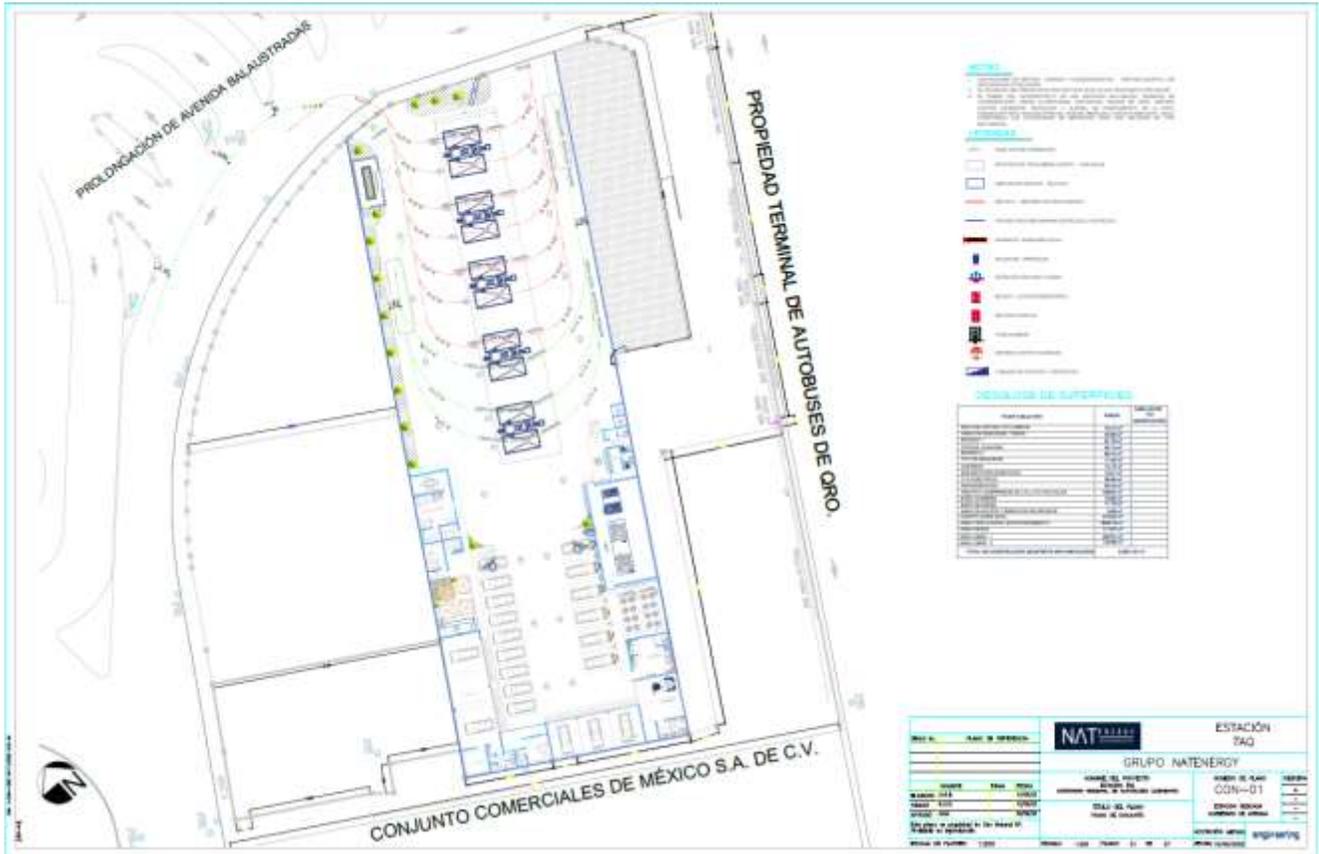


## ESTUDIO DE RIESGO



**Proyecto:** ESTACIÓN DE SERVICIO DE GAS NATURAL VEHICULAR "TAQ"

**Ubicación:** Calle Luis Vega y Monroy, Centro Sur, Ext 800, int G, Querétaro, Querétaro.

**Modalidad:** ESTUDIO DE RIESGO

**Promovente:** GRUPO NATENERGY HIDROCARBUROS DE MEXICO S.A.P.I. DE C.V.

**Consultor:** SAI ENVIRONMENTAL SERVICES

**Responsable del Estudio:** M. en C. Anahí Silva Sánchez

**Fecha de inicio:** Septiembre 2022

**Fecha de termino:** Noviembre 2022

**M. en C. ANAHI SILVA SANCHEZ**

RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

**ING. LUIS ANTONIO CELESTIN PRECIADO**

RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO  
DE RIESGO AMBIENTAL



## DATOS GENERALES

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

**GRUPO NATENERGY HIDROCARBUROS DE MEXICO S.A.P.I. DE C.V.**, acredita su constitución legal ante la fe del Lic. Álvaro Rodríguez de la Vega, Notario Titular de la Notaría público número uno de la demarcación notarial de San Juan del Río, Querétaro, en la escritura Número 308 Trescientos ocho, Tomo número 7, Expediente 130-2021 (**Anexo No. 1**).

