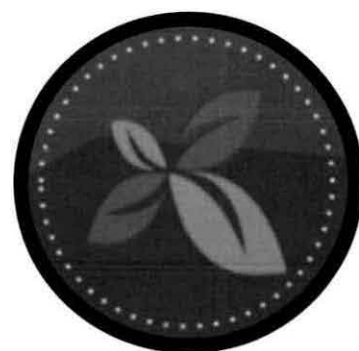


ANEXO 2

(Estudio de Riesgo Ambiental)



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO



**Construcción y Operación de Estación de Servicio de
Gas Natural Vehicular Clear Gas S.A.P.I. de C.V.**

Datos Generales

Nombre del proyecto

Construcción y Operación de Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular Clear Gas S.A.P.I. de C.V.

Nombre o razón social

CLEAR GAS, S.A.P.I DE C.V.

Registro Federal de Contribuyentes

CGA150225TE1



Nombre del Representante Legal

C. Eduardo Espinosa Martínez

Dirección del Promovente

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

1. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proyecto versa sobre la Construcción y Operación de una Estación de Servicio Tipo 1, de llenado rápido para gas natural vehicular, de acuerdo a lo estipulado en la NOM-010-SECRE-2002 "Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio, con el objetivo de venta y llenado de combustible (gas natural) comprimido a transporte colectivo y público en general, la cual se abastecerá de la línea exterior de gas natural de la localidad suministrando el combustible directamente a los tanques de los vehículos automotores y sin considerar almacenamiento del mismo dentro de la estación ya que estará conectada a la red de suministro de gas natural existente en la zona del proyecto.

El proyecto se desarrollará en una zona ya totalmente urbanizada, al sur de la ciudad de San Luis Potosí en un predio o localizado Boulevard Río Española No. 505, Fraccionamiento La Esmeralda en el municipio de San Luis Potosí, S.L.P.



Predio del Proyecto de la EDS

Riesgos y Vulnerabilidad

Riesgos Naturales.

Como consecuencia de sus condiciones climáticas, en particular baja precipitación y alta evaporación, el centro de población estratégico de San Luis Potosí presenta una marcada escasez de agua; la principal fuente de abastecimiento para la ciudad es el acuífero inferior, que tiene una sobre explotación de 38 millones de metros cúbicos al año, lo que provoca un abatimiento del manto freático de 1.5 a 2 metros por año. De continuar con esta tendencia existe el riesgo de que el recurso se agote, por lo cual es necesario poner en marcha los programas de ahorro, uso eficiente y reusó del agua para todos los sectores de la población.

Aunada a la escasez del agua por condiciones naturales se suma el hecho de que en los últimos veinte años se han instalado algunas plantas industriales con elevados consumos de agua, como la Productora Nacional de Papel Destinado y la planta termoeléctrica de Villa de Reyes, que, aunque no se encuentran dentro del área objeto del Plan, consumen agua del mismo acuífero de donde se abastece la Zona Metropolitana. Además, las industrias alimenticias tienen elevados consumos del recurso con lo que aumenta la presión sobre el acuífero y la competencia por el agua entre las diferentes actividades económicas urbanas.

Las precipitaciones torrenciales también pueden ser causantes de desbordamientos de los arroyos, ríos y presas cercanos al centro de población.

Ejemplos de estos cuerpos de agua son: los arroyos El Aguaje, La Capilla, Rincón Verde, y Maguey Blanco.

Geología y Geomorfología

Características Litológicas del Área.

La Provincia Fisiográfica de la Mesa del Centro, se sitúa entre las Sierra Madre Occidental y Oriental, y al norte del Eje Neo volcánico, y se caracteriza por la presencia de mesetas extensas y aparatos volcánicos, además de planicies que son constituidas por elementos disgregados de las rocas que les precedieron. Estas estructuras morfológicas denudadas por efectos pluviales y eólicos han originado rasgos característicos de esta destrucción, tal como los abanicos aluviales al borde de las serranías, y los rellenos sedimentarios, ambos rasgos característicos en el área donde se desarrolla el presente proyecto.

El área de estudio, se ubica en la llanura aluvial cuyos depósitos provienen de rocas de origen ígneo, principalmente riolitas y algunos conglomerados, en esta llanura es donde se asienta la ciudad de San Luis Potosí.

Observando la ubicación del área de estudio, en la llanura aluvial, contigua a una corriente temporal (Río Española hoy entubado como colector de aguas residuales), y el que proviene de algunas elevaciones montañosas de la Sierra de San Miguelito que se extiende al sur suroeste, se aprecia que las características litológicas de la sierra se componen en su parte superior de macizos de rocas ígneas riolíticas, en altitudes que van desde los 1950 a 2500 msnm, dando paso en las áreas de pie de monte a rocas sedimentarias de conglomerado del mismo origen ígneo, en la parte más baja en lo que corresponde a la llanura, para recibir el aporte de las partículas producto de la erosión de los macizos riolíticos y sus conglomerados, en forma de sedimentos más finos que se depositan y caracterizan a la llanura aluvial; el proyecto de la Estación de Servicio CLEAR GAS, ocupará por tanto parte de lo que es llanura aluvial.

Características geomorfológicas más relevantes.

El área específica donde se propone la construcción de la Estación de Servicios CLEAR GAS, presenta como características geomorfológicas relevantes, una unidad homogénea de valle aluvial, las características más relevantes se dan al sur fuera del área del proyecto, en donde por su proximidad relativa al área del proyecto resalta la corriente temporal del

Río Españita, que drena procedente de la Sierra de San Miguelito, y que pasa cercano al área del proyecto.

Características del Relieve: El relieve característico de la parte de la subprovincia donde se ubica el proyecto corresponde a los atributos de una llanura aluvial a los 1900 msnm.

Clasificación y Uso del Suelo.

La región Sur y Oeste del municipio está ocupada por plegamientos cerriles como la sierra de San Miguelito, configurada por zonas volcánicas, de las cuales, la más importante es la riolita y en menor grado la roca ígnea extrusiva ácida, nuestro proyecto se ubica al oeste, en el valle aluvial hacia donde fluyen los materiales de arrastre que se disgregan de estos plegamientos.

Los suelos aluviales ausentes de roca circundan la capital del Estado, todo el Centro y Sureste del territorio, extendiéndose hacia el Norte. Al Oriente se encuentran reolitas sedimentarias del tipo conglomerado macizo montañoso de la Sierra de Álvarez, compuesto por calizas lutitas y brecha. Hacia el Norte, concentraciones de reolitas asociadas con conglomerados y suelo aluvial ausente de roca. Su uso potencial es pecuario, pero también se explota en la actividad agrícola.

Cabe señalar que la textura de todos los suelos del centro de población es media o limosa, sin problemas de drenaje, aereación y fertilidad; sin embargo, al presentar esta textura son susceptibles de ser erosionados por la acción del viento.

Hidrología superficial

El centro de población está ubicado en la Región Hidrológica No. 37. El Salado. Esta región se encuentra rodeada por una serie de conjuntos orográficos que le dan el carácter de cuenca cerrada, aunque cabe señalar que en realidad es un conjunto de 64 cuencas cerradas de diversos tamaños, las cuales en su mayoría carecen de corrientes superficiales permanentes.

Debido al clima seco y semiseco dominante en la región, las corrientes sólo se manifiestan en la temporada de lluvias, generalmente son de curso corto, ya que al llegar a las llanuras desaparecen por filtraciones y evaporaciones.

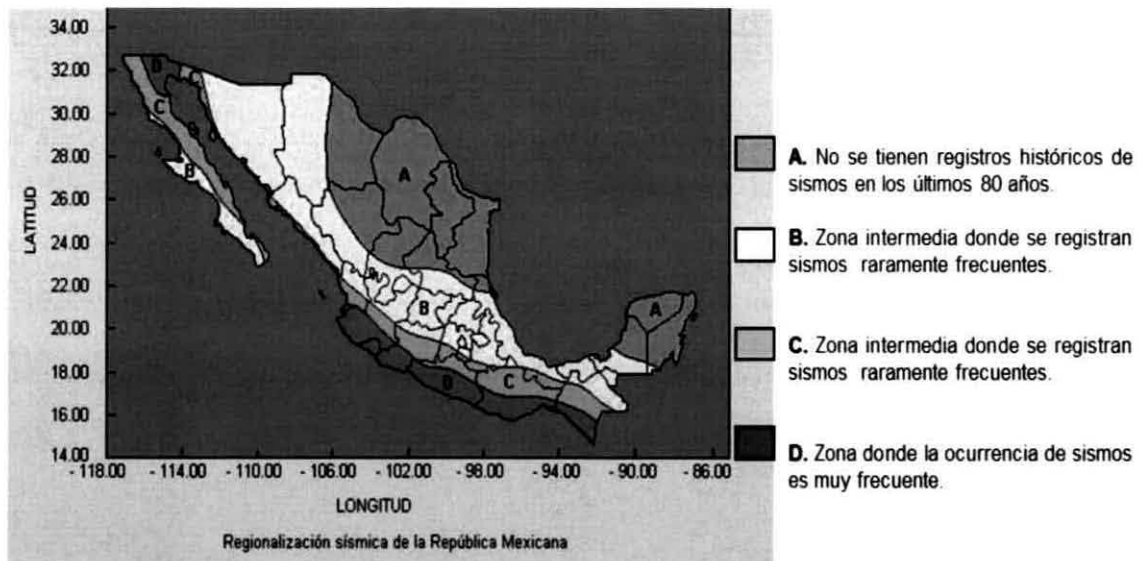
El área de estudio se localiza dentro de una de las cuencas cerradas formadoras de la región hidrológica El Salado, que es San Luis Potosí. La corriente principal de esta cuenca es el río Santiago, que se origina en la Sierra de San Miguelito al suroeste del Valle de la Ciudad de San Luis Potosí, y del área del proyecto, siendo que otra de las corrientes formadoras de la región hidrológica es la del Río Españita, que se origina también en Sierra de San Miguelito al Suroeste, pero más próximo al área del proyecto, y pasando su curso a pocos metros del ya canalizado y urbanizado (Vialidad Río Españita), y que muestra las siguientes características:

Se origina con el nombre de arroyo El Lobo a 2100 msnm, aproximadamente a 10 kilómetros al suroeste de la ciudad de San Luis Potosí. Su curso es hacia el noroeste, recibiendo los escurrimientos del arroyo El Rincón Verde y El Maguey Blanco, hasta confluir a la presa Cañada del Lobo. A la corriente que se origina aguas abajo de la cortina de esta presa se le conoce como Río Españita, el cual sigue una dirección hacia el norte hasta ingresar al Valle de la ciudad de San Luis Potosí.

El río Españita, aguas abajo de la presa Cañada del Lobo, comúnmente no presenta escurrimientos, sólo lleva agua cuando se registran precipitaciones elevadas y cuando llega a verter sus excedentes la presa Cañada de Lobo. El curso que sigue es pasando la vialidad Salvador Nava Martínez hacia el este, pasando ya canalizado y urbanizado como una vialidad (Avenida Río Españita), y sobre la que se ubica nuestro proyecto.

Cabe mencionar que actualmente se utiliza el cauce de este río para desalojar por tubería las aguas de desecho de la ciudad para posteriormente canalizarlas a la planta de tratamiento de Tanque Tenorio al noreste en la Delegación Municipal de Villa de Pozos S.L.P.

En lo que respecta a sismicidad, el Estado de San Luis Potosí se encuentra dentro de la zona sísmica de la República Mexicana, en ella los sismos son poco frecuentes; además sobre la llanura aluvial, en donde se asienta la ciudad existen fallas que se encuentran sujetas a estudio debido a que cruzan zonas habitadas de la localidad, aun así no hay riesgo de movimientos telúricos o de desplazamiento de fallas significativos. La zona carece de volcanes activos que pudieran representar algún riesgo en la seguridad de los habitantes.

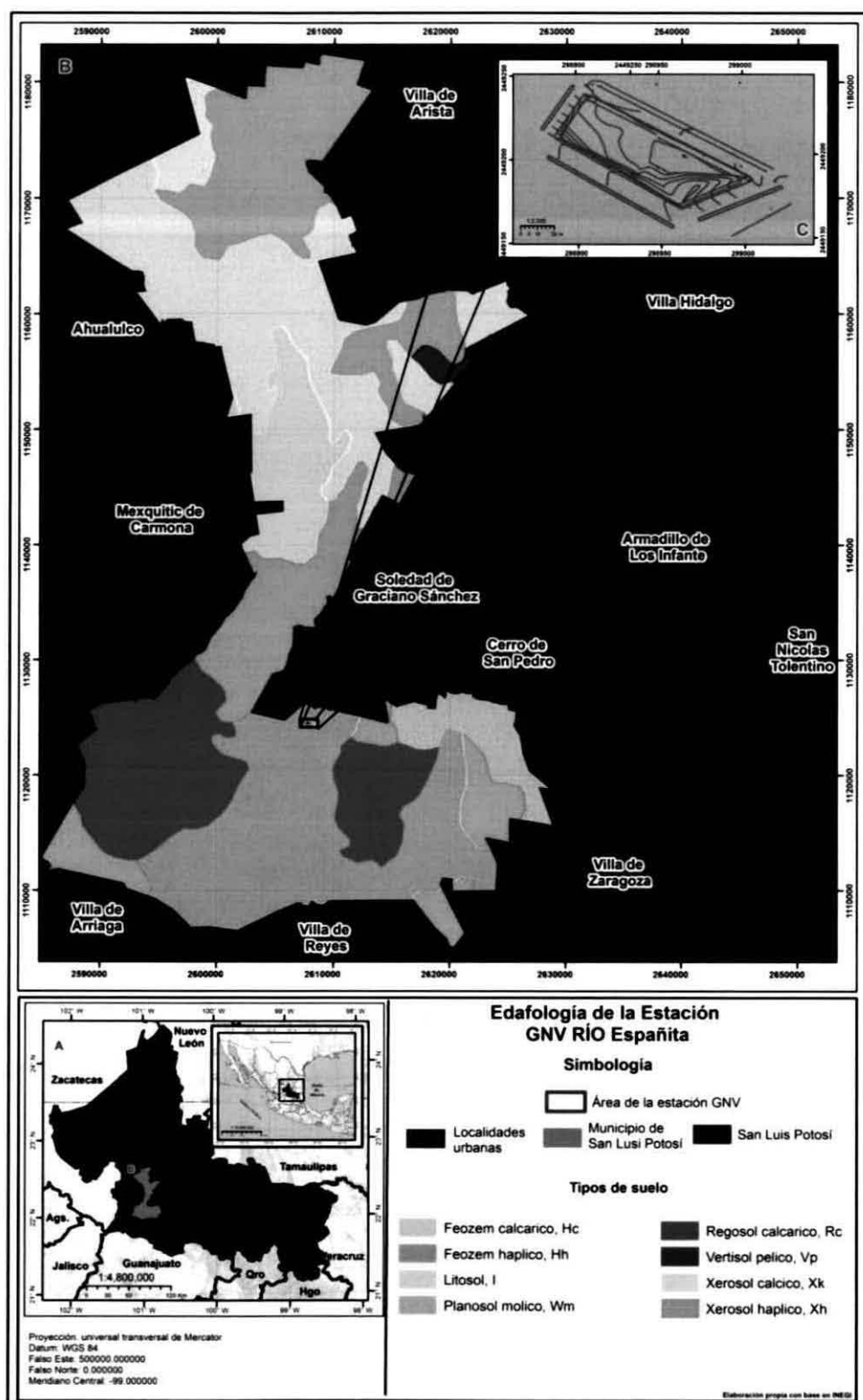


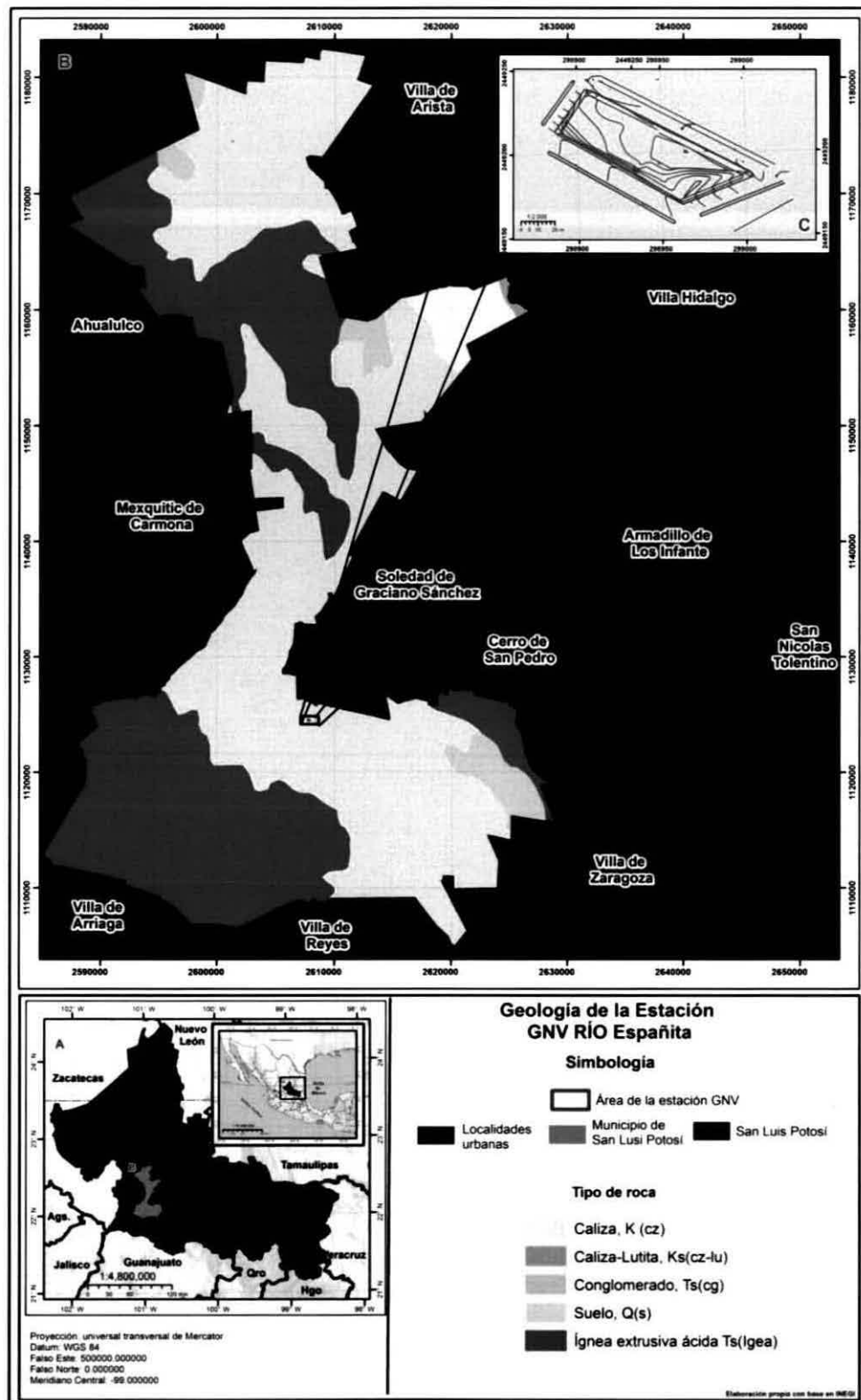
¿El sitio de la instalación de la Estación de Servicio GAS SAPI está ubicado en una zona susceptible a?:

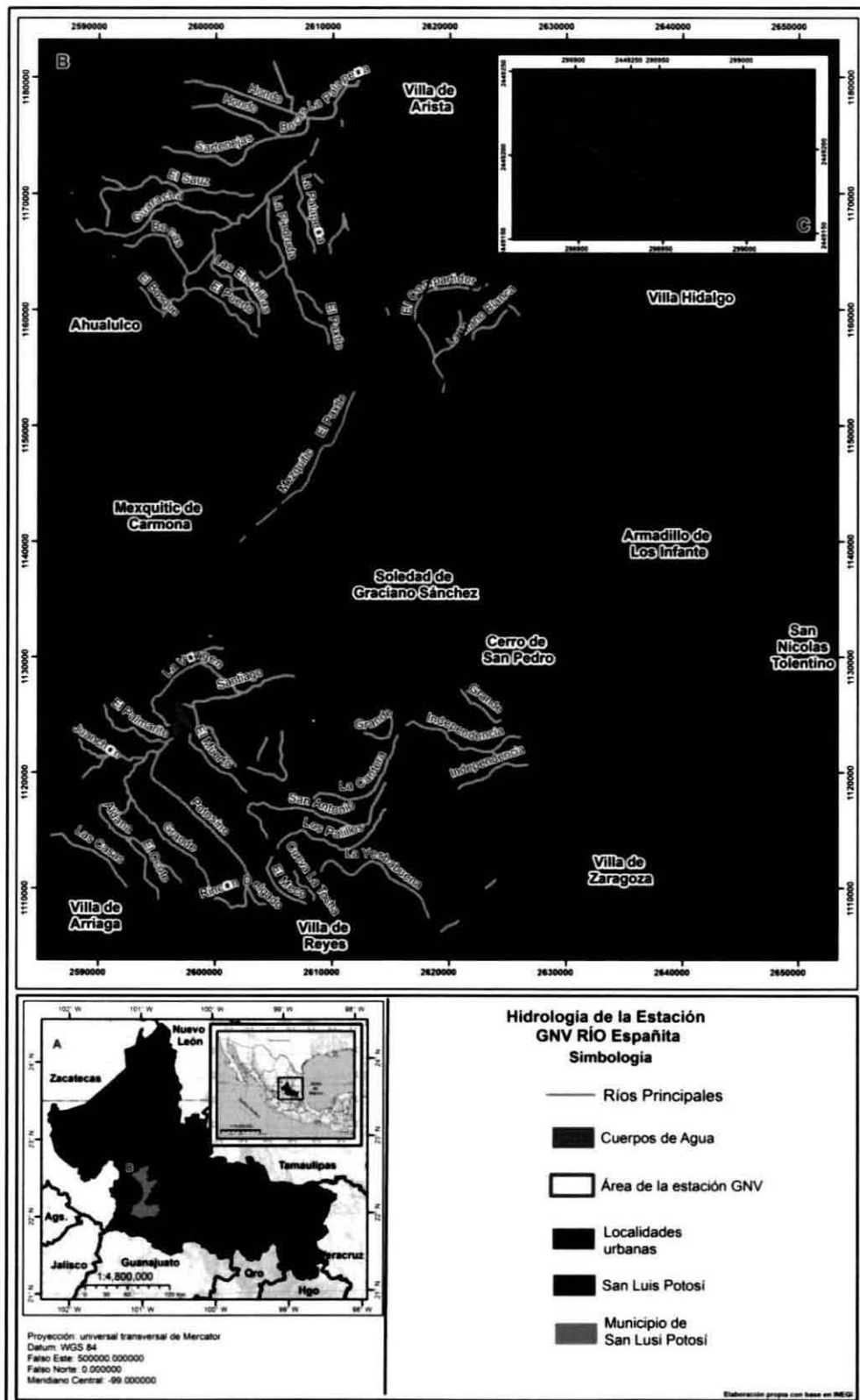
(No) ¿Terremotos (sismicidad)?

