Lara Firma: JCSL Clave o número de plano: 1	

**2. Peor Caso (PC).**

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



**Escenario para FIRE BALL**

■ Zona de seguridad.  
5.05 kW/m<sup>2</sup>. Potencialmente Letal durante los primeros 60 segundos.  
433.66 m

■ Zona de amortiguamiento  
12.6 kW/m<sup>2</sup> Despues de 60 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado).  
279.67 m

■ Zona de alto riesgo  
31.5 kW/m<sup>2</sup> son ZONA DE INTERVENCION: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Quemaduras de 1er grado en 60 seg, dolor intenso).  
179.90 m

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

Instalación: Estación de Carburación de Gas L.P.

Velocidad del viento: 1.50 m/s

No. de escenario: 1

Simulador a utilizar:

**SCRI FUEGO**

Descripción del escenario:

(Jet Fire). (PC). Fuga gas L.P., por la ruptura o desconexión de una línea de conducción de Gas L.P. en la toma de suministro.

Rev. 1

Fecha: 07 de junio 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 BLEVE**

Zona de seguridad.  
5.05 kW/m<sup>2</sup>. Potencialmente Letal durante los primeros 60 segundos.  
412.99 m

Zona de amortiguamiento  
12.6 kW/m<sup>2</sup> Despues de 60 segundos de exposición, son probables las quemaduras de segundo grado).  
266.64 m

Zona de alto riesgo  
31.5 kW/m<sup>2</sup> son ZONA DE INTERVENCION:  
Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos).  
Quemaduras de 1er grado en 60 seg, dolor intenso).  
171.98

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

Instalación: Estación de Carburación 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.** Liberación continua Gas LP por un orificio o fisura equivalente a 1" (25.4 mm) Ø, ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios, sobrepresiones, golpe con maquinaria pesada, etc.

Rev. 1

Fecha:07 de junio 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 esparrería 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
<b>Posibles Interacciones de Riesgos por fallas debido a errores humanos:</b>		
Diseño y construcción (NOM-001-SEDG-1996 y las demás relacionadas)	Fuga Incendio Explosión	Extremadamente baja Prácticamente improbable Prácticamente improbable
<b>Posibles Interacciones de Riesgos por fallas por eventos externos:</b>		
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:

- Población: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) a población aledaña al Proyecto (zonas vulnerables de población);
- 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;
- Personal: Descripción de posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) al personal que labora en el Proyecto, e
- Instalaciones/producción: Daños o afectaciones a equipos e Instalaciones que conforman el Proyecto o a infraestructura vial o industrial externa al Proyecto.

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

Afectación	Tolerable C1	Aceptable C2	Indeseable C3	No Tolerable C4
<b>A la Producción y la Instalación</b>				
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
<b>Al Personal</b>				
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
<b>A la Población</b>				
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. Correspondientes extranjeros
<b>Al Medio Ambiente</b>				
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 publica moderada	Evacuación lesionados	Controles orientados a establecer diseños seguros mediante la aplicación de normas de diseño que permitan reducir drásticamente la probabilidad de ocurrencia de un accidente de magnitudes catastróficas, graves y fatales con sustancias químicas peligrosas.
			Amortiguamiento	Una o más fatalidades afectación a la seguridad y salud pública	Considerar el factor de riesgo y las unidades y equipos de extinción con que se cuenta en la instalación	
		Sobrepresión	Alto Riesgo	Explosiones que impliquen transmisiones de energía que colapsen estructuras	Considerar el factor de riesgo y las unidades y equipos de extinción con que se cuenta en la instalación	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.	Considerar el factor de riesgo y las unidades y equipos de extinción con que se cuenta en la instalación	
		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	Riesgo de incendio y/o explosión en aquellas áreas con equipos eléctricos energizados, debido a condiciones subestándar de operatividad, falta de mantenimiento de equipos, falta de experiencia y conocimiento del personal que manipule / opere estos equipos.	Cumplir con los estándares operativos	Sistema de prevención como parte del diseño, por medios mecánicos o electrónicos con sus respectivos planes de mantención, 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	Fallas operativas como mal funcionamiento de equipos, inadecuadas conexiones, desajustes mecánicos, y otras relacionadas con el desvío de prácticas y procedimientos normales, seguros y confiables de operatividad.	Cumplir con los estándares operativos	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 equipos)	a) Fallas o situaciones que pueden presentarse durante las operaciones que pueden o no, llegar a desencadenar un evento por si solos	Cumplir con los estándares operativos	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 equipos)	a) Fallas estructurales como rupturas, colapsos, desplomes o eventos equivalentes	Considerar el factor de riesgo y las unidades y equipos de extinción con que se cuenta en la instalación	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/m<sup>2</sup> a 37.5 kW/m<sup>2</sup> y sobrepresión: Rango de 3 lb/in<sup>2</sup> a 10 lb/in<sup>2</sup>) y Zonas de Alto Riesgo (radiación térmica: 5.0 kW/m<sup>2</sup> y sobrepresión: 1.0 lb/in<sup>2</sup>), 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.