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

La empresa **GRUPO NATENERGY HIDROCARBUROS DE MEXICO S.A.P.I. DE C.V.**, se encuentra inscrita en el Registro Federal de Contribuyentes bajo la cédula fiscal GNH211020M13 (**Anexo No. 1**).

### I.3. Domicilio del establecimiento

La ubicación del predio para el desarrollo del proyecto se localiza en el Municipio Querétaro, Querétaro. La dirección es la siguiente:

**Dirección:** Calle Luis Vega y Monroy, Centro Sur, Ext 800, int G, Querétaro, Querétaro.

**Municipio:** Municipio de Querétaro

**Estado:** Querétaro

**Tipo de Obra:** Estación de servicio de gas natural vehicular.

La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto:





**I.7 Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente**

Se encuentra inscrito bajo el RFC [REDACTED]. (Anexo No. 2).

Cédula Profesional: 5484852

Registro Federal de Contribuyentes del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

**I.8 Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo**

Anahí Silva Sánchez / SAI ENVIRONMENTAL SERVICES

**I.9 Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo**

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

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

**I.10 Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.**

---

**M. en C. Anahí Silva Sánchez**  
Asesor Ambiental



## CAPÍTULO 1. OBJETIVO

## CONTENIDO

CAPÍTULO 1. OBJETIVO .....	8
1.1 Objetivo .....	8

## CAPÍTULO 1. OBJETIVO

### 1.1 Objetivo

El presente estudio de riesgo ambiental del proyecto **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** tiene por objeto presentar el contenido indicado en la *“Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos”* para la elaboración del **Estudio de Riesgo** para Proyectos y/o Instalaciones competencia de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (Agencia) ASEA. El objetivo de la identificación del riesgo es definir los escenarios causales y sus consecuencias, es necesario evaluar la profundidad de los factores que pueden influir en las causas y en las consecuencias, así como los controles de riesgo implementados en la organización y la eficacia y eficiencia de estos a manera de contar con los elementos necesarios para lograr la minimización del nivel de riesgo identificado bajo la elaboración del Estudio de Riesgo Ambiental del sector hidrocarburos. Esto llevará a la organización a reducir de forma aceptable para asumir los riesgos asociados a la actividad incluyendo acciones y recursos para lograr la correcta gestión de los riesgos que identificados en el análisis que se desarrolla a lo largo del presente documento.

## CAPÍTULO 2. ALCANCE

## CONTENIDO

CAPÍTULO 2. ALCANCE .....	3
2.1 Alcance .....	3

## CAPÍTULO 2. ALCANCE

### 2.1 Alcance

El presente proyecto denominado **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** es desarrollado conforme la *“Guía para la elaboración del análisis de riesgo del sector hidrocarburos”*, toda vez que las actividades del Regulado inciden en el artículo 3o. fracción XI, de la Ley de Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

Este instrumento es utilizado para la elaboración del **Estudio de Riesgo** requerido en la regulación emitida por la Agencia, así como también en el Análisis de Riesgo y Estudio de Riesgo Ambiental a los que se refieren respectivamente los artículos 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y los artículos 17 y 18 el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Aplica para las etapas de Diseño, Construcción, Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono de Proyectos.

## CAPÍTULO 3. GENERALIDADES

## CONTENIDO

CAPÍTULO 3. GENERALIDADES .....	3
3.1 Generalidades .....	3



## CAPÍTULO 3. GENERALIDADES

### 3.1 Generalidades

Los Regulados que elaboren el **Estudio de Riesgo (ER)** y el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) para dar cumplimiento a los Artículos 30 y 147 de la LGEEPA y a los Artículos 17, primer y último párrafo, y 18 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental podrán utilizar la presente Guía de la manera siguiente:

- a. Para elaborar el **Estudio de Riesgo (ER)** solamente usarán los apartados del capítulo 5, numerales 1, 2, 3, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.2, 5, 6, 8, 9 y 10, los receptores de Riesgo considerados serán únicamente los referentes al Sistema Ambiental, es decir población y medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, y
- b. Para elaborar el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) podrán utilizar la presente Guía en su totalidad, los receptores de Riesgo considerados serán únicamente los referentes al Sistema Ambiental, es decir población y medio ambiente.

El nivel de la ingeniería recomendado para la elaboración del Análisis de Riesgo se ajustará conforme a las siguientes etapas:

#### 3.1. Diseño

- a) Ingeniería básica extendida (como mínimo).

