

**AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD
INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO
AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS**

**ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL (ERA),
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGOS
(NIVEL 2)**

CLAVE ERA-NGQ-SJR-001-2018



PROYECTO:

**ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO
PARA USO AUTOMOTOR “ESTACIÓN SAN JUAN DEL RÍO”
DE LA EMPRESA NATGAS QUERETARO S.A.P.I. DE C.V.**



SEPTIEMBRE DE 2018

No.	ÍNDICE	PÁGINA
I.	DATOS GENERALES.	I-1
I.1	Nombre o razón social de la empresa u organismo.	I-1
I.2	Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.	I-1
I.3	Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).	I-1
I.4	Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).	I-1
I.5	Actividad productiva principal del establecimiento.	I-1
I.6	Clave del catalogo M A P	I-1
I.7	Código Ambiental (CA)	I-1
I.8	Domicilio del establecimiento (Anexar croquis)	I-2
I.9	Domicilio para oír y recibir notificaciones	I-3
I.10	Fecha de inicio de operación	I-3
I.11	Número de trabajadores equivalente (opcional)	I-3
I.12	Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional)	I-3
I.13	Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.	I-4
I.14	¿Es maquiladora de régimen de importancia temporal? (opcional)	I-4
I.15	¿Pertenece a alguna corporación? (opcional)	I-4
I.16	Participación de capital.	I-4
I.17	Número de empleos indirectos a generar.	I-4
I.19	Nombre del gestor o promovente	I-4
I.20	Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente	I-4

No.	ÍNDICE	PÁGINA
1.21.	Departamento proponente del estudio de riesgo.	I-4
1.22.	Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).	I-5
1.23.	Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir verdad.	I-5
1.24.	Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso).	I-5
1.25.	Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax).	I-6
1.26.	Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.	I-6
II.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.	II-1
II.1.	Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.	II-1
II.1.1.	Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.	II-10
II.1.2.	Fecha de inicio de operaciones.	II-10
II.2.	Ubicación de la instalación.	II-11
II.2.1.	Planos de localización a escala adecuada y legible, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.	II-11
II.2.2.	Coordenadas geográficas de la instalación (no aplica para zonas urbanas).	II-12

No.	ÍNDICE	PÁGINA
II.2.3.	Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.	II-12
II.2.4.	Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m ² o Ha).	II-14
II.2.5.	Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).	II-15
II.2.6.	Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.	II-16
II.3.	Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).	II-16
II.4.	Número de personal necesario para la operación de la instalación.	II-16
II.5.	Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional).	II-16
III.	ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.	III-1
III.1	Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.	III-1
III.2	Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).	III-9

No.	ÍNDICE	PÁGINA
III.3	Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.	III-18
III.4	Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entorno a la instalación.	III-18
III.5	Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.	III-18
III.6	¿El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a: Terremotos (sismicidad)? Corrimientos de tierra? Derrumbamientos o hundimientos? Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)? Inundaciones (historial de 10 años)? Pérdidas de suelo debido a la erosión? Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión? Riesgos radiológicos? Huracanes?.	III-19
III.8	Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.	III-21
IV.	INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.	IV-1
V.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	V-1
V.1.	Mencionar los criterios de diseño de la instalación, con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.	V-1
V.2.	Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundarias en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques).	V-2

No.	ÍNDICE	PÁGINA
V.3.	Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas; especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, barriles, flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.	V-21
V.4.	Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo" (formato Anexo No. 2), de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB .	V-31
V.5.	Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.	V-31
V.6.	Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización; asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.	V-33
V.7	Condiciones de operación.	V-37
V.7.1	Balance de materia y energía.	V-37
V.7.2	Temperaturas y Presiones de diseño y operación.	V-37
V.7.3	Estado físico de las diversas corrientes del proceso.	V-38
V.8	Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).	V-38
V.9	Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTÍ's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente; Incluir las bases de diseño de los sistemas de instrumentación, anexando las especificaciones de los principales elementos de medición y control.	V-38

No.	ÍNDICE	PÁGINA
VI.	ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGO	VI-1
VI.1.	Antecedentes de incidentes y accidentes 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.	VI-1
VI.2.	Con base en la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP) y Arbol de Fallas, Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) y Arbol de Fallas; o la combinación de dos metodologías con características similares a las anteriores, debiendo aplicar las metodologías de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.	VI-1
VI.3	Determinar los radios potenciales de afectación, a través de aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.	VI-26
VI.4	Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).	VI-37
VI.5	Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.	VI-38
VI.6	Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.	VI-42

No.	ÍNDICE	PÁGINA
VI.7	Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.	VI-44
VI.8	Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.	VI-45
VI.9	Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.	VI-46
VI.10	Describir las rutas de traslado de los materiales involucrados que se consideran de alto riesgo.	VI-46
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	VII-1
VII.1.	Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que deberá incorporar los datos generales de la empresa (Anexo No. 1), y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento.	VII-1
VII.2.	Presentar el Informe Técnico del Estudio de Riesgo (Anexo No. 3).	VII-1
VII.3.	Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.	VII-1
VII.3.1	Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.	VII-5

No.	ÍNDICE	PÁGINA
VII.4	Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.	VII-6
VIII.	ANEXO FOTOGRAFICO	VIII-1
VIII.1.	Presentar anexo fotográfico o video del sitio de ubicación de la instalación, en el que se muestren las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo. Así como de las instalaciones, áreas o equipos críticos.	VIII-1

CAPÍTULO I: DATOS GENERALES.

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

NatGas Querétaro S.A. P.I. de C.V.

En el **Anexo “1.1”** se incluye copia del Acta constitutiva de la Empresa.

I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.

NQU-120510-Q27

En el **Anexo “B”** se incluye copia del Registro Federal de Contribuyentes.

I.3. Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicana (opcional).

No Aplica.

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

Cámara Mexicana de la Industria de la Transformación (CANACINTRA).
Registro No. 142.

I.5. Actividad productiva principal de establecimiento.

Venta de energéticos (gas natural comprimido para uso automotor).

I.6. Clave del catálogo M A P.

De acuerdo con la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP), dadas las actividades que realiza la empresa NatGas Querétaro S.A. P.I. de C.V., le corresponde el código 220011.

I.7. Código ambiental.

09/DMA0025/11/15.

I.8. Domicilio del establecimiento (Anexar croquis).

La obra que presta el servicio de venta de Gas Natural Comprimido para uso automotor, se localiza en carretera San Juan del Río – Tequisquiapan Km. 4.5, Zona Industrial Valle de Oro, municipio de San Juan del Río, Estado de Querétaro. (Ver Figura I.1.).



Figura I.1.- Ubicación del proyecto.

En el **Anexo “4.1”** se incluye el ortomapa de localización (sobreposición), escala 1:100, donde se plasma la ubicación del predio que ocupa la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor denominada “Estación San Juan del Río”.

En la siguiente tabla, se muestran las Coordenadas Geográficas del polígono del predio que ocupa la Estación de Servicio.

Tabla I.1.- Coordenadas del polígono del predio.

Vértice	Coordenadas UTM, Zona 14Q y DATUM WGS84	
	Y(m)	X (m)
V-1	2,271,290.4700	397,738.50
V-2	2,271,226.2900	397,735.40
V-3	2,271,238.7800	397,754.76
V-4	2,271,239.8900	397,803.86
Superficie= 3,730.20 m ²		

I.9. Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.10. Fecha de inicio de operación.

6 de Octubre de 2017.

I.11. Número de trabajadores equivalente (opcional).

Número total de empleados administrativos: 4.

Número total de obreros en planta: 10.

I.12. Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional).

Lunes a Viernes: 24 horas/día.

Sábado y Domingo: 24 horas/día.

Total de horas semanales trabajadas: 168 horas/día.

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

Número de empleados administrativos: 4; 24 horas/día; 3 turnos de 8 horas.

Número total de obreros en planta: 10; 24 horas/día; 3 turnos de 8 horas.

I.14. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional).

No.

I.15. ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional).

No aplica por lo anterior expuesto.

I.16. Participación de capital.

100% mexicano.

I.17. Número de empleos indirectos a generar.

15 empleos.

I.18. Inversión estimada (M.N.).

Este apartado No Aplica, ya que la Estación de Servicio se encuentra en etapa de operación.

I.19. Nombre del gestor o promovente.

NatGas Querétaro S.A. P.I. de C.V.

I.20. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.

NQU-120510-Q27.

I.21. Departamento proponente del estudio de riesgo.

Asuntos Regulatorios.

I.22. Nombre completo y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal). Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.

C. Juan Josué Hernández Tapia.
Representante Legal.

En el **Anexo “1.1”** se incluye copia de la escritura pública, en la cual se le confiere y otorga poder limitado para ejercer actos de administración.

I.23. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir verdad.

En el **Anexo “2.4”** se incluye la Carta Responsiva del Promovente y responsable del Estudio de Riesgo Ambiental.

I.24. Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso).

Nombre: Proyectos y Soluciones Inteligentes S.A. de C.V.

En el **Anexo “2.1”** se incluye copia del Acta Constitutiva de la Empresa Responsable del Estudio.

RFC: PYS-120427-UN0.

En el **Anexo “2.2”** se incluye copia del Registro Federal de Contribuyentes de la Empresa.

**I.25. Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo
(Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación,
Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax).**

**Calle y número o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en
caso de carecer de dirección postal.**

Calle 1 Norte No. 214.

Colonia, barrio.

Fraccionamiento San Ángel.

Código postal.

86281.

Entidad Federativa.

Tabasco.

Municipio o delegación.

Centro.

Teléfono(s).

01 (993) 315-66-36.

Correo electrónico.

E-Mail address:

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

**I.26. Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración
del estudio de riesgo.**

M. en I. Juan Ulises Martínez López.

RFC.

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

CURP.

Clave Única de Registro Poblacional del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Cédula profesional (Post-grado)

3802502.

En el **Anexo “2.3”** se incluye copia de la Cédula Profesional del Responsable del Estudio de Riesgo Ambiental.

En el **Anexo “2.4”** se incluye la Carta Responsiva del Promovente y responsable del Estudio de Riesgo Ambiental.

CAPÍTULO II.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.

El proyecto es una obra en operación y se denomina **“Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”**.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, se ubica sobre un terreno de **3,730.20 m²** ubicado en el kilómetro 4.5 de la carretera San Juan del Río – Tequisquiapan, Zona Industrial Valle de Oro, municipio de San Juan del Río, Querétaro.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor **“Estación San Juan del Río”**, la cual es propiedad de la empresa NatGas Querétaro, S.A.P.I. de C.V. cuenta con local comercial, oficinas planta baja y alta, cuarto eléctrico, área de transformadores, estación de regulación y medición (ERM), recinto de compresión, Canopy (área de surtidores), Servicios Propios (Oficina de Mantenimiento, Almacén de Refacciones, Cuarto Vestidor Despachadores y Baños Públicos), vialidades y/o patios de maniobras, estacionamiento y áreas verdes.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor, se interconecta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) propiedad de la empresa MAXIGAS, mediante tubería acero al carbono enterrada y tubería superficial con válvulas de control, desde la interconexión con la ERM hasta el recinto de compresión, donde se interconecta al sistema de compresión constituido por dos compresores reciprocantes de cuatro etapas. En la descarga del sistema de compresión se cuenta con tubería de acero inoxidable, para conducir el Gas Natural Comprimido (GNC) al panel prioritario (en el interior del compresor) interconectado con el sistema de almacenamiento de GNC, el cual cuenta con una capacidad total de 4 000 L (de agua), integrado mediante 32 recipientes cilíndricos verticales con capacidad de 125 L (de agua) al 100% cada uno.

El panel prioritario envía el GNC mediante tubería de 1” Ø de acero inoxidable, alojada en trinchera, a cada uno de los seis surtidores. El proyecto operará en dos etapas; en la primera etapa cuenta con 1 compresor, 32 recipientes cilíndricos verticales y 4 surtidores y en la segunda etapa constará en adicionar 1 compresor, 1 secador de gas y 2 surtidores.

La ubicación de los surtidores de Gas Natural Comprimido para uso automotor se localiza en la parte frontal del predio inmediato a la vía de acceso a la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, ya que los radios de giro para los vehículos pesados son lo bastante amplios, todo esto para facilitar las maniobras de carga.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor San Juan del Río, tiene una capacidad total de 4 000 L (de agua), integrado mediante 32 recipientes cilíndricos verticales con capacidad de 125 L (de agua) al 100% cada uno y con una presión de operación a 3,600 psi. Los tanques de almacenamiento son fabricados con tubo de acero al carbono templado de una sola pieza y están interconectados para ofrecer una mayor capacidad de almacenamiento, cada tanque está diseñado para soportar la presión de operación de la estación y cuentan con válvulas de aislamiento individualmente y una válvula de relevo de presión por paquete, la cual está calibrada para liberar al ambiente el exceso de presión cuando rebasen 1.2 veces la presión normal de operación del equipo. El grupo de tanques está configurado para una capacidad de 2 000 L (de agua), instalados dentro de un bastidor de acero, en forma vertical, unidos con tubería de acero inoxidable, ver Figura II.1.



Figura II.1.- Recipientes y/o tanques cilíndricos.

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 condensados que pueden acumularse con el tiempo.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, está integrada por las siguientes áreas:

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

Todos los métodos y bases de diseño de las instalaciones, han sido establecidos por las Normas Ecológicas pertinentes y las marcadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Seguridad Industrial, Operativa y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, a través de la NORMA Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores y la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2010, Instalaciones de aprovechamiento de Gas Natural Comprimido, requisitos mínimos de seguridad que deben cumplirse en el diseño, materiales, construcción, instalación, pruebas de hermeticidad, operación, mantenimiento y seguridad de las instalaciones de aprovechamiento de Gas Natural Comprimido.

El diseño estructural de la obra se realizó considerando las características de uso y las condiciones de la superficie, básicamente de EDS Tipo 1.

Descripción funcional.

El gas es entregado por la empresa Maxigas (distribuidor) a través de un gasoducto a alta presión hasta una Estación de Filtración, Regulación y Medición (ERM), propiedad de la empresa distribuidora y que queda en custodia de la misma, la cual, controla y mide las diferentes variables del suministro como son presión, volumen, flujo, poder calorífico, temperatura, entre otros. Cabe mencionar, que el personal de NatGas no cuenta con autorización para realizar mantenimientos y/o modificaciones al arreglo o parámetros, únicamente lo realiza personal autorizado por el distribuidor. 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 transportado 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 psig), la cual es muy baja para su transportación terrestre y almacenamiento, por lo que 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; con la finalidad de que el gas quede seco, además de que los efectos de la humedad en los sistemas de gas natural no siempre son inmediatamente evidentes. Y tomando en cuenta que, aunque el punto de rocío del gas puede ser tan bajo como -40°C en la tubería a presión, el efecto de la compresión afecta el punto de rocío del gas.

Las leyes físicas dictan que el punto de rocío de un gas aumenta a medida que aumenta su presión. Por lo tanto, aunque el punto de rocío del gas en una tubería dada puede ser muy bajo, cuando llega al compresor y es comprimido, será significativamente mayor cuando el gas sale del mismo. Esta es la razón por la cual es necesario instalar equipos de filtración o secadores de adsorción de humedad. Especialmente en las zonas donde las temperaturas más bajas se encuentran durante los meses más fríos de invierno. De no contar con estos equipos, los líquidos condensados se acumularán en los recipientes ocupando un volumen muerto y por ser líquidos, afectarán la capacidad de compresión y además, pudiendo 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, así como la eficiencia de transporte del gas. Con el gas ya acondicionado, pasa a la siguiente etapa del proceso que es la de compresión del gas, en donde se incrementa su presión de 174/304 psi hasta 3,600 psi aproximadamente. Para lo anterior, se cuenta con los equipos de compresión.

El **sistema de compresión** instalado en la Estación de Servicio consta de 4 etapas de compresión, con una presión máxima de succión de **10 bar** (145 psi) y con un rango de operación de descarga en la primera etapa de 310 psi, en la segunda etapa de 830 psi y en la tercera etapa de 1 750 psi y finalmente en una cuarta etapa de 3 600 psi. El funcionamiento del sistema de compresión es operado por un Controlador Lógico Programable (PLC), que es una computadora industrial dedicada

a controlar cada operación del sistema, la cual decide cuándo y qué presión de descarga se requiere. El sistema electrónico del sistema 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. Dispositivos con los que se monitorea 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, etc. Lo que significa que el sistema es inteligente y seguro. Además, desde el “Touch Panel” pueden monitorearse diversos parámetros como presión y temperatura en la succión, descarga de cada etapa, descarga final, nivel, presión y temperatura del aceite, voltaje, corriente y potencia consumida, entre otros.

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 controladas también 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.

El sistema de compresión cuenta 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, 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 los tanques de almacenamiento o hacia surtidores.

El sistema de Almacenamiento con 3 bancos, consiste de un banco llamado “Banco de Baja”, un segundo banco llamado “Banco de Media” y un tercer banco llamado “Banco de Alta”. El nombre asignado no es propiamente por su presión de trabajo, sino por su prioridad de llenado. Cuando los tres bancos están llenos a la misma presión, el balance es de aproximadamente 60% en Baja, 20% en media y 20% en alta. El propósito fundamental de los tanques de almacenamiento es poder dar fluidez y velocidad de llenado, además de no requerir un trabajo continuo del sistema de compresión. La función de todos estos elementos es controlada automáticamente por el PLC’s localizado en el paquete de compresión, y cuando se requiere de 2 o más equipos de compresión, se cuenta con un PLC Maestro localizado en el CCM principal, destinado a coordinar la operación y seguridad de todos los equipos. Los técnicos operadores de la estación pueden ver el estado del sistema 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** o dispensarios, inician el llenado primeramente enviando gas del banco bajo de almacenamiento a los tanques de almacenamiento móvil instalado en un vehículo. 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 de Media. Nuevamente, llenando hasta que la presión diferencial disminuye, entonces intercambia dando acceso al

Banco de Alta. Finalmente, una vez que el flujo en el Banco de Alta disminuye, y no es suficiente para concluir la carga, el sistema de compresión arranca y comienza a llenar directamente a los tanques de la unidad móvil automotriz, hasta llenarlo totalmente, para tener una presión de llenado final de 20 MPa (200 bar o 2 928 psi), puede existir una mínima variación en la medición de la presión ocasionada por las condiciones ambientales. El sistema de llenado con bancos 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 automotrices, el número de arranques y paros del sistema de compresión disminuye considerablemente.

La prioridad del lado del sistema de compresión es, esencialmente lo contrario de la secuencia del sistema de llenado a surtidos. El flujo del sistema de compresión 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 del sistema de compresión es el llenado en surtidores y posterior a esto el llenado del sistema de almacenamiento.

Uno de los más importantes puntos que no se debe olvidar en este tipo de estaciones, es la seguridad, la cual ha sido considerada para que el personal operario tenga acceso a esta de manera inmediata. Es decir, existen botones de paro de emergencia, en cada unidad de despacho, sistema de compresión, cuarto de tableros, oficinas y otros puntos, los cuales, al ser activados, des energizan totalmente el sistema de compresión, cierran válvulas de succión y descarga, secadores y panel de prioridades. Seguido de lo anterior, la activación de una alarma sonora/luminosa indica la situación anormal de operación. Requiriendo para su reinicio de operación el reconocimiento de la alarma y la corrección del evento que originó el paro de los equipos. Además, en el sistema de compresión, en cada etapa y tanques de recuperación, así como en la cascada de almacenamiento y el

panel de prioridad, se cuenta con válvulas de seguridad o de relevo de presión calibradas 1.2 veces la presión de operación; asimismo, para los surtidores, se tienen manómetros para indicar la presión de llenado del cilindro del automóvil, 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. 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% Límite Inferior de Explosividad (LEL) y 56.6% LEL, respectivamente, equivalente al 0.5% y 3% en volumen de gas natural como lo marca la NOM-010-ASEA-2016.

Los **surtidores** cuentan con un medidor de flujo másico y un computador de flujo 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, por lo que se podrá operar a presiones de llenado de GNC adecuadas para cilindros con presión de servicio de 20 MPa (200 bar o 2 900 psi).

Además, cada surtidor cuenta con un desfogue que se coloca a 0.7 m sobre el nivel de la techumbre del área de surtidor, válvulas de exceso de flujo, elementos que determinan un exceso de flujo que suspenden el llenado, como puede ser por alguna manguera fracturada, se cuenta con dispositivos de seguridad en la manguera contra el jaloneo de la misma, que permiten desacoplar la manguera del surtidor, y se dispone de botones de paro de emergencia.

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 condensado en sistemas con un filtro automático, y cómo drenar el sistema de lavado.

Durante el funcionamiento de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “San Juan del Río” se promueve que todas las actividades sean desarrolladas dentro de un marco de seguridad para evitar daños al medio ambiente debido a una contingencia o accidente. La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor, está sujeta a cumplir con las leyes, normas, manuales y procedimientos con el propósito de asegurar la calidad del servicio, proteger el ambiente, las instalaciones, proporcionar seguridad a los usuarios y empleados.

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

En el momento de la elaboración del presente Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), este proyecto no plantea etapas de crecimiento futuro.

II.1.2. Fecha de inicio de operaciones.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “San Juan del Río”, inicio sus operaciones el día 06 de Octubre de 2017.

II.2. Ubicación de la instalación.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “San Juan del Río”, se localiza en el kilómetro 4.5 de la carretera San Juan del Río – Tequisquiapan, Zona Industrial Valle de Oro, municipio de San Juan del Río, Querétaro (ver Tabla II.1).

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
SAN JUAN DEL RÍO, QUERÉTARO
LOCALIDADES CERCANAS:
SAN ISIDRO, LA LAGUNA, REAL DE LOS NOGALES, LOS CIPRESES, LOS FRESNOS, CAVAS, EL CARRIZO, LA RUEDA
INSTALACIONES CERCANAS:
BODEGA DE MATERIALES ACEROS Y CORRUGADOS, PAQUETERIA TRES GUERRAS, HOTEL SAN JUAN PARK
TIPO DE ÁREA:
ZONA COMERCIAL E INDUSTRIAL.
USO DE SUELO:
INDUSTRIAL
LOCALIZACIÓN DE ESCUELAS, IGLESIAS, PARQUES U OTROS EN UN RADIO DE 500 MTS. DE LA TMDB:
NINGUNA
VÍA DE ACCESO AL PROYECTO:
TERRESTRE, POR MEDIO DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RÍO – TEQUISQUIAPAN.



Tabla II.1.- Ubicación de la Estación de Servicio.

II.2.1. Planos de localización a escalas adecuadas y legibles, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.

En la siguiente tabla se indica la relación de los planos y cartas que se incluyen en el presente Estudio de Riesgo Ambiental, donde se señalan las características de ubicación del proyecto, las localidades próximas, rasgos fisiográficos e hidrológicos sobresalientes y próximos, vías de comunicación y localización del proyecto.

Tabla II.2.- Planos y cartas de localización.

Descripción del plano	Anexo donde se incluye
Ortomapa de localización, escala 1:100.	Anexo “4.1”
Ortomapa de localización de los equipos de emergencia.	Anexo “4.2”
Cartas temáticas del INEGI.	Anexo “4.3”
Plano de planta general.	Anexo “6.1”

II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación.

En la siguiente tabla, se muestran las Coordenadas Geográficas del polígono del predio que ocupa la Estación de Servicio.

Tabla II.3.- Coordenadas del polígono del predio.

Vértice	Coordenadas UTM, Zona 14Q y DATUM WGS84	
	Y(m)	X (m)
V-1	2,271,290.4700	397,738.50
V-2	2,271,226.2900	397,735.40
V-3	2,271,238.7800	397,754.76
V-4	2,271,239.8900	397,803.86
Superficie= 3,730.20 m ²		

II.2.3. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.

- **Usos de suelo.**

El uso de suelo en las áreas colindantes a la Estación de Servicio, se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla II.4.- Uso del suelo en el área colindante al proyecto.

Usos del suelo	Clave	a*	b	c	d	e
Agrícola	Ag					
Pecuario	P					
Forestal	Fo					
Pesquero	Pe					
Acuícola	Ac					
Asentamientos humanos ¹	Ah	X				
Infraestructura	If	X				
Turístico	Tu					
Industrial	In	X				
Minero	Mi					
Conservación ecológica ²	Ff, Cn					
Áreas de atención prioritaria ³	An					
Actividades marinas	M					

* Uso actual de los suelos cercanos al sitio de proyecto.

¹ Incluye localidades urbanas, sub-urbanas y rurales.

² Incluye las categorías flora y fauna (Ff) y corredor natural (Cn).

³ Incluye áreas naturales protegidas, zonas de interés histórico y cultural.

• Usos de cuerpos de agua.

El uso de los cuerpos de agua en las áreas colindantes a la Estación de Servicio, se mencionan en la siguiente tabla.

Tabla II.5.- Uso de los cuerpos de agua en el área colindante al proyecto.

Usos de los cuerpos de agua	Clave	a*	b	c	d
Abastecimiento público	Ap	X			
Recreación	Re				
Caza, pesca, acuacultura	Pe				
Conservación de la vida acuática	Co				
Industria	In	X			
Agricultura	Ag				
Ganadería	P				
Navegación	Nv				
Transporte de desechos	Td				
Generación de energía eléctrica	Ge				
Control de inundaciones	Ci				
Tratamiento de aguas residuales	Tr				
Otro (especificar)					

* Uso predominante que se les da a los cuerpos de agua cercanos al sitio de proyecto.

- **Colindancias a la instalación.**

Tabla II.6.- Colindancias de la Estación de Servicio.

Norte	Sur	Oeste	Este
Bodegas de materiales Aceros y Corrugados	Carretera San Juan del Río - Tequisquiapan	Calle Sin Nombre	Paquetería Tres Guerras, Hotel San Juan Park y Carretera San Juan del Río - Tequisquiapan

- **Zonas vulnerables.**

Tabla II.7.- Zonas vulnerables y puntos de interés.

Descripción	Orientación	Distancia
Bodegas de materiales Aceros y Corrugados	Norte	Limita con Estación de Servicio
Paquetería Tres Guerras y Hotel San Juan Park	Este	70 mts.
Planta Condumex	Sureste	150 mts.
Motel Auto Parador	Sureste	180 mts.
Unidad Deportiva	Noreste	200 mts.

II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m² o Ha).

El predio cuenta con una superficie de terreno de **3,730.20 m²** destinado a las siguientes áreas:

Tabla II.8.- Desglose de la superficie.

Concepto	Superficie (m ²)	Porcentaje (%)
Oficinas Planta Baja	186.57	5.00
Oficina Planta Alta	240.11	
Áreas Verdes	269.20	7.20
Estacionamiento	94.25	2.50
Circulaciones	2,446.83	65.60
Canopy	346.62	9.30
Área Eléctrica	81.72	2.20

Concepto	Superficie (m ²)	Porcentaje (%)
Área de compresión	204.05	5.50
Estación de Regulación y Medición (ERM)	40.60	1.10
Área sin utilizar en oficinas	60.35	1.60
Superficie Total	3,730.20	100%

En el Anexo "6.2", se presenta el plano de Planta Arquitectónica de Conjunto de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor "San Juan del Río".

