

RESUMEN EJECUTIVO**DATOS GENERALES****Nombre del Proyecto**

ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL NACUZARI

Nombre o razón social del promovente

NATGAS QUERÉTARO, S.A.P.I. DE C.V.

Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.

NQU120510QZ7

Nombre y cargo del representante legal

Sr. Juan Josué Hernández Tapia, Gerente

Dirección del Promovente o del Representante Legal.

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

Actividad productiva principal del establecimiento

Venta de gas natural comprimido para uso vehicular

Responsable de la elaboración del estudio de riesgo ambiental

CONSULTORÍA INTEGRAL Y PROYECTOS AMBIENTALES, S.C. e INGENIERIA Y SERVICIOS EN CONTROL AMBIENTAL INDUSTRIAL S.A DE C.V.

Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.

CIP-991111-635

Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número)

Domicilio, teléfono y correo electrónico del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Nombre del responsable técnico del estudio

M.C. Lizzette del Carmen Landaverde Velarde

RFC [REDACTED] Registro Federal de Contribuyentes del responsable del estudio, artículo 113 fracción I de la LFTAIP y artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Cédula profesional: 3654745

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

El proyecto se trata de la construcción y operación de una Estación Tipo 1, de llenado rápido para gas natural vehicular, que tiene como objetivo la venta y llenado de combustible (gas natural) comprimido a transporte colectivo y público en general, 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 diseño, especificaciones de construcción y operación se encuentran bajo lo estipulado en la NOM-010-SECRE-2002 referente a Gas Natural Comprimido para Uso Automotor-Requisitos mínimos de Seguridad para Estaciones de Servicio. En dicha norma se determina una clasificación de los tipos de Estación de acuerdo a las características y elementos de las mismas. Para el caso del presente estudio la Estación de Servicio corresponde a Tipo de Llenado Rápido, las cuales están constituidas por los componentes básicos siguientes: Estación de regulación y medición; Sistema de compresión; Almacenamiento; Surtidor o poste; Sistema de paro de emergencia; Filtro a la entrada y salida del compresor; Sistema de seguridad contra incendio, y Componentes de seguridad de alarma. Los Elementos optativos son: Panel prioritario; Panel secuencial; Secador de gas; Sistema de compensación de carga, y Odorizador.

El proyecto se desarrollará en una zona ya totalmente urbanizada, al norte de la Ciudad de Aguascalientes, en un predio localizado sobre la Av. Héroe de Nacozari Norte S/N, Fracc. Las Hadas, el cual tiene las siguientes colindancias:

- Al norte, lote de autos, Av. Héroe de Nacozari, locales comerciales (Frenos del Centro)
- Al poniente, Blvd. a Zacatecas, lote baldío, papelería, taller de bombas.
- Al sur, locales comerciales (venta de artículos de construcción, venta de tejas, centro de servicio LTH, taller mecánico, bodegas, venta de plásticos), calle Talía.
- Al oriente, Av. Héroe de Nacozari, concesionaria camiones Hino, locales comerciales Solinda Tools & Devices, taller automotriz.

En la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto.

Figura 1. Imagen Aérea que muestra la ubicación del predio del proyecto de la Estación de Servicio de Gas Natural Nacozari



En la ubicación donde se pretende instalar el proyecto tiene un tipo de semiseco templado. Las condiciones climáticas que se desarrollan bajo el régimen de este clima por lo general se caracterizan por que su porcentaje de lluvia invernal (ocurrida en los meses de enero, febrero y marzo) varía entre 5 y 10.2 mm, su temperatura media anual muestra un rango de 14.0° a 18.0°C y la temperatura media del mes más frío va de -3.0° a 18.0°C, mientras que la del mes.

De acuerdo a las características del sitio, las diferentes condiciones meteorológicas y geológicas, no se espera que la zona sea susceptible a riesgos por efectos meteorológicos adversos de gran intensidad o fenómenos geológicos, por lo que no se es necesario utilizar criterios de diseño especiales diferentes a las que corresponden por normatividad.