(No) ¿Corrimientos de tierra?

(No) ¿Derrumbamientos o hundimientos?







I.1. BASES DE DISEÑO

I.1.1 Proyecto civil

El proyecto consiste en la construcción y operación de una Estación de Servicio (EDS) Tipo 1, es decir de llenado rápido, de gas natural y pretende ser instalado en un predio que cuenta con un área total de ~~2823~~ metros cuadrados, el cual tiene actualmente un uso comercial.

Las áreas que componen una EDS Tipo 1 son:

- a) Estación de Filtración (EF).
- b) Estación de Regulación y Medición (ERM).
- c) Recinto de Compresión y Almacenamiento (RCA).
- d) Subestación eléctrica, Cuarto de Control.
- e) Servicios Propios (Cuarto vestidor Despachadores, Baños Públicos).
- f) Canopy.
- g) Oficinas Administrativas.
- h) Patio de Maniobras.
- i) Zonas Verdes.

Cuenta con área para oficinas, para equipos y compresores, así como dos áreas para el Canopy, que es donde se ubican los dispensarios. Además, como se mencionó anteriormente, cuenta con un área destinada para el taller mecánico para la conversión de los automóviles de gasolina a gas natural. El área sobrante es para la circulación de vehículos y para áreas verdes.

Dentro de la edificación se incluyen oficinas, baños públicos y un área comercial. En las oficinas se encuentran diversas áreas, en planta baja se cuenta con un cuarto destinado para el Conteo, Vestidores, Oficinas de Mantenimiento y Aseo, así como un área destinada para Ventas. En la planta alta se tienen dos baños, un área común que serán estaciones de trabajo y un cuarto para Cocineta; además de un cuarto adicional para Sala de Juntas y otro para Oficina de la Dirección, además de que se tiene una terraza. Por otra parte, se cuenta con los baños públicos, tanto para hombres y para mujeres. Por último, se destina espacio para dos locales comerciales.

	ZONA	AREA (m2)	PORCENTAJE
1	Oficinas P.B	207.04	7.33%
2	Oficinas P.A	199.35	-
3	Áreas verdes	173.43	6.14%
4	Estacionamiento	168.48	5.97%
5	Circulaciones	1513.81	53.61%
6	Canopy	466.18	16.51%
7	Canopy Diesel	0.00	0.00%
8	Área Eléctrica	111.92	3.96%
9	Área de Compresión	159.55	5.65%
10	Estación de Regulación y Medición	23.11	0.82%
	Área total del terreno (1+3+4+5+6+7+8+9+10)	2823.51	100.00%

RECINTO

El recinto consta de 360 m², dentro del cual se instalará un compresor de 1400 m³/h para el arranque de la estación, una cascada de almacenamiento de 32 cilindros, se dejan bases para un compresor y un equipo secador a futuro. Los dispositivos de control se instalarán de forma tal que el congelamiento interno, externo o las condensaciones no provoquen fallas de funcionamiento.

Cada base esta 0.2 m por encima de nivel de piso terminado, construida de concreto f'c 250 y medidas específicas para cada uno de los equipos. Cada compresor será anclado de acuerdo a las especificaciones del manual del fabricante, la cascada y el equipo secador se apoyan sobre un skid propio del equipo, los cuales cuentan con barrenos para ser anclados en caso de ser necesario para evitar flotación y/o arrastre en caso de inundación y no se acumularán líquidos debajo de los recipientes. Además, sobre los equipos no pasaran líneas de transmisión de energía eléctrica, ni estarán expuestos a la falla de estas líneas y tendrán una distancia mínima de 3 (tres) m al edificio más cercano o a la línea de colindancia, y a las protecciones contra impactos de vehículos, y una distancia mínima de 15 (quince) m cuando se trate de hospitales, centros educativos y vías de ferrocarril.

Los recintos serán construidos a una distancia no menor de 2 (dos) m de los linderos del terreno o de cualquier construcción aledaña.

Cada compresor cuenta con detectores de mezcla que envían una alarma o detienen el equipo de acuerdo al nivel de gas detectado. El sistema de almacenamiento cuenta con una válvula de seguridad que se activa a 4000 psi y se cuenta con un venteo que sobresale 2 m aproximadamente del recinto, que tendrá un arreglo para evitar la entrada de lluvia, objetos extraños y polvo, además estará orientado a un área de descarga segura, tomando en cuenta los vientos dominantes de la zona, cuidando que el flujo de gas no esté dirigido hacia edificios, equipos o áreas que puedan estar ocupadas por el público.

El recinto no tendrá techo y contará con detectores de mezclas explosivas que accionaran una alarma luminosa y sonora al alcanzar una mezcla de 0,5 (cero coma cinco) % en volumen de gas natural en aire. En caso de detectar una mezcla de 3 (tres) % se debe activar un sistema de bloqueo, el cual debe interrumpir la energía eléctrica a toda la estación y cerrar las válvulas de alimentación de gas a los compresores, al sistema de almacenamiento y a los surtidores, además no se permitirá usar material inflamable a una distancia menor de 3 (tres) m del recinto y en caso de existir tanques abiertos que contengan líquidos combustibles o inflamables, habrá una separación mínima de 6 (seis) m entre el recinto y la pared exterior más cercana de los tanques.

Se tendrá un espacio libre de por lo menos 1 (un) metro entre recipiente y otros componentes para tener acceso a todas las válvulas y conexiones, así también entre las unidades de compresión para minimizar las vibraciones entre éstas.

Disposición de los surtidores

Los surtidores de GNC estarán localizados en una instalación exterior protegida que cumple con las dimensiones indicadas en la norma.

Los surtidores se montarán sobre un módulo de abastecimiento, como mínimo con las características y distanciamientos que se muestran en la Norma y con una protección tubular contra choques sobre el sentido de circulación de los vehículos. Asimismo, el distanciamiento entre el surtidor y la colindancia a la banqueta más cercana será de tres metros. El punto de transferencia guardará una distancia mínima de tres metros con colindancia del predio y la banqueta. Se considerará que las áreas clasificadas como peligrosas queden localizadas dentro del predio y que no se obstruya la vialidad interna vehicular

I.1.2. Proyecto mecánico

La ERM está construida con Tubería de acero negro al carbón cedula 80 hasta los elementos reguladores, donde se disminuye la presión de suministro de 12-4 bar que será la presión de trabajo de la ERM, la cual está constituida por una ingeniería que garantiza la seguridad del centro de trabajo.

La operación y mantenimiento de la ERM, es responsabilidad del distribuidor y solo personal de la distribuidora debidamente capacitado, la operará y hará el mantenimiento mediante un programa de revisión trimestral y se tendrá contacto telefónico mediante un número de emergencias los 365 días del año las 24 horas, por cualquier anomalía o incidente, que se presente en la misma.

El arreglo principal de esta EDS contempla 3 secciones:

- a. Sección de Filtración
- b. Sección de Regulación
- c. Sección de Medición

a. Filtración

La Estación ERM inicia con la conexión al ramal de 4" que viene de la interconexión con el Gasoducto de 3" de la compañía Fenosa, para continuar en 3" hasta llegar la junta aislante

monoblock de 2" JMB-100, para luego encontrarse con una "Tee" que divide a las secciones de filtración con la posibilidad de aislamiento con las válvulas VA-100 y VA-101 (NA), cuando se tenga que hacer mantenimiento o cambio de cartucho al Filtro de la línea principal. Sobre la línea principal, se encuentra un primer indicador de presión PI-100 acotados por la válvula de aguja NA-100, con rangos de medición de 0 a 21 Kg/cm² para tener la referencia de la presión de entrada a la ERM, Posteriormente se encuentra dos válvulas tipo esfera VA-100 y VA-101 (NA/NC). La ERM, está diseñada con dos líneas principales de filtrado y regulación, esto con la intención de ofrecer un servicio continuo, durante los periodos de mantenimiento de los filtros y/o reguladores. A la salida de la ERM se encuentra un filtro de 0,5 micras.

b. Regulación

Esta sección cuenta con dos ramales principales de regulación y está provisto de una etapa de regulación en cada una, con regulación ANSI 300. Finalmente, la válvula Slam Shut cerrara por detección de contra presión para salvaguardar las instalaciones aguas arriba de este regulador con un punto de ajuste de 0.5 Kg/cm², esto es, que al detectar una presión igual o superior a este valor por el cierre inesperado de válvulas aguas abajo o suspensión de consumos parciales, esta válvula cerrara de forma automática. Existe la posibilidad de que se presente un incremento de presión en el sistema debido a razones de operación, como la presurización en la línea debido a un paro general de la planta en sus equipos de consumo lo que ocasionaría un incremento de presión o por una falla en los elementos internos del equipo de regulación que pudieran afectar el rango de calibración en la presión de salida y esta se incrementa. En cualquiera de estos casos cuando la válvula Slam Shut detecte el incremento de presión en un rango de 0.5 kg/cm² por encima de su presión de ajuste, esta bloqueará el paso del gas en el sistema por alta presión, de igual manera la válvula obstruirá el paso de gas. Si la causa de falla continua, esta misma válvula se bloqueara por alta presión y el sistema quedará protegido, esto con la finalidad de proteger las instalaciones del usuario, así como a los que dependen de este ducto de transporte y que pudieran verse afectados.

Una recomendación de operación para este tipo de arreglos es el intercambiar el funcionamiento de los reguladores de trabajo con el fin de que ambos reguladores operen por periodos alternados y ambos respondan correctamente cuando sean requeridos.

c. Medición

Esta línea principal 4"-ERM G-650 - 19- 4 Bar cuenta con válvulas de seccionamiento de entrada VA-100, VA-101 y salida VA102. Por esta línea pasa el flujo principal que se mide con el medidor tipo TURBINA ANSI 150, G-650 Fluxi 2150.

La operación de la medición se realizará mediante el uso de un computador de flujo (Electro corrector) el cual recibirá las señales de Presión estática, Temperatura de proceso, Flujo instantáneo para correr los algoritmos marcados por el reporte AGA 7 y 8 para la medición de gases y así totalizar de manera compensada el flujo instantáneo en la línea de medición. Las variables para los cálculos de flujo compensado de acuerdo a las recomendaciones de AGA 7 y 8, Presión Estática y Temperatura serán enviadas al Computador de Flujo Mediante un Transmisor de Presión y Temperatura con señales FT-100, PT-100 y TT-100. La señal de temperatura se toma de un elemento primario RTD tipo PT-100 con constante alfa 385 ohm/°C, instalado en un termo pozo de Acero Inoxidable a 4 diámetros de distancia de la salida del medidor de flujo para el cumplimiento con la recomendación de AGA

Reporte 9, así como con la NRF-081-2004. Se termina con la sección de medición con la válvula tipo macho de 3" VA-102 (NA) la cual va hacia delante las válvulas de aislamiento NA-103 para el indicador de presión PI-103 para tener la lectura de la presión de salida de esta ERM, para continuar con una "Tee" que une la línea principal un carrete que será instalado como bypass solamente cuando se requiera dar servicio a la etapa de medición.

Tabla 1.- Periféricos de la EDS

Periféricos	Unidad	Cantidad
Surtidores	PZA	6
Cascada de almacenamiento 32 cilindros	LH	4000
Panel de prioridad	PZA	1

Tabla 2.- Características de los compresores.

Características de los equipos de GNC de la EDS				
Compresor	Cantidad	Capacidad de flujo	Presión de entrada	Consumo de energía
IMW	2	1400 Sm ³ /h	7 bar	188.5 kW

Tabla 3.- Capacidad de operación de la EDS

Cálculo de capacidad de flujo de la EDS			
Descripción	Cantidad	Unidad	Rango de operación Max
Presión de trabajo		bar	250
Compresor	2	Pza	
No. De mangueras	12	Pza	12
Q Max EDS/día		Sm ³ /día	67200,00
Carga por autobus		Sm ³	239
No. de autobuses por día		Unidades	132
No. De cargas por día	1	Veces	1
Carga total de autobuses		Sm ³ /hr	31548,00
Carga por auto particular		Sm ³	13
No. De autos por día		Unidades	1300
No. De cargas por día	2	Veces	2600
Carga total de autos		Sm ³ /día	33800,00
Flujo total EDS		Sm ³ /día	65348,00
Autos promedio cargados por manguera		Unidades/hr	10
Autobuses promedio cargados por manguera		Unidades/hr	3

Descripción de tuberías y accesorios

La presión de salida de la ERM será fija a 7 bares por lo que la tubería de que conduce el gas de la ERM a los compresores y al equipo secador deberá ser de acero al carbono y deberá cumplir con las especificaciones mínimas que arrojen los cálculos, para los cambios de dirección se utilizarán los accesorios necesarios, no se permitirán dobleces.

La tubería, conexiones, accesorios y componentes de acero de la instalación de aprovechamiento que estén enterrados, se deben proteger contra la corrosión de acuerdo con lo establecido en el Apéndice II, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas, de la Norma NOM-003-SECRE vigente. Las tuberías de acero a utilizar deberán cumplir con las normas NMX-B-010-1986, NMX-B-177-1990, NMX-B-179-1983.

La tubería enterrada será instalada de la forma más directa como sea práctico, con las medidas de protección adecuadas para resistir expansión, contracción, vibración, golpes y asentamiento del suelo. La tubería instalada arriba del nivel del piso estará protegida contra daño mecánico y corrosión atmosférica.

Las válvulas, empaques de válvulas y material de empaque serán los adecuados para soportar el gas natural a las presiones y temperaturas a las cuales estarán sujetas bajo condiciones de operación.

No se utilizarán conexiones roscadas en las tuberías enterradas y todas las uniones por soldadura en tuberías de acero al carbono y acero inoxidable serán radiografiadas al 100% de su longitud por un laboratorio acreditado. La soldadura debe ser realizada por un soldador calificado utilizando procedimientos calificados.

Se utilizará tubería de acero inoxidable tipo 316 para la presión de 250 bares (con una presión de ruptura mayor o igual a 100 MPa), que comprenden tres líneas de la descarga de los compresores a la cascada y a surtidores, con espesor de pared específico para cada diámetro, indicado en el apartado siguiente. Los accesorios a utilizar son del mismo material, estos accesorios son codos, tee's, válvulas, conectores etc., en donde se requieran. Para los cambios de dirección se dobla la tubería en donde el espacio lo permita, debiendo tener un radio mínimo de 4 veces el diámetro del tubo o un diámetro de doblez mínimo de 76 mm y deben realizarse con herramienta adecuada. Esta tubería se coloca en trincheras de concreto bajo nivel de piso terminado y montada sobre soportes de acero y abrazaderas de poliuretano.

Se contará con manómetros en la salida de la ERM, a la succión y en la descarga de cada etapa del compresor, en cada línea de la cascada de almacenamiento y en cada dispensario, en su mayoría con escala de 0 a 5000 psi para altas presiones y 0 a 10 bar para bajas presiones.

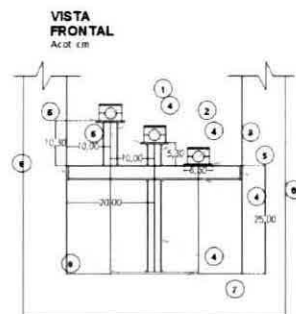
Cada línea de gas de 250 bar contará con válvulas de exceso de flujo, las cuales cortan totalmente el flujo del gas hacia los dispensarios en caso de que no se cuente con ninguna oposición al flujo, es decir en caso de alguna ruptura, además de contar con válvulas check (retención de flujo) para evitar el retorno del gas de los recipientes de almacenamiento al

compresor. Estas válvulas son instaladas al principio del recorrido de la tubería entre la cascada y dispensarios.

También se instalará una válvula de corte en el cabezal de un grupo de recipientes lo más cerca posible a éstos. Esta válvula estará después de la válvula check de la línea de llenado.

La tubería de acero inoxidable es totalmente roscada con conexiones OD o NPT, no se utiliza soldadura, ni bridas en este recorrido.

- ① Banco de Alta
- ② Banco de Media
- ③ Banco de Baja
- ④ PTR 1 1/4" Cal 14 Azul
- ⑤ Solera 1 1/4" x 1/8"
- ⑥ Placa de 2 1/2" x 1 1/4" x 3/16" Tequeada en Pared
- ⑦ Placa 20 x 20cm x 3/16"
- ⑧ Barrenos de 3/8"



Accesorios de alta presión utilizados:

- Tee 1" ODxOD
- Union cruz 1" ODxOD
- Conectores rectos de 1" ODxOD
- Reducciones de 1"x 1/2" OD
- Válvulas de bola 1/2" OD
- Válvulas check 1/2" OD
- Válvulas exceso de flujo 1/2" OD
- Manómetros de 0-6000 psi conexión lateral
- Se realizan dobleces a la tubería para cambios de dirección a 90°.

Todos los materiales cumplen satisfactoriamente con normas ANSI/AGA NGV3.1-1995, CGA NGV 12.3-M95, (Fuel system components for compressed natural gas powered vehicles).

Cálculo de espesores para la tubería de alta presión

El espesor requerido para secciones rectas de tubo es determinado mediante la siguiente ecuación

$$t_m = t + c$$

El espesor mínimo nominal T para el tubo seleccionado no debe ser menor que el espesor t_m

La ecuación siguiente determina el valor de t aplicable para

$$t < \frac{D}{6} \text{ y } \frac{P}{SE} < 0.385$$

$$\therefore t = \frac{PD}{2(SE + PY)}$$

Donde:

- t = espesor mínimo requerido [pul].

- P = presión de diseño [psi].
- D = diámetro exterior de la tubería [in].
- S = Resistencia mínima a la cedencia [psi, Tabla 4 ASTM A213].
- E = factor de calidad del tubo [Tabla A1 – B ASME B31.3]
- Y = factor de corrección por temperatura [Tabla 304.1.1 ASME B31.3].
- c =
corrosión permitida, dada por el fabricante, de no ser especificada se toma como 0.015 pul.
- T = espesor nominal comercial.

Nota: La resistencia a la corrosión atmosférica del acero inoxidable 316 es inigualable en comparación con otros materiales de ingeniería sin recubrimiento. El acero inoxidable desarrolla una resistencia máxima a las manchas y picaduras. Por esta razón, en la práctica común se usa acero de este grado en las zonas donde el ambiente es altamente contaminado con cloruros, compuestos de azufre y sólidos, ya sea individualmente o en combinación, la velocidad de corrosión del acero 316 es de 0.001367 mm/año en ambientes extremos.

De acuerdo al certificado de material de la tubería del fabricante se obtienen las siguientes características:

- Tubo 1"x0.109" sin costura ASTM 213 tipo 216
- Tubo 0.75"x0.095" sin costura ASTM 213 tipo 216
- Tubo 0.5"x0.065" sin costura ASTM 213 tipo 216

De acuerdo a tablas de especificaciones de las normas ASTM A213 y ASME B31.3

Factores para el cálculo del espesor

	Tubo de 1"	Tubo de 0.75"	Tubo de 0.5"
D	1.365"	1.05"	0.84"
S	30 ksi	30 ksi	30 ksi
Y	0.4	0.4	0.4
P	3600 psi	3600 psi	3600 psi
c	0.015"	0.015"	0.015"
E	1.00	1.00	1.00

Para tubería de 1"

$$t = \frac{(3600 + 360) \text{ psi} \times 1.365 \text{ in}}{2[(30 \times 10^3 \text{ psi}) + ((3600 + 360) \text{ psi} \times 0.4)]}$$

$$\therefore t = 0.087"$$

$$t_m = 0.087 + 0.015 = 0.102"$$

$$\therefore T = 0.109"$$

Para tubería de 0.75"

$$t = \frac{3600 \text{ psi} \times 1.050 \text{ in}}{2[(30 \times 10^3) + (3600 \times 0.4)]}$$

$$\therefore t = 0.06152"$$

$$t_m = 0.06715 + 0.015 = 0.0825"$$

$$\therefore T = 0.095"$$

Para tubería de 0.5"

$$t = \frac{3600 \text{ psi} \times 0.84 \text{ in}}{2[(30 \times 10^3) + (3600 \times 0.4)]}$$

$$\therefore t = 0.054"$$

$$t_m = 0.054 + 0.015 = 0.069"$$

$$\therefore T = 0.065"$$

Comprobación

$$0.054 < \frac{0.84}{6}$$

$$0.0825 < \frac{1.05}{6}$$

$$0.087 < \frac{1.365}{6}$$

$$\frac{PE}{S} < 0.385 = \frac{3600 \text{ psi} \times 1}{30000 \text{ psi}} = 0.12$$

$$0.12 < 0.385$$

Compresores

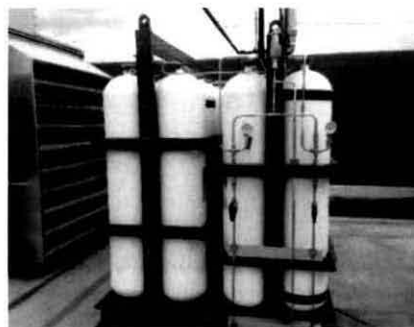
Compresor no lubricado que minimiza los residuos, sistemas de drenaje de aceite automático y tanques suplementarios. La tecnología limpia evita la acumulación de aceite en los intercambiadores de calor, recipientes de almacenamiento, y sistemas del vehículo. ESD (dispositivo de parada de emergencia) situado fuera y por dentro del gabinete del compresor y en el MCC, que cierra el suministro de gas, aísla cualquier gas almacenado y corta la energía al compresor. Luces de señal indicada estado del compresor y el estado de alarma en caso de fugas de gas o de alarma por activación de ESD. Protección contra la sobrepresión con válvulas de alivio de presión certificado ASME.

Especificaciones técnicas del compresor	
Modelo	50 Series-5125DA-250-3625-4AC_1
Configuración	AN-02
Potencia del motor	250
RPM	840
Etapas de compresión	4
Unidad	Single
Alimentación eléctrica	460 VAC, 60 Hz
Normas de conformidad	NFPA 52, NFPA 70
Transmisores de presión	Succión del compresor, descarga, sistema de lubricación, tanque de recuperación, descarga de etapa
Sensores de temperatura	Descarga de cada etapa
Detector de gas	Tipo infrarrojo
Ventiladores de enfriamiento	QTY, 2x7.5 HP
Rango de temperatura de trabajo	-5/45 °C
Medidas del skid	3.2x2.2 m
Peso	7700 kg
Clasificación eléctrica del skid	Calse 1, División 1 o División 2

DESCRIPCION TÉCNICA DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

- El módulo de almacenaje permite que el exceso de GNC, sea capturado y almacenado cuando es comprimido por un compresor de GNC.
- El marco es de construcción soldada con una base de acero estructural.
- El marco tiene incorporados puntos de izaje y las conexiones están diseñadas para asegurar a los cilindros y que no se muevan.
- Cada cilindro está montado verticalmente para permitir un fácil acceso de cada cilindro individualmente en caso de su mantenimiento.
- Cada cilindro tiene una válvula manual de aislamiento y se colocan válvulas de exceso de flujo para cada línea de los bancos.
- Una válvula de acero inoxidable de aislamiento en cada banco de almacenamiento
- Base estructural de acero con ganchos de izaje
- Manómetro en cada línea escala 0/5000 psi.
- Válvula de seguridad ajustada a 4000 psi.
- Válvula de cierre rápido y válvula de exceso flujo en cada línea.