II.2.5. Descripción de acceso (marítimos, terrestres y/ aéreos).

En la figura II.2, se muestra el croquis de localización de la vía de acceso al área de proyecto, siendo la vía principal terrestre la carretera San Juan del Río - Tequisquiapan, kilómetro 4+500, sitio donde se localiza la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor "San Juan del Río".

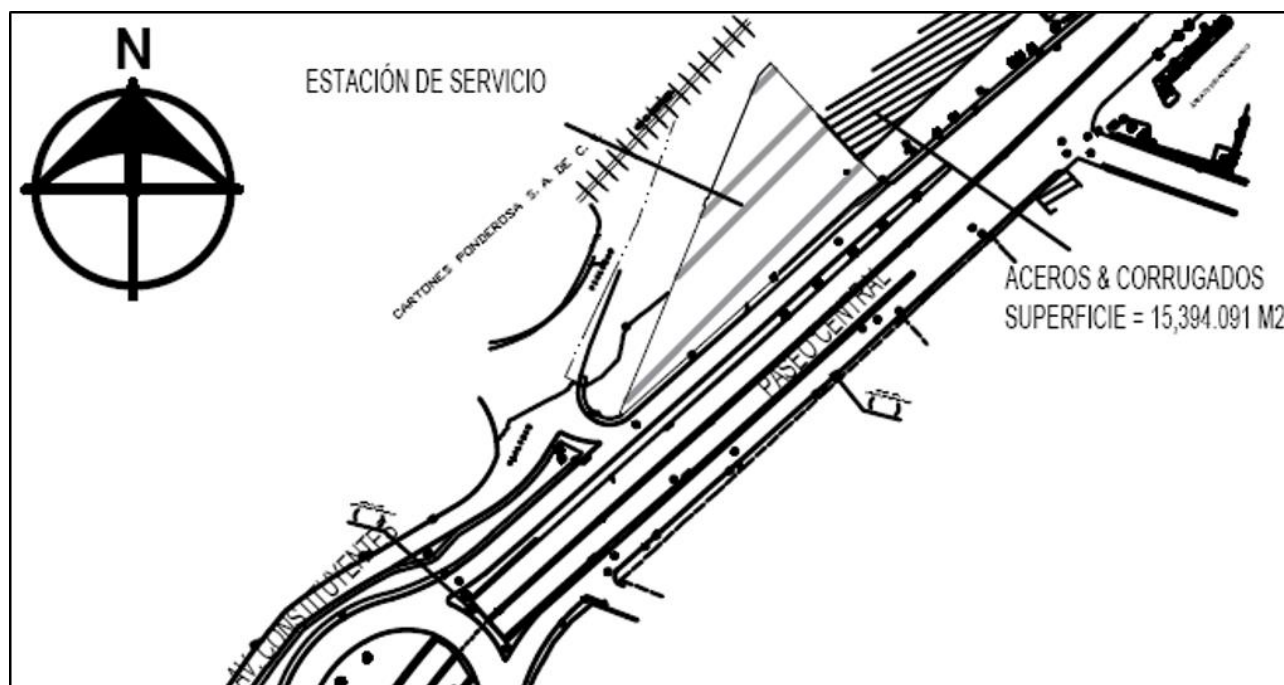


Figura II.2.- Vía de acceso a la Estación de Servicio.

II.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.

La infraestructura con que cuenta actualmente la Estación de Servicio, es la siguiente:

- Oficinas administrativas (conteo, bodega, sanitarios, cuarto de limpios, site, vestidores, almacén de refacciones, lockers).
- Tienda de conveniencia.
- Recinto de compresión (secadores, compresores, área de almacenamiento.
- Transformadores.
- Cuarto eléctrico.
- Canopy (dispensadores).
- Área de estacionamiento.
- Patio de maniobras.
- Zonas verdes.

II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretenden desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).

Independientemente de las que se han establecido en el presente estudio, no habrá vinculación con otras actividades industriales, comerciales y/o de servicios.

II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.

Número total de empleados administrativos: 4.

Número total de obreros en planta: 10.

II.5. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio.

En las tablas contenidas dentro de este apartado, se hace mención de las acciones que los representantes de la Empresa NatGas Querétaro, S.A.P.I. de C.V., han llevado a cabo como complemento de sus actividades en materia de gestión ambiental.

Tabla II.9.- Constancia de Alineamiento.

Fecha:	Núm. de folio:	De:	Para:
25/Noviembre/2016	SEDESUM-ALN-273/2016	H. Ayuntamiento del municipio de San Juan del Río, Querétaro	C. Juan Josue Hernández Tapia Representante Legal NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V.
Descripción:			Observaciones:
Constancia de alineamiento para la restricción de derechos de vías con carretera San Juan del Río, Querétaro.			Cumplimiento al Reglamento de Construcción del municipio de San Juan del Río, Querétaro.

Tabla II.10.- Número Oficial.

Fecha:	Núm. de folio:	De:	Para:
25/Noviembre/2016	SEDESUM-N-474/2016	H. Ayuntamiento del municipio de San Juan del Río, Querétaro	C. Juan Josue Hernández Tapia Representante Legal NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V.
Descripción:			Observaciones:
Otorgamiento del certificado de número oficial con base y fundamento en lo dispuesto por los artículos 52 y 362, IV parrafo, inciso e), del reglamento de construcción del municipio de San Juan del Río, Querétaro.			Cumplimiento al Reglamento de Construcción del municipio de San Juan del Río, Querétaro.

Tabla II.11.- Factibilidad de Uso de Suelo.

Fecha:	Núm. de folio:	De:	Para:
19/Noviembre/2015	DUS/006/FT/15	H. Ayuntamiento del municipio de San Juan del Río, Querétaro	C. Juan Josue Hernández Tapia Representante Legal NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V.
Descripción:			Observaciones:
Otorgamiento de la factibilidad de uso de suelo en base al dictamen de uso de suelo DUS/499/D/08 de fecha 24 de Octubre de 2006.			Cumplimiento al Reglamento de Construcción del municipio de San Juan del Río, Querétaro.

Tabla II.12.- Resolución en materia de Impacto Ambiental.

Fecha:	Núm. de resolución:	De:	Para:
29/Junio/2016	ASEA/UGSIVC/DGGC /2399/2016	Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos	C. Juan Josue Hernández Tapia Representante Legal NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V.
Descripción:			Observaciones:
Resolución procedente en Materia de Impacto Ambiental para el proyecto de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor "San Juan del Río".			Cumplimiento a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental y su Reglamento.

Tabla II.13.- Permiso de expendio al público de gas natural comprimido para uso automotor.

Fecha:	Núm. de permiso:	De:	Para:
15/Junio/2017	G/20155/EXP/ES/FE/2017	Comisión Reguladora de Energía (CRE)	C. Juan Josue Hernández Tapia Representante Legal NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V.
Descripción:			Observaciones:
Permiso de expendio al público de gas natural comprimido para uso automotor, para la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor "San Juan del Río".			Cumplimiento a la Ley de Hidrocarburos .

Tabla II.14.- Dictamen de riesgo en materia de Protección Civil.

Fecha:	Núm. de folio:	De:	Para:
21/Febrero/2018	094	Coordinación Municipal de Protección Civil, San Juan del Río, Querétaro	C. Juan Josue Hernández Tapia Representante Legal NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V.
Descripción:			Observaciones:
Resolución procedente del dictamen de riesgo en materia de Protección Civil, para la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor "San Juan del Río".			Cumplimiento al Artículo 31, Fracción XII de la Ley de Protección Civil y artículo 16 del Reglamento de la Ley de Protección Civil del Estado de Tabasco.

CAPITULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO.

III.1 Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.

Flora.

Actualmente, en el sitio de proyecto se encuentra una vegetación altamente perturbada, existiendo solo un tipo de vegetación pastizal inducido, demarcado por banquetas y vialidades por encontrarse en una zona industrial. El mayor grado de perturbación, considerando su abundancia, lo ha sido la construcción de zonas comerciales e industriales, así como vialidades.

Durante la visita de campo, se identificó la variedad y cantidad de especies vegetales existentes en el área del presente proyecto, así como las características generales del paisaje, encontrando como el tipo de vegetación dominante en la zona del proyecto el pastizal inducido.

Como complemento al trabajo de campo realizado, se consultó la Guía Ilustrada de la Flora del Valle de Querétaro, elaborado por la Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Naturales – Biología en colaboración con la CONABIO.

Para la descripción de la flora existente y predominante en el área de influencia del proyecto y sobre el área que ocupa la Estación de Servicio de GNC para uso automotor “San Juan del Río”, se realizaron las siguientes actividades:

- Se visitó el área con apoyo de personal calificado y responsable del área ambiental; recorriendo a detalle el sitio que ocupa la Estación de Servicio GNC, tal como se muestra en la memoria fotográfica que se incluye en el Capítulo VIII.

- En gabinete se realizó una revisión bibliográfica, en la cual se consultó la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI y carta de usos de suelo y vegetación del Municipio de San Juan del Río, escala 1:110 000, fotografías aéreas, así como bibliografía en los que se reportan estudios sobre flora y fauna predominante y típica en el área de estudio.

Con respecto a esto, en el área del sitio y de influencia del proyecto mencionado, se identificaron los siguientes tipos de comunidad vegetal:

Pastizales (naturales e inducidos): Este tipo de vegetación se encuentra dominando las zonas de influencia a la Estación de Servicio, las especies que se encontraron son; banderilla (*Bouteloua curtipendula*) navajita belluda (*Bouteloua hirsuta* Lag) y zacate buffel (*Cechrus ciliaris*).

- **Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES; convenios internacionales, etcétera) en el área de estudio y de influencia.**

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Diciembre de 2010, NO se encontraron especies florísticas que presenten algún estatus de vulnerabilidad.

Fauna.

El componente faunístico del área de estudio, se ha visto desplazado y disminuido por las condiciones de alteración del medio, esto debido al gran desarrollo industrial en la zona, así como zonas para actividades comerciales y de urbanización, lo que ha provocado que la fauna silvestre predominante se caracterice por especies indicadoras de ambientes transformados y de baja diversidad dominadas por especies de talla menor. Para la identificación de la fauna existente se trató de ubicarlas físicamente o por medio de huellas, nidos, madrigueras, excretas y en el caso de las aves a través de su canto propio. El componente faunístico es bajo y poco diverso debido a las actividades antropogénicas que se realizan en esta zona.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Diciembre de 2010, NO se encontraron especies faunísticas que presenten algún estatus de vulnerabilidad.

Suelo.**Geomorfología general.**

El Municipio de San Juan del Río pertenece a la Provincia Eje Neovolcánico, y a la subprovincia de Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (98.6%). El sistema de topoformas se encuentra integrada por Lomerío de Basalto con Llanuras (62.3%), Sierra Compleja (12.7%), Lomerío de Aluvión Antiguo (10.7%), Llanura de Piso Rocoso o Cementado (8.6%), Sierra Volcánica de Laderas Tendidas con Lomerío (4.3%) y Escudo Volcanes (1.4%).

Gran parte del Municipio está atravesado por varios montes y cadenas montañosas. Las de mayor altura son: Las Vacas con 2 260 msnm y Buenavista con 2 230 msnm situados el primero al Oeste, un poco al Sur de La Cueva (hoy Joaquín Herrera), y el segundo al Suroeste de la misma población. Hay otros cerros con alturas aún no determinadas; entre ellos La Peña Rajada, situada en una barranca que sirve de cauce al Río El Pueblito, frente a la comunidad de San Francisco, y los cerros de El Chiquihuite y El Chiquihuitillo, al Sur de El Pueblito, El Shindó y San José de los Olvera.

Existe una muralla natural que circunda el valle en la mayor parte de sus puntos cardinales con cerros de poca elevación, de pendiente muy inclinada y cima que sigue un nivel casi regular en toda su extensión. Estos cerros se ubican al Este y al Sureste del Palillero, que más al Este da origen al Picacho; al Sur la loma de La Mesa y de La Cañada de La Plata; al Suroeste El Copal y al Oeste El Potrero, que se extiende por varios kilómetros.

Características geológicas.

El Municipio de San Juan del Río pertenece al período Cuaternario y su composición es de conglomerados areniscos. El tipo de suelo predominante es de textura pesada y en la mayoría de lomas y cerros, se localiza la clase geosen-háplico. Al norte del Municipio encontramos la presencia de Basalto, Andesita y formaciones de Aluvial del Cuaternario, así como Arenisca del Terciario, y en la parte sur predomina la presencia de Toba ácida, y en menor grado encontramos del tipo Basalto y Aluvial. Al norte y centro de la zona de estudio donde se han asentado las principales localidades se presentan formaciones del Cuaternario, tales como formaciones de Aluvial y Basalto. En casi el 60% de la superficie se aprecian formaciones ígneas extrusivas que permiten la formación de las principales elevaciones de la zona.

Características geomorfológicas.

El Municipio de San Juan del Río exhibe en casi la totalidad de su superficie (98.43%) una geomorfología clasificada como bloques de disposición asimétrica con flancos de longitud distinta, debido a la actividad tectónica y fallas geológicas. Al norte del Municipio encontramos Planicies de sedimentación reciente de aluviones, al centro predomina la presencia de Eminencias de edificios que sobresalen de los campos de lava asociados y al sur predominan los Contornos suaves de geometría convexa y de mesas poco disectadas, rampas de piedemonte acumulativa y en menor área relieve de depresiones intralávicas de carácter acumulativo.

El paisaje está constituido por cañadas, lomeríos o áreas levemente onduladas, montañas y extensiones pequeñas de valles.

Características del relieve.

Para el caso del área de estudio, se ubica dentro de lo que es el sistema de topoformas formado por Lomerío de Basalto con Llanuras el cual cubre 62.3% de la superficie del Municipio. Se interpreta desde el punto de vista topográfico como un relieve levemente ondulado, con accidentes topográficos significativos, en la cual hay presencia de lomeríos y sistemas montañosos.

Tipos de suelos.

En el Municipio de San Juan del Río las unidades de suelo existente corresponden a los Vertisoles, Litosoles, Chernozem y pequeñas áreas de suelo de tipo Feozem. Los Vertisoles representan la unidad que se encuentra más ampliamente extendida. Estos suelos se caracterizan por ser de color gris oscuro o casi negro y tener alto contenido de arcillas expandibles que de acuerdo con los cambios de humedad se expanden o se contraen provocando el agrietamiento que los caracteriza; además de otros materiales ricos en calcio, potasio y magnesio, que le dan alto grado de fertilidad.

Estos suelos se presentan solos o asociados con suelos de tipo Litosol. Los primeros son de textura fina y se presentan al Norte del Municipio. Los segundos se desarrollan al Norte y Centro del Municipio, donde encontramos terrenos pertenecientes a las localidades de Charco Blanco, La Cueva, Lourdes, Los Olvera y Venceremos, y a lo largo de la carretera Libre a Celaya.

Los Chernozem asociados con Litosoles son el segundo grupo en importancia en cuanto a su extensión dentro del Municipio y se desarrollan al sur, se caracterizan por ser suelos con menos de 10 cm de espesor, de textura fina con más del 35% de arcilla, de Fase física Dúrica con capa fuertemente cementada por sílice dentro de los 50cm de profundidad, y no se disuelve en agua.

Los Litosoles asociados con Feozem y con Vertisol constituyen la tercera unidad en importancia en cuanto a su extensión, son delgados (menos de 10 cm), con alto contenido de calcio y magnesio, pero bajo en potasio y descansan sobre el estrato rocoso del que proviene, de textura Media con menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena. Éstos se desarrollan al centro del Municipio y en una pequeña área al suroeste del mismo.

El Feozem lúvico asociado con Litosol se localiza en una pequeña porción del suelo, en la parte sur del Municipio. Se caracteriza por ser un suelo delgado, con no más de 15 cm de espesor, con una capa humítica pobre (escasa materia orgánica), de textura Fina con más del 35% de arcilla, de Fase física Lítica Profunda con roca continúa entre los 50 y 100 cm de profundidad.

En términos edafológicos, los resultados del mapa digital del INEGI, carta edafológica Medio Natural Edafología del Municipio de San Juan del Río escala 1:155,000, para la zona de estudio se identificaron las unidades de suelo **Vp+I/3** suelo predominante Vertisol Pélico con Litosol textura gruesa, según la clasificación de suelos de la FAO/UNESCO. Ver figura III.1.

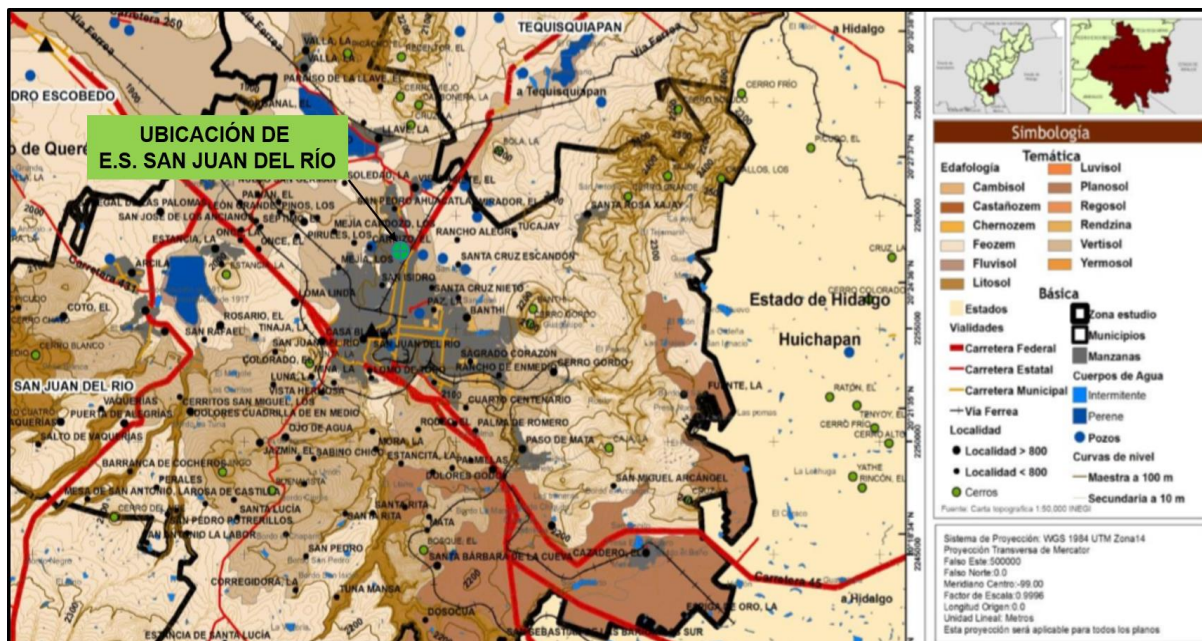


Figura III.1.- Características del suelo en el área de estudio.

Agua.

El Municipio de San Juan del Río se encuentra inmerso en la Región Hidrológica Río Pánuco, la cual tiene una extensión superficial de 8,816.60 Km², en dicha entidad solo se encuentran parciales de dos cuencas de esta región: Río Moctezuma y Río Tamuín.

Cuenca Río Moctezuma (26 D). Abarca 6 508 km² del área total del estado. Sus principales afluentes en suelo queretano son los ríos Extóraz y San Juan y los arroyos Seco y Galindo. Esta cuenca reviste gran importancia en la entidad, no sólo por su extensión sino también porque sus aguas se emplean en el distrito de riego San Juan del Río, que abarca porciones de los municipios de Pedro Escobedo, Tequisquiapan y Amealco, así como el que le da su nombre. Sus subcuencas intermedias son: Río Moctezuma, Río Axtla, Río Extóraz, Río San Juan, Dren Caracol, Río Prieto, Río Arroyo Zarco, Río Tecozutla y Río Tula.

Cuenca Río Tamuín (26 C). Ocupa 2 308.41 km² del norte de la entidad y su corriente principal tiene poca extensión. En esta zona el aprovechamiento de las corrientes es mínima, pues además de que tiene un relieve accidentado, el clima que presenta es semicálido subhúmedo. Las subcuencas intermedias que se encuentran en ella son: Río Verde, Río Santa María y Drenaje Subterráneo.

Almacenamientos. En el estado están ubicadas más de 70 obras de almacenamiento, así como 569 pequeñas para abrevaderos y uso doméstico. En esta región se encuentran las dos presas más importantes de la entidad: Constitución de 1917, con capacidad para 65 000 000 de m³; y San Ildefonso, con volumen de 52 300 000 m³, que no obstante se encuentra en el estado de México, se aprovecha para el distrito de riego San Juan del Río. La presa Centenario, con capacidad de 13 800 000 m³, se utiliza para la generación de energía eléctrica.

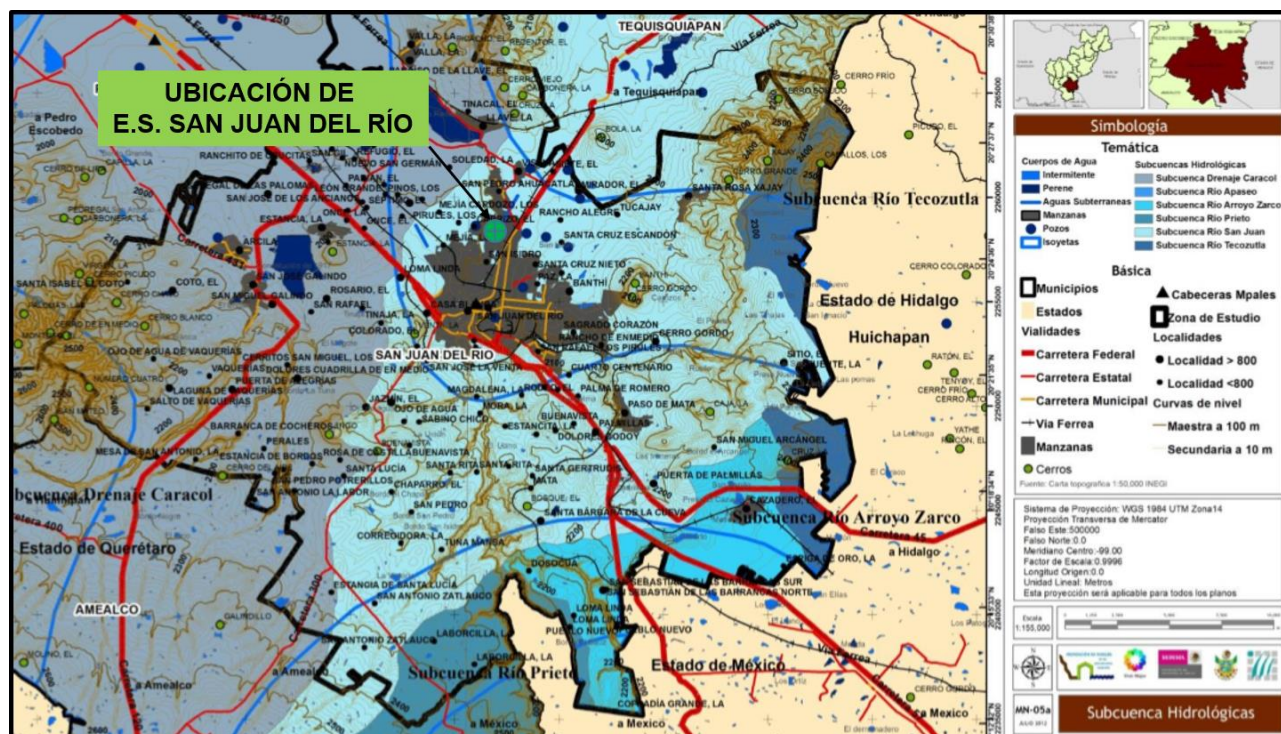


Figura III.2.-. Localización de la Estación de Servicio con respecto a la Cuenca y Subcuenca hidrológica, núcleos de población y cuerpos de agua.

• Hidrología Subterránea.

Las porciones sur y occidente de la entidad presentan las mejores posibilidades para la explotación pues son llanas o ligeramente onduladas. La mayor parte de las necesidades de agua del Valle de Querétaro tanto para uso doméstico como industrial, son satisfechas con agua subterránea. Las principales áreas de explotación de agua subterránea se localizan en la porción sur de la entidad. En el valle de San Juan del Río esta agua, en forma combinada con las superficiales, sustenta el desarrollo agrícola más productivo de Querétaro. Las recargas de los acuíferos de este valle son de buena capacidad; sin embargo, el exceso de concentración de las captaciones provoca un progresivo descenso de los niveles en algunas áreas.

III.2 Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).**A. Clima.**

En el municipio de San Juan del Río se presenta dos clases de climas, semiseco templado y templado subhúmedo, siendo el de mayor importancia el semiseco templado (BS, K), localizado en la parte norte y centro de municipio donde existen llanuras y lomeríos, con precipitación de 485 a 700 mm, es decir el equivalente a 485 a 700 litros por metro cuadrado al año, y una temperatura de 12° a 18° centígrados con altitudes que van de los 1920 a 2200msnm, el área donde se presenta este clima es de aproximadamente 45,442.274 has que representa el 57.24% del territorio municipal.

El clima templado subhúmedo, se localiza en la parte montañosa y en la parte sur y centro del municipio donde existen altitudes que van de los 1800 a 2000msnm, el área en hectáreas de dicho climas es de aproximadamente 33,946.845 que representa el 42.76%, del territorio municipal. En febrero sólo alcanza 5.7 mm. Vientos dominantes del noreste en otoño y del este el resto del año.

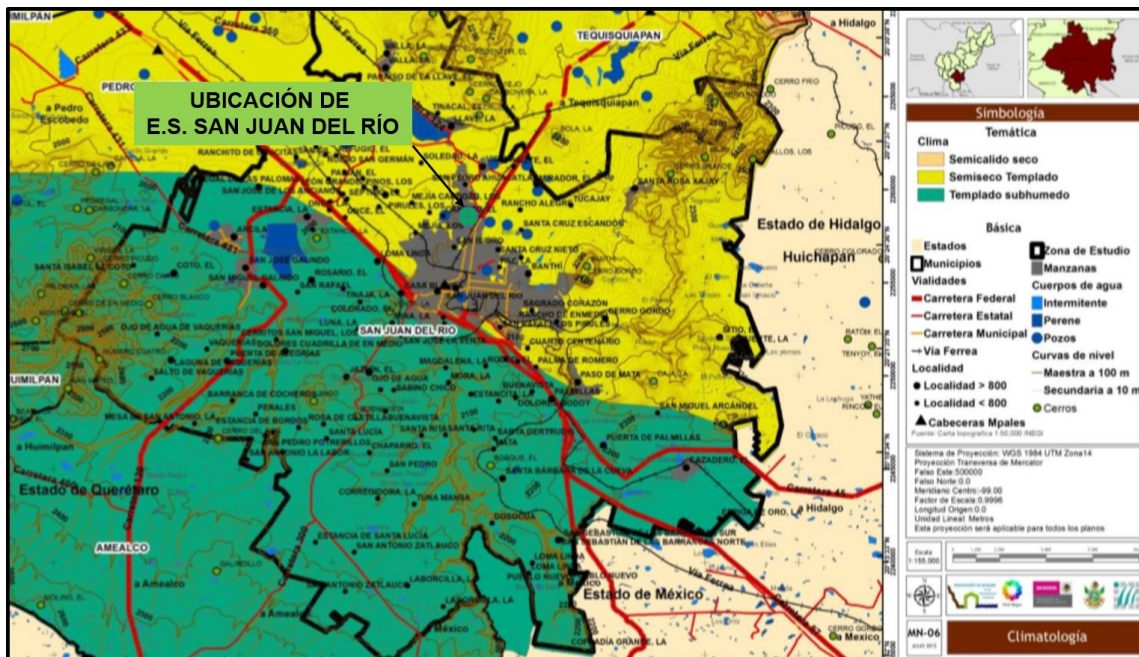


Figura III.3.-. Climas del municipio de San Juan del Río.