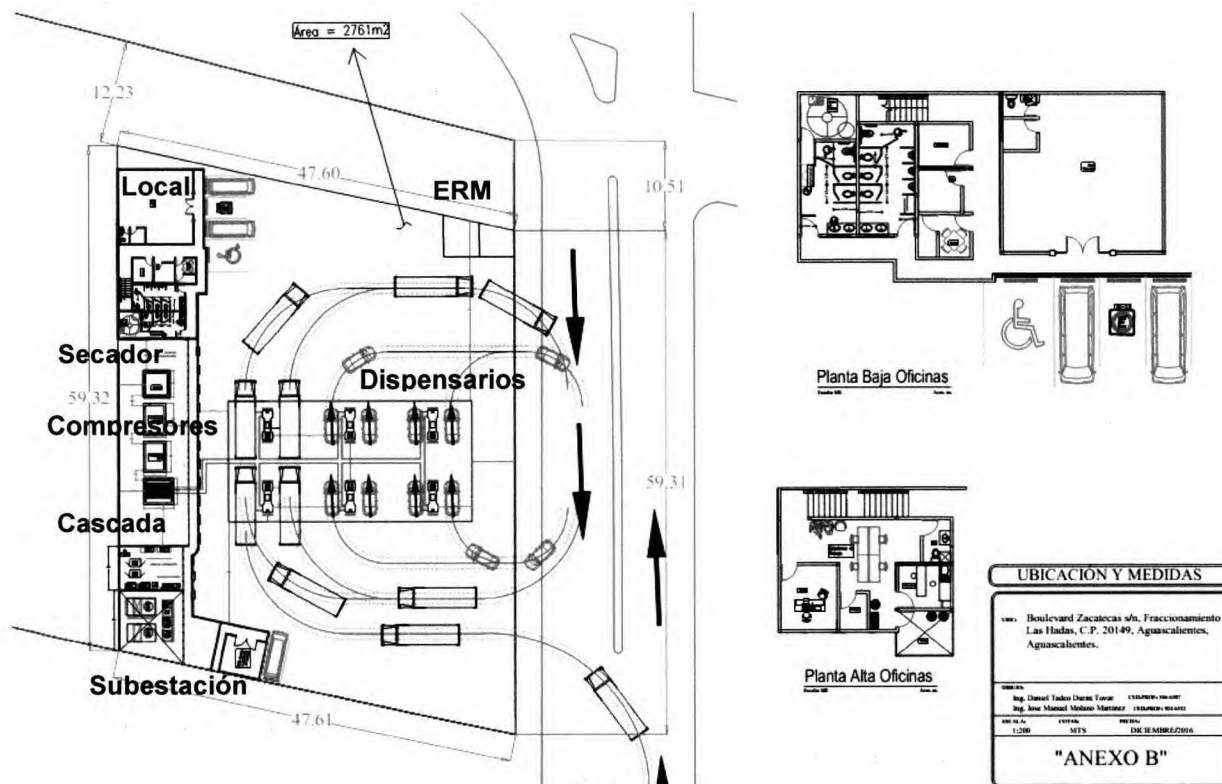
El proyecto consiste en la construcción y operación de una Estación de Servicio (EDS) Tipo 1, es decir de llenado rápido, de gas natural y pretende ser instalado en un predio que cuenta con un área total de 2,761 metros cuadrados, el cual tiene actualmente un uso comercial.

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.
- f) Canopy.
- g) Oficinas Administrativas.
- h) Patio de Maniobras.
- i) Zonas Verdes.

Las áreas de la estación se visualizan en la siguiente figura (plano arquitectónico general):

Figura. Planta de Conjunto (Proyecto Arquitectónico) de la Estación de NATGAS NORTE



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. Extintores de la Estación de Servicio

Ubicación	Cantidad	Tipo	Capacidad
Oficinas	2	CO ₂	-
Local comercial	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 contará 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.

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.