Ejemplo de cascada pulmón



EQUIPO		CASCADA DE ALMACENAMIENTO 250 BAR GNC
CAPACIDAD POR CILINDRO		125 L _H
CAPACIDAD TOTAL EN LITROS		4000
CANTIDAD DE CILINDROS		32
DISPOSICIÓN		8x4 (VERTICAL)
NÚMERO DE BANCOS		3
PRESIÓN DE TRABAJO		250 Bar
PRESIÓN DE PRUEBA		375 Bar
PESO APROXIMADO DE LA CASCADA		6400 Kg

Dispensarios Generales.

Los dispensarios inicialmente están certificados y calibrados por el fabricante, para el correcto funcionamiento de los mismos, estos se les programa el precio del gas natural por metros equivalentes a gasolina Magna y viene configurados por el fabricante para la presión de suministro que es de 200 bar.

Los dispensarios están conformados por dispositivos reguladores que al detectar una variación de presión fuera de los parámetros de funcionamiento, harán un paro para que se revise la presión y el correcto suministro del gas a los usuarios de la estación de gas natural comprimido. Los dispensarios, tienen un software que se comunica al sistema IT de la estación para cuantificar la venta y facturación del gas natural comprimido y a su vez este software tendrá la información de cada cliente, a través de un chip que estará instalado en cada unidad que sea cliente de la estación de gas natural comprimido.

I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio

Como medida de seguridad y protección contra incendios se instalarán extintores de polvo químico seco (PQS) manual, clase ABC de 9 kg de capacidad c/u y de CO₂ en los lugares siguientes:

Tabla 7. Extintores de la Estación de Servicio

Ubicación	Cantidad	Tipo	Capacidad
Oficinas	2	CO ₂	-
Oficinas taller	2	CO ₂	-

Local comercial 1	2	PQS	9 Kg
Local comercial 2	2	PQS	9 Kg
Estacionamiento locales	1	PQS	9 Kg
Taller	1	PQS	9 Kg
Exterior de ERM	1	PQS	9 Kg
Área de compresores y cascada	3	PQS	9 Kg
Exterior de caseta de tableros	1	PQS	9 Kg
Estacionamiento oficinas	2	PQS	9 Kg

Se cuenta además con un sistema de alarma tipo sonora claramente audible con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica C.A. de 127 voltios, misma que se activará al accionar las botoneras de alarma. En el área de oficinas se tendrán también detectores de humo.

Descripción Detallada del Proceso

La operación de la estación de servicio no implica un proceso de transformación de materias primas; esto quiere decir que no existirá un metabolismo industrial, dado que las actividades tan sólo implicarán el abastecimiento de Gas Natural Vehicular (GNV).

La única materia que se manejará es el gas natural, la cual no se puede considerar como una materia prima propiamente dicho, en virtud de que no se utiliza para un proceso de transformación y no sufre ninguna transformación química. Debido a que se realizarán operaciones de transvase únicamente, no se generarán productos ni subproductos.

Sustancias químicas peligrosas

Material riesgoso	Capacidad total en kg*	Cantidad de reporte (kg).	Tipo de almacenamiento	Equipo de Seguridad
Gas natural	1994.4	500 Kgs (como metano)	Cascada pulmón a base de batería de cilindros	Manómetros, válvula de seguridad y venteo, rótulos de seguridad

* La cascada pulmón, consta de 32 cilindros de 125 L hidráulicos, dando 4000 L al 90% de su capacidad total, 3600 L

El gas es entregado por la empresa Distribuidora a través de un gasoducto de 3" de diámetro de acero negro al carbón con una presión de trabajo de 21 bar hasta una Estación de Filtración, Regulación y Medición (ERM), propiedad de la empresa distribuidora y que queda en custodia de la misma, donde la empresa distribuidora controla y mide las diferentes variables del suministro como son presión, volumen, flujo, poder calorífico, temperatura, entre otros.

En la ERM se regula la presión del gas natural de 12 y 4 bar. A la salida de la ERM, el gas debe mantener una presión constante sin ser afectado por el flujo o temperatura. Como el gas natural es usualmente conducido a las estaciones de distribución a través de gasoductos, y este puede estar en un rango de presión de 12 a 21 Kg/cm² (174 a 304 Psi), la cual es muy baja para su transportación terrestre y almacenamiento, el gas debe ser comprimido. Sin embargo, antes de comprimir el gas, este debe ser acondicionado, lo que significa retirar su posible alta concentración de vapor de agua a través de filtros coalescentes y adsorbentes o con un secador de gas, que es un recipiente relleno de un material secante que remueve la humedad del gas. Estos secadores de adsorción de agua son necesarios especialmente en las zonas donde las temperaturas más bajas se encuentran durante los meses más fríos del invierno; de no contar con estos equipos, los líquidos condensados se acumularían en los recipientes ocupando un volumen muerto y por ser líquidos afectarían la capacidad de compresión y además pueden llegar a provocar corrosión en el interior de los tanques de almacenamiento y tuberías, acelerando su envejecimiento y reduciendo el tiempo de vida del equipo.

Con el gas ya acondicionado, se pasa a la siguiente etapa del proceso que es la de compresión del gas, en donde se incrementa su presión hasta los 3,620 psi (248 bares) aproximadamente. Para lo anterior se cuenta con los equipos de compresión de gas natural.

Los compresores que se contempla instalar son del tipo pistón lubricado de 4 etapas de compresión, con una presión de succión variable de 4-7 bares, considerando una máxima presión de succión de 6.85 bar para poder operar con tubería de polietileno, y para dejar cierta tolerancia a la presión máxima permitida de 689 kPa. Se tiene un rango de operación de descarga en la primera etapa de 310 psi (21.37 bar) en la segunda de 830 psi (57.22 bar) y en la tercera de 1750 psi (120.66 bar) y finalmente en una cuarta etapa de 3600 psi. El trabajo de cada compresor esta operado por un Controlador Lógico Programable (PLC), que es una computadora industrial dedicada a controlar cada operación del sistema, la cual decide cuándo y cuantos compresores se requieren para mantener la presión de descarga. El sistema electrónico de los equipos de compresión requiere de una gran cantidad de elementos eléctricos y electrónicos de control, tales como sensores, transductores de presión y temperatura, indicadores de presión, temperatura, y nivel, válvulas con actuadores neumáticos, etc.

Los dispositivos con los que se monitorean los parámetros y condiciones de los equipos y de igual manera condiciones para provocar un paro de emergencia como puede ser detección de una concentración de mezcla de gas explosiva en el ambiente, altas temperaturas en las etapas de compresión, altas presiones de descarga, por alta y baja presión de succión, etc. Lo que significa que el sistema es inteligente y seguro.

Para operar gran parte de las válvulas automáticas, estas cuentan con actuador neumático las cuales requieren de aire comprimido para su operación, prácticamente todas son normalmente cerradas y requieren de aire comprimido para su apertura. El aire es controlado por válvulas solenoides que son comandadas al igual por el PLC, y ante la pérdida de energía eléctrica o pérdida de suministro de aire comprimido y al igual por la activación de algún paro de emergencia o situación de alarma de los equipos, las válvulas se cierran y el servicio se suspende de manera parcial o total.

Los equipos de compresión cuentan con un intercambiador de calor el cual permite enfriar por transferencia de calor a través de ventilación forzada el gas a la salida de cada etapa de compresión ya que el gas al ser comprimido y reducido su volumen la presión y la temperatura aumentan. Una vez que el gas es comprimido a una alta presión, está listo para ser despachado o almacenado, teniendo siempre como prioridad el suministro a los surtidores de gas. El control de lo anterior se hace a través del Panel de Prioridades, que es un tablero con válvulas automáticas que direccionan el flujo del gas, que puede ser hacia la cascada de almacenamiento o hacia los surtidores.

El sistema de cascada de almacenamiento tiene como propósito fundamental el poder dar fluidez y velocidad de llenado, además de no requerir un trabajo continuo a los compresores. La función de todos estos elementos es controlada automáticamente por los PLC's localizados en cada paquete de compresión y cuando se tienen 2 o más equipos de compresión, se cuenta con un PLC Maestro localizado en el CCM principal, asignado a coordinar la operación y seguridad de todos los equipos. Los operadores de la estación pueden ver el estado de los equipos de compresión y modificar algunos de los parámetros de referencia (o set point) de operación a través de una interface al PLC, localizada en el tablero del CCM, llamado Panel View. Esta pantalla es el punto de inicio para la interface Hombre-Máquina, a través de unas teclas de función se puede tener acceso a la operación de ciertas válvulas y motores de forma manual, deshabilitando su operación automática, y con otras funciones se puede acceder a los valores de Set-Point de referencia los cuales permiten al usuario variar algunos de los parámetros de control como sea necesario, así también por medio de esta pantalla se pueden mostrar situaciones de alarma y también se puede tener conocimiento del historial de las mismas. Para el cambio de estos parámetros se requiere la autorización de un usuario experto.

Los equipos de despacho llamados surtidores, inician el llenado primeramente enviando gas del banco bajo de almacenamiento a los tanques de almacenamiento móvil. Una vez que la presión comienza a igualarse (al igual que el flujo disminuye), el sistema de control del surtidor intercambia la fuente de gas al banco medio. Nuevamente, llenando hasta que la presión diferencial disminuye, entonces intercambia dando acceso al banco alto.

Finalmente, una vez que el flujo en el banco alto disminuye y no es suficiente para concluir la carga, el compresor arranca y comienza a llenar directamente a los tanques de la unidad móvil hasta llenarlo totalmente, para tener una presión de llenado final de 200 Bar o 2928 psi, puede existir una mínima variación en la medición de la presión ocasionada por las condiciones ambientales. El sistema de llenado con cascada de almacenamiento sirve para dar velocidad de llenado, y si consideramos que el almacenaje es mucho más grande que la capacidad de los tanques móviles el número de arranques y paros de los compresores disminuye considerablemente.

La prioridad del lado del sistema de compresión es esencialmente lo contrario de la secuencia del sistema de llenado a surtidores. El flujo de los compresores es direccionado primero al banco de alta, después al banco de media y por último al banco de baja. Con lo anterior se asegura que el tanque de alta este siempre disponible para rellenar al máximo los cilindros de las unidades móviles, después de que los otros bancos hayan dado su presión disponible. La más alta prioridad de los compresores es el llenado en surtidores y posterior a esto el llenado del sistema de almacenamiento.

Diagrama de Flujo de operación de la estación de GNV



Compresor de Gas Natural IMW-50

Este equipo es propiamente el alma de este proceso, es una tecnología de compresión seca, libre de lubricantes, utilizan un diseño con cilindro no lubricado que ofrece transferencia mínima de aceite (menos de 5 ppm) y bajos niveles de ruido y vibraciones, esto reduce los residuos de aceite y las posibilidades de daños en los vehículos a gas natural. El diseño no lubricado de este compresor, proporcionará un gas limpio y ahorrará más energía que otros compresores equiparables con tecnología lubricada.

El compresor es operado por un motor eléctrico; su versatilidad permite cubrir un amplio rango de presión desde 1 hasta 3,600 psi y una capacidad de flujo de 95 a 1,500 ft³, el cual es enfriado por aire.

Es absolutamente necesario que los mecanismos de seguridad y respuesta a emergencias sean completamente manejados por personal capacitado antes de iniciar cualquier servicio.

El equipo emplea señalética visual basada en los símbolos de seguridad ISO-3864-1/4, los que deben permanecer siempre visibles; los símbolos prioritarios son:

SEÑAL	COLOR	SÍMBOLO
Peligro	Rojo	
Advertencia	Amarillo	
Uso obligatorio de equipo de seguridad personal	Azul	

Las instalaciones están diseñadas, para que puedan operar bajo la máxima caída de presión permisible sin exceder la Máxima Presión de Operación Permisible (MPOP).

Las instalaciones contarán con válvulas de corte general inmediatamente después de la Estación de regulación/medición, estas válvulas serán accesibles al personal operativo de turno.

Conforme al diseño del proyecto, la línea de entrada de gas natural al compresor está conectada al sistema de medición de gas natural del exterior; es deseable instalar un secador entre ambos para que el gas llegue libre de humedad tanto como sea posible.

Es posible colocar también un filtro para eliminar polvo suspendido, este filtro puede estar equipado con un sacudidor neumático para mantenerlo limpio y darle continuidad al proceso.

El gas que fluye al compresor pasa a través de una válvula de paso, la que automáticamente aísla el compresor del suministro de gas cuando el compresor esté fuera de operación.

Cuando el gas comprimido es descargado de la primera etapa, se ha calentado considerablemente, inmediatamente fluye a través de un intercambiador de calor de tubos delgados donde es enfriado por un abanico, cuando sale del intercambiador este se ha enfriado suficiente para entrar a la siguiente etapa de compresión.

Cuando el gas pasa a la segunda etapa de compresión, por medio de un scrubber se remueven líquidos condensados y otras partículas; este proceso es repetido en subsecuentes etapas, después de la etapa final el gas fluye a través de un filtro que elimina hidrocarburos líquidos y otros condensados. Las presiones y temperaturas de las diferentes etapas son monitoreadas en un panel digital, con esto se elimina la posibilidad de rebasar cualquier límite de parámetros de operación.

Los ductos de las diferentes etapas son protegidas de una sobrepresión por medio de válvulas de seguridad de relevo, las cuales son venteadas a la atmósfera, estas válvulas también aseguran la operación en filtros, scrubbers y válvulas de drenado de separadores finales.

El prototipo de la Estación de Servicio de GNV consta de:

- a)** Estación de regulación y medición;
- b)** Sistema de compresión;
- c)** Almacenamiento;
- d)** Surtidor o poste;
- e)** Sistema de paro de emergencia;
- f)** Filtro a la entrada y salida del compresor;
- g)** Sistema de seguridad contra incendio, Componentes de seguridad de alarma;
- h)** Panel prioritario;
- i)** Panel secuencial;
- j)** Secador de gas;
- k)** Sistema de compensación de carga, y
- l)** Odorizador.

Trabajos de Reparación o Ampliaciones

Se debe asegurar que no exista mezcla explosiva en el área de trabajo utilizando algún equipo de detección adecuado, desconectar fuentes de corriente o eliminar corrientes estáticas antes de cualquier reparación o ampliación.

Operación, Mantenimiento y Seguridad de las Instalaciones

Las instalaciones deberán ser objeto de las actividades de operación, mantenimiento y seguridad siguientes:

- *Monitorear las fugas de gas natural a la presión de operación. Cuando se presuma la existencia de fuga o se detecte olor revisar de inmediato y en su caso eliminar las fugas.*
- *Constar que los equipos mantengan las condiciones adecuadas de operación.*

Las instalaciones contarán con un Manual de Operación, Mantenimiento y Seguridad en el que se describan detalladamente los procedimientos, indicando las frecuencias, el personal involucrado y equipo a utilizar para realizar dichas actividades.

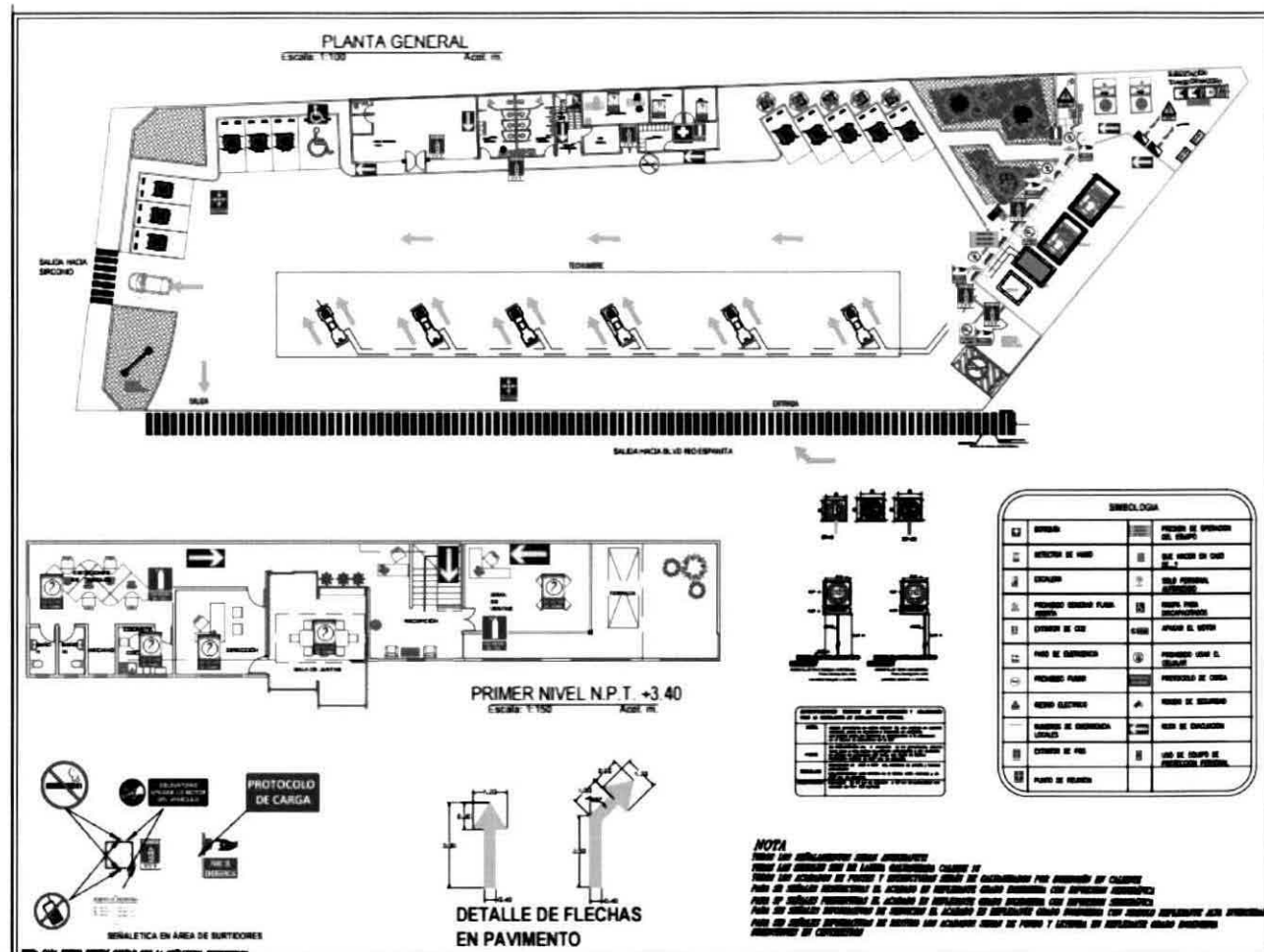
Este Manual debe estar disponible para la autoridad competente y mantenerse actualizado tomando en cuenta la memoria técnico-descriptiva; el Manual debe contener como mínimo lo siguiente:

- *Descripción de los procedimientos de operación y mantenimiento de la instalación durante la puesta en operación, operación normal, paro y emergencia;*
- *Identificación de las instalaciones que presenten mayor riesgo;*
- *Programa de inspecciones periódicas para asegurar que la instalación cumple con las condiciones vigentes de operación, mantenimiento y seguridad. Para el caso de modificaciones a la instalación original, el programa de inspección deberá incluir el cumplimiento de las condiciones vigentes de diseño y construcción;*
- *Registro de los resultados de inspecciones y pruebas realizadas a la instalación en una Bitácora de Operación y Mantenimiento; y*
- *Programa y Registro de la capacitación impartida al personal operativo, de mantenimiento y seguridad.*

Procedimiento para la Evaluación de la conformidad

Para determinar el grado de cumplimiento de las instalaciones de aprovechamiento de gas natural deberá observarse a la metodología señalada en el Apéndice I de la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2010; este procedimiento comprende la revisión de información documental y la verificación en campo de las instalaciones de aprovechamiento de gas natural.

Por las características del proyecto, no existe un proceso de transformación del gas natural en otros productos o subproductos; ya que es un proceso con un cambio de estado físico donde no hay ningún tipo de reacciones porque el gas natural se recibe en estado gaseoso



La sustancia química involucrada en el proceso del proyecto es el de gas natural comprimido, a continuación, se proporcionan los datos de la hoja de seguridad.

Nombre del producto: GAS NATURAL COMPRIMIDO GNC

Proveedor: Gas natural Fenosa. Gas natural México

Nombre Químico: Mezcla de Hidrocarburos: Metano, etano, propano

Composición:

Material	%	No. CAS
Metano	88	74-82-8
Etano	9	
Propano	3	
Etil mercaptano	17-28 ppm	

SECCION 3: IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

Marca en etiqueta: Clase 2; Gas Inflamable.

Identificación de riesgo:

Salud: 1

Inflamabilidad: 4

Reactividad: 0

Efectos de una sobreexposición aguda: Puede ha

Efectos adicionales: Pueden incluir náuseas, dolores de cabeza, mareos y congestión respiratoria. Asfixia por desplazamiento de oxígeno.

Inhalación: Desplazamiento del oxígeno a menos de 15% descoordinación muscular, fatiga, dificultad de respirar, náusea, vómito, muerte.

Contacto con la piel: Causa irritación, si el contacto se mantiene. Puede congelar.

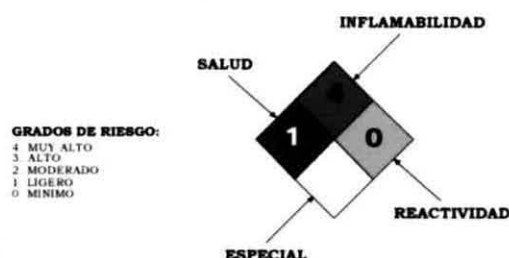
Contacto con los ojos: Causa irritación y hasta daños oculares si la exposición es larga.

Ingestión: Causa náuseas, mareos y convulsiones.

Efectos de una sobreexposición crónica: Trastornos respiratorios, cutáneos, depresión del sistema nervioso central.

Condiciones médicas que se verán agravadas con la exposición al producto: Las personas con afecciones respiratorias crónicas no deben exponerse al producto.

Rombo de Clasificación de Riesgos NFPA-704



SECCION 4: MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

En caso de contacto accidental con el producto, proceda de acuerdo con:

Inhalación: Traslade al afectado al aire fresco y ayude a la respiración, si es necesario.

Contacto con la piel: Si se pega a la ropa por congelamiento, no desprenderla, atención médica

SECCION 5: MEDIDAS PARA COMBATIR EL FUEGO

Agentes de extinción:

Polvo químico seco, dióxido de carbono, Evite usar agua directa. Se puede usando neblina de alta o baja presión, para fuegos pequeños.

Procedimientos especiales para combatir el fuego:

Extinguir el fuego solo si es posible detener la fuga sin exponerse a un riesgo de quemadura o explosión, la aplicación del PQS debe ser en sentido del escape del gas y dentro de los 60 segundos iniciales del fuego, sino aplicar agua en chorro directo de la mayor distancia posible si los cilindros están expuestos al fuego (un enfriamiento violento puede causar ruptura de los cilindros de gas), pasar a neblina en etapa fuego bajo control y aplicar PQS para extinción final.