Tabla III.1.- Temperaturas máximas, media y mínimas registradas en la Estación Meteorológica No. 22-022 “San Juan del Río”, ubicada en el Municipio de San Juan del Río, Querétaro.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL						
NORMALES CLIMATOLÓGICAS						
Estado	Periodo:	Estación:	Organismo:	Latitud:	Longitud:	Altura:
Querétaro	1981-2010	22-022 San Juan del Río	CONAGUA-ENCS	20°22'27" N.	099°59'54" W.	1,933.0 MSNM.

Temperatura Máxima (°C).													
Elementos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	24.1	25.9	28.1	30.7	31.7	30.9	28.3	28.4	27.6	27.3	26.0	24.7	27.7
Máxima mensual	26.1	28.4	30.5	33.5	34.4	34.7	31.5	32.9	33.0	33.2	30.3	27.8	
Año de máxima	1996	1996	1991	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1994	
Máxima diaria	31.0	33.0	35.0	38.0	38.0	38.0	38.0	34.0	34.0	36.0	33.0	31.0	
Fecha máxima diaria	30/ 1996	22/ 1996	16/ 2002	18/ 1996	08/ 1998	09/ 2005	09/ 1992	07/ 1997	11/ 1987	17/ 1998	01/ 1998	13/ 1994	
Años con datos	26	26	26	25	26	26	26	24	24	23	24	24	
Temperatura Media (°C).													
Normal	14.8	16.2	18.3	20.7	21.9	20.8	20.8	20.8	20.2	19.0	16.9	15.3	26.5
Años con datos	26	26	26	25	26	26	26	24	24	23	24	24	
Temperatura Mínima (°C).													
Normal	5.4	6.6	8.5	10.8	12.8	13.8	13.4	13.3	12.8	10.7	7.9	6.0	10.2
Mínima mensual	2.4	3.6	5.7	8.4	10.6	11.6	11.3	11.3	10.8	6.9	5.7	3.6	
Año de mínima	1997	1983	1986	1992	1993	1992	2000	2000	2000	1987	1991	2010	
Mínima diaria	-4.0	-2.0	-1.0	4.0	5.0	7.0	8.0	10.0	1.0	1.0	-1.0	-4.0	
Fecha mínima diaria	14/ 1986	24/ 1989	13/ 1989	10/ 1983	04/ 1981	01/ 1984	11/ 1985	08/ 1982	27/ 1989	16/ 1989	22/ 1991	24/ 1989	
Años con datos	26	26	26	25	26	26	26	24	24	23	24	24	

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales8110/NORMAL22022.T>

Precipitación pluvial.

Los valores mensuales y anuales de lluvia registrados en la Estación Meteorológica 22-022 (San Juan del Río), perteneciente al Municipio de San Juan del Río con un periodo de observación de 1981-2010, se observó una media anual de 570.6 mm. La tabla siguiente contiene la información de la precipitación total mensual donde podemos ver que los meses en qué se registra mayor precipitación son Junio (330.4 mm), Julio (261.3 mm), Agosto (278.5 mm) y Septiembre (489.4). El día más lluvioso reportado es el 05 de Septiembre del 2003 con una precipitación de 105.5 mm Observándose un promedio anual de 60.7 con días de lluvias y 0.3 días con presencia de tormentas eléctricas.

Tabla III.2.- Precipitación registradas en la Estación Meteorológica No. 22-022 San Juan del Río, ubicada en el Municipio de San Juan del Río, Querétaro.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL														
NORMALES CLIMATOLÓGICAS														
Estado	Periodo:	Estación:	Organismo:			Latitud:		Longitud:			Altura:			
Querétaro	1981-2010	22-022 San Juan del Río	CONAGUA-ENCS			20°22'27" N.		099°59'54" W.			1,933.0 MSNM			
Precipitación (mm).														
Elementos		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal		13.3	6.4	6.5	14.1	34.1	106.9	120.5	114.8	100.5	35.5	11.5	6.2	570.6
Máxima mensual		91.9	38.5	28.2	68.7	127.0	330.4	261.3	278.5	489.4	112.8	40.4	26.7	
Año de máxima		1992	2007	1988	1997	2006	1986	1991	2008	2003	1998	1992	1982	
Máxima diaria		35.8	17.0	19.5	28.0	39.0	57.0	56.0	54.7	105.5	60.0	20.5	15.3	
Fecha máxima diaria		09/2001	04/2007	12/1983	21/1987	31/2006	28/2002	26/2010	08/1995	05/2003	02/1998	18/2007	06/1989	
Años con datos		26	26	26	25	27	26	26	24	24	23	24	24	
Evaporación Total														
Normal		120.8	149.9	210.5	235.1	236.9	198.7	185.7	176.4	152.6	145.3	123.9	121.1	2,056.9
Años con datos		25	25	25	24	27	26	26	24	22	21	22	23	
Número de días con lluvia														
Días		1.8	1.4	1.7	2.8	5.6	9.3	11.0	10.8	8.7	4.1	1.9	1.6	60.7
Años con datos		26	26	26	25	27	26	26	24	24	23	24	24	
Tormentas Eléctricas														
Días		0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3
Años con datos		26	26	26	25	27	26	26	24	23	23	24	24	

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales8110/NORMAL22022.T>

Humedad relativa y absoluta.

La humedad relativa en promedio anual se estima en 7.6%, con máxima de 51% en enero y febrero, y la mínima de 0.7% en mayo y junio.

Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración).

Respecto al balance hídrico de evaporación (conversión de agua en vapor), la evaporación promedio anual en el área de estudio es de 2,056.9 mm, el cual presenta un incremento en el mes de mayo (236.9 mm), mes en el cual se presenta las temperaturas máximas y un descenso gradual desde el mes de julio (185.7 mm) hasta el mínimo que se presenta en el mes de enero (120.8 mm).

Calidad del aire.

El sistema de monitoreo de la calidad del aire de Querétaro, a cargo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del gobierno del Estado, estuvo integrado en el año 2014 por la red de monitoreo de Santiago de Querétaro, así como por las estaciones de monitoreo de Corregidora y El Marqués. En general, las cinco estaciones de monitoreo (tres de la red de Santiago de Querétaro y las dos de Corregidora y El Marqués), son automáticas y tienen la capacidad de medir ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono. En adición, una de las estaciones de la red de Santiago de Querétaro y las estaciones ubicadas en los Municipios de Corregidora y El Marqués tienen la capacidad de realizar la medición de partículas en su fracción PM10. Así mismo, en dos de las tres estaciones de Santiago de Querétaro lleva a cabo la medición de partículas en su fracción PM2.5.

En general, durante el año 2014 este sistema de monitoreo de calidad del aire generó poca información, por lo que no hubo datos suficientes que permitieran evaluar el cumplimiento de los límites normados para ninguno de los contaminantes en tres de las cinco estaciones (ver Tabla IV.3). En la estación BOM, ubicada en el Municipio de Santiago de Querétaro, se pudo evaluar el cumplimiento de las normas de PM2.5, Ozono, NO₂ y CO. En todos los casos, dicha evaluación indica el cumplimiento de los diferentes límites normados para cada contaminante. Por otra parte, en la estación de monitoreo MAR, ubicada en el Municipio de El Marqués, sólo se pudo evaluar el cumplimiento de las normas de PM10, ozono y dióxido de nitrógeno. Los resultados revelan el cumplimiento de las normas de PM10 y ozono, así como el incumplimiento del límite normado para el dióxido de nitrógeno.

El cumplimiento del límite de 24 horas de PM10 sólo fue posible evaluarlo en la estación de monitoreo MAR y en ella la concentración del percentil 98 fue de 94 µg/m³, el cual es poco más de 20% inferior al límite de norma.

El promedio anual de PM10 en la estación MAR fue de 44.2 µg/m3. El cual es inferior al límite normado.

La evaluación del cumplimiento de los límites normados para PM2.5 sólo fue posible realizarla en la estación de monitoreo BOM, ubicada en Santiago de Querétaro, dónde la concentración asociada al percentil 98 de las concentraciones promedio de 24 horas fue de 23 µg/m3. Valor 65% inferior al límite normado.

Por otra parte, la concentración promedio anual de PM2.5, en esta misma estación fue de 12 µg/m3, que es 20% inferior al límite establecido en la norma correspondiente.

La evaluación del cumplimiento de norma con respecto al ozono sólo se pudo desarrollar en las estaciones MAR y BOM, que se ubican en los Municipios de El Marqués y Santiago de Querétaro, respectivamente. El resultado indica que el máximo horario registrado en cada estación fue de 0.071 ppm en MAR y 0.049 ppm en BOM. Ambos valores son inferiores al límite normado.

El límite de ocho horas también fue inferior al límite normado tanto en la estación MAR como en BOM. Las concentraciones registradas fueron de 0.053 ppm y 0.031 ppm, respectivamente.

Con respecto a las concentraciones de dióxido de nitrógeno, mientras en la estación BOM se registró un segundo máximo horario de 0.082 ppm, que es inferior al valor límite, en la estación MAR la concentración registrada, también como segundo máximo, fue de 0.231 ppm, que es 10% superior al límite normado y que la ubica como la única estación de monitoreo en el país donde se rebasa dicho valor.

Las concentraciones de monóxido de carbono se mantuvieron por debajo de su límite normado en la estación de monitoreo BOM. De hecho, el segundo máximo como promedio móvil de ocho horas de este contaminante fue de 10 ppm, el cual es 9% inferior al límite establecido en la norma correspondiente.

Tabla III.3.- Resumen del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire por estación de monitoreo en Querétaro, durante el año 2014.

Contaminante	NOM	Concentraciones Máximas ¹		Límite permitido	Santiago de Querétaro			Corregidora	El Marqués
		BOM	MAR		BOM	EPG	FEL		
⁽¹⁾ PM ₁₀	24 hrs	DI	94 µg/m ³	Percentil 98 ≤ 120 µg/m ³	□	DI	□	DI	✓
	Anual	DI	44.2 µg/m ³	Promedio ≤ 50 µg/m ³	□	DI	□	DI	✓
⁽¹⁾ PM _{2.5}	24 hrs	23 µg/m ³	DI	Percentil 98 ≤ 65 µg/m ³	✓	□	DI	□	□
	Anual	12 µg/m ³	DI	Promedio ≤ 15 µg/m ³	✓	□	DI	□	□
⁽²⁾ O ₃	1 hr	0.049 ppm	0.071 ppm	Máximo ≤ 0.110 ppm	✓	DI	DI	DI	✓
	8 hrs	0.031 ppm	0.053 ppm	Quinto máximo ≤ 0.080 ppm	✓	DI	DI	DI	✓
⁽³⁾ SO ₂	8 hrs	DI	DI	Segundo máximo ≤ 0.200 ppm	DI	DI	DI	DI	DI
	24 hrs	DI	DI	Máximo ≤ 0.110 ppm	DI	DI	DI	DI	DI
	Anual	DI	DI	Promedio ≤ 0.025 ppm	DI	DI	DI	DI	DI
⁽⁴⁾ NO ₂	1 hr	0.082 ppm	0.231 ppm	Segundo máximo ≤ 0.21 ppm	✓	DI	DI	DI	X
⁽⁵⁾ CO	8 hrs	DI	DI	Segundo máximo ≤ 11 ppm	✓	FO	DI	DI	DI

- DI = Datos insuficientes FO = Fuera de operación □ = No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante
✓ = Cumple con el límite normado X = No cumple con el límite normado
- (1) NOM-025-SSA1-1993 (DOF, 2005), (2) NOM-020-SSA1-1993 (DOF, 2002), (3) NOM-022-SSA1-2010 (DOF, 2010)
(4) NOM-023-SSA1-1993(DOF, 1994), (5) NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1994).

El Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire del Estado de Querétaro cuenta con cinco estaciones de monitoreo, de las cuales tres no generaron información suficiente para evaluar el cumplimiento de las NOM en la materia para ningún contaminante en el año 2014. De las dos estaciones de monitoreo en las que sí fue posible hacer tal evaluación, una de ellas, ubicada en el Municipio de El Marqués, registró el incumplimiento del límite normado para dióxido de nitrógeno con una concentración 10% superior a dicho límite. Esta situación ubica a la entidad, como la única en el país en la que en al menos una estación de monitoreo se rebasó dicho límite. En estas estaciones se cumplieron los límites normados para el resto de los contaminantes para los que sí fue posible hacer la evaluación de cumplimiento de las NOM de calidad del aire.

En conclusión, se destaca que para el área del proyecto que se ubica en el Municipio de San Juan del Río, Querétaro la calidad del aire es buena.

Fenómenos climatológicos.

Frecuencia de tormentas tropicales.

Las ondas tropicales son regiones de baja presión atmosférica que se mueven en forma de ondulación u ola dentro del flujo de viento del este.

Las ondas tropicales son fenómenos capaces de producir enormes cantidades de lluvia, y a veces pueden formar ciclones tropicales.

De acuerdo a la ubicación geográfica del Estado de Querétaro y el Municipio de San Juan del Río y las distancia aproximada a la costas más cercanas distancia de 323.60 km al estado de Veracruz específicamente con el Municipio de Tamiahua, mientras que con el Océano Pacífico la distancia más corta es con Lázaro Cárdenas Michoacán teniendo una distancia aproximada es de 334.45 km, debe considerarse que las distancias tanto para el golfo como para el Océano Pacífico, son en línea recta, de acuerdo a lo anterior, no es propenso a ondas tropicales, sin embargo se

ve afectado por ondas de precipitación pluvial o por aumento de temperaturas que se generan a partir de estos acontecimientos.

Frecuencia de huracanes.

El Municipio de San Juan del Río con respecto al Golfo de México tiene una distancia aproximada en línea recta de 323.60 km al estado de Veracruz específicamente con el Municipio de Tamiahua, mientras que con el Océano Pacífico la distancia más corta es con Lázaro Cárdenas Michoacán, teniendo una distancia aproximada en línea recta de 334.45 km, debe considerarse que las distancias tanto para el golfo como para el Océano Pacífico son en línea recta, y que la velocidad de los vientos disminuye por las zonas montañosas. Como se observa en el mapa de afectación de ciclones o huracanes, la ubicación geográfica del estado de Querétaro y las distancias ya mencionadas a las costas, la afectación de estos fenómenos es de tormentas o depresiones tropicales.



Figura III.4.- Afectación de ciclones o huracanes en Querétaro.

De acuerdo a lo anterior se considera que el area de proyecto no existe riesgo por ciclones y huracanes de gran categoria en la escala Saffir-Simpson. Las categoria que se presentan en la zona del proyecto son Trometera tropical; depresión que se intensifica hasta desarrollar vientos de entre 64 a 117 KM/hora y Depresión Tropical; grupo de tormentas que se organizan con vientos de hasta 63 KM/hora; se designa como tal cuando aparece una baja presión y hay circulación de viento en el centro del grupo de tormentas.

III.4. Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entorno a la instalación.

La Estación de Servicio se localiza en la zona industrial Valle de Oro, donde se asientan empresas dedicadas al sector comercial e industrial tales como hoteles, bodegas, maquiladoras, fabricas, estaciones de servicio, entre otros.

III.5. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

Se podría suponer que la actividad industrial, realizada en la Estación de Servicio tendría un impacto negativo, sobre la fauna local, cuestión que de acuerdo a la flora y fauna descrita con anterioridad, se puede descartar esta posibilidad de efecto negativo sobre la comunidad de la fauna silvestre

La zona de estudio se encuentra en una zona impactada por varios factores en diferentes tiempos: la vegetación original fue desplazada para dar paso a las actividades comerciales e industriales, lo cual pudo haber ocasionado el mayor daño al entorno de la zona. La construcción de la zona industrial afecto a su vez en este proceso.

III.6. ¿El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:

- (No) Terremotos (sismicidad)?
- (No) Corrimientos de tierra?
- (No) Derrumbamientos o hundimientos?
- (No) Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
- (No) Inundaciones (historial de 10 años)?
- (No) Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- (No) Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
- (No) Riesgos radiológicos?
- (Si) Huracanes?

Los casos contestados afirmativamente, describirlos a detalle.

(Si) Huracanes?

Los fenómenos climáticos que se presentan en la zona son huracanes y “nortes”, los primeros influyen medianamente en la cantidad de lluvia, mientras tanto los “nortes” son frecuentes en la época de frío provocando que esta estación no sea totalmente seca, ya que influyen en la cantidad de precipitación y en la disminución de la temperatura que puede llegar a ser de 10°C, ocasionando que el invierno sea más fresco.

La temporada de “nortes” ocurre en los meses de Octubre a Marzo y se presentan de 20 a 25 en el territorio tabasqueño; estos fenómenos climatológicos están formados por masas de aire frío provenientes del norte y se caracterizan por vientos fuertes (en ocasiones llegan a alcanzar velocidades mayores a 40 km /h) y constantes lluvias (son responsables de la mayor parte de la precipitación invernal); la temperatura puede descender hasta los 10°C. La temporada de nortes se extiende desde Octubre hasta Marzo aunque la mayor parte ocurre en los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

Debido a las características climáticas que prevalecen en el área, una de las formas de intemperismo, que se presenta es la precipitación pluvial que prevalece en la zona, la cual lava constantemente los suelos desnudos o con poca vegetación y trae como consecuencia, la formación de nuevos suelos en las partes bajas o el lixiviado de los ríos.

El viento es otro factor causante de intemperismo ya que puede ser problemático cuando encuentra suelos sin vegetación, lo cual constituye una de las fuentes de acarreo de material. Se considera que, exceptuando a la deforestación, no existen factores severos que puedan ser causantes de fuertes intemperismo en la zona de establecimiento del banco de arena.

Por lo anterior, el único riesgo potencial que se puede dar en toda esta zona, es la inundación en las partes bajas por las constantes y abundantes lluvias que afectan no solamente este municipio sino a todo el estado de Tabasco.

Temporada de Huracanes.

Los ciclones tropicales son fenómenos naturales que se originan y desarrollan en aguas cálidas y templadas, con nubes tempestuosas, fuertes vientos y lluvias abundantes.

Según la velocidad de los vientos, éste fenómeno se clasifica en:

- *Depresión tropical:* Cuando sus vientos máximos constantes alcanzan 65 km/h.
- *Tormenta tropical:* Cuando sus vientos máximos constantes se encuentran entre 66 y 119 km/h. cuando ocurren estas condiciones se le asigna un nombre.
- *Ciclón tropical o Huracán:* Cuando sus vientos máximos constantes alcanzan entre 120 y 270 km/h o superiores.

Los vientos asociados a la actividad de huracanes, tienen su máxima probabilidad entre septiembre y octubre con velocidad máxima de 126 km/h con trayectorias hacia el Norte y durante 1952 a 1972 se registraron 109 huracanes en la Región del Gran Caribe, de los cuales 52 tuvieron efecto sobre las condiciones meteorológicas de la Sonda de Campeche, de igual manera se registraron 57 huracanes en el Golfo de México, y de éstos el 70% se originaron en la Sonda.

Dadas las condiciones geográficas que prevalecen en el área de estudio, no se presentan heladas o nevadas ya que la temperatura mínima no es inferior a los 9.5 °C. La probabilidad de que se presente una granizada es prácticamente nula, llegando a ocurrir como máximo dos granizadas por año. Sin embargo, son comunes los periodos anuales largos sin que éstas se hagan presentes en la región.

III.8. Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

Alerta epidemiológica no se ha presentado. En el municipio de San Juan del Río, Querétaro se han presentados casos tanto de dengue clásico como hemorrágico, en los cuales no se han presentado defunciones por este motivo. En temporada de calor aumentan las incidencias de enfermedades diarreicas así como en invierno las incidencias de cuadros respiratorios.

CAPITULO IV.- INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.

Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de San Juan del Río, Querétaro 2016-2025.

El *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Centro de Población de San Juan del Río 2016-2025* es un instrumento que expresa el compromiso de esta administración de trabajar para resolver las problemáticas del municipio y a la vez retoma las propuestas de los ciudadanos con el propósito de que conjuntamente con ellos se establezcan las políticas y líneas estratégicas que el Ayuntamiento aplicará para dar solución a sus demandas y se contribuya así al desarrollo sustentable de San Juan del Río.

El *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Centro de Población de San Juan del Río 2016-2025* establece los objetivos, estrategias y prioridades que se desarrollarán en los próximos 10 años para fortalecer a San Juan del Río en los ámbitos político, económico y social, y convertirlo en un municipio más próspero, más productivo y con mayores oportunidades de bienestar para todos sus habitantes. El Plan propone alcanzar estos objetivos a través de cinco ejes rectores en donde se establecen las estrategias municipales a seguir durante esta administración:

- 1.-Municipio Turístico de Calidad, como base del Desarrollo Económico.
- 2.-Desarrollo en la calidad de vida.
- 3.- Planeación urbana e infraestructura: organización para el crecimiento.
- 4.- Gobierno con calidad, moderno, transparente y eficiente.
- 5.- Gobernabilidad con sentido de Justicia.

El plan Municipal de desarrollo expone que vivimos en un mundo cada vez más globalizado donde no sólo importan los problemas asociados con las relaciones comerciales y financieras entre las regiones económicas, sino también interesan los efectos de la globalización en la actuación humana, los cambios tecnológicos y los niveles de productividad. En este orden de ideas las redes de comunicación, la energía y los transportes representan en este marco económico, instrumentos imprescindibles para contribuir al desarrollo de las sociedades modernas. Constituir un municipio competitivo y atractivo para el turismo implica una planeación en el crecimiento y una infraestructura moderna y adecuada en muchos renglones del crecimiento municipal.

Actualización del Programa de Desarrollo Urbano de la Cabecera Municipal de San Juan del Río, Querétaro.

De acuerdo con el propósito, objetivos y estrategias de desarrollo del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, tiene como finalidad lograr el desarrollo equilibrado e integral del centro de población, del territorio comprendido en su área de influencia inmediata y de la zona que constituye su entorno ecológico.

En este contexto se establecen los objetivos generales siguientes:

- Establecer los usos, destinos y reservas del suelo necesarios para el ordenamiento y regulación del centro de población.
- Fortalecer la prestación de servicios públicos y cubrir las deficiencias de los sistemas de agua potable, drenaje y pavimentación.
- Satisfacer las demandas de vivienda a través de la construcción y mejoramiento de la misma.
- Asegurar mayores y mejores oportunidades de comunicación y de transporte, para favorecer la integración regional.
- Crear zonas de reserva ecológica y mantener al máximo su equilibrio.

- Reducir en lo posible las fuentes de contaminación ambiental, para coadyuvar a preservar los recursos que el aire, agua y suelo ofrecen.
- *Localizar las zonas de alto riesgo por instalaciones industriales existentes o por construir, y evitar los asentamientos dentro de dichas zonas.*

En cuanto al uso del suelo, San Juan del Río se estructura de la siguiente forma:

- Ciudad de San Juan del Río, cabecera del municipio del mismo nombre, se encuentra ubicada en una zona geográfica que ha adquirido gran importancia debido al gran auge industrial que se desarrolla en el municipio. El impacto de dichos proyectos ha repercutido y repercutirá en términos demográficos en este centro urbano y en toda la región que lo circunda.
- Localizar las zonas de alto riesgo por instalaciones industriales existentes o por construir, y evitar los asentamientos dentro de dichas zonas.

El Programa Subregional de Desarrollo Urbano para el Corredor Industrial Valle de Oro.

Querétaro como parte del sistema mundial se suma al esfuerzo nacional e internacional (Protocolo de Kyoto 1997), en la participación de la remediación ambiental de los efectos derivados del cambio climático, que repercuten gravemente en el ecosistema y en nuestras economías.

Este fenómeno mundial, hace que los gobiernos fijen su atención en la búsqueda de nuevos planes y estrategias que mitiguen el deterioro ambiental, y consoliden su economía ante la apertura internacional entre países y regiones, para la obtención de una competitividad en armonía con el medio ambiente.

En este aspecto, la planeación es el instrumento fundamental para impulsar el desarrollo urbano y regional ordenado, donde la infraestructura, reservas territoriales, dotación de agua y el interés depositado en el desarrollo de vivienda, industrias y servicios, deben ser atendidos con relación a las demandas del crecimiento poblacional de la entidad.

En este sentido el Programa Subregional de Desarrollo Urbano para el Corredor Industrial Valle de Oro, se sustenta en el análisis espacial del área de estudio, bajo la óptica comprendida en cuatro dimensiones; la cultural, la socioeconómica, la política y el entorno, que permite un acercamiento a la realidad, para concebir los escenarios posibles, que sustentan y flexibilizan el logro de acciones y objetivos contemplados en el Plan Estatal de desarrollo.

El desarrollo regional sustentable involucra tres objetivos a lograr de manera integral;

- a) Alcanzar la sustentabilidad económica (crecimiento económico, desplazamiento de la curva de producción hacia un nivel superior).
- b) Lograr la sustentabilidad social (obtener un nivel satisfactorio de bienestar social y equidad o bien, reducir la brecha de disparidad) y finalmente
- c) La sustentabilidad ambiental (alcanzar los dos anteriores con racionalidad en uso y aprovechamiento de los recursos que el medio provee).

En este orden de ideas el presente Programa Subregional de Desarrollo Urbano para el Corredor Industrial Valle de Oro, tiene como uno de sus precedentes el Plan Puebla Panama; que es un estrategia regional que consta de 8 iniciativas para potenciar el desarrollo económico, reducir la pobreza y acrecentar la riqueza del capital humano y el capital natural de la región mesoamericana, territorio integrado por los estados del centro mexicano (Puebla, Ciudad de México, Querétaro, Tlaxcala, Aguascalientes, San Luís Potosí) y los países centroamericanos de Belice,

Guatemala, El salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Colombia y Panama, que surge a partir de la idea de que las disparidades regionales existentes en la región requieren de una nueva concepción del desarrollo sustentable y donde se tengan las condiciones necesarias bajo los estándares internacionales, que faciliten la inversión pública y privada, como el detonador de los esquemas de desarrollo económico y social de la región, aprovechando la abundante mano de obra, los rasgos culturales y la extraordinaria biodiversidad, como cualidades fundamentales de la región, que podrán incidir en la obtención de costos competitivos a nivel mundial y de calidad para el turismo.