Tabla 8. Sustancias químicas peligrosas

Material riesgoso	Capacidad total en kg*	Cantidad de reporte (kg).	Tipo de almacenamiento	Equipo de Seguridad
Gas natural	731.988	500 Kgs (como metano)	Cascada pulmón a base de batería de cilindros	Manómetros, válvula de seguridad y venteo, rótulos de seguridad

* No se cuenta con tanque de almacenamiento, pero se considera el gas almacenado dentro del equipo cascada pulmón, el cual consta de 32 cilindros de 125 L hidráulicos, dando 4000 L al 90% de su capacidad total, 3600 L a una densidad de 203.33 Kg/m³.

En este sentido, no existirá un verdadero proceso químico en el sentido estricto de la palabra, y la totalidad de las operaciones que se realizarán pueden resumirse de la siguiente manera:

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.

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

Tabla. Especificaciones de los compresores

Presión de succión (bar)	4- 7
Presión de descarga (bar)	250
Razón de flujo a 7 bar	1418 m ³ /hr
Potencia (KW)	188.5
Potencia del motor (HP)	250

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. 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. Todos los cilindros cumplen con el estándar ISO 9809-1, fabricados con material 34CrMo4. Todos los recipientes están protegidos contra la corrosión por recubrimientos anticorrosivos o cualquier otro sistema equivalente que inhiba el ataque del medio ambiente.

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.

En la siguiente tabla se indican las especificaciones del módulo de almacenaje

Tabla. Especificaciones del módulo de almacenaje (Cascada)

Equipo	Cascada de almacenamiento 250 bar GNC
Capacidad por cilindro	125 L
Capacidad en litros	4000 L
Cantidad de cilindros	32
Disposición	8 x 4 (Vertical)
Número de bancos	3
Presión de trabajo	250 bar
Presión de prueba	375 bar
Peso aproximado	6400 Kg

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.

Figura. Diagrama de Flujo de operación de la estación de GNV



De acuerdo a la NOM-010-SECRE-2002, toda tubería que conduzca gas debe ser objeto de una prueba de hermeticidad antes de ser puesta en servicio, dicha prueba será realizada por personal de una unidad de verificación acreditada, la cual emitirá el dictamen correspondiente. Para efectuar las pruebas de hermeticidad pueden ser realizadas con agua (hidrostática), o aire (neumática).

En el caso de la estación, la prueba será realizada una vez terminada su instalación y antes de iniciar operaciones.

RIESGOS IDENTIFICADOS

Para realizar la identificación de los riesgos de la planta de Almacenamiento de Gas L.P. se utilizó la metodología What If?, y posteriormente se jerarquizaron con la técnica cuantitativa de matriz de frecuencia contra severidad. Obteniendo los siguientes eventos.

Tabla. Eventos identificados en el proyecto

Etapa	¿Qué pasa si?	Consecuencia	F	S	R
Suministro de gas natural desde línea del proveedor a ERM	1. La conexión de la línea de suministro con la Estación de regulación y medición está deteriorada, debido a un caso omiso del programa de mantenimiento preventivo por parte del distribuidor	Posibilidad de daño en línea de suministro con la posibilidad de fugas	1	3	3
	2. Ocurre un incremento en la presión del gas de la línea de suministro y la válvula slam shut no la detecta y no bloquea el paso del gas	Sobre presión en equipo, pudiendo causar daños en sus componentes, lo cual puede llevar a fugas	1	3	3
	3. Falla en los reguladores de presión de la ERM	Sobre presión en equipo, pudiendo causar daños en sus componentes, lo cual puede llevar a fugas	1	3	3
	4. Daño en tubería de suministro previo a la entrada a la ERM debido a movimiento de suelo por falla cercana	Fisura o ruptura con posibilidad de fuga masiva de gas natural a alta presión	1	4	4
	5. Ocurre un daño en la tubería de suministro previo a la entrada al ERM por sabotaje o vandalismo	Fisura o ruptura con posibilidad de fuga masiva de gas natural a alta presión	2	4	8
	6. Malfuncionamiento del medidor de flujo de la ERM	Se generarán errores al contabilizar el volumen de gas que pasa por el equipo	1	1	1
	7. Falla en el mecanismo de la válvula de corte	En caso de un problema, no podría cortarse el suministro de gas natural a la estación	1	2	2
Suministro del gas natural de la ERM a equipos de compresión	8. Daño en tubería de gas desde el ERM a equipos de compresión por sabotaje o vandalismo	Fisura o ruptura con posibilidad de fuga masiva de gas natural a alta presión	1	4	4
	9. Daño en rejilla protectora de trinchera de línea de alta presión	Posibilidad de daño en línea de gas natural y posible fuga	2	2	4
	10. No se cumple con el mantenimiento a la tubería	Puede presentarse corrosión en las tuberías	3	1	3