Equipos de protección personal para atacar el fuego:

Use equipo de protección respiratoria, guantes de cuero y lentes de seguridad en fuegos pequeños. Para fuegos mayores, utilice traje de bomberos, equipo de respiración autónomo de presión positiva. Idealmente aluminizados para resistir altas temperaturas.

SECCION 6: MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAMES O FUGAS

Medidas de emergencia a tomar si hay derrame del material:

Elimine toda fuente de ignición y evite, si ello es posible, fugas adicionales del material. Evite el ingreso a alcantarillas y espacios confinados. Aleje a los curiosos y no permita fumar. Equipo de protección personal para atacar la emergencia. Use equipo de protección respiratoria autónoma depresión positiva (SCBA) o máscara Full FACE con filtros para vapores orgánicos, ropa de protección química, botas de goma y guantes de nitrilo o PVC. Aísle el área, mínima 100 m.

Precauciones a tomar para evitar daños al ambiente: Evite el ingreso a alcantarillas y espacios confinados.

Métodos de limpieza: No aplicable.

Método de eliminación de desechos: No aplicable, gas más liviano que el aire.

SECCION 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Recomendaciones técnicas:

Los equipos eléctricos de trasvase y áreas de trabajo deben contar con aprobación para las características de los combustibles Clase I División 1 (NFPA 70 y 52) en un radio de 3 metros.

Precauciones a tomar:

La ropa debe ser de fibra natural (algodón, lana) la fibra sintética genera electricidad estática. En caso de contaminación de la ropa con efecto de congelamiento, no desprenderla si se pega a la piel.

Recomendaciones específicas sobre manipulación segura:

No manipular ni almacenar cerca de llamas abiertas, calor, chispas, usar herramientas anti chispas.

Condiciones de almacenamiento:

Almacenamiento solo en recintos ventilados, segregado de todo material combustible y de acceso restringido.

Embalajes recomendados y no adecuados:

Los contenedores deben ser solo en cilindros certificados y aprobados por la autoridad competente.

SECCION 8: CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN AMBIENTAL**Medidas para reducir la posibilidad de exposición:**

Almacenar en recintos abiertos o con ventilación. Usar contenedores de alta presión aprobados para uso en vehículos.

Parámetros para control Límites permisibles para gas natural:

No tóxico, solo asfixiante por desplazamiento del oxígeno del aire.

Protección respiratoria:

No recomendable, por el alto riesgo de ingresar a ambientes altamente inflamables o explosivos. En caso de que la exposición será en un lugar abierto, use máscara Full FACE con filtro para valores orgánicos. Guantes de protección, protección adicional contra golpes o riesgo de congelamiento en escapes de gas.

Protección de la vista:

Lentes de seguridad, antiparras o protección facial (Full-Face) filtros VO.

SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico: Gaseoso.

Apariencia y olor: Gas incoloro, Olorizado con mercaptano para su detección.

Concentración: No aplicable.

PH: No aplicable.

Temperatura de descomposición: No hay datos disponibles.

Punto de inflamación: Aproximadamente -222 °C

Temperatura de auto ignición: 650° C.

Propiedades explosivas:

Límite inferior de explosividad = 4.5 %

Límite superior de explosividad = 14.5 %

Peligros de fuego o explosión:

Los vapores pueden desplazarse a fuentes de ignición y encenderse con retroceso de llama.

Las mezclas vapores-aire, son explosivas sobre el punto de inflamación.

Densidad de vapor: 0,554 referido al metano (aire =1).

Densidad a 20 °C: N.A.

Gravedad específica: N.A.

Punto de fusión: -182 °C

Punto de ebullición: -160 °C.

Solubilidad en el agua y otros solventes: N.A.

SECCION 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: Estable.

Condiciones que se deben evitar:

Altas temperaturas, chispas y fuego.

El sobrecalentamiento de los envases puede generar su ruptura violenta debido a la presión generada.

No exponer a sustancias altamente oxidante.

Incompatibilidad: Materiales oxidantes fuertes.

Productos peligrosos de la descomposición: No se descompone.

Productos peligrosos de la combustión: Se generan monóxido y dióxido de carbono. Posibles cantidades de dióxido de sulfuro y óxidos nitrosos.

SECCION 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda: No es tóxico, solo actúa por desplazamiento del oxígeno del aire. El gas natural es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira. En altas concentraciones pueden producir asfixia

SECCION 12: INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Inestabilidad: Estable.

Persistencia/ Degradabilidad: En fugas de gas estos son inflamables, pero no es un producto dañino al medio ambiente.

El gas natural es un combustible limpio, los gases producto de la combustión, tienen escasos efectos adversos en la atmósfera. Sin embargo, las fugas de metano están consideradas dentro del grupo de Gases de Efecto Invernadero, causantes del fenómeno de calentamiento global de la atmósfera (con un potencial 21 veces mayor que el CO₂). El gas natural no contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono. Su combustión es más eficiente y limpia por lo que se considera un combustible ecológico

SECCION 13: CONSIDERACIONES SOBRE LA DISPOSICIÓN FINAL

Método de eliminación del producto en los residuos:

Quemar en forma controlada para evitar ambientes inflamables

Eliminación de envases/embalajes contaminados.

Antes de efectuar cortes "en caliente" de envases, neutralizar restos de combustible para evitar explosiones.

SECCION 14: NORMAS APLICABLES

Normas internacionales aplicables: IMO / UN: Clase 2.1 / 1971

Marca en etiqueta: Gas Inflamable/Clase 2/División 1

Se anexa Hoja de Datos de Seguridad del Gas Natural

I.2.2. Almacenamiento

El módulo de almacenaje permite almacenar GNC en 32 recipientes verticales ó cilindros y es de construcción soldada con una base de acero estructural construida con material

resistente y protegido contra la corrosión que se pueda manejar como una sola pieza. Los recipientes están separados por una protección de hule, que impida el contacto entre sí.

Cada cilindro está montado verticalmente para permitir un fácil acceso de cada cilindro individualmente en caso de su mantenimiento, y cuenta con una válvula manual de aislamiento y se colocan válvulas de exceso de flujo para cada línea del módulo.

Se instalará en cada recipiente o por cada módulo, según su instalación, una válvula de corte de operación manual o automática de cierre rápido de acero inoxidable, adecuada a las condiciones de presión de operación.

El manómetro de cada línea será de escala 0/5000 psi, y la válvula de seguridad será ajustada a 4000 psi. Contará además con una línea de venteo con válvula de accionamiento manual y válvula de cierre rápido en cada línea.

En los recipientes no se aplicará ningún tipo de soldadura ni modificación alguna que no esté avalada en el diseño del fabricante.

El bastidor de la cascada de almacenamiento estará conectado firmemente a tierra física.

En la parte inferior de cada tanque, al igual que en la descarga, cuenta con una válvula de aislamiento unida con tubería de acero inoxidable para permitir el drenado de los condensados que pudieran acumularse con el tiempo.

Capacidad de almacenamiento

El volumen de gas en cada cilindro de cascada pulmón es de 0.125 m^3 , se tendrán 32 cilindros en total; siendo la densidad del gas en estado líquido de 166.13 kg/m^3 :

$$\begin{aligned}\text{SubTotal almacenado} &= 32 \text{ cilindros} \times 0.125 \text{ m}^3/\text{cilindro} \times 166.13 \text{ kg/m}^3 \\ &= 664.52 \text{ kg en cascada pulmón.}\end{aligned}$$

Gas en tuberías:

Volumen de tuberías: 0.1337 m^3

Densidad del gas en edo. Líquido: 166.13 kg/m^3

SubTotal de gas en tuberías: $0.1337 \text{ m}^3 \times 166.13 \text{ kg/m}^3 = 22.211 \text{ kgs}$

TOTAL, ALMACENADO DE GN: $664.52 + 22.211 = 686.7315 \text{ kgs}$

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

Compresores

Compresores CNG-Source-C324X33EXXX-RC tipo reciprocante lubricado de 4 etapas.

- Diseño balanceado para menores vibraciones y bajo nivel de ruido.

- Intercambiadores de calor de alta eficiencia para las etapas intermedias de compresión y enfriamiento del gas descargado.
- Temperatura de salida del gas @ 10 °C sobre la temperatura ambiental.
- Fuerza motriz principal.
- Motor eléctrico de 250 HP, el cual cumple con las características establecidas en la NOM-001-SEDE vigente.
- Encendido con arrancador suave (para un reducido consumo al encender).
- Ensamble de la entrada del gas.
- Panel de instrumentos montado que muestra el estado del sistema, las presiones y las temperaturas.
- Control eléctrico (PLC) con indicadores del estado de la alarma. El PLC monitorea y controla todas las funciones del compresor incluyendo encendidos y apagados – tablero de PLC será remoto.
- Todas las conexiones de las tuberías son de acero inoxidable de tipo compresión de doble férula.

En la siguiente tabla se indican las características de diseño de los compresores

Tabla 10. Especificaciones de los compresores

Temperatura de entrada del gas	26 °C
Presión de succión (bar)	4- 7
Presión de descarga (bar)	250
Razón de flujo base	1400 m ³ /hr
Razón de flujo a 4 bar	2200 m ³ /hr
Razón de flujo a 6.85 bar	2770 m ³ /hr
Potencia (KW)	185
Potencia del motor (HP)	250

El compresor cuenta con un panel de control montado en el skid, con una pantalla de 8" a color, se suministra de energía la unidad principal, permite el monitoreo y control remoto; este panel muestra diferentes parámetros como: presiones de succión y descarga, alarmas, total de horas de trabajo, etc. Tiene la capacidad de apagar el equipo para su protección cuando se presentan alarmas de alta temperatura, alta/mínima presión de succión, alta presión de descarga e inter etapas, mínimo nivel de aceite, etc. Además de contar con un botón de paro de emergencia.

Los compresores se localizan en la colindancia norte, dentro de un recinto al aire libre, resguardado con reja de acero y protecciones contra impacto en la cara a la estación y por la parte de atrás están protegidos con un muro de concreto de 3 metros de altura. El recinto también contara con detectores de mezclas explosivas que accionaran una alarma luminosa y sonora al alcanzar una mezcla de 0,5 (cero coma cinco) % en volumen de gas natural en aire. La ubicación específica se muestra en la figura 15.

Control y seguridad del compresor

Tuberías de gas

- Transmisor de presión (succión y descarga)
- Presión inter etapas
- Transmisor de temperatura del gas
- Transmisor de vibración
- Descarga manual
- Válvulas de seguridad
- Filtros coalescentes
- Dren automático de aceite
- Válvulas automáticas

Circuito de aceite

- Bomba accionada por motor independiente
- Calefactor eléctrico
- Válvulas check
- Trampas de gas
- Indicador de nivel visual
- Transmisor de temperatura
- Indicador de presión
- Válvula de seguridad

Panel eléctrico y de control

- 8" pantalla touch color
- Montado sobre el skid
- Suministro de energía de la unidad principal

Depósito de recuperación

El depósito de recuperación es un tanque a presión que acumula el gas del compresor cuando se apaga. También puede ser utilizado como un sumidero de condensado en sistemas con un filtro automático, y como drenar el sistema de lavado.

Para evitar la acumulación de los condensados del tanque, este necesita ser drenado cada 2 semanas.

Panel de prioridad

CNG Source proporciona un panel de control con válvulas y actuadores para priorizar el flujo de gas de los compresores de los tres bancos de almacenamiento con válvulas adicionales para la capacidad de llenado directo, y la prioridad de un compresor independiente para permitir que varios vehículos puedan llenar de manera ininterrumpida desde la descarga del compresor directamente al vehículo. Cuenta con válvulas de seguridad y botón de parada de emergencia para detener el flujo de gas desde el almacenamiento.

Los siguientes son sus componentes:

- Válvula electro-neumática
- Transmisor de temperatura
- Válvulas check
- Válvulas de seguridad
- Manómetro de presión
- Válvulas de descarga manual
- Transmisor de presión

Surtidores

Los surtidores son el punto de transferencia y despacho del GNC, y esta parte del proceso es la última dentro de la estación. Para realizar la transferencia, el surtidor cuenta con un arreglo de tuberías y válvulas que son controladas por una computadora ubicada dentro del mismo surtidor, la cual permite controlar el llenado de manera segura, este sistema monitorea la presión de llenado, la temperatura ambiente y del gas, calcula la capacidad de la unidad a llenar para la suspensión del llenado, administra el volumen de gas despachado parcial y acumulado, corrige por temperatura el volumen y presión despachado para evitar un sobrellenado.

El surtidor cuenta con un medidor de flujo másico, el cual cuantifica el volumen de gas despachado para su administración. El flujo de gas es controlado a través de válvulas automáticas operadas con solenoides eléctricos a prueba de explosión.

Todo el sistema eléctrico y cableado es a prueba de explosión y parte de este se encuentra resguardado en un gabinete de estas características. Para evitar que el gas se retorne cuenta con válvulas check en cada línea de llenado. Como elementos de seguridad se cuenta con una válvula de relevo de presión instalada en la descarga del surtidor, la cual permite liberar el exceso de presión al ambiente. Y a través de la

electrónica del surtidor y del mismo medidor de flujo másico, el surtidor se protege por un posible exceso de flujo (como puede ser alguna fuga por fractura de tuberías o rotura en las mangueras de llenado) realizando el cierre de las válvulas, bloqueando inmediatamente el flujo de gas. Así también en el acoplamiento de la manguera flexible de llenado al surtidor, se tiene un elemento mecánico que permite desprender la manguera del surtidor, bloqueando inmediatamente el flujo gas ante un jalón excesivo de esta. Una de las características de la manguera es que es conductora de electricidad, la cual está permanentemente conectada a tierra para evitar descargas de la energía estática provocada por el flujo y la fricción del gas.

El mantenimiento necesario de este equipo es el siguiente:

- a. Cada vez que se requiera intervenir por mantenimiento, es indispensable por seguridad aislar y des presurizar completamente el equipo, y tomar las precauciones necesarias por si alguna tubería o elemento haya quedado obstaculizado con gas a alta presión. No confiarse esta presión de gas es muy peligrosa y puede causar daños severos a las personas o equipos.
- b. Revisar/corregir fugas de gas en elementos y conexiones.
- c. Revisar/corregir posibles congelamientos en regulador de presión o válvulas.
- d. Verificar/cambio de manómetros de surtidores.
- e. Revisar/cambio de posibles daños en mangueras flexibles de llenado.
- f. Revisar/cambio de conexión de llenado
- g. Revisar a través del manómetro que el surtidor se mantenga presurizado permanentemente, de lo contrario buscar fuga.
- h. Mantenimiento anual de la válvula de relevo de presión (realizando este servicio entre los 12 y 15 meses después del último servicio, consistiendo en el cambio guías, vástagos y sellos de la válvula, así como rectificación de los asientos de sellos).

Accesorios de Seguridad

Existen botones de paro de emergencia en cada unidad de despacho, equipos de compresión, secadores, cuarto de tableros, oficinas y otros puntos, los cuales, al ser activados, desenergizan totalmente los sistemas de compresión, cierran válvulas de succión y descarga de secadores, compresores y panel de prioridades.

Seguido de lo anterior la activación de una alarma sonora/luminosa indica una situación anormal de operación. Requiriendo para su reinicio de operación el reconocimiento de la alarma y la corrección del evento que origino el paro de los equipos.

Además cada equipo de compresión, en cada etapa y tanques de recuperación, así como en la cascada de almacenamiento y el panel de prioridad, cuenta con válvulas de

seguridad o de relevo de presión calibradas 1.2 veces la presión de operación, para los surtidores se tienen manómetros para indicar la presión de llenado, el cual indica la presión de llenado del vehículo, a su vez estos equipos también cuentan con válvulas de seguridad que se disparan al rebasar la presión de ajuste para el llenado del cilindro del automóvil, así también en la descarga de los compresores hacia surtidores se cuenta con válvulas que operan por exceso de flujo, es decir, cuando se detecta que no existe una oposición al flujo del gas, este elemento se cierra automáticamente, bloqueando totalmente el flujo de gas, a una presión menor que la que soporta la tubería en la que se encuentran instaladas.

En las cabinas de los compresores se cuenta con detectores de mezclas explosivas que son monitoreadas por el PLC y le permiten tomar decisiones como emitir desde una alarma cuando hay presencia de gas en el entorno, hasta dejar fuera de servicio el equipo de compresión al detectar una mezcla explosiva de alto riesgo. Los valores para alarma y disparo son del 9.4% LEL y 56.6% LEL, respectivamente, equivalente al 0.5% y 3% en volumen de gas natural como lo marca la NOM-010-SECRE-2010

Los surtidores cuentan con un medidor de flujo másico y un computador que le permite calcular el volumen de gas transferido, así como compensar el gas por presión y temperatura, ya que debido a la fricción el gas eleva su temperatura expandiendo sus partículas e incrementando su presión y por consecuencia reduciendo la capacidad de almacenamiento de los cilindros móviles. Y al igual si el clima fuera extremadamente frío, el gas se compactaría y el tanque se llenaría con un mayor volumen que pondría en riesgo la capacidad de presión del tanque al expandirse el gas con el incremento de la temperatura ambiente.

Además cada surtidor deberá contar con un desfogue que habrá de colocarse a 0.7 m sobre el nivel de la techumbre del área de surtidores, válvulas de exceso de flujo, elementos que determinan un exceso de flujo que suspenden el llenado, como puede ser por alguna manguera fracturada, dispositivos de seguridad en la manguera contra el jaloneo de la misma, que permiten desacoplar la manguera del surtidor, como válvulas breakaway; y botones de paro de emergencia

Dispensario para Suministro de Gas Natural Comprimido (GNC)

Dispensario de acero inoxidable: INDOX GNC

Mangueras de suministro: alta presión con línea de recirculación

Medidor: de tipo másico con cabezal electrónico

I.2.4. Pruebas de verificación

Descripción de las condiciones en las que se realizan las pruebas hidrostáticas, radiografiado, medición de espesores, protección mecánica, protección anticorrosiva, de los tanques de almacenamiento, equipo de proceso, entre otros.

Programas de verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (Medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).

Pruebas de Hermeticidad

La prueba de hermeticidad deberá realizarse desde la salida del medidor o de la Estación de regulación y medición hasta las válvulas de control del compresor, esta se hará empleando aire o gas inerte.

Conforme lo señala la NOM-026-STPS-1998, se empleará un *Manómetro de Bourdon* con precisión $\pm 10\%$ del valor de la presión de prueba y rango máximo de 2 veces el valor de la prueba; a una presión de trabajo arriba de 50 kPa se empleará un Registro gráfico o digital considerando la variación de temperatura.

Las instalaciones deberán ser purgadas antes de ponerlas en servicio para extraer el fluido usado en la prueba; cuando se realice una reparación, se hará una prueba con jabonadura en las uniones.

El monitoreo para detección de fugas en la conexión del medidor con la instalación es responsabilidad del distribuidor ya que este es parte del sistema de distribución.

Los tubos, accesorios y componentes de la instalación, enterrados o sumergidos estarán protegidos contra la corrosión de acuerdo con lo establecido en el Apéndice II, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas, de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE.2010. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

Materiales y Accesorios

Tuberías

- ✚ **De acero negro, galvanizado y al carbón.** -cumplirán con las normas NMX-B-010-1986, NMX-B-177-1990, NMX-B-179-1983.
- ✚ **De acero inoxidable liso y corrugado.** - deberán ser de aleaciones de acero inoxidable serie 300; no deberán superar una presión de trabajo de 50 kPa (7.25 psi).
- ✚ **De cobre.** - serán de tipo rígido y flexible tipo L o K de acuerdo con la norma NMX-W-018-SCFI-2006, no deben superar una presión de trabajo de 410 kPa (60 psi).
- ✚ **De polietileno.** - deberán cumplir con la norma NMX-E-043-SCFI-2002. Las de media densidad no deberán superar una presión de trabajo de 60 psi y las de alta densidad una presión de 100 psi;

Conexiones y Accesorios

- ✓ Las conexiones forjadas deben cumplir con la Norma NMX-B-177-1990 y no superar una presión de trabajo de 14.1 psi;
- ✓ Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable clase I y cumplir con la Norma NMX-H-22-1989 y no superar una presión de trabajo de 149.39 psi;

- ✓ Las conexiones soldables deben unirse mediante la técnica del aro eléctrico o con soldadura oxiacetilénica.

Válvulas

Las válvulas deben cumplir con la Norma NMX-X-031-SCFI-2005.

Conexiones y Accesorios para Tuberías de Cobre

Las conexiones para tubería de cobre rígido, flexible o con abocinado deberán cumplir con las Normas NMX señaladas en el numeral 6.2.2 de la Norma.

Manómetros

Estarán precedidos de una válvula de bloqueo.

En los sitios donde sean previsibles esfuerzos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales se dará flexibilidad a la tubería mediante rizos o curvas.

Las tuberías que operen a presiones mayores a 689 kPa se localizaran de tal forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de siniestros, esto es protegiéndolas adecuadamente contra daños o fugas, debiendo utilizarse tubería de acero.

Toda la tubería visible se pintará en su totalidad de color amarillo.

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Describir las condiciones de operación de la planta (flujo, temperaturas y presiones de diseño y operación), así como el estado físico de la(s) sustancia(s). Anexar diagramas de flujo de proceso, donde se indiquen los equipos principales y auxiliares, así como los balances de masa. Anexar Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) legibles y con la nomenclatura y simbología correspondiente.

Balance de Materia

El flujo de gas natural por el sistema de tuberías del proyecto se realiza como una operación unitaria, es decir, no existen reacciones químicas en el proceso, por lo que no se tendrá consumo de otros insumos en su operación, y por lo tanto, no se tendrá generación de residuos peligrosos ni emisiones contaminantes al aire y agua.

Temperaturas y presiones de diseño y operación

El gas natural provendrá de la línea del distribuidor a una presión de 21 bares. A la llegada a la ERM, se realizará la regulación del gas a 4 bares de presión y 20 ° C, y después se

comprime nuevamente hasta 250 bares, para poder tener una presión de 200 bares que es la presión de trabajo de los dispensadores.

En la siguiente tabla se indican otros parámetros de la ERM

Tabla 11. Parámetros de operación y diseño de la ERM

Parámetro	Valor
Caudal máximo de la ERM	82,368 m ³ /d
Flujo mínimo de la ERM	2,500 m ³ /d
Flujo promedio de la ERM	60,000 m ³ /d
Presión máxima de diseño	19 bar
Presión de entrada máxima	19 bar
Presión de entrada mínima	4 bar
Presión de salida máxima	6.85 bar
Presión de salida mínima	4 bar

La estación de servicio tiene las siguientes capacidades de operación.