Desde esta perspectiva, el propósito central del presente Programa Subregional de Desarrollo Urbano para el Corredor Industrial Valle de Oro, es lograr una propuesta técnico-jurídica que posibilite el ordenamiento territorial, mediante la compatibilización de los usos del suelo comprendido en este corredor interurbano, buscando facilitar y armonizar con pertinencia y sustentabilidad, las actividades correlacionadas con la integración de este subsistema multimodal de comunicación.

Objetivos generales:

- Establecer los usos de suelo del área de estudio de acuerdo a la vocación productiva y al potencial del suelo, conforme a las actividades económicas predominantes, mismas que permitan alcanzar mejores niveles de producción y productividad con la finalidad de optimizar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales sin comprometer a las generaciones futuras.
- Lograr el equilibrio de la región, mediante la definición y aplicación de un sistema de ciudades y localidades que concentren los servicios y equipamientos con la finalidad de que la población dispersa tenga a su alcance los servicios básicos primordiales para un nivel de vida adecuado.

- Regular el uso de suelo a lo largo de la carretera San Juan del Río - Tequisquiapan y de derecho de vía de la línea del ferrocarril, con la finalidad de contar con un instrumento rector que permita el mejor aprovechamiento de la aptitud territorial del área de estudio.
- Generar un sistema de enlace terrestre a través de la modernización de la carretera San Juan del Río - Tequisquiapan, con la finalidad de contar con sistema alternos de transporte para la comercialización de los productos de la región.
- Consolidar y fortalecer los centros de población (urbanos) del área de estudio como principales proveedores de los servicios básicos en la región.

Sociales

- Propiciar actividades socioeconómicas que fomente el desarrollo cultural, el rescate y conservación de las tradiciones, costumbres y valores de la entidad de los municipios.

Ambientales

- Preservar los recursos naturales que juegan un papel primordial en el equilibrio ecológico de la región, restringiendo las actividades urbanas y agroindustriales que alteren sus valores originales y delimitando aquellas áreas que por su valor ecológico pueden ser declaradas como nuevas áreas naturales protegidas.
- Establecer políticas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable orientadas a mantener la biodiversidad del entorno.

Económicos

- Elevar el nivel de vida de la población mediante el desarrollo sustentable, generando nuevas oportunidades de empleo a través de una dinámica económica que permita el aprovechamiento del potencial agroindustrial de la zona.
- Aprovechar el potencial turístico del corredor urbano, impulsando el desarrollo turístico mediante actividades y proyectos relacionados con el aprovechamiento del medio ambiente natural, los sitios arqueológicos, patrimonio natural y cultural, representado por lagunas, playas, haciendas y paisajes naturales, típicos de la región, así como sus tradiciones y costumbres.
- Generar una reconversión productiva hacia actividades de mayor rentabilidad y acordes con la vocación de la región, que generen empleos y bienestar social, protegiendo el medio ambiente natural con base en una regionalización productiva de la zona.
- Establecer y definir las zonas con mayor potencial para la instalación de la industria y empresas productivas que permiten detonar la economía de la región.
- Reactivar las actividades económicas de las localidades deprimidas dentro de la zona de estudio.
- Consolidar y fortalecer el corredor urbano como principal factor en la economía regional, estatal integrando las actividades portuarias, industria de bajo impacto, servicios comerciales, actividades turísticas con el aprovechamiento de los recursos naturales de la región bajo un criterio ambiental sustentable.

Modelo subregional de ordenamiento urbano

El modelo de ordenamiento urbano se genera con base en la aptitud territorial del suelo, los elementos normativos derivados principalmente del Programa Estatal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Querétaro, vigente, aplicables al área de estudio para determinar el modelo y los criterios de aprovechamiento del territorio.

Dentro del modelo planteado en este Programa Subregional de Desarrollo Urbano para el Corredor Industrial Valle de Oro, pueden ser considerados cuatro criterios fundamentales; La consolidación de las áreas urbanas y la propuesta de las zonas aptas para el desarrollo urbano; el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales; el desarrollo sustentable en el ámbito ecológico-turístico y el desarrollo de la actividad industrial y el aprovechamiento del corredor urbano y el sistema ferroviario propuesto.

CAPÍTULO V.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación, con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, fue diseñada considerando las diversas características topográficas del sitio, por lo que se tomaron en cuenta todos los aspectos relevantes que pueden influir durante la operación de la misma. Cabe mencionar que los fenómenos naturales (sismos, terremotos, corrimientos de tierra, deslizamientos u otros) no representan actualmente un riesgo para el funcionamiento de la instalación debido a las características del sitio donde se localiza y al tipo de servicio o actividad que se desarrolla en la instalación (venta al público de gas natural comprimido para uso automotor). En el diseño de la Estación de Servicio se consideró una Clasificación “B” para Sísmica y zona Ciclónica y las bases de diseño de las instalaciones, equipos y sistemas, fueron fijadas de acuerdo a los códigos, normas y estándares internacionales siguientes:

ANSI	Instituto Nacional Americano de Estándares
API	Instituto Americano del Petróleo
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
NACE	Asociación Nacionel de Ingenieros en Corrosión
AWS	Sociedad Americana de Soldadores
NFPA	Asociación Nacional de Protección Contra incendio
HI	Instituto de Hidráulica
NEMA	Asociación Nacional de Manufactureros Eléctricos
IEC	Comisión Internacional Electrotécnica
NEC	Código Nacional Eléctrico
ISA	Sociedad de Instrumentación de America
ACI	Instituto Americano de Concreto
UBC	Código Uniforme de Construcciones
SSPC	Consejo de Estructuras de Acero y Pintura
ASTM	Sociedad Americana de Pruebas y Materiales

La operación de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, estará regida por la Agencia de Seguridad de Energía y Ambiente y la Comisión Reguladora de Energía; que establecen los requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de Almacenamiento Transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores correspondiente: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC), NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-SECRE-2010, Instalaciones de aprovechamiento de gas natural. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural y NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-011-SECRE-2000, Gas Natural Comprimido para uso automotor.

V.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques).

La etapa de operación del proyecto inicia con la puesta en marcha de la Estación de Servicio GNC y estará diseñada para operar los 365 días del año, por un lapso de 30 años de vida útil.

1. Descripción de líneas de conducción.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido (GNC), se interconecta a la Estación de Regulación y Medición (ERM) propiedad del distribuidor, mediante tubería acero al carbono enterrada y tubería superficial para válvulas de control, desde la interconexión con la ERM hasta el recinto de compresión, donde se interconecta al sistema de compresión constituido por dos compresores. En la descarga del sistema de compresión se cuenta con tubería de acero inoxidable, para conducir el GNC al panel prioritario (en el interior del compresor) interconectado con el sistema de almacenamiento de GNC, el cual cuenta con una capacidad total de 4 000 L (de agua), integrado mediante 32 recipientes cilíndricos verticales con capacidad de 125 L (de agua al) 100% cada uno. El panel prioritario envía el GNC mediante tubería de acero

inoxidable, alojada en trinchera, a cada uno de los cuatro surtidores estándar y tres de alto flujo.



Figura V.1.- Proceso del Gas Natural Comprimido en la Estación de Servicio.

A).- Estación de filtración, regulación y medición (ERM).

a) Presión de diseño ERM.

Se considera como presión de diseño, la máxima presión de operación a la que podrá llegar a trabajar la ERM la cual se tomará en cuenta para todo tipo de cálculos de resistencia de materiales y pruebas no destructivas a realizar en la misma para salvaguardar su integridad, así como para delimitar responsabilidades en función de la garantía por defectos de fabricación en la misma. Esto es **21 bar** (304.579 psi) para la sección desde la conexión hasta el punto donde inicia la Regulación.

Tabla V.1.- Condiciones de operación de la ERM.

Condiciones de operación	
Caudal máximo de la ERM	2.800 m ³ /h
Flujo promedio de la ERM	2.800 m ³ /h

Tabla V.2.- Parámetros de la ERM.

Parámetros de la ERM		
Presión máxima de diseño	25 Bar	362.594 psi
Presión de entrada máxima	21 Bar	304.579 psi
Presión de salida máxima	10 Bar	145.038 psi

b) Funcionamiento de la ERM

El arreglo principal de la ERM contempla 3 secciones:

1. Sección de Filtración
2. Sección de Regulación
3. Sección de Medición

1.- Sección de Filtración

La Estación ERM inicia con la conexión al ramal de 4" que viene de la interconexión con el Gasoducto de la compañía distribuidora, para continuar en 4" 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.

2.- Sección de 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 cerrará 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 cerrará 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 incremente. 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 continúa, 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.

3.- Sección de 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, la 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 V.3.- Periféricos de la Estación de Servicio de GNC.

Periféricos	Unidad	Cantidad
Surtidor	P	4
Surtidores Flujo Alto Flujo	P	2
Cascada de almacenamiento 32 cilindros de 125 lts	L	4,0
Panel	P	1

Tabla V.4.- Características de los equipos de GNC de la Estación de Servicio.

Características de los equipos de GNC de la EDS				
Compresor	Cantidad	Capacidad de flujo @20°C	Presión de entrada	Consumo de energía
CLEAN ENERGY 2.0	2	1345 Sm ³ /h	10 bar	250 HP

Tabla V.5.- Capacidad de operación de la Estación de Servicio de GNC.

Cálculo de capacidad de flujo de la EDS			
Descripción	Cantidad	Unidad	Rango de operación Max
Presión de trabajo		bar	250
Compresor	1	Pza	
No. De mangueras alto flujo	0	Pza	0
No. De mangueras flujo estándar	8	Pza	8
Q Max EDS/día		Sm ³ /día	33600,00
Carga por autobus		Sm ³	196
No. de autobuses por día		Unidades	24
No. De cargas por día	1	Veces	1
Carga total de autobuses		Sm ³ /hr	4704,00
Carga por auto particular		Sm ³	13
No. De autos por día total		Unidades	2112
Carga total de autos		Sm ³ /día	27456,00
Flujo total EDS		Sm ³ /día	32160,00
Autos promedio cargados por manguera SF		Unidades/hr	12
Autobuses promedio cargados por manguera HF		Unidades/hr	1
Aprovechamiento de la capacidad máxima de la estación		%	0,96

La capacidad operativa teórica de la estación es el flujo total de m³/día, que dependerá del flujo nominal de los compresores y a la vez del tiempo de carga de cada vehículo. El promedio de vehículos cargados por hora son los ideales para no tener problemas por falta de flujo.

- **Programa de mantenimiento.**

El programa de mantenimiento lo integran todas las actividades que se desarrollarán en la Estación de Servicio de GNC, para conservar en condiciones normales de operación equipos e instalaciones como son: Compresores, motores, cilindros de mantenimiento, tuberías, instalaciones eléctricas, tierras físicas, extintores, drenajes, trampa de combustible, etc., elaborado principalmente con base a los manuales de mantenimiento de cada equipo o, en su caso a las indicaciones de los fabricantes.

Dichas actividades se clasifican en:

Mantenimiento Preventivo: Son las actividades que se desarrollan para detectar y prevenir a tiempo cualquier desperfecto antes de que falle algún equipo o instalación, sin interrumpir su operación.

Mantenimiento Correctivo: Son las actividades que se desarrollan para sustituir algún equipo o instalación de acuerdo al programa de mantenimiento o por reparación o sustitución de los mismos, por falla repentina, en este caso se interrumpe su operación.

Las Estaciones de servicio, cuentan con áreas específicas para el resguardo de los equipos utilizados para medir, controlar, energizar, comprimir, transportar y almacenar al gas natural, los cuales son:

- Recinto de compresores.
- Subestación o Cuartos de Tableros.
- Cuartos de compresores de aire.

Estas áreas son de acceso controlado para el personal de la empresa, clientes, proveedores, autoridades y personal ajeno a la estación. Y deberán de estar permanentemente cerradas bajo llave, teniendo la responsabilidad y control de estas el personal técnico de mantenimiento de estación y el encargado de estación (traspasando la responsabilidad de estas a sus responsables de cada turno).

Para la correcta aplicación y seguimiento del Programa de Mantenimiento, por operación de la estación de servicio y de los sistemas de compresión, es necesario ser monitoreados los equipos por personal capacitado. Estas personas serán las responsables de comunicar inmediatamente al personal de mantenimiento y al administrador de la estación, cualquier anomalía que se detecte y/o auxiliar en resolver el problema, tomando las acciones indicadas por el personal de mantenimiento para restablecer el servicio de los equipos y/o garantizar la seguridad de la estación, solamente el personal de mantenimiento de la estación de servicio de GNC, administrador, y personal capacitado y autorizado en cada evento, podrán intervenir en los equipos de compresión y despacho, es decir abrir gabinetes o puertas, retirar tapas de registro, tableros y surtidores.

Por seguridad del personal, de los equipos y de la estación, está **prohibido** restablecer o poner en operación cualquier equipo que esté fuera de servicio por alarmas, mantenimiento u operación de la estación, y que no haya sido consultado con el personal de mantenimiento para autorizar su operación.

Está prohibido manipular las pantallas de monitoreo y mucho más, modificar los parámetros de operación de los equipos, así como el borrar el historial de alarmas. Función sólo disponible para el personal técnico de mantenimiento.

Es totalmente responsabilidad del personal de mantenimiento y de la administración de la estación (así como del responsable capacitado y asignado en turno), el mantener el orden y seguridad de las áreas y de los equipos, y no es transferible esta responsabilidad a otras personas por solicitar ayuda o por falta de tiempo.

El personal de mantenimiento tiene el compromiso de dar el servicio y asistencia requerida por estación de servicio de GNC las 24 horas, los 365 días del año. Y en caso de no tener la disponibilidad de tiempo, canalizarlo a otra persona del departamento dando seguimiento hasta garantizar que se está atendiendo la solicitud.

El personal de mantenimiento deberá informar al administrador de estación y/o al responsable de estación, cada vez que deje fuera de servicio algún equipo por mantenimiento, así como cuando quede nuevamente en servicio. Evento que también deberá ser anotado en bitácora de mantenimiento.

En caso de fuga de gas, fallas de energía eléctrica, problemas con los equipos de compresión y despacho, se deberá reportar inmediatamente al administrador de estación y al personal de mantenimiento para tomar acciones como pueden ser; cerrar válvulas, bajar interruptores, parar o dejar fuera de servicio los equipos. Y sólo personal autorizado y capacitado podrá tomar decisiones de este tipo.

Es responsabilidad del administrador de estación el contar con el personal capacitado en cada turno, así como solicitar la capacitación y actualización del personal asignado al departamento de recursos humanos y mantenimiento.

Es responsabilidad del departamento de recursos humanos y del administrador de estación solicitar al departamento de mantenimiento la capacitación correspondiente a todo el personal de nuevo ingreso.

Mantenimiento a equipo e instalaciones.

Es obligatorio contar con una Bitácora de Mantenimiento, donde se registrarán todos los eventos relacionados con el mantenimiento, correctivo, preventivo y predictivo realizado a todos y cada uno de los equipos de la estación de servicio de GNC. Indicando día, hora y nombre del personal que intervino en el servicio.

- Bitácora deberá permanecer en todo momento en custodia del personal administrativo, y se deberá disponer de esta cada vez que el personal de mantenimiento lo requiera, así como a solicitud de las diferentes autoridades como pueden ser, protección civil, ecología, procuraduría del medio ambiente, bomberos, unidades verificadoras, etc.
- Mantener al personal de las estación de servicio de GNC apropiadamente capacitados en sus deberes y responsabilidades como funcionarios y como participantes en los planes de contingencia.
- El personal de mantenimiento deberá ser el más capacitado de la estación de servicio de GNC, ya que deben conocer las instalaciones y equipos. Este deberá dar todo el soporte para cualquier contingencia.
- Mantener en buen estado de mantenimiento, vigencia y operatividad todos los extintores y demás equipos contra incendio.
- Mantener la condición “a prueba de explosión” de luminarias, tableros, tuberías y ductos para los cableados eléctricos en áreas clasificadas Nom-001-SEDE 2012.
- No permitir llamas abiertas y/o fuentes de ignición no autorizadas, dentro del perímetro de la estación de servicio de GNC.
- Mantener en buen estado de orden y aseo todas las áreas de la estación de servicio de GNC; así como los equipos, elementos y herramientas, adecuadamente organizados.

- Dar aviso al encargado de estación el que se dejará fuera de operación el compresor por servicio. Colocar selector en posición “OFF” desde el tablero de control del compresor que va a revisarse, y bajar palanca de interruptor principal del equipo en el CCM, mantener y colocar en el interruptor un candado y un aviso de “Equipo Fuera de Servicio”. De preferencia alguna etiqueta con fotografía, nombre del personal y teléfono para su localización inmediata.

Mantenimiento de compresores.

- Cerrar las válvulas manuales de succión y descarga de gas del compresor. Encender ventiladores para evitar la concentración del gas y dispersarlo lo más rápidamente.
- Despresurizar el equipo por medio de las válvulas de venteo.
- Trabajar en el compresor utilizando las herramientas adecuadas y en buenas condiciones.
- Utilizar los elementos de protección personal de acuerdo a la actividad que esté realizando.
- Verificar el no dejar piezas o herramientas dentro del equipo ni en partes giratorias al término del servicio. Al igual retirar del área todas las refacciones nuevas y usadas, herramientas y utensilios ocupados en el servicio.
- Girar manualmente el motor-compresor para verificar que este gira libremente.
- Abrir válvula de succión lentamente, dejando la válvula de venteo abierta por 3 minutos para que el gas desplace el oxígeno del interior del equipo, accionar el ventilador en forma manual para dispersar el gas y evitar la concentración de este.
- Después de lo anterior, verificar y corregir la presencia de fugas de gas en las partes desarmadas.

- Poner en automático el ventilador y colocar selector en posición “AUTO” retirar candado, y letrero de aviso.
- Subir palanca del interruptor para energizar el equipo.
- Verificar existencia de fugas, vibraciones y ruidos anormales para su posible corrección.
- Dar aviso al encargado de estación la disponibilidad del equipo.

Mantenimiento de cilindros de almacenamiento.

- Dar aviso al encargado de estación el que se dejará fuera de operación el sistema de almacenamiento por servicio de mantenimiento.
- Dejar fuera de servicio los compresores el tiempo suficiente para que sea despachado el gas hasta vaciarlo a su mínima capacidad.
- Las válvulas de entrada de gas a los cilindros que van a revisarse / mantenerse.
- Utilizar los elementos de protección personal de acuerdo a la actividad que se van a realizar.
- Tomar todas las precauciones posibles evitando tener contacto con el gas, a razón de que la presión del gas puede causar daños similares a los de una navaja, causar quemaduras graves, congelamiento o asfixia.
- Ventear a la atmósfera a través de la válvula de purga el gas de los cilindros, cuidando de capturar los hidrocarburos líquidos.
- Utilizar las herramientas adecuadas, desconectar las tuberías de entrada y de salida de gas de los cilindros en cuestión.
- Realizar las reparaciones o servicios.
- Dar aviso al encargado de estación la disponibilidad del equipo.

En caso que se presente un incendio mientras se realizan las actividades de mantenimiento se deben seguir las siguientes recomendaciones: Actuar de acuerdo con lo establecido en caso de emergencias, en caso que las labores estén siendo desempeñadas por un contratista, o una persona que desconozca el procedimiento, este debe actuar de la siguiente manera:

- Suspender todas las operaciones y trabajos en la Estación de Servicio de GNC.
- Desconectar compresores desde los botones de paro de emergencia y/o desde el panel de control.
- Cerrar la válvula manual de corte de gas, particular del equipo o general de la Estación de Servicio según sea el caso.
- Después de cerrar válvulas (principalmente la que corresponda a fuente de ignición), lo que se espera es que el gas que se encuentre en las tuberías o equipos se consuma y la flama se extinga por sí misma. El mayor riesgo es que la flama alcance materiales combustibles, para lo cual es necesario extinguir este con los equipos auxiliares de combate (extinguidores). De no suceder esto esperar a que el fuego se apague. Es poco probable que se presente fuego con gas a alta presión, debido a que el combustible desplazará el oxígeno y no podrá tener la condición para que el fuego sea factible. Es importante el evitar flama o chispa, debido a que después de controlada una fuga de gas a alta presión, las condiciones de flama o explosión pueden estar presentes por unos momentos. Es importante dejar se ventilen las áreas y se disperse el gas del ambiente antes de reiniciar operación.
- Notificar al administrador para que continúe con el procedimiento de notificación.
- De ser necesario, cerrar válvulas manuales de los tanques de recuperación de gas en compresores. Concentrar todos los esfuerzos y recursos en combatir o controlar el incendio con los extintores.

- Según la magnitud del siniestro, avisar y pedir asistencia al cuerpo de bomberos y demás organismos de socorro.
- Si el control de la emergencia se sale de las capacidades y recursos de la EDS, evacuar inmediatamente las instalaciones.
- Se deberá emitir un reporte señalando los motivos que ocasionaron el siniestro.

MANTENIMIENTO DE SURTIDORES

- Dar aviso al encargado de estación el que se dejará fuera de servicio la manguera o surtidores.
- Colocar los señalamientos de “Área Fuera de Servicio” para indicar y asegurar el área de trabajo. Cerrando completamente las posiciones de carga.
- Cerrar válvulas de alimentación de gas al surtidor.
- A través de la válvula de venteo de cada manguera, despresurizar equipo al que se realizará el servicio.
- Según sea el caso, desconectar el surtidor desde el tablero eléctrico.
- A pesar de que se haya despresurizado el equipo, se deberá proceder con precaución ya que por obstrucciones puede haber quedado gas en tuberías o algún otro elemento, para esto se recomienda aflojar las conexiones lentamente hasta garantizar la no presencia de gas.
- Realizar los trabajos de mantenimiento utilizando los elementos de protección personal y las herramientas adecuadas y en buen estado, de acuerdo a la actividad que se van a realizar.
- Terminado los trabajos, abrir “lentamente” válvulas de alimentación de gas al surtidor, evitando golpes internos en la tubería que puedan dañar las conexiones o equipos. Hasta un posible desprendimiento de tubos.
- Verificar y corregir posibles fugas
- Reanudar operación del surtidor teniendo en cuenta los procedimientos y medidas de seguridad para arranque de equipos.

- Dar aviso al encargado de estación la disponibilidad del equipo.

MANTENIMIENTO DEL TABLERO DE PRIORIDADES.

- Dar aviso previo al encargado de la estación, que se dejará fuera de servicio la estación de servicio de GNC.
- Desconectar compresores desde los botones de paro de emergencia y/o desde el panel de control.
- Colocar selector en posición “OFF” desde el tablero de control de los compresores y bajar las palancas de los interruptores en el CCM,
- Mantener y colocar en cada interruptor un candado y un aviso de “Equipo Fuera de Servicio”.
- Cerrar las válvulas manuales de entrada (de compresores, tanques de almacenamiento y filtros) y salida al panel de prioridades hacia surtidores.
- Despresurizar el equipo por medio de la válvula de venteo y de dren.
- Trabajar en el Tablero de Prioridades utilizando las herramientas adecuadas y en buen estado.
- Utilizar los elementos de protección personal de acuerdo a la actividad que éste realizando.
- Terminado los trabajos, abrir “lentamente” válvulas de entrada y salida del tablero de Prioridades.
- Verificar y corregir posibles fugas. Retirar candados, subir interruptores en tableros eléctricos y restablecer selector en posición “AUTO en tablero local del compresor.
- Reanudar operación de la estación de servicio de GNC teniendo en cuenta los procedimientos y medidas de seguridad para arranque de equipos.
- Dar aviso al encargado de estación la disponibilidad del equipo.

INCENDIO EN TABLERO DE CONTROL DE COMPRESOR.

- Parar compresor desde las estaciones (paradas) de emergencia.
- Suspender operaciones de carga o descarga de contenedores.
- Desconectar el panel de control desde la subestación eléctrica, bajar cuchillas del transformador.
- Concentrar todos los esfuerzos y recursos en combatir el incendio, con extintores de polvo químico y de CO₂. **No utilizar agua.**

Extintores.

La administración de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río” y el profesional de seguridad e higiene, deben garantizar que el equipo operará efectivamente y en forma segura, incluye reparación o reemplazo de las partes que sea necesario. Debe ser realizado por personal entrenado y que tenga disponible el manual de mantenimiento del fabricante. El profesional en seguridad e higiene deberá solicitar al proveedor lo siguiente: los extintores presurizados con agentes húmedos deben descargarse completamente para verificar la correcta operación de las válvulas de descarga y manómetros, se deben desensamblar cada una de las partes para efectuar un completo mantenimiento. Se permite que la carga sea recuperada y reutilizada, verificando previamente el estado del agente extintor. Debe realizarse anualmente una prueba de conductividad eléctrica a las mangueras de los extintores de CO₂. Dejar registro de la prueba indicando el mes, año, nombre o iniciales de la persona que realiza la prueba y nombre de la empresa que realiza la prueba. (Exigir protocolo y certificado de prueba). Los reguladores de presión de los extintores rodantes deben ser probados de acuerdo con las especificaciones del fabricante para verificar el cumplimiento de los parámetros de presión estática y flujo para los cuales están diseñados. Los extintores que se saquen para mantenimiento, deben reemplazarse por extintores de repuesto, estos deben ser para el tipo de riesgo y capacidad de

extinción requerida en el área. El mantenimiento de los extintores debe cumplir la verificación de 3 puntos básicos:

- Partes mecánicas.
- Agente extintor.
- Agente expelente.

Durante el mantenimiento anual no es necesario inspeccionar internamente los extintores de CO2 o los extintores presurizados de PQS, sin embargo, debe inspeccionarse externamente el estado de sus partes mecánicas.

Los extintores de PQS y agentes halógenos, que requieren prueba hidrostática cada 12 años, deben desocuparse cada 6 años para aplicarles los procedimientos de mantenimiento. La remoción del agente extintor de los extintores de halón debe realizarse en un sistema cerrado de recuperación. Se cuentan 6 años a partir la de última fecha de recarga o prueba hidrostática.

Registro del Mantenimiento: Cada extintor debe tener una placa donde se indique el mes y año en que el servicio de mantenimiento fue realizado.

A los extintores que se les realice el mantenimiento de los 6 años, se les debe colocar una placa metálica o de material igualmente durable o permanente, donde se indique el mes y año de mantenimiento, las iniciales de la persona que lo realizó y la empresa responsable del mantenimiento.

Se deberá realizar la inspección visual por lo menos mensualmente del estado de cada extintor y sus componentes, como válvulas, presión, mangueras, sellos, etc., lo cual se asentará en un formato de inspección de extintores, colocando fecha de la inspección y nombre del personal quien realizo la inspección.

Recarga: reemplazo del agente extintor.

Todos los extintores deben ser recargados después de cada uso o cuando lo indiquen los resultados de las inspecciones o el mantenimiento anual.

Para la recarga deben seguirse las recomendaciones del fabricante, La cantidad de agente extintor debe ser verificada por peso, el peso total de la recarga deber ser igual al peso total marcado en el cuerpo del extintor.