Etapa	¿Qué pasa si?	Consecuencia	F	S	R
Compresión del gas natural	11. Alguno de los coples o uniones de los equipos no están bien unidos	Posibilidad de fuga del gas natural	2	2	4
	12. La válvula de alivio de presión se descalibra	En caso de presentarse variaciones de presión ésta no liberaría a tiempo una sobrepresión, provocando una fuga del gas	1	2	2
	13. El detector de fugas de gas natural no funciona	En caso de presentarse una fuga esta no sería detectada automáticamente, siendo detectada de forma olfativa por el personal.	1	3	3
	14. Existe una fractura en las líneas de conducción de gas.	Fuga de gas natural a alta presión	1	4	4
	15. Algún compresor funciona mal durante la compresión	No se tendría suministro de gas natural debido a que se activarían los instrumentos de seguridad.	2	2	4
	16. Falla el suministro de energía eléctrica	El sistema de control fallaría y se tendría que realizar de forma manual.	3	2	6
	17. Una persona opera de forma inadecuada los compresores	Modificación de las características del flujo de salida del gas natural.	3	2	6
	18. Ocurre un incendio en los alrededores del área donde se localizan los equipos	Si se tiene la presencia de una fuga de gas puede provocarse un incendio mayor o una explosión	2	3	6
	19. Existen fallas en las conexiones al sistema de "tierra".	En casi de presentarse una sobrecarga eléctrica no se podrá liberar a tierra, pudiendo causar riesgo de incendio en caso de la presencia de fuga	1	3	3
Cascada pulmón	20. Corrosión en uno de los cilindros	Posibilidad de fisura y por consiguiente, una fuga de gas a alta presión	1	3	3
	21. Sobrepresión al interior de la cascada pulmón	Se activa la válvula de seguridad y libera gas natural a la atmósfera por medio de un venteo	2	3	6

Etapa	¿Qué pasa si?	Consecuencia	F	S	R
	22. Falla en válvula de seguridad de la cascada	Posibilidad de explosión de los cilindros debido a un incremento de la presión	1	4	4
	23. La presión del gas en el pulmón no es la de operación	Variaciones en el tiempo de arranque y paro del compresor, lo cual puede llevar a un daño en el compresor	2	2	4
	24. Después de un mantenimiento, no se realiza adecuadamente las conexiones de entrada y/o salida del equipo	Posibilidad de fuga de gas una vez que se vuelve a poner en marcha	1	4	4
	25. Un vehículo choca contra el recinto, dañando la cascada pulmón	Fuga masiva del contenido y posibilidad de un incendio o explosión	1	4	4
	26. Rotura o daño en válvula de salida de la cascada pulmón	Fuga del gas natural contenido en la cascada de almacenamiento	2	4	8
Línea de gas a natural dispensarios	27. Daño en rejilla protectora de trinchera de línea de alta presión	Posibilidad de daño en línea de gas natural y posible fuga	2	2	4
	28. Ocurre un exceso de flujo y falla la válvula check de retorno a la cascada pulmón	Retorno de gas a alta presión a la cascada pulmón, lo cual puede causar daños en sus componentes o activar la liberación de gas por la válvula de seguridad	2	2	4
	29. No se cumple con el mantenimiento a la tubería	Puede presentarse corrosión en las tuberías	3	1	3
Distribución en dispensarios	30. Un vehículo golpea un dispensario	Posibilidad de fuga de gas natural en línea hacia dispensario dañado	3	2	6
	31. No se realiza correctamente la conexión de la boquilla del surtidor con la válvula de carga del vehículo	Posibilidad de fuga de gas natural durante la carga al vehículo	2	2	4
	32. Ocurre un incendio cerca o en uno de los dispensarios	Posibilidad de incendio o explosión del gas contenido en la tubería.	1	4	4
	33. Falla la válvula de seguridad durante el llenado de cilindro de vehículo	Sobrellenado o sobrepresión en cilindro del vehículo con posibilidad de fuga	1	3	3