Tabla 12. Parámetros de operación de la Estación de servicio

Descripción	Capacidad	Unidad	Rango de operación
Presión de trabajo		Bar	250
Compresor	2	Pza.	
No. de mangueras	14	Pza.	12
Q. máx. EDS/día		m ³ /día	83,368
Carga por autobús		m ³	239
No. de autobuses por día		Unidades	200
No. de cargas por día	1	Veces	1
Carga total de autobuses		m ³ /día	47,800
Carga por auto particular		m ³	13
No. de autos por día		Unidades	1440
No. de cargas por día	2	Veces	2880
Carga total de autos		m ³ /día	37,440
Flujo total EDS		m³/día	85,240
Autos promedio cargados por manguera		Unidades/hr	10
Autobuses promedio cargados manguera		Unidades/hr	3

I.3.1. Especificación del cuarto de control

El tablero del CCM debe estar ubicado en un área no peligrosa y tiene que ser firmemente conectado a tierra física.

Las características del cuarto eléctrico son las siguientes:

- a. Debe localizarse fuera del área de compresores, alejado por lo menos a 3 metros de distancia de los equipos.
- b. Se recomienda la instalación de ventilación forzada positiva.
- c. La puerta de acceso debe ser controlada y ubicada a contra flujo de los vientos dominantes.
- d. El cuarto debe ser construido de tal manera que garantice no ser afectada por los elementos naturales de la zona (como lluvia, vientos, inundaciones, sismos, etc.).
- e. Debe contar con la iluminación suficiente y necesaria para su correcto mantenimiento, considerando iluminación de emergencia.
- f. Debe contar con suficiente ventilación.

Controles eléctricos del compresor IMW-50

El compresor es controlado por un Controlador Logístico Programable (PLC). EL PLC monitorea continuamente el estado del compresor e indica las condiciones de alarma. El estatus del compresor es monitoreado por varios sensores de temperatura, presión, flujo y otros datos cuando son requeridos.

Todo el sistema del compresor tiene un ESD (Emergency Shut Down), este sistema incorpora los botones de presión en "posición de llave". Este sistema desconecta con seguridad el compresor y todos los ductos de entrada de gas y del almacenamiento a los dispensarios.

Procedimiento de purgas en el sistema

Además de verificar la instalación eléctrica, hermeticidad de ductos, cierre de válvulas, venteos, etc. antes de que el sistema pueda operar con gas natural, una serie de operaciones de purgado debe ser ejecutada, primero será necesario elaborar una lista de chequeo de los procedimientos de purga CON GAS NITROGENO como sigue:

Purga del compresor

Ductos de almacenamiento y de panel ESD

Sistema de dispensarios

Cada una de las tres actividades mencionadas tiene un procedimiento específico que se incluye en el Manual de Operación del equipo, se repiten los mismos pasos, pero con gas natural para llenado de ductos y equipos.

Operación (Medidas de seguridad)

Una vez que el sistema ESD señala que los sistemas de alarma están conectados y el compresor listo para iniciar operaciones, el chequeo de seguridad por derrame de gas activa las siguientes funciones operativas y de seguridad:

Evento/ tiempo/ condición	Acción
Cada 20 minutos (de operación continua)	El motor del abanico de enfriamiento para por 30 segundos. El flujo de aire a través del sistema se detiene. El detector percibe gas de un derrame.
Si la concentración de gas está arriba del 20% del LEL (*)	Se despliega en pantalla el aviso: "Nivel #1 de Gas: Advertencia". Todos los abanicos se desconectan automáticamente hasta que la concentración registrada se encuentre abajo del 5%.
Si la concentración de gas está en o arriba del 40% del LEL (*)	El compresor se cierra. Aparece en pantalla: "Nivel #2 de Gas: Alarma" El sistema necesita ser manualmente reiniciado para retornar a su operación normal; los abanicos se apagan.

LEL: Lower Explosion Limit

I.3.2. Sistemas de aislamiento

Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames, anexando planos de construcción de los mismos.

Las instalaciones eléctricas proyectadas cumplen con los requisitos y especificaciones que se indican en le NOM-001-SEDE-2012 así como en los códigos NFPA 30, NFPA 30A, NFPA 70 (National Electric Code); se consideran dentro de estas especificaciones a: sistemas de alimentación a equipos eléctricos, sistemas de iluminación, sistemas de tierras y pruebas de instalación, todas ellas a prueba de explosión consideradas dentro de áreas peligrosas Clase I, Grupo D, divisiones 1 y 2.

Modo de aislamiento

Fuera de las áreas clasificadas, podrán instalarse registros donde se efectúe la transición de ductos a prueba de explosión, a canalizaciones no metálicas, previa instalación de un sello eléctrico que mantenga la hermeticidad dentro de las áreas peligrosas.

En la acometida a los dispensarios de despacho de GNV, interruptores y en general a cualquier equipo eléctrico que se localice en áreas peligrosas, se colocaran sellos eléctricos en los ductos para impedir el paso de gases, vapores o flamas de un área a otra de la instalación eléctrica.

El compresor es controlado por un Controlador Logístico Programable (PLC). EL PLC monitorea continuamente el estado del compresor e indica las condiciones de alarma. El estatus del compresor es monitoreado por varios sensores de temperatura, presión, flujo y otros datos cuando son requeridos.

Todo el sistema del compresor tiene un ESD (Emergency Shut Down), este sistema incorpora los botones de presión en "posición de llave". Este sistema desconecta con seguridad el compresor y todos los ductos de entrada de gas y del almacenamiento a los dispensarios.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

Mencionar accidentes e incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso acciones realizadas para su atención.

A nivel nacional los incidentes más frecuentes son los ocasionados por maquinaria pesada que realiza obras de excavación en vías públicas, esto ocasionado por no revisar previamente la información relacionada con la señalética de ubicación y características de protección de los ductos de gas natural o en ocasiones por la falta de la misma. Podremos citar algunos ejemplos:

1. Incendio en ducto de gas natural moviliza a bomberos en Nuevo León.

"...La explosión e incendio en una tubería de gas natural en San Pedro Garza García provocó la movilización de los cuerpos de seguridad para controlarlo;las causas según las autoridades fue el reblandecimiento del suelo y un poste de energía cayó sobre el ducto de gasla empresa de gas natural informo que el incidente fue reportado a su Centro de Atención de Urgencias, el incidente ocurrió en las calles de Lázaro Cárdenas y Diego Rivera, intervinieron en la evacuación de la zona el cuerpo de bomberos, protección civil y Cruz Roja..." (Fuente: Periódico El Financiero 07/agosto/2014).

2. Una máquina de re encarpelado provoca incendio en Guadalupe, Nuevo León.

"...Un presunto error humano provocó que una máquina de las denominadas "Dragón" reventara una tubería de gas natural en las calles del municipio de Guadalupe, Nuevo León causando la muerte de dos personas de la empresa constructora que realizaba los trabajos, informo el alcalde de ese lugar fueron evacuadas casas y negocios de la zona..." (Fuente: Noticiero Televisivo CNN México.; 07/04/2015).

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Aplicación de criterios de peligrosidad del gas natural

Características CRETI del Gas Natural.

El gas natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61, aire = 1.0) las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y

explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna. Presenta además ventajas ecológicas ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.

Especificaciones del gas natural

El gas natural que se inyecte en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución y el que sea entregado por los suministradores a permisionarios y usuarios debe cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla de esta Norma:

Propiedad	Unidades	Valor (resto del país)
Metano (CH ₄)- Min	% volumen	84.0
Oxígeno (O ₂)- Max	% volumen	0.20
Bióxido de Carbono (CO ₂)-Max	% volumen	3.00
Nitrógeno (N ₂)-Max	% volumen	4.00
Nitrógeno. Variación máxima diaria	% volumen	+/- 1.5
Total de inertes(CO ₂ y N ₂)- Max	% volumen	4.00
Etano- Max	% volumen	11.00
Temperatura de rocío de hidrocarburos. Max	K (°C)	271.15(-2)
Humedad (H ₂ O). Max	Mg/m ³	110.00
Poder calorífico superior. Min	Mj/m ³	37.30
Poder Calorífico superior. Max	Mj/m ³	43.60
Índice Wobbe. Min	Mj/m ³	48.20
Índice Wobbe. Max	Mj/m ³	53.20
Índice Wobbe-. Variación máxima diaria	%	+/-5
Ácido sulfhídrico (H ₂ S). Max	Mg/m ³	6.00
Azufre total (S). Max	Mg/mt ³	150.00

Otras características.

El gas natural en el punto de transferencia de custodia que haya sido acordado entra las partes debe estar técnicamente libre de:

- Agua, aceite e hidrocarburos líquidos
- Material sólido, polvos, gomas
- Otros gases que puedan afectar a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución o a los equipos o instalaciones de los usuarios.

Situación de Emergencia

Deberán prohibirse y/o mantener lo más alejado posible las fuentes de ignición, chispas, flama y calor. Las conexiones eléctricas domésticas o carentes de clasificación son las fuentes de ignición más comunes por lo que deben cumplir con las Normas vigentes para áreas clasificadas como peligrosas.

Es un combustible 100% gaseoso a temperatura y presión normal, sustituto de los carburantes líquidos (gasolina, diésel) además de que ofrece innumerables beneficios: económicos, ecológicos, ambientales y de seguridad. **Es considerado el combustible del**

futuro sustentable y menos contaminante. Las proyecciones en México estiman que para el año 2021 habrá 2000 estaciones para abastecimiento y 3'000,000 de vehículos convertidos a gas natural desplazando los combustibles líquidos automotrices.

¿Por qué se usa Gas Natural Vehicular?

Las Emisiones de CO₂ y sustancias contaminantes mínimas si las comparamos con las de vehículos convencionales que usan combustibles líquidos; ausencia de sustancias contaminantes procedentes de la combustión de sulfuros; bajo nivel de ruido procedente del motor; menor mantenimiento y durabilidad del motor; alternativa más económica comparada con otras propuestas ecológicas como el uso de energía eléctrica o aire comprimido; en materia de riesgos una alternativa más segura. El Gas Natural tiene una temperatura de ignición alta y es más ligero que el aire; las emisiones de gases por uso de gas natural no son tóxicas comparadas con otros combustibles que emiten CO, HC's, SO₂, principalmente.

El Gas Natural Vehicular es un combustible automotor sustituto de la gasolina en motores de combustión interna de encendido por chispa y en forma parcial del diésel en aquellos motores de encendido por compresión.

El GN es menos costoso que la gasolina, está alrededor de un 50% más barato que la gasolina que se consume en México. Debido a la eficiencia de bajos costos del GN, la inversión inicial de los equipos de conversión es rápida y depende del uso del vehículo, principalmente cuando son de uso intenso como taxis o medios masivos de transporte urbano.

La vida del motor aumenta sensiblemente ya que la carburación es mucho más limpia en motores que la gasolina y el servicio de mantenimiento se reduce significativamente ya que los cambios de aceite son mucho menores, menos afinaciones, eliminación de falla de bujías debido a la fácil combustión del GN, además de que no es corrosivo como los combustibles líquidos y prácticamente no produce contaminación, reduce significativamente las emisiones de CO en un 90%, los HC's en un 50%; no genera partículas por la combustión altamente eficiente.

¿Es Seguro?

Si llegara a ocurrir una fuga fortuita, el GN se libera a la atmósfera sin daño alguno por que es más ligero que el aire, además de otros gases, el componente principal de GN es el metano que tiene una densidad de 0.55; el propano que es el componente principal del gas LP tiene una densidad de 1.52; esto además de otras ventajas como la temperatura de inflamación del GN es más alta que la gasolina o el gas LP, reduciendo significativamente el riesgo de algún accidente que desembocaría en incendio o deflagración (flamazo).

Consideraciones Medioambientales

De los combustibles fósiles, el gas natural es el más limpio en su combustión; al tiempo que se han desarrollado para su uso final nuevos equipos y tecnologías con elevados rendimientos. Su combustión al igual que la del resto de los combustibles fósiles produce finalmente CO₂ y vapor de agua. El criterio de "más limpio" es debido a su composición

química ya que está compuesto aproximadamente en un 95% por metano. La proporción hidrógeno/carbono es mayor que en el resto de los combustibles porque su molécula es de un carbón y cuatro hidrógenos, esto conlleva a una menor generación de CO y CO₂ por unidad de energía producida, las proporciones de contaminación emitidas por su combustión son aun menores, además su estado gaseoso de baja densidad favorece la mezcla rápida con el aire facilitando la combustión, lo que se indica en la siguiente tabla:

Emisiones de CO₂ por combustión de distintos combustibles	
COMBUSTIBLE	Kg CO₂/GIGAJoule
LIGNITO	102
ANTRACITA	91.3
FUEL OIL	78.5
GASOLEO	73.3
GAS NATURAL	55.9

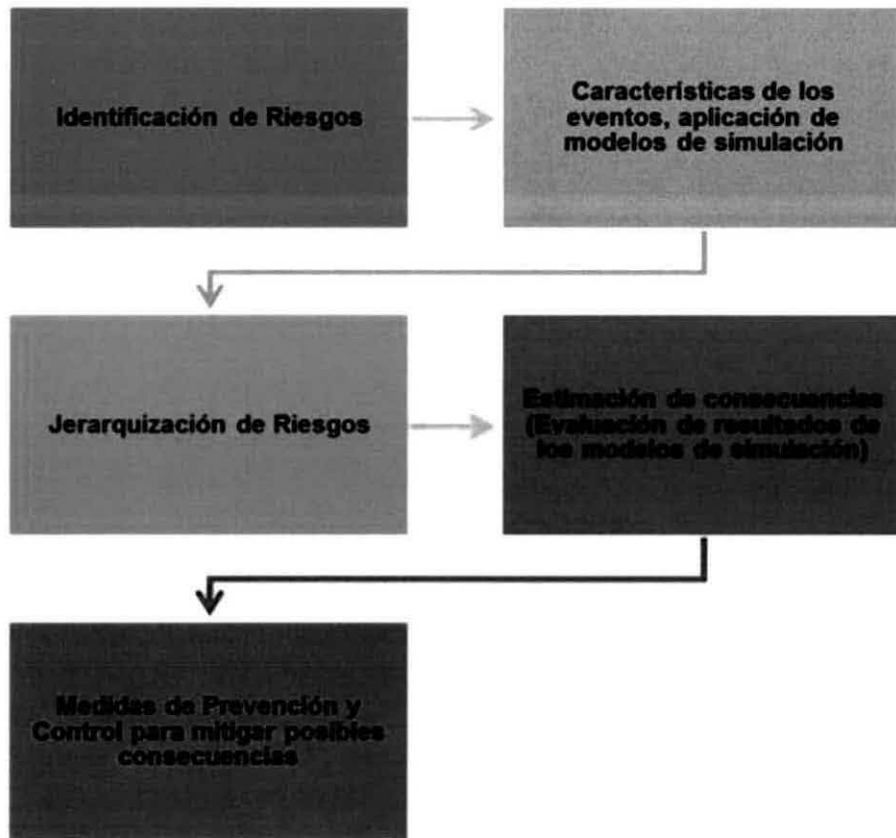
El gas natural prácticamente no contiene azufre por lo que no genera emisiones de SO₂ o estas son despreciables comparadas con las derivadas de la combustión de otros combustibles.

Efectos potenciales para la Salud

El gas natural no tiene color, sabor, ni olor, por lo que es necesario administrar un odorífico para advertir su presencia en caso de fuga.

El análisis de riesgos identifica los posibles eventos de riesgo creíbles hipotéticos a suceder en la instalación para determinar posibles consecuencias por algún incidente ocasionado por deficiente manejo de las sustancias peligrosas conforme a la siguiente estructura:

ANÁLISIS DE RIESGO



Para poder decidir si un riesgo es aceptable, se requiere estimar su magnitud, por lo que se hace necesario realizar un análisis sistemático y lo más completo posible de todos los aspectos que implica para la población, el medio ambiente y los bienes materiales, la actividad de un determinado establecimiento, las sustancias que utiliza, los equipos, los procedimientos, etc., Se trata de estimar el nivel de peligro potencial de una actividad en términos de cuantificar la magnitud del daño, de la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias del mismo.

Los análisis de riesgos, por tanto, tratan de estudiar, evaluar, medir y prevenir los fallos y las averías de los sistemas técnicos y de los procedimientos operativos que pueden iniciar y desencadenar sucesos no deseados (accidentes) que afecten a las personas, los bienes o el medio ambiente.

La identificación de eventos de riesgo, tiene como objetivo principal, analizar e identificar desviaciones en cada una de las áreas de las instalaciones donde se manejan sustancias peligrosas y que puedan dar origen a un evento de riesgo, esta identificación, se realiza a través de tres fases, como se describen a continuación:

❖ Primera Fase

Consiste en identificar si las sustancias manejadas en las instalaciones, se incluyen dentro del Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas para sustancias tóxicas, inflamables o explosivas emitidas y publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y 4 de mayo de 1992 y posteriormente determinar si estas se encuentran por debajo de la cantidad de reporte establecido en estos listados. Por lo anterior, se analizaron las sustancias que manejará nuestro proyecto, detectando que se incluye en los Listados el gas natural, la cantidad total manejada se señala a continuación.

Relación de sustancias, cantidad de producción diaria y la cantidad de reporte			
Sustancia	Cantidad Manejada en la instalación	Cantidad de reporte	Rebasa la cantidad de reporte (2do Listado de A.A.R.)
Gas Natural	686.73kg (*)	500 kg.	SI

(*). El listado considera el gas natural en estado gaseoso; el proyecto tendrá una capacidad de almacenamiento en cilindros y ductos de 4,133.70 litros en estado líquido; la equivalencia considera el peso específico de 0.16613.

Como se aprecia en la Tabla, la cantidad de Gas Natural que se manejará en el proyecto, se encuentra en cantidad superior a la Cantidad de Reporte, por lo que se considera que Realizarán Actividades Altamente Riesgosas y le corresponde a las autoridades federales evaluar el Estudio de Riesgo debido a que se rebasa la cantidad de reporte citada.

❖ Segunda Fase

Se llevará a cabo la revisión de especificaciones de diseño, características de los equipos y del sitio de almacenamiento.

❖ Tercera Fase

Se llevará a cabo la identificación de riesgos, La metodología identifica desviaciones que pueden desencadenar posibles escenarios de riesgo ambiental en el proceso como una fuga y posterior incendio y/o una explosión del gas.

Los principales riesgos identificados para el desarrollo del Análisis de los Riesgos, se obtuvieron después de analizar las propiedades físicas y químicas del GNV.

I. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Como se pudo observar en la evaluación realizada, la operación del manejo de gas natural resulta muy confiable bajo condiciones normales de operación y respetando las medidas de seguridad implementadas, por lo que la probabilidad de eventos de riesgo es poca, pues el sistema está diseñado en sus diferentes áreas con dispositivos de respuesta rápida los cuales evitan o reducen al mínimo problemas de fugas, sobrepresión, exceso de flujo o falta de flujo.

Identificación de Áreas de Riesgos.

La asignación de probabilidades se realiza con base en la siguiente tabla de valores:

Frecuencia de probabilidades.

Probabilidad	Frecuencia Probable
10^0	Inminente (puede ocurrir en cualquier momento)
10^{-1}	Muy probable (ha ocurrido o puede ocurrir varias veces al año)
10^{-3}	Probable (ha ocurrido o puede ocurrir una vez en un año)
10^{-5}	Poco probable (puede presentarse una vez en 5 años)
10^{-7}	Improbable (puede presentarse una vez en 10 años)
10^{-9}	No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo.

Las tablas de fallas son a criterio del evaluador, a la fecha no se cuenta con registros para realizar estadísticas de fallas en equipos y accesorios, así como la frecuencia por lo que no se asignan los valores, que solamente para efectos de comparabilidad se mencionan en la tabla anterior.

Fuga en la recepción de Gas Natural

Falla en accesorios

- ✓ Fuera de especificaciones
- ✓ Daño por golpe o inadecuada conexión de accesorios
- ✓ Mantenimiento Inadecuado
- ✓ Falta de supervisión
- ✓ Daño durante el mantenimiento
- ✓ Mano de obra no calificada

Fuentes de ignición

- ✓ Inadecuado aterrizamiento del equipo
- ✓ Fuentes de calor próximas (trabajos sin supervisión)
- ✓ Chispa por uso de herramientas

Fuga de gas del compresor

- ✚ Falla de válvula de control de entrada de gas a compresor
- ✚ Falla de intercambiador de calor que enfría el gas comprimido
- ✚ Falla de sensores de presión y temperatura
- ✚ Falla de válvulas de seguridad de relevo

Fuga/derrame de gas licuado en el área de almacenamiento de gas Natural comprimido

- Deficiente calidad de conexiones y accesorios
- Falla de sensores indicadores de nivel y presión de llenado de tanques
- Falla de sensores de temperatura
- Mantenimiento deficiente
- Operación por personal no calificado.

Las medidas correctivas para cada una de las posibles fallas mencionadas anteriormente se citan en el Apartado de recomendaciones técnico operativas.

Modelación de eventos utilizando el software ALOHA ®

El programa ALOHA puede modelar escenarios de incendios y explosiones, así como de dispersión de una nube de gas contaminante en la atmósfera. Entre los escenarios que se pueden modelar se encuentran los Jet Fires, Pool Fires, BLEVEs, Áreas Inflamables (donde puede ocurrir un Flash Fire) y Explosiones de Nubes de Vapor.

En el caso de la explosión de la nube de vapor, esta se considera cuando el químico inflamable liberado forma una nube de vapor, se dispersa mientras se desplaza en la dirección del viento, alcanza una fuente de ignición y si la porción de la nube tiene concentraciones en el rango de inflamabilidad, se encenderá. La velocidad a la cual la flama se mueve a través de la nube determinará si es una deflagración o una detonación. En ciertas ocasiones, la nube se quemará tan rápido que formará una fuerza explosiva. La severidad de la explosión dependerá del químico, el tamaño de la nube al momento de la ignición, el tipo de ignición y el nivel de congestión dentro de la nube.

A fin de determinar los radios de afectación, se considerarán los parámetros, los cuales están incluidos en los criterios de la Guía de Semarnat.

Toxicidad

El gas natural se considera un asfixiante simple que no tiene toxicidad sistémica, por lo que no cuenta con parámetros específicos como TLV o IDLH, por lo que para efectos de cálculo, se utilizarán los parámetros utilizados para el gas metano, el cual conforma aproximadamente el 88% de la composición del gas natural. De acuerdo a la NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) el IDLH para sustancias inflamables que no se consideran tóxicas, el nivel del índice letal se calcula para el 10% del límite inferior de inflamabilidad. Para el caso del gas natural se tomó la información del TLV de la Chemical Safety Card (ICSC) para el metano.