Los extintores solamente deben recargarse con agente extintor de igual composición química, características físicas y capacidad extintora al de la carga original. No se recomienda recargar los extintores con otro de agente extintor diferente al cual fue diseñado.

Los PQS multipropósito no deben mezclarse con químicos de base alcalina.

Se permite utilizar el remanente de agente extintor PQS después de una descarga, siempre y cuando el faltante de la carga corresponda al mismo tipo de PQS.

El PQS de los extintores sometidos a la inspección de los 6 años puede reutilizarse, siempre y cuando se recupere en un sistema cerrado de recuperación para evitar su contaminación. Antes de reutilizar esta PQS debe verificarse su adecuada condición.

Después de recargados los extintores presurizados y con agente auto expelente (CO₂), deben ser sometidos a una prueba de verificación de fugas. Prueba hidrostática para extintores.

Frecuencia

a. Extintores de CO₂: Cada 5 años

b. Extintores de PQS: Cada 12 años

c. Extintores halógenos: Cada 12 años

- d. Cilindros de Nitrógeno, Argón, CO₂ o cápsulas de agente inerte utilizados como agente expelente: Cada 5 años, excepto los de diámetro inferior a 2" y 2 ft de longitud que están exentos de prueba hidrostática. Presión de prueba 5/3 de la presión de servicio estampada en el cilindro.
- e. Los extintores provistos de manguera con válvula de cierre en la boquilla de descarga, deben realizarse prueba hidrostática a la manguera al mismo intervalo de tiempo del extintor en el cual está instalada.
- f. Las mangueras de los extintores de CO₂ deben probarse a 1 250 PSI
- g. Las mangueras de los extintores de PQS, deben probarse a 300 PSI o a la presión de servicio si ésta es mayor.
- h. Los accesorios de los extintores rodantes que trabajan a baja presión, deben probarse a 300 PSI y los accesorios que trabajan a alta presión deben probarse a 3000 PSI.
- i. Debe mantenerse un registro de las pruebas hidrostática, con el protocolo de prueba de cada extintor.
- k. Se deberá solicitar al proveedor del servicio la factura del servicio donde se indique el tipo de servicio realizado, fecha y cantidad de servicios realizados, Así también se solicitar un certificado de proveedor autorizado para realizar estos trabajos y un reporte del trabajos efectuados. Se deberá mantener el registro de estos servicios como soporte ante autoridades que lo soliciten y para la certificación anual de la estación.

Instalación eléctrica.

Al ser instalaciones aprobadas por un perito o una Unidad de Verificación y trabajar en condiciones normales de operación, el mantenimiento se realizará de acuerdo a indicaciones del programa de mantenimiento preventivo o correctivo.

V.3. Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas; especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, barriles, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.

En la tabla siguiente se muestran las sustancias a manejar en el presente proyecto:

Tabla V.6.- Sustancias manejadas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	Núm. CAS (Chemical Abstracts Service)	Grav. Específica (g/cm ³)	Características						Capacidad total		Capacidad de la mayor unidad de almacenamiento (unidad)
			C	R	E	T	I	B	Capacidad nominal	No. de unidades de almacenamiento	
Gas Natural Comprimido (Mezcla de Hidrocarburos: Metano (95%), etano, propano, butano, dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua).	8006-14-2	N. A.			X		X		4,000 litros	32 recipientes de 125 litros cada uno	4,000 litros

Fuente: Bases de ingeniería.

A continuación, se hace una descripción detallada de las sustancias a manejar en la Estación de Servicio:

• PROPIEDADES FÍSICAS.

Tabla V.7.- Porcentaje y nombre de componentes riesgosos.

Sustancia	% volumen
Gas Natural Comprimido (GNC)	100% Vol.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.8.- Número CAS (Chemical Abstracts Service).

Sustancia	Número CAS (Chemical Abstracts Service)
Gas Natural Comprimido (GNC)	8006-14-2

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.9.- Número de Naciones Unidas.

Sustancia	Número ONU
Gas Natural Comprimido (GNC)	1971

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.10.- Nombre del fabricante o importador.

Sustancia	Fabricante
Gas Natural Comprimido (GNC)	MAXIGAS

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.11.- Nombre comercial, nombre químico.

Nombre comercial	Nombre químico
Gas Natural Comprimido (GNC)	(Mezcla de Hidrocarburos: Metano (95%), etano, propano, butano, dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua).

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.12.- Sinónimos.

Sustancia	Sinónimo
Gas Natural Comprimido (GNC)	Gas Combustible (Metano)

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.13.- Formula molecular, estado físico.

Sustancia	Formula molecular	Estado físico
Gas Natural Comprimido (GNC)	CH ₄ , C ₂ H ₆ , C ₃ H ₈ , C ₄ H ₁₀ , CO ₂ , N ₂ , H ₂ O.	Gaseoso

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.14.- Peso molecular.

Sustancia	Peso molecular (mezcla)
Gas Natural Comprimido (GNC)	18.2

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.15.- Densidad a temperatura inicial (t₁) en g/ml.

Sustancia	Densidad (Agua=1) a 0°/4 °C
Gas Natural Comprimido (GNC)	0.554

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.16.- Punto de ebullición (°C).

Sustancia	Punto de ebullición (°C)
Gas Natural Comprimido (GNC)	-164 °C.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.17.- Calor de evaporización a (T₂) (cal/g).

Sustancia	Calor de evaporización
Gas Natural Comprimido (GNC)	No disponible

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.18.- Poder Calorífico (BTU/FT3).

Sustancia	Calor de combustión
Gas Natural Comprimido (GNC)	1019.0304

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.19.- Temperatura del gas en proceso (°C).

Sustancia	Temperatura del gas
Gas Natural Comprimido (GNC)	Temperatura ambiente

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.20.- Volumen del proceso.

Sustancia	Volumen de almacenamiento
Gas Natural Comprimido (GNC)	4,000 lts.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.21.- Presión de vapor, (kPa).

Sustancia	Presión de vapor, (kPa)
Gas Natural Comprimido (GNC)	53.8-79.2

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.22.- Densidad de vapor (kg/m³).

Sustancia	Densidad de vapor (Aire = 1) @ 15.5 °C
Gas Natural Comprimido (GNC)	0.61 (Más ligero que el aire)

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.23.- Reactividad en agua.

Sustancia	Reactividad en agua
Gas Natural Comprimido (GNC)	No reacciona

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.24.- Velocidad de evaporación.

Sustancia	Velocidad de evaporación
Gas Natural Comprimido (GNC)	Instantánea

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.25.- Temperatura de autoignición (°C).

Sustancia	Temperatura de autoignición
Gas Natural Comprimido (GNC)	Aproximadamente 650 °C

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.26.- Temperatura de fusión (°C).

Sustancia	Temperatura de fusión
Gas Natural Comprimido (GNC)	No disponible

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.27.- Densidad relativa.

Sustancia	Densidad relativa
Gas Natural Comprimido (GNC)	0.61 (Más ligero que el aire)

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.28.- Solubilidad en agua.

Sustancia	Solubilidad en agua 20°C
Gas Natural Comprimido (GNC)	Ligeramente soluble

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.29.- Estado físico, color y olor.

Sustancia	Estado físico	Color	Olor
Gas Natural Comprimido (GNC)	Gas	Incoloro	Insípido y sin olor.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.30.- Punto de ebullición.

Sustancia	Punto de ebullición @ 1 atm.
Gas Natural Comprimido (GNC)	- 160.0 °C

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.31.- Por ciento de volatilidad.

Sustancia	% de volatilidad
Gas Natural Comprimido (GNC)	100%

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

•RIESGOS PARA LA SALUD.

Tabla V.32.- Ingestión accidental.

Sustancia	Riesgo
Gas Natural Comprimido (GNC)	Causa nauseas, mareos y convulsiones.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.33.- Contacto con los ojos.

Sustancia	Riesgo
Gas Natural Comprimido (GNC)	El contacto de este gas natural comprimido en los ojos, causa irritación, podría también causar daños severos al tejido ocular por la alta presión a que está sometido el gas, provocando un severo congelamiento del tejido, irritación, dolor y lagrimeo.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.34.- Contacto con la piel. (Contacto y Absorción).

Sustancia	Riesgo
Gas Natural Comprimido (GNC)	Una fuga de gas natural comprimido sobre la piel podrá provoca quemaduras por frío, similares al congelamiento, heridas por las altas presiones a que está sometido el gas en los cilindros. Mojar el área afectada con agua tibia o irrigar con agua corriente. No use agua caliente.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.35.- Inhalación.

Sustancia	Riesgo
Gas Natural Comprimido (GNC)	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. Los efectos de exposición prolongada pueden incluir dificultad para respirar, mareos, posibles náuseas y eventual inconsciencia y en extremo la muerte.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

• DAÑO GENÉTICO.

Tabla V.36.- Clasificación de sustancias de acuerdo a las características carcinogénicas en humanos, por ejemplo, Instructivo No. 10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social u otros.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	No disponible.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

• **RIESGO DE INCENDIO.**

Tabla V.37.- Medios de extinción:

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono y aspersión de agua para las áreas afectadas por el calor o circundantes. Apague el fuego bloqueando la fuente de fuga.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.38.- Equipo especial de protección, (general) para el combate de incendio.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	El personal que combate incendios de este Gas Natural Comprimido en espacios confinados, debe emplear equipo de respiración autónomo y traje para bombero profesional completo; el uso de este último proporciona solamente protección limitada, se deberá utilizar trajes a prueba de calor (aislantes al calor) aluminizado para acercarse a combatir el incendio.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.39.- Procedimiento especial de combate de incendio.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Utilizar agua en forma de rocío para enfriar contenedores (recipientes cilíndricos a presión) y estructuras expuestas, y para proteger al personal que intenta eliminar la fuga. Continuar el enfriamiento con agua de los contenedores, aún después de que el fuego haya sido extinguido. Eliminar la fuente de fuga si es posible hacerlo sin riesgo; de no ser posible, en función de las condiciones del incendio, permitir que el fuego arda de manera controlada o proceder a su extinción. Utilizar agua como medio de lavado para retirar los derrames de las fuentes de ignición. Debe evitarse la introducción de este producto a vías pluviales, alcantarillas, sótanos o espacios confinados. En incendio masivo, utilice soportes fijos para mangueras o chiflones reguladores; si no es posible, retírese del área y deje que arda. Aislar el área de peligro, mantener alejadas a las personas innecesarias y evitar situarse en las zonas bajas. Tratar de cubrir producto derramado con espuma, evitando introducir agua directamente dentro del contenedor. Retírese de inmediato en caso de que aumente el sonido de los dispositivos de alivio de presión, o cuando el contenedor empiece a decolorarse. Manténgase siempre alejado de los extremos de los tanques.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.40.- Condiciones que conducen a un (a) peligro de fuego y explosión no usuales.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	El gas natural es extremadamente inflamable, puede formar mezcla explosiva con el aire pudiendo viajar a una fuente de ignición e incendiarse fácilmente a temperatura ambiente, este gas es más ligeros que el aire, por lo que en caso de fuga, este se dispersarán más fácilmente a la atmosfera, únicamente se requiere tener una buena ventilación. El gas natural también requiere de una concentración mayor y una temperatura más alta que otros combustibles para su combustión (por ejemplo, el gas natural 650°C, gasolina 315°C, gas L.P. 490°C). Los recipientes que hayan almacenado este producto pueden contener residuos del mismo, por lo que no deben exponerse a calentamiento, cortarse, soldarse o exponerse a flamas directas u otras fuentes de ignición.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.41.- Productos de combustión.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	La combustión de estas sustancias es completa, genera Monóxido y Bióxido de Carbono, no genera residuos.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.42.- Inflamabilidad.

Sustancia	Grado Centígrado (°C).
Gas Natural Comprimido (GNC)	-188

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

• DATOS DE REACTIVIDAD.

Tabla V.43.- Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua, y potencial de oxidación.

Sustancia	CAS	Reactividad con el agua	Potencial de oxidación
Gas Natural Comprimido (GNC)	8006-61-9	Estable	No determinado

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.44.- Estabilidad de las sustancias.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Estabilidad Química: Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.45.- Incompatibilidad, (sustancias a evitar).

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso ya que tiene un gran potencial de inflamabilidad, así como de oxidantes fuertes con los cuales reacciona violentamente (pentafluoruro de bromo, trifluoruro de cloro, cloro, flúor, heptafluoruro de yodo, tetrafluoroborato de dioxigenil, oxígeno líquido, ClO ₂ , NF ₃ , OF ₂). Evitar el contacto con oxidantes fuertes como peróxidos, ácido nítrico y percloratos.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.46.- Descomposición de componentes peligrosos.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Los gases o humos productos de la combustión son: bióxido de carbono y monóxido de carbono (gas tóxico).

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

Tabla V.47.- Polimerización peligrosa /Condiciones a evitar.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	Esta sustancia no presenta polimerización.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

• CORROSIVIDAD

Tabla V.48.- Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	No es corrosivo.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

• **RADIOACTIVIDAD.**

Tabla V.49.- Clasificación de sustancias por radioactividad.

Sustancia	Descripción
Gas Natural Comprimido (GNC)	No es Radioactivo.

Fuente: Hojas de Datos de Seguridad.

V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo" (formato Anexo No. 2), de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB.

En el **Anexo "5.1"** se muestran las Hojas de Datos de Seguridad que fueron expedidas por la Empresa **Maxigas**, se le nombra Gas Combustible ya que se considera un gas con alto porcentaje de Metano (95%) que se obtiene de los procesos criogénicos del gas (torre desmetanizadora), obteniendo en su mayoría gas licuado del petróleo y naftas (gasolinas) que pasan a los siguientes procesos de refinación hasta alcanzar su calidad comercial. El Gas Natural se comprime a altas presiones para su venta en la Estación de Servicio en sustitución de las gasolinas y el diésel (refinados); este combustible se encuentra en los listados de Actividades Altamente Riesgosas, dependiendo de la capacidad de almacenamiento para fines comerciales.

V.5. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

Tanques de almacenamiento.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor "Estación San Juan del Río", tiene una capacidad total de 4 000 L (de agua), integrado mediante 32 recipientes cilíndricos verticales con capacidad de 125 L (de agua) al

100% cada uno y con una presión de operación a 3,600 psi. Los tanques de almacenamiento son fabricados con tubo de acero al carbono templado de una sola pieza y están interconectados para ofrecer una mayor capacidad de almacenamiento, cada tanque está diseñado para soportar la presión de operación de la estación y cuentan con válvulas de aislamiento individualmente y una válvula de relevo de presión por paquete, la cual está calibrada para liberar al ambiente el exceso de presión cuando rebasen 1.2 veces la presión normal de operación del equipo. El grupo de tanques está configurado para una capacidad de 2 000 L (de agua), instalados dentro de un bastidor de acero, en forma vertical, unidos con tubería de acero inoxidable, ver Figura V.2.



Figura V.2.- Recipientes y/o tanques cilíndricos.

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 condensados que pueden acumularse con el tiempo.

V.6. Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización; asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

A continuación, se describen los equipos que serán instalados en la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”.

- **Equipos de compresión.**

El **sistema de compresión** instalado en la Estación de Servicio consta de 4 etapas de compresión, con una presión máxima de succión de **10 bar** (145 psi) y con un rango de operación de descarga en la primera etapa de 310 psi, en la segunda etapa de 830 psi y en la tercera etapa de 1 750 psi y finalmente en una cuarta etapa de 3 600 psi. El funcionamiento del sistema de compresión es operado por un Controlador Lógico Programable (PLC), que es una computadora industrial dedicada a controlar cada operación del sistema, la cual decide cuándo y qué presión de descarga se requiere. El sistema electrónico del sistema 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. Dispositivos con los que se monitorea 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, etc. Lo que significa que el sistema es inteligente y seguro. Además, desde el “Touch Panel” pueden monitorearse diversos parámetros como presión y temperatura en la succión, descarga de cada etapa, descarga final, nivel, presión y temperatura del aceite, voltaje, corriente y potencia consumida, entre otros.

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 controladas también 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.

El sistema de compresión cuenta 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, 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 los tanques de almacenamiento o hacia surtidores.

- **Equipos de despacho.**

Los equipos de despacho llamados **surtidores** o dispensarios, inician el llenado primeramente enviando gas del banco bajo de almacenamiento a los tanques de almacenamiento móvil instalado en un vehículo. 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 de Media. Nuevamente, llenando hasta que la presión diferencial disminuye, entonces intercambia dando acceso al Banco de Alta. Finalmente, una vez que el flujo en el Banco de Alta disminuye, y no es suficiente para concluir la carga, el sistema de compresión arranca y comienza a llenar directamente a los tanques de la unidad móvil automotriz, hasta llenarlo totalmente, para tener una presión de llenado final de 20 MPa (200 bar o 2 928 psi), puede existir una mínima variación en la medición de la presión ocasionada por las condiciones ambientales. El sistema de llenado con bancos 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 automotrices, el número de arranques y paros del sistema de compresión disminuye considerablemente.

La prioridad del lado del sistema de compresión es, esencialmente lo contrario de la secuencia del sistema de llenado a surtidos. El flujo del sistema de compresión 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 del sistema de compresión es el llenado en surtidores y posterior a esto el llenado del sistema de almacenamiento.

Uno de los más importantes puntos que no se debe olvidar en este tipo de estaciones, es la seguridad, la cual ha sido considerada para que el personal operario tenga acceso a esta de manera inmediata. Es decir, existen botones de paro de emergencia, en cada unidad de despacho, sistema de compresión, cuarto de tableros, oficinas y otros puntos, los cuales, al ser activados, des energizan totalmente el sistema de compresión, cierran válvulas de succión y descarga, secadores y panel de prioridades. Seguido de lo anterior, la activación de una alarma sonora/luminosa indica la situación anormal de operación. Requiriendo para su reinicio de operación el reconocimiento de la alarma y la corrección del evento que originó el paro de los equipos. Además, en el sistema de compresión, en cada etapa y tanques de recuperación, así como en la cascada de almacenamiento y el panel de prioridad, se cuenta con válvulas de seguridad o de relevo de presión calibradas 1.2 veces la presión de operación; asimismo, para los surtidores, se tienen manómetros para indicar la presión de llenado del cilindro del automóvil, 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. 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% Límite Inferior de Explosividad (LEL) y 56.6% LEL, respectivamente, equivalente al 0.5% y 3% en volumen de gas natural como lo marca la NOM-010-ASEA-2016.

Los **surtidores** cuentan con un medidor de flujo másico y un computador de flujo 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, por lo que se podrá operar a presiones de llenado de GNC adecuadas para cilindros con presión de servicio de 20 MPa (200 bar o 2 900 psi).

Además, cada surtidor cuenta con un desfogue que se coloca a 0.7 m sobre el nivel de la techumbre del área de surtidor, válvulas de exceso de flujo, elementos que determinan un exceso de flujo que suspenden el llenado, como puede ser por alguna manguera fracturada, se cuenta con dispositivos de seguridad en la manguera contra el jaloneo de la misma, que permiten desacoplar la manguera del surtidor, y se dispone de botones de paro de emergencia.

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 condensado en sistemas con un filtro automático, y cómo drenar el sistema de lavado.

Durante el funcionamiento de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “San Juan del Río” se promueve que todas las actividades sean desarrolladas dentro de un marco de seguridad para evitar daños al medio ambiente debido a una contingencia o accidente. La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor, está sujeta a cumplir con las leyes, normas, manuales y procedimientos con el propósito de asegurar la calidad del servicio, proteger el ambiente, las instalaciones, proporcionar seguridad a los usuarios y empleados.

V.7 Condiciones de operación.

En el **Anexo “5.5”**, se incluyen las Hojas de Trabajo donde se mencionan las condiciones de operación de cada una de las instalaciones que conforman el área de proceso de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”.

V.7.1 Balance de materia y energía.

No aplica esta actividad porque en la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, no se realizan actividades que involucren o impliquen la transmisión de materias primas a productos.

V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

La presión de operación a las que se maneja las diferentes corrientes de proceso de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, se describen en las Hojas de Trabajo, que se incluyen en el **Anexo “5.5”**.

V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

El estado físico de las diversas corrientes del proceso en la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, es gas (Gas Natural Comprimido para uso automotor).

V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río” funciona de manera continua, es decir, los 365 días al año y las 24 horas al día.

V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI’s) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente; Incluir las bases de diseño de los sistemas de instrumentación, anexando las especificaciones de los principales elementos de medición y control.

En el **Anexo “6.4”**, se incluye el Plano de Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI) de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

VI.1. Antecedentes de incidentes y accidentes 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.

Hasta la fecha, no se tienen muchos registros de ocurrencia de accidentes de gran magnitud en el Estado de Querétaro ni en los Estados vecinos, debido a que es relativamente nuevo este sistema de Gas Natural Comprimido que viene a sustituir los refinados comerciales (Gasolinas, Diésel y G. L. P.) sin embargo, se tiene registro de accidentes en el manejo y transporte por ductos de gas natural por Petróleos Mexicanos, en los últimos 10 años. Debido a esto, se realizó una serie de acciones en el ámbito nacional para el manejo y detección de las posibles fallas en los sistemas de almacenamiento de hidrocarburos. Este tipo de problemas se presentaron principalmente en las estaciones de compresión muy viejas las cuales no contaban con todos los sistemas de seguridad mínimos necesarios y normas que actualmente dicta la CRE y la CNH para el funcionamiento de este tipo de franquicias o estaciones de servicio.

VI.2. Con base en la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP) y Arbol de Fallas, Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) y Arbol de Fallas; o la combinación de dos metodologías con características similares a las anteriores, debiendo aplicar las metodologías de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

La técnica aplicada para la identificación de riesgos en este proyecto es el Análisis de Peligro y Operabilidad (HazOp), la cual es una metodología cualitativa, que de manera sistemática identifica los riesgos de posibles desviaciones durante la operación, así como sus consecuencias y causas en función de las protecciones existentes, con la finalidad de emitir las recomendaciones necesarias que permitan disminuir la probabilidad de un evento no deseado o mitigar los efectos de las afectaciones.

En el caso particular del Análisis de Riesgo, se aplicará el método de HazOp en su modalidad Desviación por Desviación (DBD), el cual consiste en analizar solo aquellas desviaciones que presentan consecuencias de interés, omitiendo en el registro las demás desviaciones cuyas afectaciones no son relevantes en función del peligro que representan.

¿Por qué se hace un estudio de Riesgos?

- Nos permite adoptar medidas preventivas y de mitigación/reducción de accidentes.
- Se establece una política de prevención de accidentes, a partir de la identificación de peligros y del análisis de la vulnerabilidad de las instalaciones.
- Va a contribuir a cuantificar los riesgos, frente a un potencial de alto peligro.
- Nos proporciona una base para la planificación de las medidas preventivas y para reducir la vulnerabilidad.
- Se constituye en un elemento importante en el diseño, para la adopción de medidas de prevención específicas.
- Constituye una garantía para la inversión.

El análisis HAZOP se aplica en reuniones multidisciplinarias a cada sección de la instalación denominada NODO, por medio de palabras guía con las que se indica la desviación respecto a las variables de proceso, aplicando una lluvia de ideas, en cada evaluación, lo que genera una revisión detallada de las instalaciones.

Para cada nodo, se plantean de forma sistemática todas las desviaciones que implican la aplicación de cada palabra guía a una determinada variable o actividad. Para realizar un análisis exhaustivo, se deben aplicar todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, descartándose durante la sesión las desviaciones que no tengan sentido para un nodo determinado.

Paralelamente a las desviaciones se deben indicar conforme a la modalidad Desviación – Desviación, las consecuencias posibles de estas desviaciones y posteriormente las causas de estas desviaciones.

Recopilación y Análisis de la Información.

En la siguiente tabla se lista la información consultada para llevar a cabo la metodología HazOp.

Tabla VI.1.- Información consultada para el análisis HazOp.

Nombre del documento	Clave del documento	Revisión	Edición	Elaborado por:
1.- Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI).	DTI	0	Enero de 2018	NATGAS Querétaro S.A. de C.V.
2.- Diagrama Mecánico de la Estación de Servicio).	ME-01	F		
3.- Diagrama Mecánico de la Estación de Servicio).	ME-01	0		
4.- Plano Arquitectónico de Planta General.	A-001	E		
5.- Hojas de Datos de Seguridad.	No Aplica			MAXIGAS

Planeación y programación - integración del grupo multidisciplinario.

Dando cumplimiento al requerimiento para el desarrollo de análisis Hazop y de la elaboración de matrices de riesgo, se convocó a un grupo multidisciplinario para aprovechar los conocimientos y experiencias en cada una de las especialidades y realizar una identificación correcta de los peligros y su ponderación, participando personal de NatGas Querétaro S.A.P.I de C.V. y PSI Proyectos y Soluciones Inteligentes S.A. de C.V. con experiencias en instalaciones similares (Estaciones de Servicio). En la siguiente tabla se lista el personal que tuvo participación en las reuniones multidisciplinarias, así como el lugar y fecha de realización de las sesiones HazOp.

Tabla VI.2.- Personal que integral el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER).

Nombre	Área	Compañía	Lugar y fecha
Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Gerente de Asuntos Regulatorios	NATGAS Querétaro S.AP.I. de C.V.	San Juan del Río, Querétaro. 17 de Septiembre de 2018
	Asuntos Regulatorios		
	Especialista en Proceso		
	Líder HazOp	PSI Proyectos y Soluciones Inteligentes S.A. de C.V.	
	Secretario HazOp		
	QHSE		

Desarrollo de la metodología HazOp.

El análisis HazOp es un método estructurado, sistemático y a la vez creativo, para identificar peligros y problemas operativos, que resultan de desviaciones de la intención de diseño y que pueden acarrear consecuencias indeseables. Un líder experimentado guía al equipo de análisis a través del diseño de la instalación, utilizando un conjunto de “palabras guías”.

Estas palabras guía se aplican a las secciones o nodos del proceso y se combinan con parámetros específicos del proceso para identificar desviaciones potenciales de la operación concebida de la instalación.

El análisis HazOp es un estudio profundo, sistemático y fácil de usar, que a la vez permite a los miembros del equipo utilizar su experiencia con creatividad y aumenta la probabilidad de descubrir la existencia de peligros únicos o imprevisibles en los procesos. El producto del análisis HazOp es un estudio de las variables del proceso, detallado, eficiente y que se puede auditar.

Terminología del análisis HazOp.

La tabla VI.3 introduce la terminología y las definiciones que se utilizan durante las sesiones del HazOp.

Tabla VI.3.- Terminología HazOp.

Término	Definición
Intenciones	Expectativas de cómo debe operar el proceso y/o como se debe llevar a cabo una actividad.
Desviaciones	Estados de operación que se apartan de las intenciones del diseño.
Causas	Razones que explican porque ocurren las desviaciones.
Consecuencias	Efectos potenciales de las desviaciones.
Salvaguardas	Medidas diseñadas para prevenir las causas o bien mitigar las consecuencias de las desviaciones.
Recomendaciones	Sugerencias para efectuar cambios en el diseño, cambios en los procedimientos o para realizar estudios complementarios.