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 dominó, 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 quemé 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 Estación de Carburación.
- 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 en la Estación de Carburación 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 Contraincendios**

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 Estación de Carburación 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 Estación de Carburación 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 Estación de Carburación 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 llama 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 Estación de Carburación 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 aterrizado 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 Estación de Carburación 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 Estación de Carburación 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 Estación de Carburación.
- 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 Estación de Carburación 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 Estación de Carburación 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 Estación de Carburación 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, desarrollos 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

#### Grupos Regionales de Atención y Manejo de Emergencias (GRAME)

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:
  - Asegurar el funcionamiento de los equipos relacionados con la Operación;
  - Asegurar que los materiales y/o refacciones que se usan en los equipos cumplen con las especificaciones de diseño y recomendaciones del fabricante;
  - Asegurar que se lleven a cabo las revisiones, evaluaciones de integridad y pruebas periódicas a los equipos;
  - Realizar el mantenimiento con base en las recomendaciones del fabricante;
  - Revisar el cumplimiento de las acciones correctivas resultantes del mantenimiento, y
  - 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.	Por ejemplo: Instalar el sistema de control de nivel para el tanque de almacenamiento	1	Elemento VIII. Control de actividades, arranques y cambios	1.3	Se presenta un alto nivel, que puede generar un derrame		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/cm<sup>2</sup>man (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 rural), 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 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

## X. RESUMEN EJECUTIVO

El Proyecto consiste en la construcción y operación de una Estación de Carburación de Gas L.P. de la empresa ZAGAS DE PEÑASCO, S. A. de C.V., a ubicarse en Calle Venustiano Carranza sin número, entre la calle 23 y 24, colonia Obrera, C.P. 83555, Puerto Peñasco, Sonora.

La superficie total del predio es de 477.75 m<sup>2</sup>., localizado geográficamente en las siguientes coordenadas.

Coordenadas geográficas WGS 84 12 R / WGS 84		
Proyecto	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
Estación de Carburación (Gas L.P.)	258,994.00 m E	3,466,496.00 m N

El diseño y construcción de la Estación de carburación se hizo apegándose a los lineamientos de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo, en el Reglamento de gas Licuado de Petróleo de fecha 05 de Diciembre del 2007, así como en la Norma Oficial Mexicana NOM – 003 – SEDG – 2004 “Estaciones de Gas L.P. para carburación – Diseño y Construcción”, editada por la Secretaría de Energía, y aprobada por el Comité Nacional de Normalización en materia de Gas L.P. en su sesión ordinaria del 19 de Noviembre del 2004, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de abril de 2005 y demás acuerdos y resoluciones relativos al uso del Gas Licuado de Petróleo como carburante en vehículos con motor de combustión interna.

La Estación tendrá un recipiente para almacenamiento de Gas L.P. tipo intemperie horizontal con una capacidad de almacenamiento de 5,000 litros al 100% de agua. El objetivo principal del proyecto es la comercialización de Gas L.P. como combustible para vehículos de combustión interna. La justificación del proyecto se centra en que la zona donde se plantea la Estación, corresponde a un sitio con alto movimiento vehicular, debido a la demanda en la región por lo que muchos de los vehículos de transporte requieren combustible como el Gas L.P. para su funcionamiento.

El predio es un sitio en el acceso a la localidad de Puerto Peñasco, las actividades en el sitio del proyecto son principalmente de asentamientos humanos y por actividades urbanas y comerciales. Este conjunto de factores hace que el predio de interés se encuentre totalmente alterado en sus elementos de flora y fauna nativos ya que se trata de un predio en consolidación urbana.

Con base en la información recabada y a las proyecciones respecto a la actividad y su entorno, podemos concluir que la construcción y operación de la Estación de Carburación de Gas L.P. propiedad de ZAGAS DE PEÑASCO, S. A. de C. V., con pretendida ubicación en Calle Venustiano Carranza sin número, entre la calle 23 y 24, colonia Obrera, C.P. 83555, Puerto Peñasco, Sonora, es una actividad de un impacto ambiental muy reducido, básicamente por dos situaciones que se conjugan, primeramente se trata de una actividad de dimensiones muy pequeñas y la segunda va en relación a que el sitio donde se proyecta, las variables ambientales como flora, fauna y paisaje se encuentran completamente alterados en sus elementos naturales.

No obstante, a ello se contempla toda una serie de medidas ambientales que pueden hacer que los impactos sean prácticamente imperceptibles. Al analizar elemento por elemento podemos observar lo siguiente:

Suelo. El principal impacto será en la compactación del lugar, para hacer una superficie de rodamiento.

Aqua. Su impacto básicamente se centrará en la generación de aguas residuales provenientes de un wc y un lavabo que serán de uso del empleado despachador de la Estación, las cuales se canalizarán al drenaje municipal.

Atmósfera. Se generarán algunas partículas de polvo por el movimiento de suelo y por el rodamiento de vehículos a los que se les suministre el combustible.

Flora y Fauna. La alta degradación ambiental de la zona donde se inserta el proyecto, incluido el predio de interés, conlleva a que el impacto a estas variables solo se centre en eliminación de hierbas propias de sitios baldíos sin actividad productiva.

Paisaje. Las reducidas dimensiones del proyecto, aunado a las actividades agrícolas existentes en el entorno en esa zona, hacen que la actividad sea fácilmente absorbida por el entorno sin que signifique una afectación a esta variable ambiental.

Socioeconómicos. Como cualquier actividad económica, su implementación indudablemente impulsará aspectos económicos para la zona, estos no directamente representados por la generación de empleos o alguna derrama económica resultante de la demanda de algún insumo, sino más bien por la opción que se brinda al ofertar un combustible alternativo a la gasolina, que para los productores del campo es significativa por las diferencias de costos entre ambos combustibles.

Por lo anterior podemos concluir que como se observa, no existen afectaciones considerables al medio ambiente, por lo que no hay elementos que pudieran hacer inviable la actividad que se proyecta.

# ANEXOS