Etapa	¿Qué pasa si?	Consecuencia	F	S	R
	34. Falla la válvula de corte de flujo en uno de los dispensarios	Fuga de gas natural en manguera de despacho	2	3	6

La jerarquización del riesgo está en función de la combinación de los factores establecidos, considerando que **a mayor calificación, mayor riesgo** y viceversa. Los eventos identificados tienen los siguientes niveles de riesgo:

Categoría de Riesgo	Eventos
1. Riesgo aceptable	1, 2, 3, 6, 7, 10, 12, 13, 19, 20, 29, 33
2. Riesgo aceptable con controles	4, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 34
3. Riesgo indeseable	5, 23

Del total de eventos de riesgo identificados (34 eventos), 12 de ellos tienen un riesgo aceptable, 19 tienen un riesgo aceptable con controles y 2 tienen un riesgo indeseable; éstos últimos son los eventos de riesgo máximo probables que se consideran para la simulación de riesgos.

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

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

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Como resultado del análisis de riesgo a los diferentes elementos, accesorios y procesos del sistema, se pueden considerar que el evento que representan la mayor probabilidad de ocurrencia y riesgo son:

1. Fuga de gas natural por daño en línea de suministro
2. Fuga de gas debido a daño en tubería de salida de tanque pulmón

Para los cuales se simularán los siguientes riesgos:

- a) Área tóxica de nube de gas liberado
- b) Explosión de nube de gas generada por fuga y al exponerse a una fuente de ignición.
- c) Incendio de nube de gas liberado

Se utilizará para ello el software ALOHA de la USEPA, el cual se describe a continuación.

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.

Además, de acuerdo a la guía de elaboración del estudio de riesgo, se considerará lo siguiente:

- Por manejarse material peligroso por medio de tubería, considerar una fuga de un orificio del 20% del diámetro nominal y la ruptura total de la misma
- En caso de equipos de proceso y tanques de almacenamiento, considerar la liberación masiva de toda la sustancia almacenada.

Tomando en cuenta todas las consideraciones anteriores, a continuación se presentan los resultados de los eventos simulados

Tabla. Radios de afectación de eventos simulados

Evento	Fuga de tubería (orif. 20% del diámetro)	Fuga de tubería (ruptura total)	Fuga de cascada pulmón
Toxicidad	Zona de Riesgo (5000 ppm)= 140 m	Zona de Riesgo (5000 ppm)= 175 m	Zona de Riesgo (5000 ppm)= 432 m
	Z.de Amortiguamiento (1000 ppm)= 332 m	Z.de Amortiguamiento (1000 ppm)= 342 m	Z.de Amortiguamiento (1000 ppm)= 789 m
Explosión de nube de gas natural	Zona de Riesgo (1 PSI)= LOC no se excede	Zona de Riesgo (1 PSI)= LOC no se excede	Zona de Riesgo (1 PSI)= LOC no se excede
	Z.de Amortiguamiento (0.5 PSI)= 50 m	Z.de Amortiguamiento (0.5 PSI)= 71 m	Z.de Amortiguamiento (0.5 PSI)= 253 m
Radiación térmica por incendio	Zona de Riesgo (5 kW/m ²)= 7.7 m	Zona de Riesgo (5 kW/m ²)= 18 m	Zona de Riesgo (5 kW/m ²)= 63 m
	Z. de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)= 14 m	Z. de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)= 33 m	Z. de Amortiguamiento (1.4 kW/m ²)= 119 m