Procedimiento del análisis HazOp.

Una vez que se ha formado el equipo de análisis (con expertos en el diseño de la instalación, experiencia en las operaciones del sistema y de los equipos, experiencia en la inspección y mantenimiento de los equipos, conocimiento de la química del proceso, conocimiento de los objetivos de la seguridad y de los procedimientos y experiencia y conocimiento en la técnica HazOp) y se ha recopilado la información que se utilizará durante el análisis (diagramas de tuberías e instrumentación, diagrama mecánico de la instalación, hojas de seguridad, procedimientos operativos, procedimientos de emergencia, historial de accidentes, plano de localización general, entre otros), entonces se está preparado para aplicar la técnica HazOp.

Para aplicar la técnica HazOp, el equipo de análisis de riesgo divide los procesos en secciones lógicas (nodos) para el análisis. Secciones típicas de un proceso es, por ejemplo, un recipiente, una tubería con una bomba, etc. El equipo entonces revisa cada una de las secciones del proceso de acuerdo los siguientes pasos de análisis:

- 1.- El líder elige una sección o nodo del proceso.
- 2.- El experto en el proceso explica el equipo de análisis de riesgo, las intenciones del diseño de la sección elegida.
- 3.- El líder aplica las palabras guía (tabla VI.4) a los parámetros del proceso (por ejemplo presión, flujo, temperatura, nivel, composición) y la combina para formar desviaciones razonables (tabla VI.5).
- 4.- El equipo considera las posibles consecuencias de cada una de las desviaciones.
- 5.- Si hay consecuencias de interés, el equipo debe proceder a identificar las causas posibles de esa desviación.
- 6.- Si el equipo descubre causas posibles, entonces debe identificar todas las salvaguardas existentes y debe decidir si el riesgo es aceptable o no aceptable.
- 7.- Si el riesgo no se considera aceptable, el quipo de análisis emite recomendaciones para reducirlo (reducir la frecuencia o la severidad de las consecuencias).
- 8.- Se repiten los pasos del 3 al 7 para cada palabra guía.
- 9.- Se repiten los pasos del 3 al 8 para todos los parámetros de proceso.
- 10.- Se repiten los pasos del 3 al 9 para todas las secciones del proceso hasta completar cada una de las secciones.
- 11.- Se registran los resultados del análisis.

Tabla VI.4.- Palabras guía HazOp.

Palabras Guía	Significado	Comentarios
No	Negación de la intención del diseño.	No adición. No flujo. No transferencia. No agitación. No secado. No neutralización.
Más /alto / largo	Incremento cuantitativo.	Alta o mayor presión. Alta temperatura. Alto flujo. Alta agitación. Alta concentración. Alto nivel. Adición de demasiado material X. Tiempo de alimentación demasiado largo.
Menos / bajo / corto	Decremento cuantitativo.	Baja presión. Baja temperatura. Bajo flujo. Baja agitación. Baja concentración. Bajo nivel. Adición de muy poco material X. Tiempo de alimentación demasiado corto.
Así como / además	Incremento cualitativo.	Adición de material X además del material Y. Se añaden contaminantes.
Parte de	Decremento cualitativo.	Se cierran dos de las tres válvulas. Se para sólo una parte del proceso.
Inverso, revertido	Opuesto lógico.	Flujo inverso o revertido.
Otro, en vez de	Sustitución completa.	Adición de material X en vez de material Y. Se cierra la válvula 1 en vez de la 2.

Tabla VI.5.- Desviaciones más comunes de algunos tipos de sección.

Desviación	Tipo de sección				
	Reactor	Columna	Tanque	Tubería	Cambiador de calor
Flujo alto/bajo/no				X	X (aire, proceso, combustible)
Flujo inverso/mal dirigido				X	
Alto/bajo nivel	X	X	X		
Alto/bajo interfase	X		X		
Alta/baja/inversa presión	X	X	X	X	X (horno, proceso)
Alta/baja Temperatura	X	X	X	X	X (horno, aire)
Alta/baja reacción	X				
Mezcla baja/no/tardía	X				
Pérdida de ignición					X
Contaminación	X	X	X	X	X (combustible, aire)
Fuga o escape de tubos X X	X	X	X	X	X (proceso)
Fuga o escape	X	X	X	X	X (combustible)
Arranque / paro	X	X	X	X	X
Mantenimiento y muestreo					

Documentación del HazOp.

Es importante documentar el análisis para apoyar las buenas decisiones de riesgo, para preservar los resultados del análisis para su uso futuro (en revalidaciones) como evidencia de que el estudio se realizó de acuerdo a buenas prácticas y para apoyar otras actividades relacionadas con la administración de riesgos (como la elaboración de procedimientos operativos, la administración del cambio, la investigación de incidentes, etc.).

Por lo general, la tarea de elaborar el informe del análisis HazOp recae sobre el líder y el secretario del HazOp y se distribuye como se indica en la tabla VI.6.

Tabla VI.6.- Tareas del líder y del secretario HazOp.

Líder	Secretario
• Completar las recomendaciones planteadas durante las juntas de análisis. • Pasar las notas a forma de texto. • Añadir información para explicar “el por qué” de las recomendaciones. • Bosquejar el resto del informe: - La introducción y el alcance. - La metodología. - El cumplimiento con los reglamentos. - El resumen ejecutivo. - Los anexos, por ejemplo: ✓ Diagrama de Tuberías e Instrumentación. ✓ Diagramas de Flujo de Proceso. ✓ Hojas de Datos de Seguridad. • Preparar las listas de documentos utilizados/consultados. • Revisar el trabajo del secretario. • Recopilar y publicar el informe final.	• Completar las tablas. • Pasar las notas a texto. • Copiar o reorganizar el texto en la parte derecha de las tablas. • Verificar la consistencia de términos, enlaces, etc. • Revisar y complementar el trabajo del Líder.

Análisis HazOp de los procedimientos.

Es conveniente incluir en el análisis de riesgo los procedimientos previamente seleccionados para la ejecución de maniobras en todas las etapas del proceso. Los procedimientos deben seleccionarse de acuerdo a los siguientes criterios:

- 1.- Historial de accidentes e incidentes.
- 2.- Complejidad del procedimiento.
- 3.- Los riesgos inherentes en llevar a cabo dicha actividad (es decir, si hay que realizar la actividad en caso de emergencia).

Para analizar los procedimientos operativos de los procesos seleccionados por el equipo de análisis de riesgo, se utiliza una extensión lógica de la técnica de análisis HazOp. Los procedimientos individuales se analizan también usando palabras guía. Las palabras guía de la tabla No. VII.51 se aplican a cada uno de los pasos del procedimiento para identificar los posibles errores humanos que un operador puede cometer durante la ejecución de ese paso del procedimiento. El equipo de análisis de riesgo debe determinar las características del equipo, del entorno laboral, de los instrumentos y de los procedimientos mismos que pueden contribuir a la comisión de errores humanos.

Tabla VI.7.- Palabras guías para los pasos de los procedimientos.

Palabras guía	Definición
Falta de paso en el procedimiento.	El paso no está presente en el procedimiento actual, a pesar de su importancia para poder alcanzar la intención del procedimiento en condiciones seguras.
No se realiza el paso.	El paso no se ejecuta, se completa parcialmente, o bien se ejecuta demasiado tarde.
El paso se realiza incorrectamente.	El paso se ejecuta sobre otro dispositivo o de manera diferente a la especificada. También puede significar que otra acción se realiza simultáneamente con este paso, o que el paso se ejecuta fuera de secuencia.

Asuntos específicos del análisis.

Considerando el amplio rango de factores que pueden contribuir a incidentes potenciales en los procesos el equipo de análisis de riesgo también realizó un análisis comprensivo de los procesos que se lleva a cabo en la instalación y sus operaciones en los que se trataron temas mencionados como los que a continuación se muestran:

Peligros en los procesos.

Utilizando la técnica de identificación de riesgos HazOp, el equipo identificó y evaluó los riesgos asociados debidos a la naturaleza misma de los materiales procesados a las condiciones de los procesos y a la magnitud de los inventarios.

La experiencia de los miembros del equipo de análisis de riesgo en la operación de los procesos contribuyó a garantizar una cobertura global de los riesgos de los procesos. El equipo de análisis de riesgo analizó los riesgos en los procesos para varios modos operativos, incluyendo la operación normal, arranque, paro normal y la pérdida de servicios auxiliares críticos. Los peligros de interés incluyen todos aquellos que pueden generar una liberación de material peligroso que resulte en cuatro tipos de consecuencias hacia un receptor que se ha establecido, estas consecuencias son:

- Daños o heridas graves a las personas (Seguridad y salud de los vecinos).
- Impacto al Medio Ambiente (Efectos en el Centro de Trabajo, Efectos fuera del Centro de Trabajo, Descargas y Derrames).
- Afectación al Negocio (Pérdida de producción, Daños a las instalaciones, Efecto Legal y Daños en propiedad a terceros).
- Afectación a la imagen (Atención de los medios al evento).

Incidentes previos.

En el transcurso de las sesiones de trabajo el equipo de análisis de riesgo discutió incidentes relevantes de acuerdo a su experiencia, lo que permitió que se consideraran como podrían ocurrir problemas adicionales a los expuestos o en su caso, probablemente volver a repetirse por presentar las mismas condiciones en la instalación de acuerdo a lo descrito del evento.

Controles de ingeniería y administrativos.

La aplicación de las técnicas de análisis utilizadas en este estudio, estableció como primer paso que se tiene un control estricto de los controles administrativos y de ingeniería en las diferentes partes de los procesos en cuanto a su efectividad de mitigar, prevenir, detectar la liberación de sustancias peligrosas. En el HazOp se postularon las desviaciones en el proceso y se somete a análisis las posibles consecuencias de interés ya establecidas que de esta se derivan.

Uno de los ejemplos de control o referidas como salvaguardas que fueron consideradas para el análisis, incluyeron controles de ingeniería y de tipo administrativo (Sistema de Detección Electrónica de Fuga, Sistema de Paro de Emergencia, Válvulas de corte rápido en mangueras y dispensarios (Shut Off) y Plan de respuesta a Emergencias).

En la columna del HazOp “salvaguardas” se muestran estos tipos de controles, siendo oportuno señalar que en las sesiones y el reporte HazOp se consideraron e hicieron mención y referencia, de salvaguardas genéricas en donde sean respectivamente aplicables para eventos de liberación de sustancias químicas peligrosas cuando por tener características y condiciones similares se pueden expresar y contemplar en referencias accesibles y factibles.

Cuando el equipo de análisis no encontró un control de tipo administrativo o de ingeniería o en su caso se evaluó con carencia para mitigar las consecuencias, emitió recomendaciones para mejorar, complementar o en su caso implantar física o ejecutivamente las acciones necesarias para mitigar las consecuencias.

Consecuencias de falla en los controles.

La técnica HazOp implica la documentación de los escenarios de las consecuencias de interés más verosímiles, para lo cual no se considera la actuación o activación de las salvaguardas existentes; este enfoque es para evaluar el máximo nivel de riesgo y las peores consecuencias de acuerdo con las fallas totales de los controles administrativos y de ingeniería, una vez documentadas las consecuencias se identifican todos los controles administrativos y de ingeniería para proteger a la instalación contra dicho escenario, siendo reiterativo que cuanto más sean identificadas y calificadas las consecuencias mayor deberá ser la existencia de los controles administrativos, los de ingeniería y su confiabilidad. La identificación de escenarios que conllevan a consecuencias de menor impacto respecto a las establecidas y que se identificaron, fueron evaluadas, pero solamente las que llegaron a ser consideradas como las de mayores consecuencias de interés, fueron asentadas en el análisis.

Aplicación del análisis HazOp.

La aplicación de la metodología HazOp se realizó mediante reuniones de especialistas para conformar un grupo multidisciplinario, en donde se contó con la participación de especialistas de NatGas Querétaro S.A.P.I. de C. V. y de PSI Proyectos y Soluciones Inteligentes S.A. de C.V., la reunión fue llevada a cabo el día 18 de junio de 2018.

En la siguiente tabla se describe la relación de nodos y desviaciones analizados.

Tabla VI.8.- Lista de nodos y desviaciones para el análisis HazOp.

No.	Nombre	Desviaciones	
1	Línea de Succión Gas Natural 4"-GNSJR-001-CS, a paquete de - compresión. Incluye Estación de Regulación y Medición (ERM) y estación de filtración y secado.	1.1	Alta presión
		1.2	Baja presión
		1.3	Bajo flujo/No flujo
		1.4	Alta concentración
		1.5	Alto nivel
		1.6	Fuga y/o ruptura
		1.7	Incendio
2	Paquete de compresión de 4 etapas (Motor, Compresor, Separadores, Botellas de succión-descarga, Tuberías, Enfriador).	2.1	Alta presión
		2.2	Baja presión
		2.3	Bajo flujo/No flujo
		2.4	Alta temperatura
		2.5	Alto Nivel
		2.6	Alta vibración
		2.7	Fuga y/o ruptura
		2.8	Incendio
3	Paquete de almacenamiento de gas natural comprimido (32 recipientes cilíndricos verticales de 125 lbs. cada uno).	3.1	Baja Presión
		3.2	Alta Presión
		3.3	Bajo Nivel
		3.4	Alto Nivel
		2.5	Fuga y/o ruptura
		2.6	Incendio

No.	Nombre	Desviaciones	
4	Línea de descarga de Gas Natural Comprimido de 1" Ø, de paquete de almacenamiento a surtidores.	4.1	Alta presión
		4.2	Baja presión
		4.3	Bajo flujo/No flujo
		4.4	Fuga y/o ruptura
		4.5	Incendio

Resultados del análisis HazOp.

Las tablas, resultado de la aplicación de la metodología HazOp para la Estación de Servicio, se muestran en el **Anexo "5.5"**.

Como resultado de la aplicación de la metodología HazOp, se obtiene una relación de escenarios de peligros los cuales se muestran en la tabla VI.9.

Tabla VI.9.- Relación de escenarios.

Nombre del escenario	Clave del escenario	Descripción	Consecuencias
Peor Caso	NGQ-EDS-SJDR-PC-1	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 32 recipientes cilíndricos verticales de 125 lt. cada uno.	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	NGQ-EDS-SJDR-CA-1	Liberación de Gas Natural, causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø. Diámetro de la fuga 1.2".	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Más Probable	NGQ-EDS-SJDR-CMP-1	Liberación de Gas Natural, causado por pérdida de integridad mecánica en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø. Diámetro de la fuga 0.6"	Fuga de gas con ignición (<i>flash fire</i> , <i>jet fire</i>) con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

Nombre del escenario	Clave del escenario	Descripción	Consecuencias
Caso Alterno	NGQ-EDS-SJDR-CA-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 1”.	Fuga de gas con explosión de nube de vapor, con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	NGQ-EDS-SJDR-CMP-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por corrosión en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 0.2”.	Fuga de gas sin ignición con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como “**El Peor Caso (PC)**”, el cual deberá corresponder a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto.

** Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como “**El Caso Más Probable (CMP)**”, el cual deberá corresponder con base a la experiencia del personal operativo, el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

*** Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será determinado como “**El Caso Alterno (CA)**”, el cual deberá corresponder a la liberación accidental de un material o sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Probable.

Hojas de Trabajo HazOp.

Las Hojas de Trabajo del HazOp por nodo y escenarios de riesgos analizados aplicando las variables y parámetros del proceso y las palabras guías utilizadas por el grupo multidisciplinario en cada una de las sesiones, se presentan en el **Anexo “5.5”**.

Recomendaciones HazOp.

Durante el desarrollo del análisis de los escenarios, el grupo multidisciplinario realizó las recomendaciones que consideró necesarias para Prevenir, Reducir o Mitigar las consecuencias de cada desviación. En el **Anexo “5.6”**, se presentan dichas recomendaciones.

Método Matriz de Riesgo.

La jerarquización por Matriz de Riesgos, es una técnica que permite clasificar por su grado de riesgo, los escenarios de peligro identificados.

La aplicación de los factores de Frecuencia y Consecuencia estimados para cada escenario permite obtener su Nivel de Riesgo y su ubicación dentro de las cuatro zonas en las que se ha dividido la matriz:

Tipo A.- Zona de Riesgo No Tolerable: El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo “A” representa una situación de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a tipo C o de preferencia a tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días.

Tipo B.- Zona de Riesgo Indeseable: El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse Controles Temporales Inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

Tipo C.- Zona de Riesgo Aceptable con Controles: El riesgo es significativo, pero se pueden acompañar las acciones correctivas con el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

Tipo D.- Zona de Riesgo Tolerable: El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención y reducción conjuntamente con otras mejoras operativas.

Durante este análisis, se toman en consideración los receptores de afectaciones del riesgo identificado: **Personal**, **Población**, **(IA)** Ambiente, **IP** Instalación Producción (ver tabla VI.11).

A continuación, se muestran las tablas de los índices de frecuencia y consecuencia empleados para identificar el índice de riesgo de cada evento o escenario planteado.

Tabla VI.10.- Niveles de frecuencia.

Clasificación	Tipo	Descripción de la frecuencia de ocurrencia
F6	Muy frecuente	Ocorre una o más veces en un año
F5	Frecuente	Ocorre una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años
F4	Poco frecuente	Ocorre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años
F3	Raro	Ocorre una o más veces en un periodo mayor a 10 años
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la Instalación.
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro

Fuente: Documento PSI-PRO-OP-001-2017, Revisión 001, "Procedimiento para elaborar estudios de Análisis de Riesgos de los Procesos con las técnicas: HazOp y Análisis de Consecuencias". Ver **Anexo "5.3"**.

Tabla VI.11.- Niveles de consecuencia.

Categoría de la consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto ambiental	Perdida o diferimiento de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que pueden generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500,000,000	>500,000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que pueden generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	>50,000,000 a 500,000,000	>50,000,000 a 500,000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención medica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generan de 1 a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 horas	>5,000,000 a 50,000,000	>5,000,000 a 50,000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención medica que pueda generar una incapacidad	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requiere acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que llevan hasta 1 hora.	>500,000 a 5,000,000	>500,000 a 5,000,000

Categoría de la consecuencia (Impacto)	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto ambiental	Perdida o diferimiento de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50,000 a 500,000	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

Fuente: Documento PSI-PRO-OP-001-2017, Revisión 001, “Procedimiento para elaborar estudios de Análisis de Riesgos de los Procesos con las técnicas: HazOp y Análisis de Consecuencias”. Ver **Anexo “5.3”**.

A continuación, se muestran las Tablas VI.12 y VI.13 con los valores de las Frecuencias y Consecuencias aplicadas durante las reuniones multidisciplinarias.

Tabla VI.12.- Matriz para la estimación del índice de riesgo.

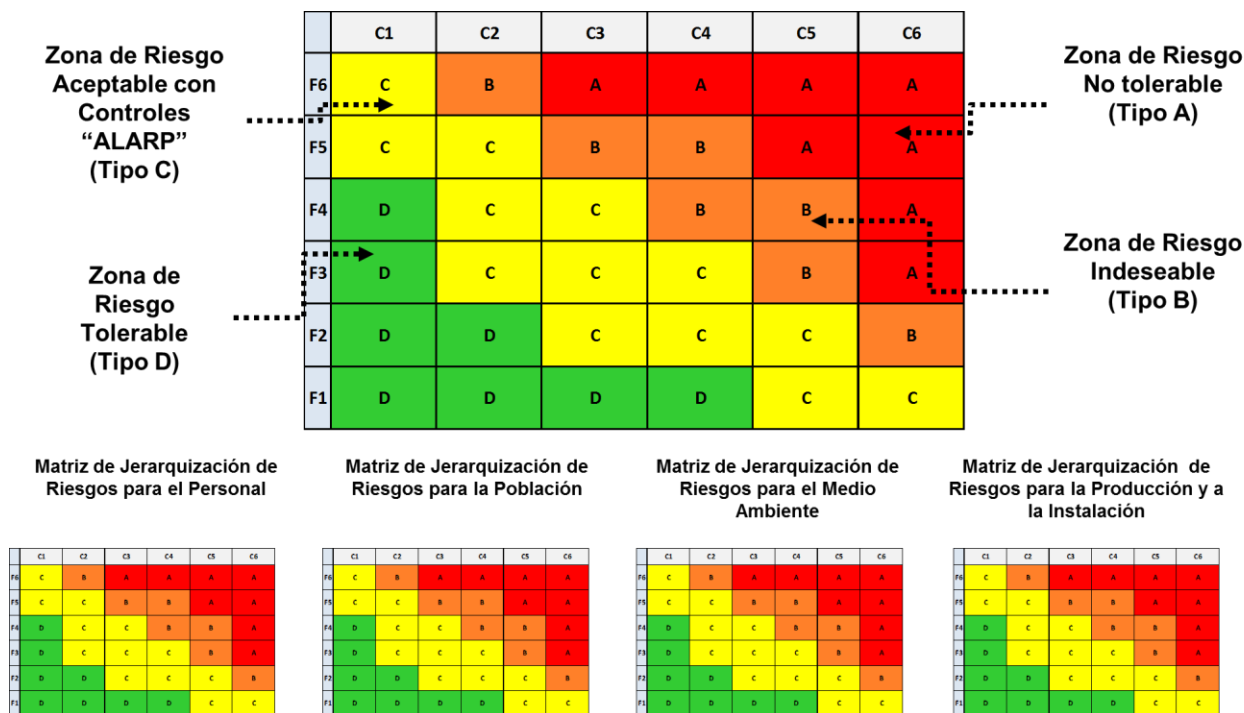


Tabla VI.13.- Clasificación de riesgos.

ÍNDICE DE RIESGO	CLASIFICACIÓN
A	NO TOLERABLE
B	INDESEABLE
C	ACEPTABLE CON CONTROLES
D	TOLERABLE

La aplicación de las Frecuencias del escenario y la Consecuencia esperada para cada uno de los receptores, Personal, Ambiente, Negocio e Imagen, se representan en su respectiva matriz, la cual contiene los criterios del documento normativo para cada una de las cuatro clasificaciones de riesgo representadas por medio de colores Rojo, Naranja, Amarillo y Verde, correspondientes al Riesgo Intolerable, Riesgo Indeseable, Riesgo Aceptable con Controles y Riesgo Razonablemente Aceptable, respectivamente como se muestra en las tablas VI.14, VI.15, VI.16 y VI.17.

Conforme a los resultados de clasificación de riesgos, se deberán considerar los siguientes criterios en las conclusiones del análisis:

- En caso que la ponderación de escenarios por frecuencia y consecuencia, exceda la región Riesgo Aceptable con controles (Amarilla), es decir, que los escenarios se encuentren en la región de Riesgos Indeseables (Naranja) y Riesgos Intolerables (Roja); se debe considerar, realizar una identificación de los escenarios, a los cuáles se les debe considerar invariablemente en el análisis de consecuencias y recomendar el desarrollo de un análisis detallado de frecuencia.
- Para los escenarios que se ubican la región de Riesgos Aceptables (verde) y Riesgo Aceptable con controles (amarilla), se debe considerar la atención a las recomendaciones generadas en la identificación de riesgos, con la finalidad de evitar la degradación de la seguridad y su condición de riesgo se desplace a la definida como Indeseable o Intolerable.

Evaluación de la frecuencia y consecuencia de los escenarios.

Se evaluaron los escenarios de riesgo identificados para la Estación de Servicio “San Juan del Río” de la empresa NatGas Querétaro S.A.P.I. de C. V. A continuación, se presentan dichos resultados, los cuales fueron clasificados en la Matriz de Riesgo que se indica en la tabla VI.12.

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños al personal, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

Tabla VI.14.- Matriz de riesgo por daños al *Personal*.

		CONSECUENCIA					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
FRECUENCIA/AÑO	F6						
	F5		3.1, (1)				
	F4						
	F3	1.1, 1.2, 2.2, 3.2 (4)	2.1, 2.3 (2)				
	F2						
	F1						

En la matriz por daños al Personal (Tabla VI.14) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **A** (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **B** (indeseable).
- 3 (tres) se ubican en la zona de riesgo **C** (aceptable con controles).
- 4 (cuatro) se ubican en la zona de riesgo **D** (razonablemente aceptable).

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños al ambiente, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

Tabla VI.15.- Matriz de riesgo por daños al *Ambiente*.

		CONSECUENCIA					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
FRECUENCIA/AÑO	F6						
	F5		3.1 (1)				
	F4						
	F3	3.2 (1)	1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, (5)				
	F2						
	F1						

En la matriz por daños al Ambiente (Tabla VI.15) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **A** (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **B** (indeseable).
- 5 (cinco) se ubican en la zona de riesgo **C** (aceptable con controles).
- 2 (dos) se ubican en la zona de riesgo **D** (razonablemente aceptable).

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños al negocio, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

Tabla VI.16.- Matriz de riesgo por daños al *Negocio*.

		CONSECUENCIA					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
FRECUENCIA/AÑO	F6						
	F5		3.1 (1)				
	F4						
	F3	3.2 (1)	1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, (5)				
	F2						
	F1						

En la matriz por daños al Negocio (Tabla VI.16) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **A** (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **B** (indeseable).
- 3 (tres) se ubican en la zona de riesgo **C** (aceptable con controles).
- 4 (cuatro) se ubican en la zona de riesgo **D** (razonablemente aceptable).

En la siguiente tabla, se presenta la matriz de consecuencias por daños a la imagen de la empresa, entre paréntesis se indica el número total de escenarios que se localizan en cada categoría.

Tabla VI.17.- Matriz de riesgo por daños a la *Imagen de la Empresa*.

		CONSECUENCIA					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
FRECUENCIA/AÑO	F6						
	F5		3.1 (1)				
	F4						
	F3		1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.2 (6)				
	F2						
	F1						

En la matriz por daños a la Imagen de la Empresa (Tabla VI.17) se ponderaron 7 escenarios de riesgo, observando que la distribución de los mismos es la siguiente:

- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **A** (intolerable).
- Ninguno se encuentra en la zona de riesgo **B** (indeseable).
- 4 (cuatro) se ubican en la zona de riesgo **C** (aceptable con controles).
- 3 (tres) se ubican en la zona de riesgo **D** (razonablemente aceptable).

A continuación, se incluye un resumen de las jerarquizaciones de riesgo en el sistema de estudio, de acuerdo a cada uno de los nodos evaluados.

Tabla VI.18.- Tabla de Jerarquización de Riesgos.