- Valor umbral para zona de Riesgo: 5000 ppm (IDLH)
- Valor umbral para zona de Amortiguamiento: 1000 ppm (TLV)

Radiación térmica

- Valor umbral para zona de Riesgo: 5 KW/m² (Quemaduras de 2° en 60 min)
- Valor umbral para zona de Amortiguamiento: 1.4 KW/m² (Deshidratación de la madera)

Sobrepresión:

- Valor umbral para zona de Riesgo: 1 PSI (Derribo de personas, demolición parcial de casas que quedan inhabitables)
- Valor umbral para zona de Amortiguamiento: 0.5 PSI (Destrucción de ventanas con daño a los marcos)

Para definir los escenarios a simular se tomaron los siguientes parámetros:

- **Velocidad del viento:** De acuerdo a los datos meteorológicos, la velocidad del viento promedio en la zona es de 3.252 Km/hr, lo cual en m/s es 0.9.
- **Dirección del viento:** 241.3 (SO)
- **Temperatura:** Se utilizará la temperatura media promedio, la cual es de 18.51°C
- **Humedad relativa:** 47%
- **Hora:** Se considerará que los eventos ocurrirán durante la noche, a las 21 hrs.
- **Rugosidad del terreno:** Se utilizó la opción urbano o bosque, aunque por el tipo de sustancia no tiene efecto significativo en el resultado.
- **Nubosidad:** Se manejará el valor estándar de 5/10
- **Tipo de dispersión:** Gaussiana (por ser el gas más ligero que el aire)

Estabilidad Atmosférica: Para la selección de la estabilidad atmosférica se tomó en consideración la situación más estable que sea consistente con la velocidad de viento utilizada. De acuerdo a la Clasificación de Estabilidad de Pasquill, para la noche con velocidades inferiores a 2 m/s la estabilidad corresponde a la letra F, muy estable

Caracterización de los eventos de riesgo.

Las características de los eventos, indican el tipo de escenarios que pueden presentarse en caso de una o más desviaciones en el manejo de sustancias peligrosas, por lo que en este punto, las actividades a realizar, se centran en evaluar mediante la información recopilada y generada por la metodología HAZOP la característica de los eventos identificados, tomando como base los criterios establecidos como referencia para áreas de riesgo y amortiguamiento, las cantidades manejadas de GN, así como de las características del equipo o condiciones de operación y que pueden dar lugar al escenario de riesgo

Criterios.

Los criterios empleados en la modelación de los eventos de riesgo simulados, son los siguientes:

Criterios para definir las zonas de alto riesgo y amortiguamiento

ESCENARIO**ZONA****ALTO RIESGO****AMORTIGUAMIENTO**

Inflamabilidad (Radiación térmica)

5 kW/m²1.4 kW/m²

Explosividad (sobrepresión)

0.070 kg/cm² = 1.0 PSI0.035 kg/cm² = 0.5 PSI

Con los datos obtenidos de las sustancias, los volúmenes manejados y el área donde se puede presentar el evento, se modelan 2 escenarios posibles de riesgo, simulando las consecuencias, para lo cual se emplea el programa de simulación ALOHA (AREAL LOCATION OF HAZARDOUS ATMOSPHERES) de la EPA (ENVIROMENT PROTECTION AGENCY) con los resultados siguientes:

RADIACIÓN TÉRMICA**SITE DATA:**

Location: CLEAR GAS, SLP, MEXICO

Building Air Exchanges Per Hour: 0.21 (unsheltered single storied)

Time: September 28, 2016 1151 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -164.1° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 0.90 meters/second from NE at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 18.5° C

Stability Class: F

No Inversion Height

Relative Humidity: 47%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in vertical cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 0.56 meters Tank Length: 0.50 meters

Tank Volume: 123 liters

Tank contains liquid Internal Temperature: -150° C

Chemical Mass in Tank: 49.9 kilograms

Tank is 100% full

Circular Opening Diameter: 0.50 inches

Opening is 0.50 meters from tank bottom

Max Flame Length: 6 meters Burn Duration: 2 minutes

Max Burn Rate: 52.3 kilograms/min

Total Amount Burned: 43.9 kilograms

Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red : 10 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Orange: 17 meters --- (1.4 kW/(sq m))

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7



Time: September 14, 2016 1141 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: METHANE

Wind: 5 meters/second from E at 3 meters

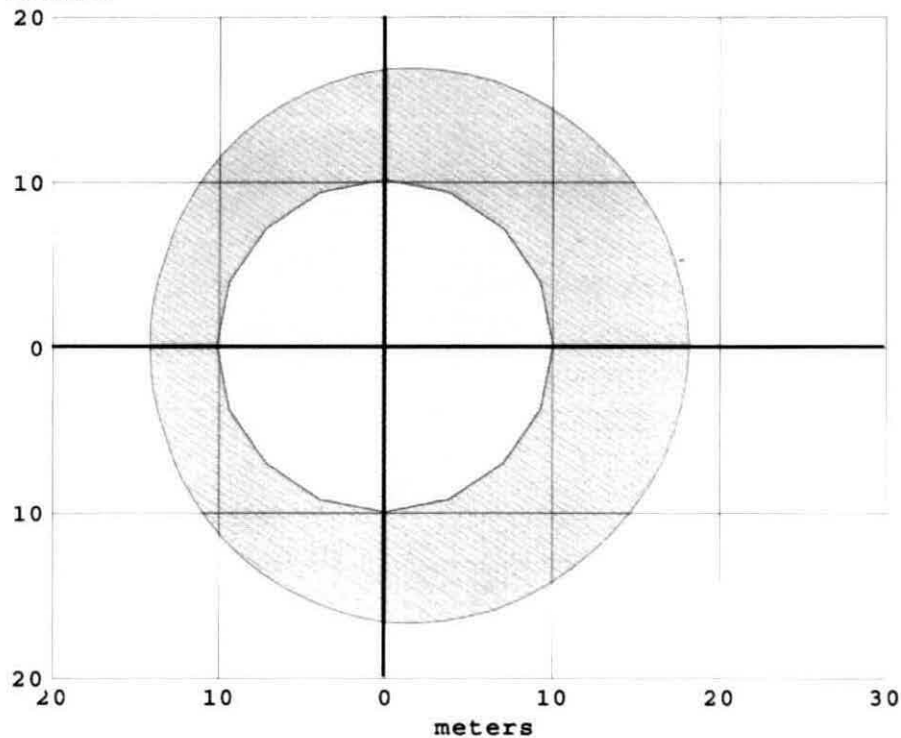
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red : 10 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Orange: 18 meters --- (1.4 kW/(sq m))

meters



-  greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
-  greater than 1.4 kW/(sq m)

Los radios de afectación por Radiación Térmica se señalan en la siguiente grafica del sitio propuesto:



ZONA		CRITERIOS	RADIOS DE AFECTACION (Mt)
RIESGO	○	5.0 KW/Mt2	10
AMOETIGUAMIENTO	○	1.4 kw/Mt2	17

DEFLAGRACIÓN

SITE DATA:

Location: CLEAR GAS, SLP, MEXICO

Building Air Exchanges Per Hour: 0.21 (unsheltered single storied)

Time: September 28, 2016 1151 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -164.1° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 0.90 meters/second from NE at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 18.5° C

Stability Class: F

No Inversion Height

Relative Humidity: 47%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in vertical cylindrical tank

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

Tank Diameter: 0.56 meters

Tank Length: 0.50 meters

Tank Volume: 123 liters

Tank contains liquid

Internal Temperature: -150° C

Chemical Mass in Tank: 49.9 kilograms

Tank is 100% full

Circular Opening Diameter: 0.50 inches

Opening is 0.50 meters from tank bottom

Release Duration: 2 minutes

Max Average Sustained Release Rate: 37 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 43.9 kilograms

Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion

Type of Ignition: ignited by spark or flame

Level of Congestion: uncongested

Model Run: Heavy Gas

Red : LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)

Orange: 30 meters --- (0.5 psi)

Overpressure (Blast Force) Threat Zone

ALOHA® 5.4.7



Time: September 14, 2016 1155 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: METHANE

Wind: 5 meters/second from E at 3 meters

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion

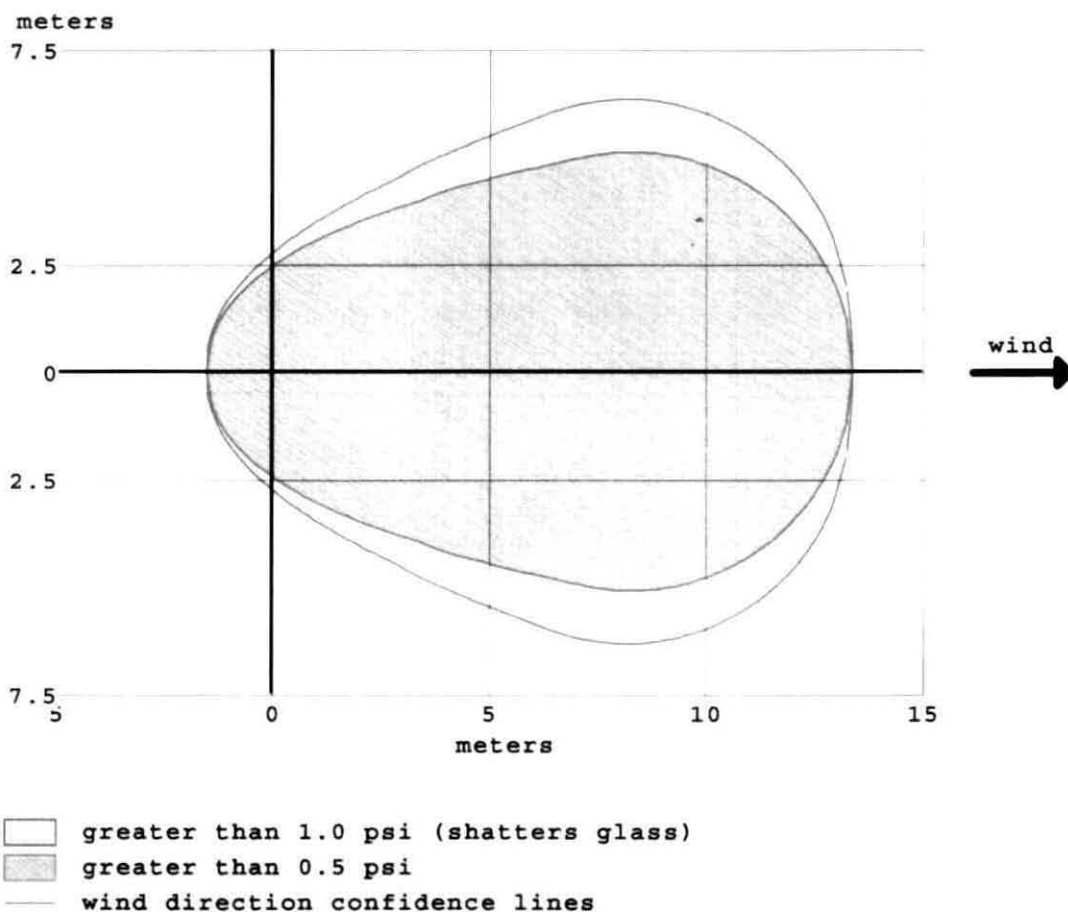
Type of Ignition: ignited by spark or flame

Level of Congestion: uncongested

Model Run: Heavy Gas

Red : LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)

Orange: 13 meters --- (0.5 psi)



Los radios de afectación por deflagración (flamazo) tipo Blast Force se muestran en la siguiente gráfica:



ZONA		CRITERIOS	RADIOS DE AFECTACION (Mt)
RIESGO	○	1.0 PSI	NO SE REBASA CRITERIO
AMORTIGUAMIENTO	○	0.5 PSI	30

TOXICIDAD

SITE DATA:

Location: CLEAR GAS, SLP, MEXICO

Building Air Exchanges Per Hour: 0.21 (unsheltered single storied)

Time: September 28, 2016 1151 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: METHANE

CAS Number: 74-82-8

Molecular Weight: 16.04 g/mol

PAC-1: 65000 ppm PAC-2: 230000 ppm PAC-3: 400000 ppm

LEL: 50000 ppm UEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -164.1° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 0.90 meters/second from NE at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 18.5° C

Stability Class: F

No Inversion Height

Relative Humidity: 47%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in vertical cylindrical tank

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

Tank Diameter: 0.56 meters

Tank Length: 0.50 meters

Tank Volume: 123 liters

Tank contains liquid

Internal Temperature: -150° C

Chemical Mass in Tank: 49.9 kilograms

Tank is 100% full

Circular Opening Diameter: 0.50 inches

Opening is 0.50 meters from tank bottom

Release Duration: 2 minutes

Max Average Sustained Release Rate: 37 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 43.9 kilograms

Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas

Red : 12 meters --- (400000 ppm = PAC-3)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.

Orange: 16 meters --- (230000 ppm = PAC-2)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.

Los radios de afectación por toxicidad se ilustran en la siguiente grafica del predio propuesto para el proyecto:



ZONA		CRITERIOS	RADIOS DE AFECTACION (Mt)
RIESGO	○	PAC-3 400,000 ppm	12
AMORTIGUAMIENTO	○	PAC-2 230,000 ppm	16

Los valores de los PAC's.- (Protective Action Criteria) son valores basados en los valores límites de exposición AEGL's (Acute Exposure Guideline Levels), ERPG's (Emergency Response Planning Guidelines) y TEEL's (Temporary Emergency Exposure Levels); los valores de los PAC's están asociados con un incremento de la severidad del efecto por altos niveles de exposición;

La definición de zonas de alto riesgo y amortiguamiento se hicieron siguiendo los criterios establecidos en la tabla anterior.

Respecto a la metodología, se modeló para una condición de Estabilidad Atmosférica tipo "F", una velocidad de viento de 0.90 metros por segundo para representar las condiciones de dispersión más críticas. Se considera además la Humedad Relativa del 47%. En este caso, solo se analiza el único riesgo que es la fuga de gas por una ruptura de las tuberías y/o de una válvula de seguridad o relevo.

Radio potenciales de afectación

Los datos de las sustancias utilizados para su aplicación en los programas de simulación son los siguientes.

Parámetro	Gas natural
Formula molecular	Mezcla(CH ₄ +C ₂ H ₆ +C ₃ H ₈)
Peso molecular	18.2
Densidad del gas (g/l) a CN.(aire=1) @ 15.5°C	0.61
Densidad del líquido (agua=1) @ 0/4°C	0.554
Limite inferior de explosividad (%)	4.5%Metano+95.5% Aire
Limite superior de explosividad (%)	14.5%Metano+85.5% Aire

También se utiliza la base de datos existente en el programa ALOHA 5.4.7 (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) de la AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL (EPA) DE USA considerando el gas natural compuesto principalmente por metano (88%).

El suministro de gas natural se hace por ductos subterráneos, se suministra a diferentes rangos de presión (4 a 32 kgf/cm²)¹.

Los datos meteorológicos utilizados para el desarrollo de estas simulaciones son los siguientes:

Dirección del viento.	De NE a SO
Velocidad del viento.	0.90 metros/segundo
Humedad relativa.	47%
Temperatura.	18.5°C

Se ingresan al programa los datos de alimentación de cada escenario, así como también la información meteorológica.

¹ FUENTE: HDS DEL GAS NATURAL. PEMEX REFINACION

Se acompañan los resultados con las gráficas relevantes en los anexos correspondientes a fin de mostrar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento.

Los escenarios que se simulan son: incendio tipo chorro (Jet fire), incendio tipo flamazo de nube no confinada (Flash fire) así como fuga de gas sin ignición para determinar adicionalmente los radios de afectación por toxicidad (sin contar criterios de protección a la salud). Los resultados que se presentan en la tabla siguiente se comparan con los valores criterio, en donde se representa la mayor afectación.

Resultados obtenidos en la simulación de los eventos de riesgo			
Escenario	Criterios de modelación (Zona de Alto Riesgo) (Zona de Amortiguamiento)	Resultados Radios de Afectación (mts)	Duración de la liberación de gas
Evento. Fuga de Gas natural			
INCENDIO (tipo jet fire)	5 kW/m ²	10	2 minutos
	1.4 kW/m ²	17	
DEFLAGRACION (tipo flash fire)	1.0 PSI	No se rebasa valor criterio	2 minutos
	0.5 PSI	30	
TOXICIDAD (Fuga sin combustión)	PAC-3: 400,000 ppm	12	2 minutos
	PAC-2: 230,000 ppm (Valores de la EPA)	16	

De conformidad con los objetivos del presente Estudio, se considera el peor escenario con una fuga de gas natural en el caso de que encuentre una fuente de ignición después de la ruptura de un ducto o de la válvula de seguridad o de relevo por sobrepresión o de la válvula de alimentación por deterioro de esta, una vez que se inicia la ignición del gas por una fuente externa de calor.

De la misma manera, la ignición de la nube explosiva del gas liberado se inicia por medio de chispa o flama, generando una onda de sobrepresión por flamazo de la nube de gas : el gas inflamable escapa sin estar encendido, la liberación se hace por un período determinado hasta que alcanza una fuente de calor que ocasiona el incidente, esta simulación se desarrolla por medio de un modelo para gases dispersados en el aire, encontrando que la dispersión del gas genera una dilución gradual en el aire, donde se encuentra un área flamable en la proporción adecuada gas/aire, para que inicie la ignición generando una sobrepresión, lo que ocasiona consecuencias conforme se señala en la Tabla siguiente:

Efectos de explosión de nube de vapor no confinada (100 % de la energía liberada).		
Ondas de sobrepresión		Daño o Efecto observado
Psi	Bar	
0.02	0.0013784	Ruido molesto (137 dB y 10.15 Hz de frecuencia)
0.03	0.0020676	Ruptura ocasional de grandes ventanales bajo tensión
0.04	0.0027567	Ruido fuerte (143 dB), falla de cristales por ondas sónicas
0.1	0.0068912	Ruptura de ventanas pequeñas bajo tensión
0.15	0.01033769	Presión típica para ruptura de cristales
0.3	0.0206754	"Distancia segura" (probabilidad de 0.95 sin daño serio más allá de este valor), límite de proyectiles; algún daño a techos de casas; 10% de ventanas rotas.
0.4	0.0275672	Daño estructural secundario limitado
0.5 – 1.0	0.0344589 -0.068991	Generalmente se estrellan grandes y pequeñas ventanas, daño ocasional a marcos de ventanas.

Metodología de jerarquización de riesgos.

Para jerarquizar los riesgos identificados y obtener el **Índice de Riesgo** de cada evento, se utiliza una técnica cuantitativa de matriz de frecuencia contra consecuencia, definiendo así, los eventos de riesgo que se presentarán.

La técnica utiliza Índices de Frecuencia e Índices de Consecuencia, los cuales, al ser combinados entre sí, generan un Índice Global de Riesgo. En las tablas siguientes se describen los índices y la matriz de evaluación.

Índice de Frecuencia		
Rango	Frecuencia	Descripción
4	Frecuente	Ocurre más de una vez por año
3	Poco Frecuente	Ocurre una vez entre 1 y 10 años
2	Raro	Ocurre una vez entre 10 y 100 años
1	Extremadamente Raro	Ocurre una vez entre 100 y 10 000 años o más

Índice de Consecuencia.		
Rango	Consecuencia	Descripción
4	Catastrófica	Fatalidad/daños irreversibles y pérdidas de producción mayores a USD \$ 1 000 000.00

3	Severa	Heridas múltiples/daños mayores a propiedades y pérdidas de producción entre USD \$100,000 y USD \$ 1'000 000.00
2	Moderada	Heridas ligeras/daños menores a propiedades y pérdidas de producción entre USD \$10, 000 y USD \$100,000.00
1	Ligera	No hay heridas/daños mínimos a propiedades y pérdidas de producción menores a USD \$10,000

Matriz de Jerarquización de Riesgos.						
Índice de Riesgo			Consecuencia			
			Ligera 1	Moderada 2	Severa 3	Catastrófica 4
Frecuencia	Frecuente	4	4	8	12	16
	Poco Frecuente	3	3	6	9	12
	Raro	2	2	4	6	8
	Extremadamente Raro	1	1	2	3	4

Índice de Riesgo

Rango	Riesgo	Descripción
1,2,3	Aceptable	Riesgo generalmente aceptable.
4,6	Aceptable con controles	Se deben revisar y en su caso modificar los procedimientos de control del proceso.
8,9	Indeseable	Se deben revisar y en su caso modificar los procedimientos y controles, tanto de ingeniería como administrativos con cierta periodicidad
12,16	Inaceptable	Se deben revisar y en su caso modificar los procedimientos y controles, tanto de ingeniería como administrativos.

La Tabla anterior, ejemplifica que a mayor calificación mayor riesgo. Es importante considerar que la descripción de los diferentes rangos de los índices, sólo se deberá tomar como base para poder discernir entre un escenario y otro.

APLICACIÓN.

Para determinar el factor de probabilidad del evento, se evalúan las características que pudieran dar lugar a un escenario de riesgo, así como los dispositivos de control y seguridad que se implementarían para el control de las variables del proceso y de control de emergencias, incluyendo las medidas que se han desarrollado o se pueden desarrollar para la minimización de eventos de riesgo, como son: cumplimiento de normas y especificaciones técnicas de maquinaria y equipo, programa de mantenimiento preventivo, planes para la atención a emergencias, capacitación, entre otros.

Evaluación de consecuencias.

El propósito del presente Estudio es considerar el peor escenario para fines de evaluación y poder determinar las medidas preventivas necesarias; la evaluación de consecuencias sería:

- En caso de fuga con incendio, dependiendo del tiempo de exposición, el personal que se encontrara dentro de la zona de riesgo sufriría quemaduras de 2° grado;
- En el caso de fuga y flamazo, se generaría una onda de sobrepresión que dentro de un radio determinado rompería vidrios y ventanales de moderada resistencia.

Representación de las zonas de riesgo y amortiguamiento.

Se anexa plano general de la zona de estudio donde se representan esquemáticamente y a escala los radios de afectación para las zonas de riesgo y amortiguamiento.

MEMORIA TECNICA DE LA SIMULACION DE EVENTOS

Se anexan resultados y graficas de radios de afectación de la simulación de eventos para Radiación Térmica tipo jet fire, Deflagración tipo blast force y Toxicidad, este último modelado bajo criterios de la EPA. Se empleo el software ALOHA 5.4.7 (Areal Locations of Hazardous Atmospheres)

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

Como se demuestra en las gráficas anexas, las zonas de afectación quedan dentro de los límites del predio, una posible interacción de riesgo sería entre los dispensarios próximos al área de compresores de gas, para ello se cuenta con instrumentación de bloqueo de gas natural en cada uno de ellos para evitar que en caso de una conflagración pudiera multiplicarse el efecto de sinergia entre los equipos mencionados. Este equipo de monitoreo de las variables de operación ya se ha descrito anteriormente.

El Proyecto se encuentra dentro de una zona urbana y es compatible con las actividades que se desarrollan en sus colindancias conforme se señala en las siguientes ilustraciones:

Descripción de los puntos de interés cercanos al proyecto.

De acuerdo a planos de localización en un radio de 500 metros, se describen los puntos importantes de interés cercanos a la instalación, por lo que las instalaciones de almacenamiento y distribución de combustibles de PEMEX, se ubican a una distancia estimada de 345 metros; en ese mismo corredor se ubican las instalaciones de almacenamiento y distribución de la empresa CEMEX y a continuación se ubica la empresa Servicios Corporativos QB Industria, S.A. de C.V. (antes la denominada Industrias Químicas de México, S.A. de C.V.); este corredor industrial tiene una antigüedad no menor de 40 años, su ubicación se determinó por la cercanía de las vías de ferrocarril que era el principal medio de transporte de los productos de estas empresas.