La probabilidad de que suceda un evento con consecuencias ambientales importantes, es baja actualmente, considerando las condiciones de operación, almacenamiento diseño y construcción del equipo e instalaciones, no se podrán descartar la falla del error humano, por lo que la empresa deberá asegurar la capacitación al personal en cuestiones operativas y de respuesta a emergencia

EFFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

El gas natural por ser un gas mucho más ligero que el aire, las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas; además de que presenta ventajas ecológicas ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.

Además, el gas natural es un asfixiante simple, que al mezclarse con el aire ambiente, desplaza al oxígeno y entonces se respira un aire deficiente en oxígeno.

Las posibles afectaciones al medio ambiente por los eventos antes mencionados son listadas en las siguientes tablas

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 río San Pedro localizado a más de 3 km al oeste.
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.

MEDIO	POSIBLE AFECTACIÓN
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 sobrevuelen 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.

EVENTO	POSIBLE AFECTACIÓN
Fuga de tubería (orificio 20% del diámetro)	El radio de la zona de riesgo es de 140 m, el cual no alcanza áreas de asentamientos, sólo instalaciones comerciales e industriales como los locales y bodegas de los alrededores y la concesionaria Hino. Para la zona de amortiguamiento se llega hasta un radio de 332 m, que alcanza además de lo anterior, una porción de la colonia Las Hadas al sureste, la cual es una colonia de clase media baja, la empresa Cal Química Mexicana y Real de Aceros al noreste, otros locales y bodegas industriales, el parque canal interceptor al sur, y una porción del estacionamiento del C.C. Agropecuario. Cabe señalar que este evento sólo indica el área en la cual existe riesgo de toxicidad 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. Ver figura 20.
Fuga de tubería (ruptura total)	El radio de la zona de riesgo es de 175 m, el cual alcanza prácticamente las mismas instalaciones que la zona de riesgo del evento anterior. Lo mismo sucede con la zona de amortiguamiento con un radio de 342 m, que alcanza las mismas zonas que el evento anterior, además de la parte norte del Fracc. Industrial al sur de la Av. Canal Interceptor.
Fuga de cascada pulmón	El radio de la zona de riesgo es de 432 m, el cual alcanza áreas de asentamientos como es la colonia las Hadas casi en su totalidad, la empresa Cal Química Mexicana, Real de Aceros y una parte de la concesionaria Chevrolet al norte, el estacionamiento del C.C. Agropecuario al noroeste, bodegas y locales en ambos lados de la Av. Canal Interceptor, y la parte norte del Fracc. Industrial Las Hadas al sur. La zona de amortiguamiento alcanza hasta 789 m, alcanzando además de lo anterior, el centro comercial Agropecuario, la tienda Comercial Mexicana, Costco, las concesionarias Chevrolet, Toyota, Mazda, Nissan, y Renault al norte; una sección del Fracc. Residencial Pulgas Pandas sur y el Fracc. Villas del Vergel al oeste; la Col. El Plateado y el Roble al suroeste, y el Fracc. Industrial Las Hadas al sur. En este evento la fuga dura solo un minuto y el tiempo en que la nube tiene concentración por encima del valor del índice letal es aproximadamente 3 minutos; la concentración al interior alcanza un máximo de 2100 ppm sólo un poco por encima del valor límite de la zona de amortiguamiento (Ver Figura 27)
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. Entre los efectos posibles a las personas que se encuentren dentro de estos radios está la aturdimiento, acufenos o daños auditivos.	