No.	Descripción del Nodo	No.	Desviaciones	RIESGO			
				Pe	Po	IA	IP
1	Línea de Succión Gas Natural 4"-GNSJR-001-CS, a paquete de -compresión. Incluye Estación de Regulación y Medición (ERM) y estación de filtración y secado.	1.1	Alta presión	D2	D2	D4	D4
		1.2	Baja presión	D2	D2	D4	D2
		1.3	Bajo flujo/No flujo	D2	D2	D4	D4
		1.4	Alta concentración	D4	D4	D4	D4
		1.5	Alto nivel	D3	D3	D3	D3
		1.6	Fuga y/o ruptura	D4	D4	D4	D4
		1.7	Incendio	D3	D3	C6	D3
2	Paquete de compresión de 4 etapas (Motor, Compresor, Separadores, Botellas de succión-descarga, Tuberías, Enfriador).	2.1	Alta presión	D3	D3	C6	D3
		2.2	Baja presión	C5	C5	C10	C5
		2.3	Bajo flujo/No flujo	D2	D2	D4	D4
		2.4	Alta temperatura	D1	D1	D2	D1
		2.5	Alto Nivel	D3	D3	C6	C6
		2.6	Alta vibración	C5	C5	C10	C10
		2.7	Fuga y/o ruptura	C5	C5	C10	C10
		2.8	Incendio	C5	C5	C10	C5
3	Paquete de compresión de 4 etapas (Motor, Compresor, Separadores, Botellas de succión-descarga, Tuberías, Enfriador).	3.1	Baja Presión	D3	D3	C6	D3
		3.2	Alta Presión	C5	C5	C10	C5
		3.3	Bajo Nivel	D2	D2	D4	D4
		3.4	Alto Nivel	D1	D1	D2	D1
		3.5	Fuga y/o ruptura	D3	D3	C6	C6
		3.6	Incendio	C5	C5	C10	C5
4	Línea de descarga de Gas Natural Comprimido de 1" Ø, de paquete de almacenamiento a surtidores.	4.1	Baja Presión	D3	D3	C6	D3
		4.2	Alta Presión	C5	C5	C10	C5
		4.3	Bajo Nivel	D2	D2	D4	D4
		4.4	Alto Nivel	D1	D1	D2	D1
		4.5	Incendio	C5	C5	C10	C5

Relación de los riesgos analizados, evaluados y jerarquizados por tipo.

De las tablas “Jerarquización de Riesgos mediante Matriz de Riesgo”, presentadas anteriormente se pueden resumir los siguientes comentarios:

- Para el caso de la Estación de Servicio “San Juan del Río” de NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V., **NO** se encontraron escenarios ubicados en la zona de Riesgo Indeseable, en ninguno de los receptores de impacto al Personal, Ambiente, Negocio e Imagen.
- De la evaluación de jerarquización de matriz de riesgos se ha determinado que los escenarios de riesgo que se encuentran en las zonas de Riesgo Aceptable con Controles (Región Amarilla) y Riesgo Razonablemente Aceptable (Región Verde), debe de darse cumplimiento a las recomendaciones emitidas en la identificación de riesgos para evitar que la seguridad se degrade a Riesgo Indeseable (región naranja).
- Se debe mantener la integridad y confiabilidad mecánica y control de proceso, para reducir la probabilidad de que se produzcan los escenarios de fuga y/o derrame, por lo que, se debe garantizar la operación y actuación en demanda de los sistemas de emergencias a instalar o dispositivos de protección para la mitigación de las afectaciones.

VI.3. Determinar los radios potenciales de afectación, a través de aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo, identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Los escenarios de riesgo que mostraron el índice de riesgo más probable y el índice de riesgo más alto o catastrófico en la metodología HazOp, serán consideradas para desarrollar las modelaciones matemáticas de emisión de la sustancia manejada mediante el apoyo del Software PHAST 7.2.1 (Process Hazard Analysis Software Tool), que es un modelo de dispersión elaborado por la Det Norske Veritas (DNV). El propósito fundamental del simulador PHAST, es proporcionar al personal de planeación, métodos integrados para evaluar el riesgo de la dispersión de fugas o un posible incendio, relacionados con la descarga de materiales peligrosos en el ambiente. El programa aumenta el conocimiento de las características de eventos y riesgos de accidentes potenciales y también proporciona las bases para la planificación de emergencias (Radios Potenciales de Afectación).

Los modelos matemáticos de dispersión de gases se utilizan con dos propósitos, para evaluar riesgos y planear respuestas a una emergencia, y proveer información guía para los cuerpos de respuesta de emergencia durante la liberación del material. La modelación se puede utilizar para predecir los efectos de varios escenarios de liberación accidental, y establecer cuales escenarios representarían el mayor riesgo al personal de la instalación, la comunidad y el medio ambiente.

Con lo que respecta a las posibles situaciones de riesgo que puede presentarse en la etapa operativa de la Estación de Servicio “San Juan del Río” propiedad de NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V.; se simuló con el Software PHAST 7.2.1, los eventos de modelación de una nube de gas tiene como propósito principal el predecir el área que podría resultar afectada por la presencia del material liberado. Los efectos perjudiciales dependen de las propiedades peligrosas del material liberado. Para materiales inflamables, la presencia de concentraciones de gas dentro de los límites de inflamabilidad del material es la de mayor interés debido a que en ese intervalo se puede generar un incendio o explosión, estos pueden generarse por eventos de corrosión o pérdida de integridad mecánica. Para estas consecuencias se determinaron los radios de afectación para las zonas de alto riesgo y los de amortiguamiento, con la finalidad de estimar y observar las repercusiones al Personal, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

Criterios utilizados para el análisis cuantitativo.

Para proporcionar los datos al simulador PHAST, se consultó la siguiente información con la finalidad de dar un análisis más claro e interpretar mejor los posibles riesgos evaluados:

- Planos Mecánico de la Estación de Servicio (ME-01 y ME-02).
- Diagrama de Tuberías e Instrumentación (D.T.I).
- Plano Arquitectónico de Conjunto (A-001).
- Consulta de estadísticas de accidentes por fuga o en instalaciones similares (Estaciones de Servicio de GNC).
- Los resultados obtenidos con la aplicación de la Metodología de Riesgo HazOp (Hazard and Operability).

Datos de entrada para la simulación de los Escenarios de Riesgo.

Los datos de entrada para alimentar al Software RIESGO, se realizaron conforme a lo siguiente:

a).- Nombre del simulador utilizado: Para el presente estudio se utilizará el Software PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool), Versión 7.2.1.

b).- Nombre de la Planta o Centro de Trabajo: Estación de Servicio "San Juan del Río" propiedad de la Empresa NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V.

c).- Clave y nombre de los escenarios de riesgo: Se utilizaran las siguientes claves y nombres para identificar los siguientes escenarios de riesgo:

Tabla VI.19.- Escenarios de riesgos.

Nombre del escenario	Clave del escenario	Descripción	Consecuencias
Peor Caso	NGQ-EDS-SJDR-PC-1	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 32 recipientes cilíndricos verticales de 125 lt. cada uno.	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	NGQ-EDS-SJDR-CA-1	Liberación de Gas Natural, causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø. Diámetro de la fuga 1.2".	Fuga de gas con explosión de nube de vapor (sobrepresión), con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Más Probable	NGQ-EDS-SJDR-CMP-1	Liberación de Gas Natural, causado por pérdida de integridad mecánica en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø. Diámetro de la fuga 0.6"	Fuga de gas con ignición (<i>flash fire</i> , <i>jet fire</i>) con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	NGQ-EDS-SJDR-CA-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 1".	Fuga de gas con explosión de nube de vapor, con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.
Caso Alterno	NGQ-EDS-SJDR-CMP-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por corrosión en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 0.2".	Fuga de gas sin ignición con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

* Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como “**El Peor Caso (PC)**”, el cual deberá corresponder a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto.

** Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será denominado como “**El Caso Más Probable (CMP)**”, el cual deberá corresponder con base a la experiencia del personal operativo, el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

*** Se considerará una acción hipotética para determinar un evento que será determinado como “**El Caso Alterno (CA)**”, el cual deberá corresponder a la liberación accidental de un material o sustancia peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Probable.

d).- Condiciones ambientales del sitio: Para todos los escenarios de riesgo se tomará la temperatura ambiente promedio de la zona, la cual es de 26.5 °C, de acuerdo a la estación meteorológica más cercana.

e).- Tipo de área de localización de la instalación: La Estación de Servicio “San Juan del Río”, estará localizado en un área de tipo industrial, carretera libre a Tequesquiapan Km. 4+500, San Juan del Río, Querétaro, donde no hay viviendas en el área inmediata, colinda establecimientos comerciales e industriales y donde el terreno es generalmente plano y solo con cantidad mínima de árboles.

f).- Condiciones meteorológicas al momento de la fuga del material o sustancia peligrosa: Para cada uno de los escenarios a simular, se tomará una velocidad del viento promedio de 1.5 m/s y la estabilidad ambiental considerada será Clase “F”.

g).- Material o sustancia peligrosa bajo estudio: En el presente estudio la sustancia que podría ser liberada sería el gas natural comprimido. De acuerdo a las Hojas de Datos de Seguridad (véase **Anexo “5.1”**) es una mezcla de hidrocarburos, donde el componente de mayor porcentaje es el metano (95%), el cual presenta características de inflamabilidad y explosividad.

En este estudio los modelos utilizados son aplicables a las consecuencias de un accidente con una sustancia inflamable, la cual pone en riesgo a la población y el ambiente. Para describir la liberación de un material en un accidente químico con un material inflamable, se necesitan al menos tres tipos de modelos:

1. Modelo de fuente de liberación.
2. Modelo de dispersión de nube.
3. Modelo de radiación térmica y explosión

La aplicación del modelo, tiene como objeto integrar las propiedades intrínsecas del material y los diversos escenarios de liberación con las condiciones ambientales particulares del sitio con el fin de conocer el comportamiento de la flama (en caso de incendio), y/o dispersión de una nube con incendio o explosión. Los principales factores a considerar en el modelado son: inflamabilidad de la sustancia, estado físico, fuente de emisión, condiciones meteorológicas, características del sitio (topografía), y la ubicación de los receptores de interés.

En el presente análisis de consecuencias, se analizarán los siguientes eventos:

Tabla VI. 20.- Clase de Eventos por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas.

Clave	Nombre	Descripción
FLAM	Flamazo (Flash Fire en el idioma inglés)	Cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, se forma una nube de gas y se dispersa. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de que la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo. Las consecuencias primarias de un flamazo son las radiaciones térmicas generadas durante el proceso de combustión. Este proceso de combustión tiene una corta duración, los daños son de baja intensidad y en ocasiones provocan un chorro de fuego en el punto de fuga.
CHOF	Chorro de fuego (Jet Fire en el idioma inglés)	Si un gas inflamable licuado o comprimido es descargado de un tanque de almacenamiento o de una tubería, el material descargado a través de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro, el cual se mezcla con el aire. Si el material entra en contacto con una fuente de ignición, ignita y entonces ocurre un chorro de fuego.
BOLF	Bola de fuego (Fire Ball en el idioma inglés)	El evento de bola de fuego resulta de la ignición de una mezcla líquido/vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición (BLEVE).
EXP	Explosión	Una explosión es una descarga de energía que causa un cambio transitorio en la densidad, presión y velocidad del aire alrededor del punto de descarga de energía. Existen explosiones físicas, que son aquellas que se originan de un fenómeno estrictamente físico como una ruptura de un tanque presurizado o un BLEVE. El otro tipo de explosiones se denominan confinadas, las cuales tienen su origen en reacciones químicas que ocurren en el interior de recipientes o edificios.

Clave	Nombre	Descripción
BLEVE	Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion)	Ocurre cuando en forma repentina se pierde el confinamiento de un recipiente que contiene un líquido combustible sobrecalentado. La causa inicial de un BLEVE es usualmente un fuego externo impactando sobre las paredes del recipiente sobre el nivel del líquido, esto hace fallar el material y permite la ruptura repentina de las paredes del tanque. Un BLEVE puede ocurrir como resultado de cualquier mecanismo que ocasione la falla repentina de un recipiente y permita que el líquido sobrecalentado se vaporice. Si el material líquido/vapor descargado es inflamable, la ignición de la mezcla puede resultar en una bola de fuego (fire ball en el idioma inglés).
VCE o UVCE (según el caso)	Explosión por una Nube de Vapor (Vapor Cloud Explosión en el idioma inglés)	Puede definirse simplemente como una explosión que ocurre en el aire y causa daños por efecto de ondas de sobrepresión. Comienza con una descarga de una gran cantidad de líquido que se evapora o gas inflamable de un tanque o tubería y se dispersa en la atmósfera, de toda la masa de gas que se dispersa, sólo una parte de esta se encuentra dentro de los límites superior e inferior de explosividad. Esa masa es la que después de encontrar una fuente de ignición genera sobrepresiones por la explosión. Este evento puede ocurrir tanto en lugares confinados como en no confinados. Cuando el evento es no confinado, se le conoce como “Explosión por una Nube de Vapor no Confinada” (UVCE - Unconfined Vapor Cloud Explosión en el idioma inglés).

Fuente: Criterios Técnicos para Simular Escenarios de Riesgo por Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas, en Instalaciones de Petróleos Mexicanos DCO-GDOESSPA-CT-001.

Para definir las dimensiones de las zonas de seguridad alrededor de la instalación, el especialista de análisis de consecuencias debe utilizar los valores de referencia estipulados por la ASEA y los recomendados en la Guía con clave DCO-GDOESSPA-CT-001.

- **Zona de Alto Riesgo.**

Es la distancia a partir del punto de fuga donde de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere de ejecutar acciones de combate, control y evacuación inmediatas. En la tabla VI.21 se describen los parámetros que definen a la zona de alto riesgo.

Tabla VI.21.- Parámetros que Definen la Zona de Alto de Riesgo.

Consecuencia	Descripción
Efecto de Radiación (Radiación Térmica)	*5.0 Kw/m ² (1,500 BTU/pie ² hr) Nivel de radiación térmica suficiente para causar daños al personal si no se protege adecuadamente en 20 segundos, sufriendo quemaduras hasta de 2º grado sin la protección adecuada.
Efecto Explosivo	*0.070 kg/cm ² (1psi) Es la presión en la que se presenta demolición parcial de casas, quedando inhabitables.

Fuente: *Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental, ASEA.

- **Zona de Amortiguamiento.**

Es la comprendida entre el límite de la Zona de Alto Riesgo y la distancia que, de acuerdo a los cálculos realizados, en caso de presentarse el evento se requiere tomar medidas preventivas. En la tabla No. 27 se describen los parámetros que definen a la zona de amortiguamiento.

Tabla VI.22.- Parámetros que definen la Zona de Amortiguamiento.

CONSECUENCIA	DESCRIPCIÓN
Efecto de Radiación (Radiación Térmica).	*1.4 Kw/m ² . (400 BTU/pie2hr). Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día. No causará incomodidad durante exposición prolongada.
Efecto Explosivo.	*0.035 kg/cm ² (0.5 psi) Ventanas pequeñas o grandes usualmente fracturadas, daño ocasional a los marcos de las ventanas.

Fuente: *Guía para la presentación del Estudio de Riesgo Ambiental, ASEA.

- **Niveles de Referencia para Daño al Equipamiento y Escalamiento de los Accidentes.**

Efectos de Flamazo (Flash-Fire).

Para los efectos de Flamazo no se utiliza el flujo térmico como criterio para establecer las dimensiones de la zona intermedia de seguridad. Ello está dado por las características de este evento, especialmente el corto periodo de tiempo de exposición debido a la rapidez con que ocurre este evento. La zona de afectación queda definida por las dimensiones de la nube donde ocurre el flamazo. En la tabla VI.23 Efectos de Flamazo (Flash-Fire), se reflejan los daños esperados sobre las personas que se encuentran en la zona de afectación por un Flamazo.

Tabla VI.23.- Efectos de Flamazo (Flash-Fire).

Consecuencia	Descripción
Fuera del límite de la nube inflamable (1/2 LII)	Dado que este es el límite del área con inflamabilidad, no se esperan daños ni a personas ni equipamiento.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama (1 LSI)	La probabilidad de muerte es muy elevada, considerada incluso del 100% de las personas en las áreas abiertas, envueltas en la flama instantánea por inspiración de gases candentes. Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición de la ropa o vestidos. En el caso de personas situadas en el interior de locales, probablemente estarán protegidas –aunque sea parcialmente- de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma o por el acceso de gases candentes del flamazo a los locales. En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su mortalidad se reducirá al ser menor la superficie del cuerpo expuesta, pero los efectos pueden ser mortales por la inhalación de gases candentes, si no están provistos de protección respiratoria SCBA. No se esperan daños directos al equipamiento por Flash Fire.

Fuente: Phast Software Package Description.

Flujo de Radiación Térmica.

La evaluación de las zonas de daño a las instalaciones y el posible escalamiento del accidente hacia otras instalaciones se realiza en función de la intensidad y tiempo de exposición a los valores de referencia del flujo térmico y el valor del pico máximo de sobrepresión de la onda expansiva.

La selección de los niveles de referencia para la radiación térmica se basa en los estudios de vulnerabilidad de diferentes tipos de estructuras y equipos en función de la intensidad del flujo térmico y el tiempo de exposición.

De la tabla VI.24 Efectos por Radiación Térmica, se seleccionan los valores que serán utilizados para estimar las zonas de afectación, al personal, a la población, al ambiente e instalaciones.

Tabla VI.24.- Efectos por Radiación Térmica.

Radiación térmica (Kw/m²)	Efecto observado
37.5	Suficiente para causar daños al equipamiento de proceso, el acero estructural cede en 20 min de exposición.
25	Mínimo de energía requerido para inflamar la madera en exposición larga (sin llama iniciadora).
12.5	Mínimo de energía requerido para inflamar la madera con llama iniciadora. Fundición de tubos plásticos. Causa quemaduras de tercer grado que producen la muerte instantánea.
9.5	Se alcanza el umbral de dolor después de 8 segundos, aparecen quemaduras de 2do. Grado después de 20 seg.

Radiación térmica (Kw/m ²)	Efecto observado
5	Suficiente para causar dolor al personal si es incapaz de ponerse a cubierto en 20 seg., ampollamiento de la piel (quemaduras de 2do grado), inhabilitación de las vías de escape. NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT.
1.4	No causa incomodidad para exposiciones largas. NIVEL DE REFERENCIA SEMARNAT.

Fuente: DCO-GDOESSPA-CT-001

- Valores de referencia para evaluar vulnerabilidad de las instalaciones.
- Valores de referencia para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad.

Nube de Vapores.

Los niveles de sobrepresión a evaluar se seleccionan tomando en cuenta la vulnerabilidad de las instalaciones, las estructuras constructivas y consecuentemente las personas que se encuentran en las mismas. Para el análisis, se toma como referencia los niveles que se dan en la tabla VI. 21 parámetros que definen la zona de alto de riesgo, tabla VI. 22 parámetros que definen la zona de amortiguamiento y para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad y se seleccionan valores de la Tabla VI.25 Daños producidos por las ondas de expansivas de Explosión.

Tabla VI.25 .- Daños Producidos por las Ondas de Expansivas de Explosión.

Sobrepresión		Efecto observado
Barg	Psi	
0.0014	0.02	Ruido Audible (137 dB si es de baja frecuencia 10-15 Hz).
0.0021	0.03	Ruptura ocasional de grandes ventanas de vidrio.
0.0028	0.04	Ruido alto (143 dB), boom sónico y ruptura de vidrios.
0.0070	0.1	Ruptura de pequeñas ventanas bajo tensión.
0.0105	0.15	Presión típica para ruptura de vidrios de ventanas.
0.0207	0.3	"Distancia segura" (probabilidad 0.95 de que no se produzcan daños serios por debajo de este valor); límite de los proyectiles; algunos daños a los techos de las casas; 10% de ruptura de las ventanas de vidrio.
0.0280	0.4	Daños estructurales menores limitados.
0.0350	0.5	Las ventanas pequeñas y grandes son aplastadas. NIVEL DE REFERENCIA DE SEMARNAT.
0.05	0.7	Daños menores a estructura de las casas.
0.07	1	Demolición parcial de casas, pueden ser inhabitables/ Las láminas de asbesto son aplastadas, fallan las uniones de paneles de acero y aluminio doblándose, los paneles vuelan. NIVEL DE REFERENCIA DE SEMARNAT.
0.14	2	Colapso parcial de muros y techos de edificaciones/ Las paredes de concreto o de bloques ligeros no

Sobrepresión		Efecto observado
Barg	Psi	
		reforzadas son aplastadas.
0.16	2.3	Límite inferior de los daños estructurales serios.
0.18	2.5	50% de destrucción de los muros de ladrillo de las casas.
0.21	3	Daños ligeros a maquinarias pesadas (3000 lb) en edificios industriales. Los edificios de estructuras metálicas se distorsionan y pueden ser sacados de sus cimientos. /Los edificios de paneles de acero (con o sin marcos de refuerzo son demolidos. Ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.
0.28	4	El revestimiento de los edificios industriales ligeros se rompe.
0.35	5	Destrucción casi completa de las casas.
0.49	7	Los vagones de ferrocarril cargados se vuelcan.
0.56	8	Los paneles de ladrillos de 8-12” de espesor, no reforzados, fallan por cortante o por flexión.
0.63	9	Carros de ferrocarril cargados son destruidos completamente.
0.70	10	Probable destrucción total de edificios, las máquinas herramientas pesadas (7000 lb) son movidas y seriamente dañadas, las máquinas herramientas muy pesadas (12,000 lb) sobreviven.
21	300	Límites de los bordes del cráter de la explosión.

Fuente: DCO-GDOESSPA-CT-001

- Valores de referencia para evaluar vulnerabilidad de las instalaciones.
- Valores de referencia para definir las dimensiones de la zona intermedia de seguridad.

Explosión de Nube de Gas no Confinada (UVCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobrepresión. Para que la probabilidad de que ocurra una explosión de una nube de vapor no confinada se requiere que la masa en la nube de vapor fugada sea mayor o igual a 1000 kilogramos de acuerdo con la guía para Análisis de Riesgos Cuantitativos de Procesos Químicos de la AICHE, “Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, AICHE, CCPS, Second edition año 2000, paginas 157-217.

VI.3.1. Radios potenciales de afectación.

A continuación, se presentan los eventos de riesgo y zonas de afectación determinados con el simulador PHAST:

Tabla VI.26.- Resultados obtenidos de las simulaciones.

Clave del Escenario de Riesgo	Nombre del Escenario de Riesgo	Clave Clase de Evento	Zonas Intermedia de Salvaguarda							
			Efectos por Toxicidad		Efectos por Radiación Térmica		Flash Fire		Efectos por Sobrepresión	
			Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.
			VLE P 5 ppm (m)	VLE PPT 1 ppm (m)	5 KW/m ² (m)	1.4 KW/m ² (m)	LII (m)	0.5 LII (m)	1psi (m)	0.5psi (m)
NGQ-EDS-SJDR-PC-1	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en paquete de almacenamiento que incluye 32 recipientes cilíndricos verticales de 125 lt. cada uno.	FLAM					9.55	12.84		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF								
		BOLF			133.80	249.92				
		UVCE							82.50	135.51
		NT								
NGQ-EDS-SJDR-CA-1	Liberación de Gas Natural, causado por golpes con agentes externos en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø. Diámetro de la fuga 1.2".	FLAM					N/A	N/A		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			24.58	34.03				
		UVCE							53.45	44.28
		NT								
NGQ-EDS-SJDR-CMP-1	Liberación de Gas Natural, causado por pérdida de integridad mecánica en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø. Diámetro de la fuga 0.6"	FLAM					7.17	17.87		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			11.92	15.69				
		UVCE							16.39	21.83
		NT								

Clave del Escenario de Riesgo	Nombre del Escenario de Riesgo	Clave Clase de Evento	Zonas Intermedia de Salvaguarda							
			Efectos por Toxicidad		Efectos por Radiación Térmica		Flash Fire		Efectos por Sobrepresión	
			Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.	Riesgo	Amort.
			VLE P 5 ppm (m)	VLE PPT 1 ppm (m)	5 KW/m ² (m)	1.4 KW/m ² (m)	LII (m)	0.5 LII (m)	1psi (m)	0.5psi (m)
NGQ-EDS-SJDR-CA-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por golpes con agentes externos en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 1".	FLAM					33.87	88.95		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			44.78	65.36				
		UVCE							105.18	121.36
		NT								
NGQ-EDS-SJDR-CMP-2	Liberación de Gas Natural Comprimido (GNC), causado por corrosión en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores. Diámetro de la fuga 0.2".	FLAM					12.24	34.43		
		CHAF								
		CHAF tardío								
		CHOF			10.29	17.68				
		UVCE							29.44	45.51

VI.4. Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

De acuerdo a los eventos simulados y a los radios de afectación obtenidos, los riesgos más probables serían los que causarían menor riesgo y pueden ser causados por fallas mecánicas durante la vida útil o en actividades de mantenimiento (disminución de espesores en las tuberías, pérdida de la protección anticorrosiva, fallas en soldaduras, conexiones, etc.) en las tuberías que conducirán el gas natural comprimido hasta los surtidores y los riesgos más catastróficos pueden ser causados por fugas en los cilindros de almacenamiento, ya que es donde se concentrará el gas natural comprimido, además de los riesgos por golpes con agentes externos (fenómenos naturales, sabotajes,

automóviles u otros) en los dispensarios, pero estos se pueden minimizar debido a la frecuencia con la cual pueden presentarse.

En el **Anexo “5.7”** se muestran los resultados obtenidos mediante las simulaciones con el Software RIESGO. En el **Anexo “5.8”** se incluyen los ortomapas de localización, donde se indican los radios de afectación (zona de alto riesgo y zona de amortiguamiento) para los eventos de explosividad e inflamabilidad (**“El Peor Caso”**, **“El Caso Probable”** y **“El Caso Alterno”**).

VI.5. Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

A continuación, se describen los escenarios de riesgo y cabe hacer mención que todos son hipotéticos. Los escenarios descritos en esta sección corresponden a eventos de pérdida de contención, en los cuales se plantea que se fuga de sustancia y que esta encuentra una fuente de ignición.

Tabla VI.27.- Descripción de los escenarios de riesgo.

Clave del Escenario	Descripción.
NGQ-EDS-SJDR-PC-1:	Se supone una ruptura catastrófica en cilindros de almacenamiento de gas natural comprimido, originado por pérdida de integridad mecánica, provocándose una liberación de gas con ignición (<i>flash fire</i> , <i>fire ball</i> , <i>sobrepresión</i>). De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para radiación térmica de 133.80 m (5 Kw/m ²) y una zona de amortiguamiento de 249.91 m (1.4 Kw/m ²); para sobrepresión zona de alto riesgo de 82.50 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 135.51 m (0.5 psi). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento), área de surtidores, área de transformadores, cuarto eléctrico, así como una posible afectación a la bodega de materiales que colinda al norte con la Estación de Servicio. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.
NGQ-EDS-SJDR-CA-1:	Se supone una fuga de gas por un orificio de 1.2" Ø en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural con explosión de nube de vapor e ignición de gas. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 44.28 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 53.45 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 24.58 m (5 Kw/m ²) y una zona de amortiguamiento de 34.03 m (1.4 Kw/m ²); Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento) y área de surtidores. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.