Por la urbanización de la zona, actualmente estas empresas han quedado inmersas dentro de zonas habitacionales, lo que limita las actividades industriales principalmente de la empresa Servicios Corporativos QB Industria, S.A. de C.V., la que actualmente trabaja en forma esporádica o suspende periódicamente sus actividades, se observa en las inmediaciones el inmenso pasivo ambiental del residuo denominado "**anhidrita**" acumulado en todos estos años y las casas habitación ubicadas prácticamente a un costado de los taludes de este material que actualmente se encuentra consolidado como una matriz solida cementada, por lo que no hay migración de este residuo a las colindancias.

Es muy importante mencionar que anteriormente el Rio Españita era un cauce natural que funcionaba como colector de aguas negras municipales que las conducía al aire libre hasta el Eje 106 de la Zona Industrial y posteriormente hasta el denominado Tanque Tenorio, donde también se captaban aguas residuales industriales; para subsanar este problema ecológico-sanitario se canalizó y urbanizó aproximadamente en el año 2003, cambiando la fisonomía del área tal como se presenta en las condiciones actuales.

Con esta obra se eliminó el problema de inundaciones en las riveras de lo que fue este cauce natural, por lo que consideramos que ya **no es una zona inundable** como en años anteriores, el problema es de falta de cultura ambiental en la zona, por los vecinos que saturan las alcantarillas con residuos sólidos que tiran a su paso por la vía pública.

Coordenadas geográficas del proyecto.

Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud sobre el nivel del mar
22° 08'13"	100° 57'02"	1850 metros



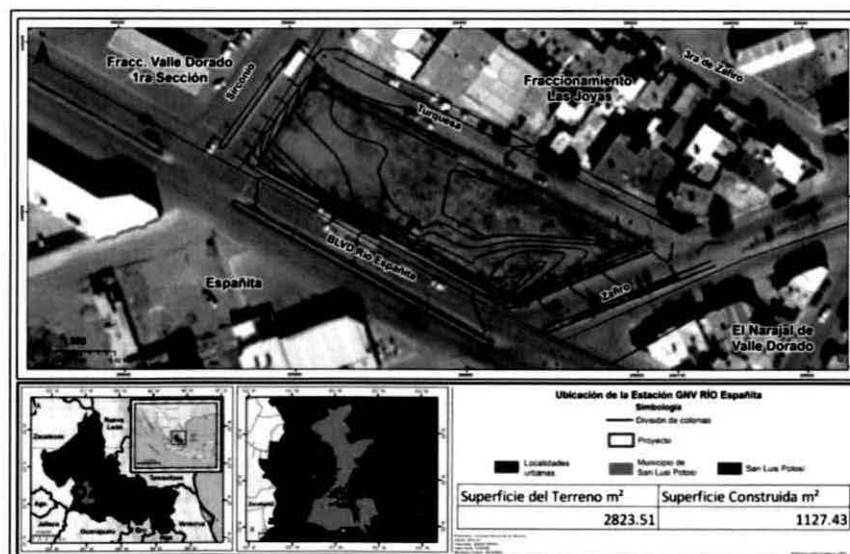
Colindancias y los usos de suelo en su entorno.

Las colindancias del predio del proyecto, y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno y de acuerdo a los planos de localización, se estimó que:

- ✓ Próximo al predio se ubica el Estadio denominado "Alfonso Lastra Ramírez" y a una distancia estimada de 581 metros se encuentra la Plaza Comercial "El Paseo"; ubicada en Avenida Rutilo Torres esquina Lateral de la Diagonal Salvador Nava, entre las calles de Avenida Rutilo Torres con Avenida Industrias se ubican 2 Estaciones de Servicios (Gasolineras) próximas entre sí y consideradas como de actividad riesgosa, a 50 metros de estas se encuentran las instalaciones de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- ✓ En un radio de 500 metros, se ubican una Escuela Primaria y una Preparatoria en Calles Burgos y Granada. En lo general en el área de estudio predominan terrenos baldíos principalmente sobre el Boulevard Río Españita; entre este Boulevard y Avenida Industrias predominan las casas-habitación y negocios diversos de comercio y servicios.

Adicionalmente podemos citar que lo importante del escenario simulado en nuestro estudio para determinar los radios de afectación es considerar el carácter preventivo que se tiene al dar prioridad a condiciones para los cuales se cuenta con la infraestructura ya descrita tanto como en los elementos constructivos de tipo civil, ya que con ello se disminuyen las probabilidades de que algún evento indeseable suceda.

Para el mismo objetivo, además de estas medidas preventivas para manejo de gas, estas áreas contarán con equipo contra incendio, como lo son los extintores portátiles, los cuales deberán mantenerse en óptimas condiciones para combatir conatos de incendio, así como dar seguimiento al programa de revisión de los equipos que se mencionan en el programa de Atención de Emergencias.



II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Identificación y descripción de los componentes ambientales

Medio Biótico

La descripción del Medio Biótico, corresponde al contexto geográfico donde se inserta el Plan de Centro de Población Estratégico de San Luis Potosí – Soledad de Graciano Sánchez, dentro del que se encuentra el proyecto de construcción de la Estación de Servicios Gas SAPI, ubicada en **Boulevard Río Española 505. Colonia La Esmeralda. San Luis Potosí, S.L.P., que es** un corredor comercial y de servicios totalmente que empezó a desarrollarse con el crecimiento urbano y el tránsito por esta vialidad hacia la zona industrial, además de la ubicación de escuelas, estaciones de servicio, un estadio de fútbol, entre otras actividades, por lo que las expresiones del medio natural corresponden a un entorno eminentemente urbano (por tanto perturbado en el área del proyecto), sin embargo se hace su descripción atendiendo a la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo.

Vegetación

En el área del proyecto y sus colindancias hay ausencia de especies de flora y fauna, salvo eventual surgimiento de alguna planta pionera o arvense, por tanto, no se presenta la existencia de especies en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM 059 – SEMARNAT- 2010.

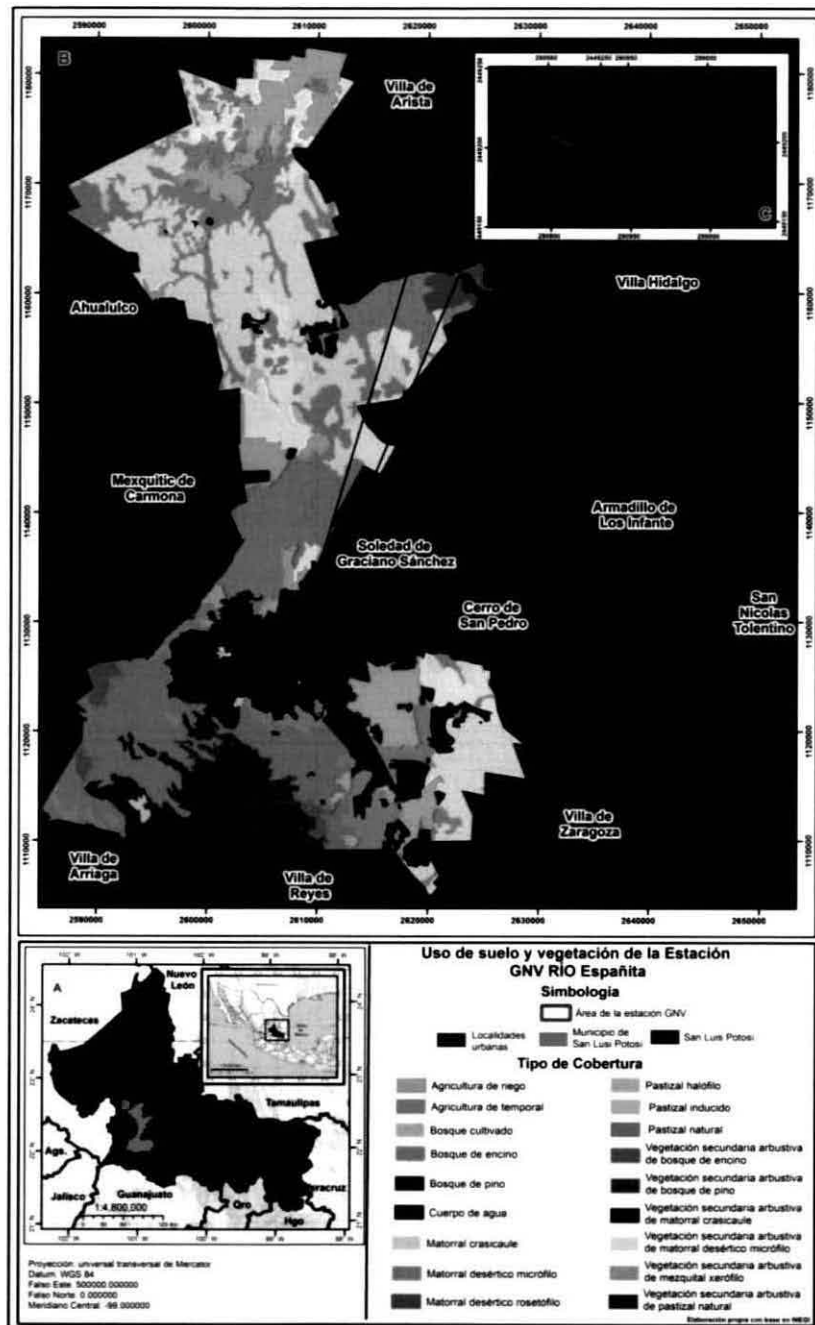
No obstante, lo anterior, por su ubicación fitogeográfica el área de estudio forma parte de la Provincia Florística de la Altiplanicie, que comprende desde Chihuahua y Coahuila hasta Tlaxcala, Puebla y el Estado de México, pasando por gran parte de San Luis Potosí, la cual se ubica en la Región Xerófila Mexicana del Reino Neotropical 2.

El área específica del proyecto es un terreno previamente intervenido, donde solo se presenta suelo desnudo, y algunas plantas arvenses o de disturbio, condición que se expresa en la carta de vegetación y uso actual 1.700,000 (INEGI 2001), donde se aprecia como un área totalmente urbanizada, y en la que incluso hoy el propio cauce del Río Española es parte de la infraestructura urbana. Se describe a continuación la caracterización de la vegetación de pastizal natural que ocurre en áreas cercanas al proyecto fuera de la mancha urbana, y al pie de monte de la Sierra de San Miguelito, solo como un referente de la vegetación que pudo existir hace algunos años en el área del proyecto:

La composición del pastizal natural que se ubica en el pie de monte de la Sierra de San Miguelito y hasta el valle que la antecede, es dominada por asociaciones de *Bouteloua simplex* – *Hilara cechroides*, mientras que en suelos de origen aluvial sobresale la unión de *Aristida panza* – *Licurus pleoides*, esta última indicadora de pastoreo con alto disturbio, además de *bouteloua scorpioides* y *Erioneuron pulcherum*; también es común observar bajo estas mismas condiciones la superioridad de la unión entre *Buchloe dactiloides* - *Opuntia robusta* (nopal tapón, creando una condición secundaria arbustiva con especies como

² Vegetación de México Rzedowski, J., 2006. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Opuntia robusta (nopal tapón), *Opuntia imbricata* (coyonoxtle), *Agave sp* (maguey), y *Ferocactus sp* (biznaga).



Fauna

Dado el crecimiento de la urbanización del área, no es posible encontrar la cobertura vegetal de las especies de flora y fauna descritas para la región, por tanto, no se presentan especies de fauna enlistadas bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-

2010, la siguiente grafica nos ilustra las condiciones actuales de la zona de influencia de nuestro proyecto CLEAR GAS:

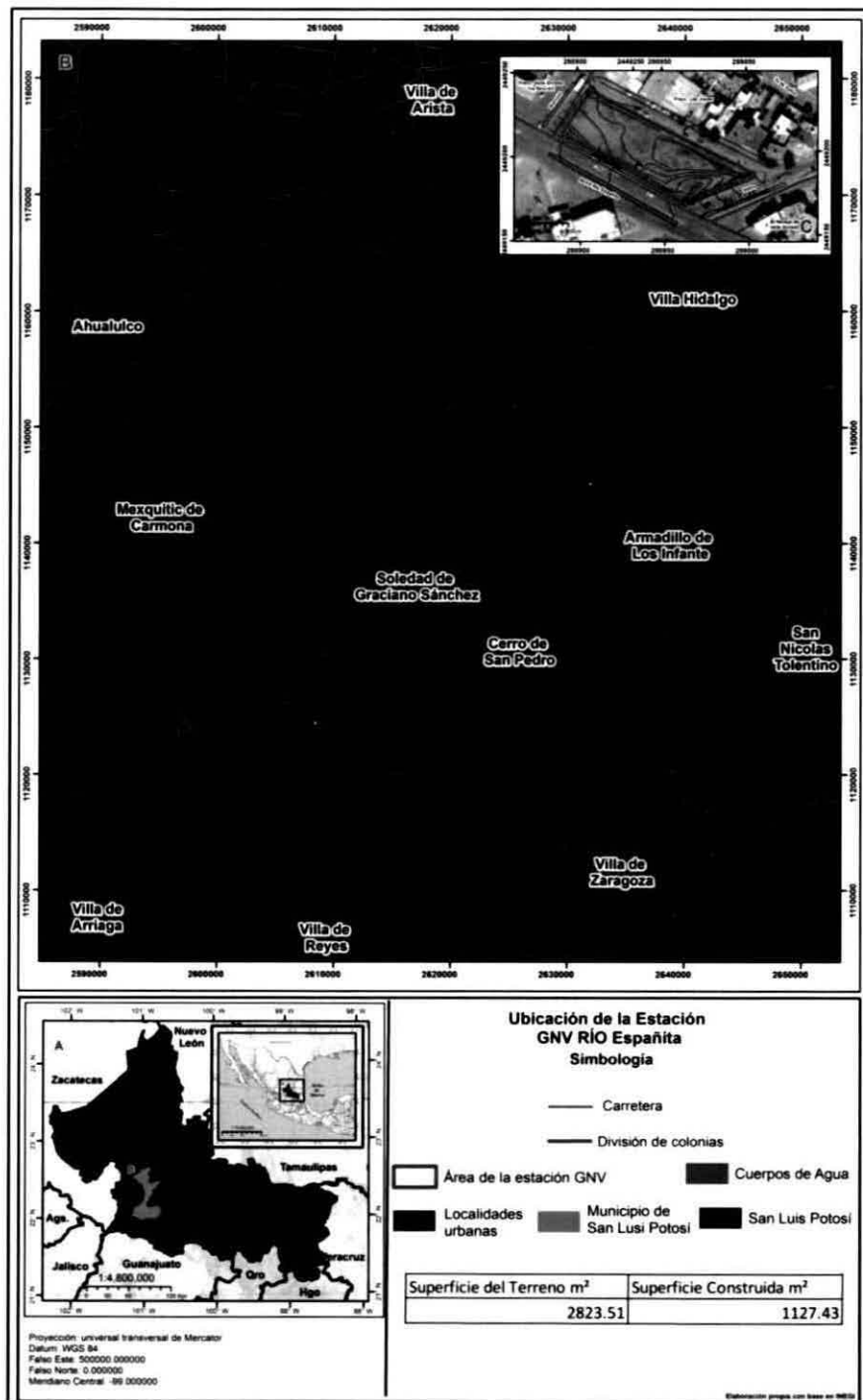


VÍAS DE ACCESO

VÍAS DE ACCESO	
Vialidad	Ubicación
Vía Primaria de Alta Velocidad	Blvd. Española
Vías Secundaria de Velocidad Controlada	Sirconio y Zafiro
Vía Secundaria	Calle Turquesa

Considerando esta condición de los componentes ambientales en la zona de influencia de nuestro proyecto, podemos afirmar que en la interpretación de un ecosistema como un conjunto de componentes físicos y biológicos de un entorno y su interacción, no se vería mayormente afectado o modificado por la perturbación ocasionada por algún incidente ocasionado por nuestro proyecto, lo que permitiría su capacidad de recuperación por la baja frecuencia de este tipo de incidentes o accidentes hipotéticamente poco probables; esto considerando que la afectación se estima en un radio limitado a las propias instalaciones del proyecto. La zona de influencia del proyecto se encuentra dentro de la mancha urbana, donde es improbable afectar la funcionalidad de los componentes ambientales al no haber perturbación de tipo biológico en un área urbanizada.

En la estimación de consecuencias sobre salud pública, las características del gas natural comparado con otros combustibles líquidos o gaseosos ocasionarían un riesgo muy bajo en impacto sobre la población, toda vez que su dispersión permite reducir las posibilidades de daños a la población colindante.



Posibles afectaciones al medio ambiente por los eventos antes mencionados:

Posibles afectaciones al ambiente por fuga de gas natural

MEDIO	POSIBLE AFECTACIÓN
Suelo	En caso de fuga gas natural no se presentaría riesgo de contaminación al suelo y subsuelo.
Aire	En caso de una fuga gas natural, por tratarse de un gas más ligero que el aire, éste se disiparía rápidamente en la atmósfera, pero no es un producto dañino al medio ambiente. Si se llegara presentar un incendio del mismo se formarían gases de combustión tales como monóxido y dióxido de carbono.
Cuerpos de agua	No considera posible la afectación a cuerpos de agua, por que el proyecto no se encuentra ubicada cerca de lagos o ríos, (El cuerpo de agua más cercano es el arroyo San Francisco que se localiza a 600 m al sur)
Áreas naturales protegidas	No existen áreas naturales protegidas cercanas al área del proyecto, ya que esté se localiza dentro de la mancha urbana
Flora	No aplica ya que el gas natural no causa afectación a la flora.
Fauna	El principal efecto sería la asfixia simple, esto si los especímenes se localizaran en un área de poca ventilación y permanecieran en el lugar el tiempo suficiente antes de que el viento disipe la nube de gas.

Posibles afectaciones al ambiente por explosión del gas natural

MEDIO	POSIBLE AFECTACIÓN
Suelo	Posible daño por erosión, aunque el suelo ya se encuentra afectado debido a que en gran proporción se encontrará pavimentado o con construcción
Aire	Debido a una explosión de gas natural, la afectación al aire estará más relacionada a la combustión del gas durante la misma.
Cuerpos de agua	No considera posible la afectación a cuerpos de agua debido a un evento de este tipo
Áreas naturales protegidas	No existen áreas naturales protegidas cercanas
Flora	No se espera que haya afectación importante debido a la onda expansiva de la explosión, ya que no se alcanzan sobrepresiones que puedan causar algún derrumbe de los árboles presentes en el límite este del predio.
Fauna	A las especies que se puedan encontrar dentro del radio de afectación sobre todo aves y mamíferos, pueden presentar afectaciones como golpe o aturdimiento debido a la sobrepresión causada durante la explosión.

Posibles afectaciones al ambiente por incendio de gas natural

MEDIO	POSIBLE AFECTACIÓN
Suelo	Posible degradación del suelo por erosión, aunque el suelo ya se encuentra afectado por la pavimentación y las construcciones presentes.
Aire	Incremento en la concentración de contaminantes atmosféricos tales como CO ₂ y CO durante la duración del incendio.
Cuerpos de agua	No considera posible la afectación a cuerpos de agua
Áreas naturales protegidas	No existen áreas naturales protegidas cercanas
Flora	Se puede presentar la afectación del pasto, algunas especies arbustivas y árboles presentes en el área, las cuales, dependiendo de la intensidad y duración del fuego será el grado de afectación.
Fauna	Sólo se espera que se presente afectaciones a especies de aves que sobrevuelan el área afectada, ya que no se tiene presencia de otras especies en el área del proyecto.

Posibles afectaciones a asentamientos humanos

EVENTO	POSIBLE AFECTACIÓN
Toxicidad Los efectos por exposición a concentraciones elevadas de gas natural incluyen asfixia y mareos. Tanto la Administración de Seguridad Ocupacional y Salud (OSHA) y el Instituto Nacional para la Seguridad Ocupacional y Salud (NIOSH) han fijado el límite legal de exposición en áreas de trabajo en 1000 ppm durante una jornada de 8 hrs; y a valores de 5000 ppm, correspondiente al 10% del límite inferior de explosividad, el gas natural se considera inmediatamente peligroso para la vida y salud, esto principalmente debido a consideraciones de seguridad por el riesgo de explosión. Para determinar posibles afectaciones a la salud pública se han empleado valores de PAC's. (Protective Action Criteria) - que son valores asociados con un incremento de la severidad del efecto por altos niveles de exposición; Fuente: "CDC - NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards" www.cdc.gov	
Fuga de cascada pulmón	Cabe señalar que este evento sólo indica el área en la cual existe riesgo de toxicidad (asfixia) por el gas natural por un tiempo muy corto debido a que la nube no es estática, ya que se desplaza de acuerdo a la dirección y velocidad del viento, y que se considera que las personas se encuentran al exterior de los edificios, ya que si se encuentran en interior y/o en bodegas abiertas en dirección opuesta al flujo del viento, la concentración es mucho menor, incluso por debajo de los límites..
Explosión de nube de gas A valores de 1 psi la consecuencia es la demolición parcial de casas que quedan inhabitables, y a 0.5 psi es la destrucción de ventanas con daño en los marcos.	

EVENTO		POSIBLE AFECTACIÓN
Entre los efectos posibles a las personas que se encuentren dentro de estos radios está el aturdimiento, acufenos o daños auditivos.		
Fuga de cascada pulmón	El valor de sobrepresión de la zona de riesgo no se alcanza. El radio de la zona de amortiguamiento es de 30 m, cuyo efecto se circunscribe a las propias instalaciones.	
Incendio (Radiación Térmica) El valor límite para la zona de riesgo se establece en 5 KW/m² , ya que es el valor máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado con un tiempo máximo de 3 minutos; por otro lado, el valor criterio para la zona de amortiguamiento se fijó en 1.4 KW/m² , el cual es un valor soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado. Fuente: CASAL J., MONTIEL H., PLANAS E. y VILCHEZ J.A., Análisis del Riesgo en instalaciones industriales; Ediciones UPC, 1999		
Fuga de un tanque de almacenamiento tipo jet fire	De acuerdo a los resultados, la zona de riesgo es de 10 m, cuyo efecto y posibles consecuencias queda dentro de los límites de las instalaciones de la estación pudiendo afectar a las personas que se encuentren en la misma o en los locales comerciales al momento, así como aquellas que transiten en el tramo de la Avenida frente a la estación de servicio. El radio de la zona de amortiguamiento se determinó en 17 m, con posible afectación a las casas habitación ubicadas al norte y el este del sitio del proyecto sobre las calles Turquesa y Zafiro.	

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

Las recomendaciones están enfocadas principalmente al mantenimiento de las instalaciones, inspecciones y a la aplicación de los controles operativos, teniendo Como finalidad la prevención y control de riesgos, conforme a lo que se indica a continuación:

Instrucciones de seguridad generales

Toda operación, servicio, reparación o trabajo de limpieza debe ser hecho cumpliendo con las regulaciones y normativas aplicables.

El gas natural comprimido (GNC), aun en pequeñas cantidades, contiene una gran cantidad de energía; es obligado asegurarse que todo el sistema esté completamente ventilado en atmosfera abierta antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento o reparación, además:

- ❖ No almacenar materiales inflamables cerca de la unidad del compresor.
- ❖ No tocar ningún componente eléctrico cuando el sistema este energizado; sino es un técnico eléctrico certificado, no deberá abrirse ningún gabinete de este tipo.