EVENTO	POSIBLE AFECTACIÓN
Fuga de tubería (orificio 20% del diámetro)	El valor de sobrepresión de la zona de riesgo en este caso no se alcanza, por lo que no se estableció un radio; para la zona de amortiguamiento el radio de afectación es de 50 m, el cual abarca sólo las instalaciones de la estación, el un tramo de la avenida al norte y al este.
Fuga de tubería (ruptura total)	Igual que en el caso anterior, el valor de sobrepresión de la zona de riesgo no se alcanza, por lo que no se estableció un radio; para la zona de amortiguamiento el radio de afectación es de 71 m, alcanzando además de las áreas del evento anterior, los locales al oeste, la concesionaria HINO y una parte del local al norte.
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 253 m, alcanzando prácticamente las instalaciones indicadas en el evento anterior, así como los locales comerciales de alrededor del predio, una porción de la colonia Las Hadas al sureste, la empresa Real de Aceros al noreste, el parque canal interceptor al sur.
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 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.	
Fuga de tubería (orificio 20% del diámetro)	La zona de riesgo queda dentro de un radio de 7.7 m, el cual queda en la zona de tránsito de la estación, sin alcanzar ningún equipo de la estación. El radio de amortiguamiento alcanza 14 m, y queda en su mayoría dentro de la estación de servicio y llegando hasta la banqueta de la avenida al norte, pudiendo afectar brevemente a las personas que llegaran a transitar al momento del evento.
Fuga de tubería (ruptura total)	Se tiene un radio de 18 m para la zona de riesgo, la cual por la ubicación de la ERM no afecta otros equipos de gas natural pero no se espera que se encuentren personas a excepción de la banqueta de la avenida; la zona de amortiguamiento tiene un radio de 33 m afectando principalmente a las personas que se encuentren al interior de la estación en los dispensarios, y las orillas del área de los equipos de compresión, así como las personas que transiten en la Av. Héroe de Nacozari.
Fuga de cascada pulmón	De acuerdo a los resultados, la zona de riesgo es de 63 m, lo cual abarca prácticamente toda la estación pudiendo afectar a las personas que se encuentren en la misma al momento, así como aquellas que transiten en el tramo de las avenidas alrededor de la estación. El radio de la zona de amortiguamiento se determinó en 119 m, el cual abarca toda la estación, los locales al este, la concesionaria Hino al noroeste, los locales y bodegas al norte y al sur.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

El uso de gas natural se considera una actividad riesgosa, sin embargo, es uno de los combustibles más seguros, amistosos al medio ambiente y económicamente viables.

NatGas Querétaro, 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.

El riesgo existente por la conducción y despacho de gas natural es evidente, mismo que es controlable. Dentro de este aspecto, se ha establecido una serie de controles para maximizar los niveles de seguridad en la operación de la estación de servicio, desde la estación de regulación y medición, hasta los dispensarios.

De acuerdo a los resultados analizados en el presente estudio, existe probabilidad de que suceda un escenario de riesgo, más sin embargo la probabilidad de que se presente algún evento con consecuencias ambientales importantes, es baja actualmente. Considerando las condiciones de operación, diseño y construcción de las instalaciones, no se podrán descartar la falla del factor humano, por lo que la empresa dentro de sus políticas y filosofía de operación así como por la experiencia, deberá seguir estrictos programas de capacitación al personal, tanto en la operación de las instalaciones como en las medidas de seguridad aplicables.

La afectación al medio ambiente derivada de la operación de la estación de servicio es irrelevante durante la operación normal y en la ocurrencia de un evento que involucre un escape de gas y su subsecuente incendio y/o explosión se limitan a la generación de gases de combustión y afectación a 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 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.

En general, se concluye que los posibles riesgos de la operación de la estación de servicio de gas natural vehicular se encuentran bajo control si la empresa mantiene un adecuado

mantenimiento a las instalaciones y a sus equipos contra incendios, y mantiene a su personal capacitado, ya sea para prevenir riesgos o para combatirlos, por lo que existe la factibilidad técnica para la construcción de la estación de servicio de gas natural vehicular promovido por la empresa Natgas Querétaro, S.A.P.I. de C.V.