Clave del Escenario	Descripción.
NGQ-EDS-SJDR-CMP-1:	Se supone una fuga de gas por un orificio de 0.6" Ø en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø, originado por pérdida de integridad mecánica o corrosión, provocándose una liberación de gas natural con explosión de nube de vapor e ignición de gas. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 16.39 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 121.83 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 11.92 m (5 Kw/m²) y una zona de amortiguamiento de 15.69 m (1.4 Kw/m²); Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento) y área de surtidores. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.
NGQ-EDS-SJDR-CA-2:	Se supone una fuga de gas por un orificio de 1.0" Ø en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural comprimido con explosión de nube de vapor. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 105.18 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 121.36 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 44.78 m (5 Kw/m²) y una zona de amortiguamiento de 65.36 m (1.4 Kw/m²). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento) y área de surtidores. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de venteo en surtidores, sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.

Clave del Escenario	Descripción.
NGQ-EDS-SJDR-CMP-2	Se supone una fuga de gas por un orificio de 0.2" Ø en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural comprimido con explosión de nube de vapor. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 39.44 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 45.51 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 17.68 m (5 Kw/m²) y una zona de amortiguamiento de 23.85 m (1.4 Kw/m²). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento) y área de surtidores. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de venteo en surtidores, sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contra incendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.

VI.6. Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.

A continuación, se listan las recomendaciones emitidas en el presente estudio y aprobadas por los participantes del Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER).

Tabla VI.28.- Recomendaciones técnicas-operativas derivadas de la reunión HazOp.

No.	Código	Recomendación	Clasificación Recomendación por Sistema	Mayor Nivel de Riesgo
R01	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-01	Cumplir con el programa de mantenimiento y calibración de los indicadores de presión.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R02	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-02	Presentar certificados de calidad de los materiales de tuberías, bridas, espárragos y empaques; así como de especificaciones de los instrumentos y las válvulas de proceso y control.	Calidad (C) Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R03	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-03	Presentar reportes de mantenimiento y calibración de las válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV) y válvulas de corte tipo ON/OFF (SDV).	Calidad (C) Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R04	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-04	Presentar los reportes de resultados de exámenes radiográficos y pruebas hidrostáticas de los circuitos de tubería y equipos de proceso.	Calidad (C) Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R05	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-05	Presentar evidencia de personal capacitado y adiestrado para actividades de Operación, Mantenimiento y Respuesta a emergencias en sistemas de compresión de gas.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R06	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-06	Presentar evidencias del protocolo de comunicación entre personal operativo de MAXIGAS y NATGAS, para el informe del monitoreo de las condiciones operativas y atención a emergencias.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)

No.	Código	Recomendación	Clasificación Recomendación por Sistema	Mayor Nivel de Riesgo
R07	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-07	Mantener la identificación de válvulas, equipos e instrumentos del sistema de compresión en sitio.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R08	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-08	Elaborar y difundir a todo el personal el Plan de Respuesta a Emergencias (PRE).	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R09	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-09	Realizar simulacros operacionales de acuerdo al Plan de Respuestas a Emergencias.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R10	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-10	Capacitación al personal operativo en la aplicación de primeros auxilios y uso de extintores.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R11	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-11	Dar cumplimiento al programa de mantenimiento del Sistema de Paro de Emergencia.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R12	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-12	Cumplir con el programa de mantenimiento y calibración del sistema de detección de gas.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R13	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-13	Mantener en condiciones de confiabilidad operativa el Sistema de Detección Electrónica de Mezclas Explosivas (SDEF) y Calibración de las alarmas en los detectores.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R14	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-14	Cumplir con el programa de revisión y mantenimiento del equipo contra incendios (extintores).	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R15	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-15	Cumplir con el programa de mantenimiento predictivo/preventivo a paquete de compresión (vibración, termografía, inspección con ultrasonido y líquidos penetrantes, análisis del aceite y anticongelante).	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R16	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-16	Seguimiento con el programa de mantenimiento a sistema de enfriamiento (cooler).	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)
R17	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-17	Verificar que se cuente con un botiquín de primeros auxilios en la Estación de Servicio.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo "C" (Zona Amarilla)

No.	Código	Recomendación	Clasificación Recomendación por Sistema	Mayor Nivel de Riesgo
R18	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-18	Colocar en áreas visibles los señalamientos informativos, preventivos y restrictivos, así como de los extintores para el combate de incendios.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R19	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-19	Establecer comunicación efectiva entre personal administrativo y operativo para la correcta atención de emergencias.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R20	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-20	Elaborar y difundir al personal, el procedimiento de investigación de incidentes y accidentes.	Seguridad (S)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R21	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-21	Confirmar que el sistema de paro de emergencia una vez solucionado la causa que motivo un paro, pueda ser restablecido a su condición de operación normal.	Operativo (O)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)
R22	AR-2018-NGQ-EDS-SJR-22	Cumplir programa de mantenimiento de los compresores de aire.	Mantenimiento (M)	Zona de Riesgo Aceptable con Controles Tipo “C” (Zona Amarilla)

VI.7. Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

La Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, no cuenta con auditoria de seguridad, ya que es una instalación nueva.

VI.8. Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Con el fin de cumplir con los requerimientos obligatorios que nos marca la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), para la operación segura y confiable de este tipo de infraestructura. Para el proyecto de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido "San Juan del Río" de la Empresa NatGas Querétaro S.A.P.I. de C.V.", se tienen contemplados los siguientes elementos para salvaguardar el medio ambiente, así como la seguridad del personal e instalación.

Concepto	A	B	C
1.- Sistemas y equipos.			
Sistema de Paro por Emergencia.	X	X	X
Sistemas de control de inventarios.	X		
Sistemas de monitoreo electrónico de fugas.	X		X
Sistema de venteo.	X		X
Red de tierras.			X
2.- Instalaciones.			
Alarma sonora/luminosa.	X		
Detectores de mezclas explosivas.	X		
Cerca perimetral.	X		
Cerca perimetral de concreto hidráulico en área de compresión y tanques de almacenamiento.	X		
Estructuras tubulares de protección (parachoques) en áreas de dispensarios, área de compresión, área de cuarto de control y subestación eléctrica.	X		
Instalaciones eléctricas a prueba de explosión en áreas peligrosas.			X
Cajones de estacionamiento excusivos para equipos de emergencia.			X
3.- Accesorios.			
Válvulas de seguridad (SDV).		X	
Válvulas controladoras de presión (PCV).			X
Válvulas controladoras de flujo (FCV).			X
Válvula de retención (Check)			X
Medidor de flujo másico			X
Indicadores de presión (IP).			X
Indicadores de temperatura (IT).			X
Botones de paro de emergencias.		X	X

Concepto	A	B	C
4.- Procedimientos.			
Pruebas de hermeticidad de tanques y tuberías con sistemas fijos y móviles.	X		X
Programas de mantenimiento.	X	X	X
Programas de simulacros.	X	X	X
Plan de Respuesta a Emergencias.			X
Programa Interno de Protección Civil.			X

A) Protección al medio ambiente.

B) Prevención de fugas.

C) Seguridad.

VI.9. Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

Durante el funcionamiento de la Estación de Servicio “San Juan del Río”, se promoverá que todas las actividades que se realicen se desarrollen dentro de un marco de seguridad para evitar daños al medio ambiente debido a una contingencia o accidente.

VI.10. Describir las rutas de traslado de los materiales involucrados que se consideran de alto riesgo.

La sustancia de alto riesgo es el Gas Natural Comprimido para uso automotor, las cuales se transportan a través de tuberías y se almacenan en tanques de almacenamiento (cilindros).

VII.1. Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que deberá incorporar los datos generales de la empresa (Anexo No. 1), y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento.

Conjuntamente con el presente Estudio de Riesgo Ambiental, Nivel 2, se presenta el Resumen Ejecutivo.

VII.2. Presentar el Informe Técnico del Estudio de Riesgo (Anexo No. 3).

El Informe Técnico del Estudio de Riesgo Ambiental, Nivel 2, se presenta en el Anexo “5.2”.

VII.3. Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.

El área donde se ubica la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, no es considerada como una zona con cualidades estéticas únicas o excepcionales, por lo cual, no se prevé ningún deterioro ocasionado por las actividades del centro de trabajo.

La zona es considerada como Sísmica y clasificada con la literal “B”, misma que indica la presencia de sismos de intensidad baja, por lo que este parámetro no representa un riesgo directo durante la operación del centro de trabajo. El Riesgo potencial de acuerdo a la Situación Geográfica de la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, sería la presencia de Huracanes durante los meses de Julio a Septiembre.

El análisis HAZOP, permitió identificar la totalidad de las posibles desviaciones en los parámetros de control del proceso, así como las salvaguardas tecnológicas que impedirían la desviación o mitigarían sus efectos.

La probabilidad de ocurrencia de cualquier evento considerado para la Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”, es considerablemente BAJA, debido a los sistemas y dispositivos de regulación, detección y protección con los que cuenta la instalación.

De acuerdo al Análisis de Riesgo realizado, las posibles áreas de afectación son las siguientes:

Tabla VII.1.- Descripción de los escenarios de riesgo y áreas de afectación.

Clave del Escenario	Descripción.
NGQ-EDS-SJDR-PC-1:	Se supone una ruptura catastrófica en cilindros de almacenamiento de gas natural comprimido, originado por pérdida de integridad mecánica, provocándose una liberación de gas con ignición (<i>flash fire</i> , <i>fire ball</i> , <i>sobrepresión</i>). De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para radiación térmica de 133.80 m (5 Kw/m ²) y una zona de amortiguamiento de 249.91 m (1.4 Kw/m ²); para sobrepresión zona de alto riesgo de 82.50 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 135.51 m (0.5 psi). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento), área de surtidores, área de transformadores, cuarto eléctrico, así como una posible afectación a la bodega de materiales que colinda al norte con la Estación de Servicio. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.

Clave del Escenario	Descripción.
NGQ-EDS-SJDR-CA-1:	Se supone una fuga de gas por un orificio de 1.2" Ø en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural con explosión de nube de vapor e ignición de gas. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 44.28 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 53.45 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 24.58 m (5 Kw/m ²) y una zona de amortiguamiento de 34.03 m (1.4 Kw/m ²); Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento) y área de surtidores. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.
NGQ-EDS-SJDR-CMP-1:	Se supone una fuga de gas por un orificio de 0.6" Ø en línea de succión de gas de proceso de 4" Ø, originado por pérdida de integridad mecánica o corrosión, provocándose una liberación de gas natural con explosión de nube de vapor e ignición de gas. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 16.39 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 121.83 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 11.92 m (5 Kw/m ²) y una zona de amortiguamiento de 15.69 m (1.4 Kw/m ²); Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento) y área de surtidores. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.

Clave del Escenario	Descripción.
NGQ-EDS-SJDR-CA-2:	Se supone una fuga de gas por un orificio de 1.0" Ø en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural comprimido con explosión de nube de vapor. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 105.18 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 121.36 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 44.78 m (5 Kw/m ²) y una zona de amortiguamiento de 65.36 m (1.4 Kw/m ²). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento) y área de surtidores. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de venteo en surtidores, sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.
NGQ-EDS-SJDR-CMP-2	Se supone una fuga de gas por un orificio de 0.2" Ø en línea de descarga de paquete de almacenamiento a surtidores, originado por golpes con agentes externos o actos vandálicos, provocándose una liberación de gas natural comprimido con explosión de nube de vapor. De presentarse este evento generaría una zona de alto riesgo para sobrepresión zona de alto riesgo de 39.44 m (1 psi) y una zona de amortiguamiento de 45.51 m (0.5 psi) para radiación térmica zona de alto riesgo 17.68 m (5 Kw/m ²) y una zona de amortiguamiento de 23.85 m (1.4 Kw/m ²). Los equipos que se verían afectados serían la propia infraestructura de la Estación de Servicio tales como la Estación de Regulación y Medición (ERM), Estación de Filtración, área de recinto (Compresión y Almacenamiento) y área de surtidores. El personal que se vería afectado sería personal de NATGAS y público en general que se encuentren al momento del suceso. Las salvaguardas con que se cuenta para la reducción y atención de estos eventos son los siguientes: Indicadores y Transmisores de Presión (ITP), válvulas de exceso de flujo (EFV), válvulas de relevo de presión (PSV), válvulas de corte rápido (on/off), válvulas check (CV), válvula de bola (VB), sistema de venteo en surtidores, sistema de detección de mezclas explosivas, sistema de alarma y paro por emergencia, sistema contraincendio (extintores), monitoreo de atmosferas explosivas (inflamables y explosivas), sistema de alarmas sectoriales (visuales y audibles), mantenimiento preventivo y correctivo a equipos, tuberías e instrumentos del sistema, procedimientos operativos, Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), entre otros. También se cuenta con el apoyo de instituciones tales como: Protección Civil, Cruz Roja, Policía y Tránsito Municipal, Policía Federal, IMSS, ISSTE y PROFEPA.

VII.3.1. Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

Para una mejor referencia ver los puntuales VI.6 y VI.8 del capítulo VI.

VII.4. Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

Mediante la elaboración del presente Estudio de Riesgo Ambiental, se determinan las siguientes conclusiones:

1. Las etapas que comprende el proyecto cumplirán con la normatividad en materia de seguridad industrial, operación y mantenimiento para evitar riesgos al personal, a la población aledaña y al ambiente.
2. El proyecto fue diseñado con códigos, especificaciones y normas nacionales e internacionales de diseño de equipos y tuberías aplicables y en base a los **Requisitos Mínimos de Seguridad señaladas en la NOM-010-SECRE-2002 y NOM-010-ASEA-2016.**
3. El área de estudio es considerada una zona sísmica de baja o nula intensidad, identificada como una zona tectónicamente estable, por lo que el terreno no es susceptible a sismos, corrimientos de tierra, derrumbes, ni hundimientos de tierra, tampoco existe pérdida de suelo, además de que no se tiene registro de accidentes ocasionados por terremotos.
4. De acuerdo a las variables climatológicas para el área de proyecto, los efectos meteorológicos adversos no representan un factor determinante de riesgo para la operación y mantenimiento de la Estación de Servicio.

5. El proyecto contará con la infraestructura básica necesaria para operar con seguridad (ver hojas de trabajo en Anexo “5.5”), incluyendo rutas de evacuación y puntos de reunión, Planes de Respuesta a Emergencias (PRE), procedimientos de operación y programas de mantenimiento preventivo y correctivo, entre otros.
6. El estudio realizado a la Estación de Servicio “San Juan del Río”, nos llevó a la identificación de escenarios de riesgos que requieren que se realicen acciones para disminuir el riesgo.
7. A partir de la aplicación de la Técnica HazOp, se analizaron 8 Nodos y se propusieron un total de 27 recomendaciones. Las recomendaciones emitidas por el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER), están fundamentadas en la normatividad actual y en las buenas prácticas de ingeniería y están enfocadas a la disminución del peligro durante la operación del Proyecto de **“Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”**.
8. La técnica aplicada para la identificación de los escenarios de riesgo, fue la metodología Análisis de Peligro y Operabilidad (HazOp), la cual es una metodología cualitativa, que de manera sistemática identifica los riesgos de posibles desviaciones durante la Operación de la Estación de Servicio, así como sus consecuencias y causas en función de las protecciones existentes. Los resultados de esta metodología durante la reunión multidisciplinaria se incluyen en el Anexo “5.5”.

9. Para calcular el valor de riesgo ambiental, se determinaron los valores de frecuencia y consecuencia de manera cuantitativa, utilizando como base una Matriz de Riesgo 6 x 6 que fue tomada del procedimiento PSI-PRO-OP-001-2017 “Procedimiento para elaborar estudios de Análisis de Riesgos de Procesos con las técnicas: HazOp y Análisis de Consecuencias”, con el objetivo de valorar cada situación de riesgo identificado. La Matriz para medir el riesgo se formo con dos variables:

- a).- Probabilidad de liberación de la sustancia (gas natural comprimido).
- b).- Severidad de las consecuencias en caso de liberación de la sustancia (gas natural comprimido) y sus repercusiones al Personal, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

Al multiplicar estas dos variables se obtiene un valor que además de representar el riesgo, permite determinar las situaciones de riesgo de mayor severidad.

10. Se desarrolló el análisis de consecuencias mediante el Software RIESGO (Recursos Instrumentales para la Evaluación Sistematizada de Grandes Riesgos), Versión 2.10, licencia de uso No. 930755, para 3 escenarios de riesgo (Peor Caso, Caso de Mayor Riesgo y Caso Alterno), simulando los eventos de incendio (inflamabilidad) y explosión (Sobrepresión). Posteriormente se representaron los radios de afectación de zonas de alto riesgo y amortiguamiento, en ortomapas con imágenes satelitales de fecha 17 de Febrero de 2017, obtenidas a través de la fuente Google Earth Plus.

11. Los riesgos que pueden presentarse durante la Operación de la Estación de Servicio, son una fuga de gas natural comprimido con o sin ignición, con formación de nube explosiva (*sobrepresión*). De acuerdo a la metodología de identificación de riesgo empleado (HazOp) y a los radios de afectación obtenidos mediante el simulador RIESGO, los eventos de riesgo más catastróficos (considerados en este estudio como “**Peor Caso**”), sería una fuga de gas con posibilidad de generarse una nube explosiva, con posibles daños a las Personas, al Ambiente, al Negocio y a la Imagen de la Empresa.

12. Todos los escenarios de riesgos descritos en el presente estudio son hipotéticos y corresponden a eventos de pérdida de contención, en los cuales se plantea que se fuga la sustancia y que esta encuentra una fuente de ignición.

13. De lo anteriormente expuesto, se concluye que la operación para el proyecto denominado “**Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”**”, es **ACEPTABLE** desde el punto de vista de Riesgo Ambiental, considerando que se cumplirán todas las medidas de seguridad que se indican en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-010-SECRE-2002 “Gas Natural Comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio” y NOM-010-ASEA-2016 “Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores”, ya que todas serán sometidas a pruebas muy rigurosas que garanticen la seguridad de la instalación. Así mismo, se sigan y cumplan los lineamientos, procedimientos y recomendaciones descritas en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

14. Igualmente se concluye que el proyecto denominado: “**Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso automotor “Estación San Juan del Río”** es VIABLE en materia de riesgo ambiental, ya que de acuerdo al presente Estudio de Evaluación de Riesgo Ambiental tiene un Índice de Riesgo Aceptable en las condiciones de operación con las que se pretende poner en funcionamiento (debiendo proporcionar atención indicada a las medidas de seguridad y/o controles, además de seguir y cumplir los lineamientos, procedimientos y recomendaciones descritas en el presente Estudio de Riesgo), ya que la frecuencia o probabilidad con la que pueden presentarse eventos de riesgos mayores (golpes con agentes externos) en el área de compresión, sistema de almacenamiento o tuberías son remotos, por lo tanto, esto disminuye el índice de riesgo.



En la fotografía se observa de lado izquierdo la Av. Central San Juan del Río Tequisquiapan Km 4.5 San Juan del Río, Zona Industrial Valle de Oro, San Juan del Río, Querétaro la "Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso Automotor NATGAS Estación San Juan del Río" se localizan señalamientos de acceso a los surtidores (canopy), se cuenta con protecciones tubulares, sistema de desfuegos, extintores de polvo químico seco y dispositivos de PARO DE EMERGENCIA.



La “Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso Automotor NATGAS Estación San Juan del Río” cuenta con señalamientos de ENTRADA vehicular, protecciones tubulares, drenajes pluviales y áreas de estacionamiento.



En la fotografía se observa de lado izquierdo la Av. Central San Juan del Río Tequisquiapan Km 4.5 San Juan del Río, Zona Industrial Valle de Oro, San Juan del Río, Querétaro la "Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso Automotor NATGAS Estación San Juan del Río" se localizan señalamientos de acceso a los surtidores (canopy), se cuenta con protecciones tubulares, sistema de desfogues, extintores de polvo químico seco y dispositivos de PARO DE EMERGENCIA, señalamiento de punto de reunión y drenaje pluvial.



Oficinas administrativas de la Compañía NATGAS, de lado inferior derecho un extintor de poco químico seco, señalamientos de acceso, áreas de estacionamiento y drenajes pluviales con declive. En la "Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso Automotor NATGAS Estación San Juan del Río"

Vista de los surtidores o bahías (canopy) cuarto surtidores para carga de GNC de dos automotores cada uno (ocho surtidores) y dos en etapa de instalación (cuatro surtidores), protecciones tubulares en cada uno en ambos lados, señalamientos en cada uno, drenajes pluviales, extintores de polvo químico seco, punto de reunión en el piso, desfuegos de gas en cada surtidor y dispositivos de PARO DE EMERGENCIA en la "Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso Automotor NATGAS Estación San Juan del Río"





Oficinas administrativas de la Compañía Natgas, en la que se observa COMEDOR, SALA DE JUNTAS, áreas de reportes y oficina de encargado, en la "Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso Automotor NATGAS Estación San Juan del Río"

Oficinas administrativas de la Compañía Natgas, en la que se observa sala de juntas de MANTENIMIENTO Y BODEGA, áreas de reportes en la "Estación de Servicio de Gas Natural Comprimido para uso Automotor NATGAS Estación San Juan del Río"





Oficinas del SITE y CONTEO para el registro de insumos y ventas, cuenta con puertas de material sólido y dispositivos de seguridad para su acceso

Oficinas con BOTIQUIN de primeros auxilios, extintor de polvo químico seco y detectores de humo.





Cuarto de Control de Motores (CCM), cuenta con acceso restringido, y exteriormente se localiza una alarma sonora y luminosa que indica el riesgo de este cuarto de control.

Centro de Control de Motores (CCM) en donde se ubican Transformador de Potencia, Tablero General y Distribución, compresor de aire a instrumentos y dispositivo de PARO DE EMERGENCIA.





Compresor de gas natural de cuatro etapas de compresión alcanzando una presión máxima de descarga de 3600 psi, alojado en gabinete y operado por un Controlador Lógico Programable (PLC) con sistemas de paro de emergencia. Como se puede observar, estas unidades están puestas a tierras física tal como lo marca su operación.

Tanques de almacenamiento (cilindros) con capacidad de 125 l cada uno, para un total de 4000 l de almacenamiento, montados sobre un chasis, cuentan con dispositivos de válvulas de seguridad, botón de PARO DE EMERGENCIA, alarma audible y sonora, las unidades están puesta a tierras física tal como lo marca su operación.

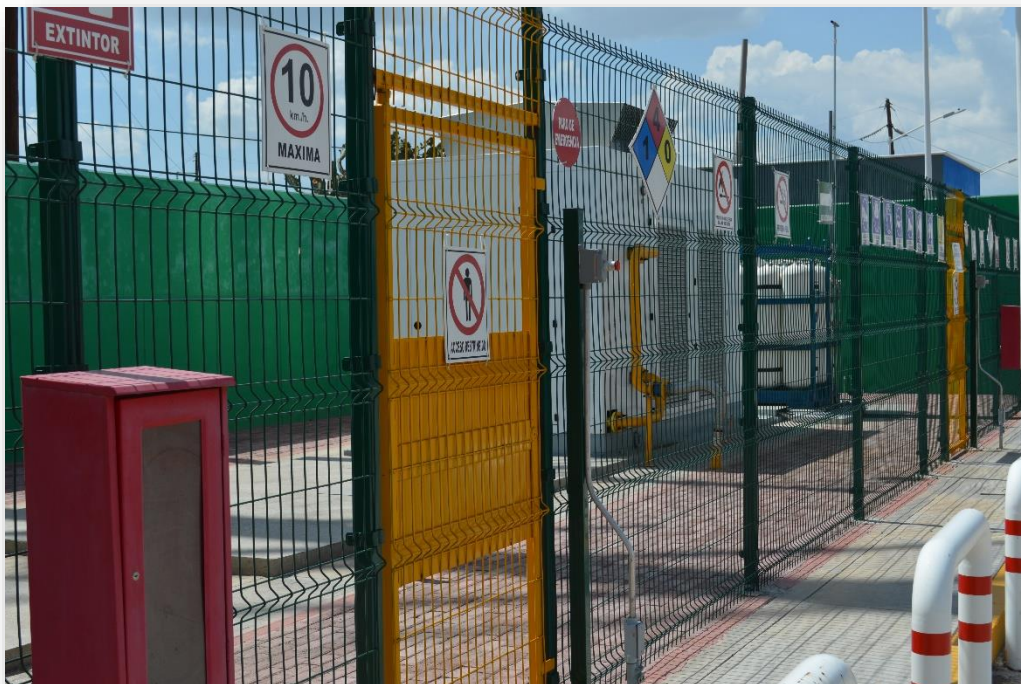




En la fotografía se observa el área de surtidores o bahías, dispositivo de seguridad de PARO DE EMERGENCIA, extintores de polvo químico seco en cada uno de ellos, unidad de servicios auxiliares (agua y aire) para las unidades, señalamientos, drenajes o registros aceitoso y pluvial, sistemas de tierras en cada uno y protecciones tubulares en ambos lados de cada surtidor



En la fotografía se observa el surtidores o bahía para la carga de GNC, esta unidad esta clasificada eléctricamente como Clase I, División I, Grupo D, a prueba de explosión, la unidad cuenta con dispositivo de PARO DE EMERGENCIA, extintores de polvo químico seco en cada uno de ellos, unidad de servicios auxiliares (agua y aire) para las unidades de carga de GNC, señalamientos, drenajes o registros aceitoso y pluvial, sistemas de tierras en cada uno y protecciones tubulares en ambos lados.



Sistema de compresión y almacenamiento confinado con malla de protección para evitar el acceso a personal no autorizado, dispositivos de seguridad en postes para el PARO DE EMERGENCIA de la estación, extintor de polvo químico seco, letreros con señalamientos preventivos y restrictivos, clasificación de área, protecciones tubulares a lo largo de este recinto.



Cascada de Almacenamiento integrada por 32 tanques de almacenamiento (cilindros) con capacidad de 125 l cada uno, para un total de 4000 l de almacenamiento@3600 psi, montados sobre un chasis o patín de acero para su control, cuentan con dispositivos de válvulas de seguridad, botón de PARO DE EMERGENCIA, alarma audible y sonora, la unidades está puesta a tierras física tal como lo marca las normas para su operación.



En la fotografía se observa parte del recinto de compresión y almacenamiento con su barda de contención, dispositivo de venteo y protecciones tubulares, al final se observa el edificio de color gris, que es el Cuarto de Control de Motores (CCM) con su sistema de alarma audible y sonora, así como la subestación eléctrica con transformadores trifásicos de 500 kVA.



Equipo de compresión de 4 etapas para alcanzar una presión máxima de 3600 psi, están confinados y protegidos por una cerca de malla para evitar el acceso a personal no autorizado, se tiene un dispositivo de PARO DE EMERGENCIA, letreros y señalamientos preventivos y restrictivos y extintores de polvo químico seco entre otros.



Surtidores o bahías para carga de dos unidades automotrices cada una, se cuenta con señalamientos, sistemas o dispositivos de PARO DE EMERGENCIA, extintores de polvo químico seco, protecciones tubulares, sistema de drenaje pluvial y aceitoso, letreros informativos, preventivos y restrictivos, se mantiene la limpieza y orden en el área de surtidores.