Entrada a ambientes peligrosos

- ❖ No entrar al cuarto de compresor hasta que estén establecidas las medidas de seguridad
- ❖ Cuando se realicen trabajos en área de compresor, la atmosfera deberá ser monitoreada para deficiencia de O₂, y límites de explosividad, esta área debe estar bien ventilada.

Procedimiento de cerrojo

Aplicable por medio del uso de candados o similares como mecanismos de seguridad para que el equipo o módulos no puedan ser energizados o recargados por accidente cuando un trabajo de mantenimiento o revisión está siendo llevado a cabo; las personas que lo realizan serán las únicas que tienen el control completo de los mecanismos de seguridad hasta que los trabajos concluyan. Nunca debe haber copias de las llaves de seguridad.

- Si los trabajos son de mantenimiento eléctrico, el sistema completo debe ser desenergizado.
- Antes de abrir paneles a prueba de explosión, deben desconectarse todos los suministros de energía, y:
- Purgar el compresor y ductos con nitrógeno gas inerte.

El equipo es diseñado para materiales peligrosos Clase I, División 1 o 2, Grupo D.

Medidas de Seguridad en caso de derrame o fuga de Gas

Los derrames o fugas de gas son una de las situaciones de mayor riesgo alrededor de un compresor de gas. Si un derrame es detectado o si existe la sospecha de que exista, se deben tomar las siguientes medidas:

- ✓ Aislar el equipo desconectando el switch general de encendido.
- ✓ Desconectar la energía a todo el sistema.
- ✓ Aislar el sistema de almacenamiento de los dispensarios.
- ✓ Purgar todo el gas del sistema.
- ✓ Localizar y reparar la fuga o derrame.

III.1.1 Sistemas de seguridad.

Se anexa plano donde se describen los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad del proyecto.

III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Programa de Mantenimiento e Inspección

Los elementos estratégicos y de mayor interés en su mantenimiento son:

Switches de temperatura. De descarga de gas en las etapas de compresión que miden este parámetro en el intercambiador de calor de cada etapa. Si la temperatura se aproxima al setpoint preestablecido, el compresor se desconecta como medida de seguridad. Los datos se registran en el Programa de Mantenimiento Preventivo.

Sensores de presión. Hay dos tipos principales de sensores: Presión del gas de entrada instalado antes de la primera etapa de compresión y presión del gas descargado antes del filtro de descarga, estos se comparan permanentemente con los valores límite de control (SETPOINT). Si el equipo se aproxima a estos valores, se desactiva de forma segura, todos estos valores son probados previamente de acuerdo con un Programa de Mantenimiento Preventivo.

Válvulas de compresor. Es esencial que las válvulas operen correctamente, caso contrario puede resultar en una presión y temperatura de compresión fuera de los rangos de operación conduciendo a un paro de operación. Las válvulas deben ser inspeccionadas, limpiadas y probadas conforme al Programa de Mantenimiento Preventivo.

Válvulas de relevo. Las válvulas de relevo suministran una protección contra una sobrepresión en los componentes presurizados de una Estación de GNC, tales como ductos, recipientes presurizados de almacenamiento de gas, cilindros de compresor. En un evento de falla de algún sensor, control eléctrico, etc., estas válvulas liberan la sobrepresión de gas. Cada puerto de descarga de válvula de relevo es conducido ya sea directamente o por medio de un cabezal de venteo a la atmósfera. Las válvulas de relevo son ajustadas y probadas de fábrica para ventear el gas natural a una presión precisa establecida como predeterminada como una presión máxima de trabajo como protección de los componentes del equipo.

Advertencia

Es recomendable que todas las válvulas de relevo sean removidas y probadas **CADA TRES AÑOS** por un laboratorio o empresa certificada en válvulas de relevo, si una válvula tiene falla para descargar a una presión determinada, **debe ser remplazada**.

Cabezales de venteo. Un cabezal de venteo es un colector que conduce todas las descargas de las válvulas de venteo por una ventilación segura a la atmósfera. Es también un colector común de los condensados drenados de scrubbers y filtros.

Los cabezales de venteo deberán ser drenados cada dos semanas como mínimo abriendo la válvula de globo.

Filtro de entrada. Remueve las partículas suspendidas en la corriente gaseosa de entrada al compresor y también funciona como trampa de condensados, requiere ser drenado cada dos semanas. Para drenar el filtro se requiere:

1. Desconectar el compresor
2. Abrir la válvula de drenado del filtro de la parte superior del tubo de entrada y dejar que los condensados colectados drenen dentro del cabezal de venteo.
3. Cerrar la válvula de drenado del filtro y reiniciar la operación del compresor.

Scrubbers. Los scrubbers son pequeños vasos presurizados localizados entre el intercambiador de calor y la succión del compresor de todas las etapas de compresión, sirven como una trampa de condensados y filtro de partículas gruesas. Para drenar un scrubber se requiere:

1. Desconectar el compresor;
2. Abrir la válvula de drenado de la primera etapa del scrubber, permitiendo su drenado;
3. Cerrar la válvula inmediatamente después de drenado;
4. Reiniciar el compresor.

Filtro de descarga. Contiene un cartucho que suministra el filtrado final para remover hidrocarburos arrastrados, condensados y aceite. Este filtro debe ser drenado cada 2 semanas como parte del mantenimiento preventivo, el procedimiento es similar a la limpieza del scrubber.

Tanque de recuperación. Es un gran recipiente presurizado que colecta las purgas de gas cuando el compresor es desconectado o cerrado. También puede ser usado como un depósito de condensados en sistemas con drenado automático y como un sistema de drenado de scrubber.

Sistema de enfriamiento por aire. El gas caliente de cada etapa de compresión entra a un intercambiador de calor de tubos con aletas que usa aire suministrado por abanicos de alta capacidad para enfriar el gas antes de entrar a la siguiente etapa o para ser enviado al sistema de almacenamiento.

Los tubos deben ser inspeccionados cada 6 meses, los principales puntos de interés son:

- a) Los tubos deben ser inspeccionados para detectar picaduras, roturas o corrosión. Esta revisión depende de la severidad de trabajo a que son expuestos los equipos, o las condiciones atmosféricas del sitio;
- b) Paredes de tubos deben ser checados externamente usando un equipo de ultrasonido para espesores;
- c) Alineación de flecha del abanico y pernos de montaje;
- d) Otros elementos que requieren mantenimiento son: Elementos de propulsión como motores eléctricos, bandas, poleas; además de lubricación de partes móviles

basadas en condiciones de operación, ajuste de niveles de aceites lubricantes, cambios de filtros.

Solución de Problemas			
Problema	Indicación	Posibles Causas	Posibles Soluciones
20% Gas Advertencia 40% Gas Desconectado	LEL. "ADVERTENCIA: "ALTO NIVEL 1 DE GAS" LEL. "ALTO NIVEL 2 DE GAS" Luz de alarma en panel de control. Venteo de gas al exterior. Derrame. Alarma audible.	Derrame de gas en el sistema. Venteo inapropiado. Procedimiento incorrecto de reinicio de compresor. Detector de gas fallido.	Revisar compresor y sistema de tuberías para derrames con detector electrónico de gas o detector de derrames líquidos para ubicar fugas. Si no se encontró ninguna, reiniciar el compresor y volver a revisar ya en operación. Revisar o reemplazar tubos de venteo para asegurar que el gas no es descargado demasiado cerca de contenedores y se active el detector de gas. Apagar en sistema por 45-90 segundos y reiniciar permitiendo al detector de gas completar el ciclo de prueba. Revisar o reemplazar el detector/sensor. Restablecer el compresor. Inspeccionar el cableado por daño.

Es conveniente hacer copias del registro y guardar los datos de intervenciones realizadas y partes reemplazadas del compresor, guardarlos en sitio con fácil acceso al personal de seguridad y mantenimiento.

Ejemplo de Plantilla de Registro de Mantenimiento

Programa de Mantenimiento Preventivo

CLEAR GAS S.A.P.I. DE C.V.

Registro de Mantenimiento				
Núm	Fecha	Servicio realizado/partes reemplazadas	Ejecutado por:	Aprobado por:

Identificación de equipos. (Identificación de tuberías, tanques, unidades de transporte de la planta).

En las instalaciones se empleará el Código de Colores a las tuberías que manejan los diferentes fluidos, de acuerdo con lo establecido en la NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, que de forma general señala:

Colores de seguridad, su significado e indicaciones y precisiones³

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
ROJO	Paro.	Identificación de fluidos para el combate de incendios conducidos por tubería.
	Prohibición.	
	Material, equipo y sistemas para combate de incendios.	
AMARILLO	Advertencia de peligro.	Identificación de fluidos peligrosos conducidos por tubería.
	Delimitación de áreas.	
	Advertencia de peligro por radiaciones ionizantes.	
VERDE	Condición segura.	Identificación de fluidos de bajo riesgo conducidos por tubería.

La aplicación de los colores se hará conforme lo señalan los numerales 9.1.2 y 9.1.3; la identificación de los fluidos en las tuberías se conforma de un color de seguridad y un color contrastante y una flecha que indica la dirección del fluido; podrá llevar información complementaria sobre la naturaleza del riesgo del fluido.

Programas de verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (Medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).

Pruebas de Hermeticidad

La prueba de hermeticidad deberá realizarse desde la salida del medidor o de la Estación de regulación y medición hasta las válvulas de control del compresor, esta se hará empleando aire o gas inerte.

³ NORMA Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. DOF 25 de noviembre de 2008.

Conforme lo señala la NOM-026-STPS-1998, se empleará un *Manómetro de Bourdon* con precisión +/- 10% del valor de la presión de prueba y rango máximo de 2 veces el valor de la prueba; a una presión de trabajo arriba de 50 kPa se empleará un Registro grafico o digital considerando la variación de temperatura.

Las instalaciones deberán ser purgadas antes de ponerlas en servicio para extraer el fluido usado en la prueba; cuando se realice una reparación, se hará una prueba con jabonadura en las uniones.

El monitoreo para detección de fugas en la conexión del medidor con la instalación es responsabilidad del distribuidor ya que este es parte del sistema de distribución.

Los tubos, accesorios y componentes de la instalación, enterrados o sumergidos estarán protegidos contra la corrosión de acuerdo con lo establecido en el Apéndice II, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas, de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE.2010. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

Materiales y Accesorios

Tuberías

- ✚ **De acero negro, galvanizado y al carbón.**-cumplirán con las normas NMX-B-010-1986, NMX-B-177-1990, NMX-B-179-1983.
- ✚ **De acero inoxidable liso y corrugado.**- deberán ser de aleaciones de acero inoxidable serie 300; no deberán superar una presión de trabajo de 50 kPa (7.25 psi).
- ✚ **De cobre.**- serán de tipo rígido y flexible tipo L o K de acuerdo con la norma NMX-W-018-SCFI-2006, no deben superar una presión de trabajo de 410 kPa (60 psi).
- ✚ **De polietileno.**- deberán cumplir con la norma NMX-E-043-SCFI-2002. Las de media densidad no deberán superar una presión de trabajo de 60 psi y las de alta densidad una presión de 100 psi;

Conexiones y Accesorios

- ✓ Las conexiones forjadas deben cumplir con la Norma NMX-B-177-1990 y no superar una presión de trabajo de 14.1 psi;
- ✓ Las conexiones roscadas deben ser de hierro maleable clase I y cumplir con la Norma NMX-H-22-1989 y no superar una presión de trabajo de 149.39 psi;
- ✓ Las conexiones soldables deben unirse mediante la técnica del aro eléctrico o con soldadura oxiacetilénica.

Válvulas

Las válvulas deben cumplir con la Norma NMX-X-031-SCFI-2005.

Conexiones y Accesorios para Tuberías de Cobre

Las conexiones para tubería de cobre rígido, flexible o con abocinado deberán cumplir con las Normas NMX señaladas en el numeral 6.2.2 de la Norma.

Manómetros

Estarán precedidos de una válvula de bloqueo.

En los sitios donde sean previsibles esfuerzos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales se dará flexibilidad a la tubería mediante rizados o curvas.

Las tuberías que operen a presiones mayores a 689 kPa se localizarán de tal forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de siniestros, esto es protegiéndolas adecuadamente contra daños o fugas, debiendo utilizarse tubería de acero.

Toda la tubería visible se pintará en su totalidad de color amarillo.

VI. Medidas y sistemas de seguridad para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Procedimientos de Emergencia en caso de un evento extraordinario

En caso de una emergencia en dispensarios o área de compresor, o en otra área de la Estación de Servicio, o derrame de gas, malfuncionamiento o accidente, se deberá presionar el Botón de Emergencia más próximo (**ESD**) o algún botón de presión (**botón rojo tipo hongo**); una vez hecho esto toda la operación de la Estación de Servicio queda fuera de operación hasta que los controles eléctricos queden restablecidos. Todos estos botones deberán ser muy conocidos por todo el personal.

El sistema opera a través de una "Touch Screen" HMI (Human Machine Interface), que controla las variables del sistema, cuenta con un Historial de alarmas en su memoria.

Advertencia de GNC

Cuenta con 6 pantallas con puntos o valores de ajuste y control, dentro de ellas se encuentra: "Gas Warning" que cuenta con dos niveles de alarma:

El Nivel 1 para **advertencia** de gas es el porcentaje de LEL (Low Explosive Limit), despliega una advertencia en la pantalla, pero no detiene la operación del compresor.

El Nivel 2 para **alarma** de gas es el % de LEL que desconecta y detiene la operación del compresor y despliega una alarma.

Cuando la condición de falla ha sido corregida, el compresor no puede reiniciar operaciones hasta que los valores de control del equipo han sido reestablecidos.

Alarmas del Compresor IMW-50

Si cualquiera de los sensores del compresor señalara una condición de "falla" al PLC, este se desconecta automáticamente, apareciendo una luz de alarma roja en el panel de control. Cuando el PLC registra una alarma, es desplegada en la pantalla del panel de control hasta que es reconocida por el operador cuando activa el botón "reconocer todas las alarmas". El compresor no puede iniciar hasta que las condiciones de falla han sido corregidas y el panel de control ha sido reestablecido. Aun si la condición de alarma se autocorrigie, el indicador luminoso permanece hasta que el panel de control es restablecido.

IV. RESUMEN

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

El uso de gas natural se considera como una actividad de alto riesgo, sin embargo, es uno de los combustibles más seguros, amistosos al medio ambiente y económicamente viables. Natgas Querétaro de S.A.P.I. de C.V. consciente de esto, está desarrollando el proyecto de construcción de la estación de servicio para el abastecimiento de gas natural vehicular, aplicando los métodos de ingeniería y normas aplicables en la materia.

Las actividades de la Estación de Servicio de este tipo no ocasionan ningún tipo de afectación al agua, suelo o subsuelo; la afectación ocasionada al aire por una fuga de gas sería de bajo impacto, no significativo desde un punto de vista comparativo con las emisiones constantes de fuentes fijas como la quema de basura a cielo abierto o las emisiones vehiculares en la zona de influencia del proyecto; los venteos de los equipos o una fuga fortuita de gas generarían emisiones limitadas porque se cuenta con instrumentación que permiten su control y serían esporádicas, además que la restauración de una cuenca atmosférica no es técnicamente posible por las características de dispersión de los gases, sin embargo el propósito debiera ser un mínimo de liberaciones técnicas de gas que son el resultado de un manejo escrupuloso de los equipos.

De acuerdo a los resultados presentados en el presente estudio, existe la probabilidad de que sucede un escenario de riesgo, sin embargo, la probabilidad de que se presente algún evento que lo involucren escape de gas y su subsecuente incendio y/o explosión se limitan a la generación de gases de combustión y afectación la vegetación de ornato de la estación y avenida.

Cabe señalar que los eventos simulados están estimados para ciertas condiciones específicas, tales como condiciones atmosféricas muy estables, o en el caso de las fugas, un tamaño de la apertura de tubería, las cuales pueden cambiar y modificar la posible área de riesgo; además, muchos estos están sobreestimados, por lo que los resultados no se deben de considerar como valores constantes sino como una guía para darse cuenta el nivel de afectación que se podrá tener en caso de que estos eventos sucedan y para implementar medidas de prevención.

Consideraciones Medioambientales

De los combustibles fósiles el gas natural es el más limpio en su combustión; al tiempo que se han desarrollado para su uso final nuevos equipos y tecnologías con elevados rendimientos. Su combustión al igual que la del resto de los combustibles fósiles produce finalmente CO₂ y vapor de agua. El criterio de “más limpio” es debido a su composición química ya que está compuesto aproximadamente en un 95% por metano. La proporción hidrógeno/carbono es mayor que en el resto de los combustibles porque su molécula es de un carbón y cuatro hidrógenos, esto conlleva a una menor generación de CO y CO₂ por unidad de energía producida, las proporciones de contaminación emitidas por su combustión son aun menores, además su estado gaseoso de baja densidad favorece la mezcla con el aire facilitando la combustión.

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

El proyecto aún no se encuentra en operación, por lo que la evaluación del Proyecto se efectúa sobre las bases del diseño en las que se plasman las características de los materiales y accesorios, insumos, equipo e instrumentación para detección de niveles de explosividad por gas natural, así como las medidas de seguridad, medidas preventivas y equipo para control de incendios descritas anteriormente.

Se anexa el Informe Técnico donde se indican las variables consideradas en la modelación y los criterios utilizados en el mismo.

Como se mencionó anteriormente, no es procedente emitir un juicio sobre la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, debido a que es un nuevo Proyecto, el Estudio de Riesgo se realizó sobre las bases de diseño, las instalaciones contarán con materiales, equipos y accesorios certificados por Normas Nacionales e Internacionales.

Dentro de las principales recomendaciones derivadas del Análisis de Riesgo, se considera que las instalaciones deberán ser objeto de las siguientes actividades de operación, mantenimiento y seguridad:

- ✓ **Monitorear las fugas de gas natural.** Cuando se presuma la existencia de fuga o se detecte olor revisar de inmediato y en su caso eliminar las fugas.
- ✓ **Constatar que los equipos mantengan las condiciones adecuadas** de los parámetros de operación.
- ✓ Las instalaciones contarán con un **Manual de Operación, Mantenimiento y Seguridad**, en el que se describan detalladamente los procedimientos operativos indicando las frecuencias de mantenimiento, el personal involucrado y equipo a utilizar para realizar dichas actividades.

En el **Manual de Operación, Mantenimiento y Seguridad**, debe estar disponible para la autoridad competente y mantenerse actualizado tomando en cuenta la memoria técnico-descriptiva; y debe contener como mínimo lo siguiente:

- ✚ Descripción de los procedimientos de operación y mantenimiento de la instalación durante la puesta en operación, operación normal, paro y emergencia;
- ✚ Identificación de las instalaciones que presenten mayor riesgo;
- ✚ Programa de inspecciones periódicas para asegurar que la instalación cumple con las condiciones vigentes de operación, mantenimiento y seguridad. Para el caso de modificaciones a la instalación original, el programa de inspección deberá incluir el cumplimiento de las condiciones vigentes de diseño y construcción;
- ✚ Registro de los resultados de inspecciones y pruebas realizadas a la instalación en una Bitácora de Operación y Mantenimiento;
- ✚ Programa y Registro de la capacitación impartida al personal operativo, de mantenimiento y seguridad.

La seguridad en el manejo de GN se lograra por medio de cuatro elementos que proporcionan múltiples opciones de protección y garantizan la seguridad de nuestro proyecto :

- La “**Contención Primaria**” es el primero y más importante de los requisitos con respecto a la contención del GN; la contención es propiamente su almacenamiento y aislamiento; ésta Primera Etapa de Protección, requiere el uso de materiales apropiados para las instalaciones que manejan GN que cumplan con los estándares de calidad.
- La “**Contención Secundaria**”, asegura que cuando ocurran derrames o fugas en una instalación, estos podrán contenerse y aislarse totalmente evitando riesgos innecesarios.
- La “**Contención Terciaria**”, consiste en que los **Sistemas de Seguridad** ofrecen una Tercera Etapa de Protección, el objetivo (que es el propósito de Este Estudio de Riesgo), es el de minimizar la frecuencia y volumen de fugas hipotéticas, previniendo así los daños por riesgos asociados tales como incendios. En este nivel de protección la operación de la ESTACION DE SERVICIO DE GNV utilizara tecnologías como alarmas de alto nivel y sistemas de seguridad múltiples de apoyo, que incluyen los sistemas de Paro Automático en Emergencias (ESD por sus siglas en inglés); los sistemas ESD pueden identificar problemas y parar las operaciones cuando ocurran ciertas condiciones específicas de falla o cuando fallen los equipos y están diseñados para prevenir o limitar de forma significativa el volumen de una emisión o fuga. Asimismo, la detección de fuego por medio de sensores térmicos o la fuga de gases por equipos detectores de niveles de explosividad se combinan para limitar los efectos de un derrame o fuga.

Es más difícil la ignición de los vapores de GN que cualquier otro combustible líquido; los vapores son más ligeros que el aire, por lo que su dispersión es más rápida debido al incremento de temperatura ambiente comparado con la de almacenamiento, con base en la termodinámica del gas, este gradiente de temperatura determina su pronta evaporación y dispersión en la atmosfera, cosa que no sucede con los vapores orgánicos de combustibles líquidos.

Los riesgos potenciales asociados incluyen la radiación de calor por incendio simultáneamente con la exposición directa; en su fase gaseosa no es toxico pero si asfixiante porque desplaza el aire, razón por lo que nuestras instalaciones están prácticamente al aire libre. En condiciones normales de operación, con equipos y accesorios que cumplen con códigos de seguridad, tecnología y diseño adecuado, protocolos y sistemas de seguridad eficientes que ya se han mencionado en este Estudio de Riesgo, **las probabilidades de una fuga o derrame en nuestras futuras instalaciones son muy bajas** y en un remoto caso de que lo hubiese, los sistemas de detección y protección se activarían para minimizar las posibles consecuencias.

V. PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Las tablas del Informe Técnico se encuentran al final de este documento

VI. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

V.1.1 Planos de localización.

BIBLIOGRAFÍA

AGA Report 8. Compressibility for natural gas and other hydrocarbon gases. American Gas Association.

API Manual of Petroleum Measurement Standards. American Petroleum Institute.
G&P Engineering Software Chemical Engineering Software, Physical Properties”
<http://gpenengineeringsoft.com/>,

Gas Measurement Manual. American Gas Association.

Gas Natural. Dirección General de Gas Natural y Petroquímicos. Secretaría de Energía.
Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo,
SEMARNAT.

Hojas de Datos de Seguridad de Materiales <http://www.temarry.com/Espanol/HDSM.htm>,
Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas en materia de gas natural, seguridad y
riesgo.

Listado de Índices. NIOSH-WHO-International Program on Chemical Safety-International
Chemical Safety Cards-International Version.
<http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm>

Norma Oficial Mexicana NOM-010-SECRE-2002, Gas natural comprimido para uso
automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio. Diario Oficial de
la Federación. 23 de octubre de 2002.

SIRI MSDS Index”<http://hazard.com/msds2/>