#### 3.2. Construcción

- a) Ingeniería de detalle y/o aprobada para construcción (APC)

#### 3.3. Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono

- a) Ingeniería aprobada para construcción (APC) y/o "As built" (planos como fue construido)

## CAPÍTULO 4. DEFINICIONES

## CONTENIDO

CAPÍTULO 4. DEFINICIONES .....	3
4.1 Definiciones.....	3



## CAPÍTULO 4. DEFINICIONES

### 4.1 Definiciones

Para efectos de la aplicación e interpretación de la Guía para la elaboración del **Análisis de Riesgo** para el Sector Hidrocarburos, se estará a los conceptos y definiciones, en singular o plural, previstos en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la Ley de Hidrocarburos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, el Reglamento de la Ley de Hidrocarburos, el Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como las Normas Oficiales Mexicanas y Disposiciones administrativas de carácter general emitidas por la Agencia y a los siguientes conceptos y definiciones.

**I. Amenaza:** Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro;

**II. Análisis de Riesgo de Proceso (ARP):** Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún Escenario de Riesgo identificado;

**III. Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH):** Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los Escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, Instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable;

**IV. Análisis Preliminar de Peligros:** Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos;

**V. Caso Alterno:** Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable;

**VI. VI. Caso Más Probable:** Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de una Sustancia Peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir;

**VII. Efecto Dominó:** También conocido como encadenamiento de eventos, es un evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;

**VIII. Escenario de Riesgo:** Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias;

**IX. Estudio de Riesgo (ER):** Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, donde se pretende desarrollar un Proyecto. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales, o aquellas que se van a implementar para prevenir las causas o mitigar las afectaciones al medio ambiente. Se incorpora a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA);

**X. Estudio de Riesgo Ambiental (ERA):** Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente de un Proyecto en Operación. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales;

**XI. Exposición:** Contacto de las personas o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo.

**XII. IDLH (“Immediately Dangerous to Life or Health”, por sus siglas en inglés) Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud:** Es la concentración máxima en el aire de una Sustancia Peligrosa, a la que una persona podría escapar durante un periodo de treinta minutos sin experimentar efectos irreversibles para la salud o síntomas graves que le impidan evacuar;

**XIII. Peor Caso:** Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario de Sustancia Peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, sin necesidad de conocer las causas ni su probabilidad de ocurrencia;

**XIV. Proyecto:** Actividad del Sector Hidrocarburos que se desarrolla o se pretende desarrollar en una o varias Instalaciones, y que se encuentra vinculada a un permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía o bien, a un Plan de Exploración o de Desarrollo para la Extracción, aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos;

**XV. Riesgo Inherente:** Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos;

**XVI. Riesgo Residual:** Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo Inherente; el Riesgo Residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido;

**XVII. Riesgo Tolerable:** Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;

**XVIII. Salvaguarda:** Dispositivo, sistema, procedimientos o programas, entre otros, destinados a proteger la seguridad física integral de las personas, el medio ambiente o la Instalación;

**XIX. Sistemas de Seguridad:** Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;

**XX. Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS):** Es un Sistema de Seguridad que tiene implementadas una o más funciones de cualquier combinación de sensores (elementos primarios), controlador lógico y elementos finales;

**XXI. Simulación:** Representación de un Escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias



de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas;

**XXII. Sustancia Explosiva:** La que genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión de manera espontánea o por acción de alguna energía;

**XXIII. Sustancia Inflamable:** Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición;

**XXIV. Sustancia Peligrosa:** Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión;

**XXV. Sustancia Tóxica:** Aquella que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, alteraciones al material genético o muerte.

**XXVI. TLV (15 min, STEL):** ("Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit", por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Límite de Exposición a corto plazo. Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición;

**XXVII. TLV (8 h. TWA):** ("Threshold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;

**XXVIII. Vulnerabilidad:** Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este;

**XXIX. Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo:** Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de Salvaguardar a la población y al ambiente, y

**XXX. Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo:** Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Proyecto.

## **CAPÍTULO 5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS**

### **5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

## CONTENIDO

CAPÍTULO 5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.....	3
5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	3
5.1.1. Proyecto.....	11

## CAPÍTULO 5. CONTENIDO DEL ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS

### 5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se denomina **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** y consiste en la construcción y operación de una Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular, la cual considera como parte de sus instalaciones, una Estación de Medición y Regulación (ERM), equipos compresores, cascadas y dispensadores, oficina, cuarto de máquinas, cisterna, subestación eléctrica, baños, área verde y áreas libres, todo esto desplantado en una superficie total de **2,915.586 m<sup>2</sup>**.

#### Ubicación del Proyecto

El predio donde se desplantará la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** se localiza en el municipio de Querétaro, Querétaro. La dirección es la siguiente:

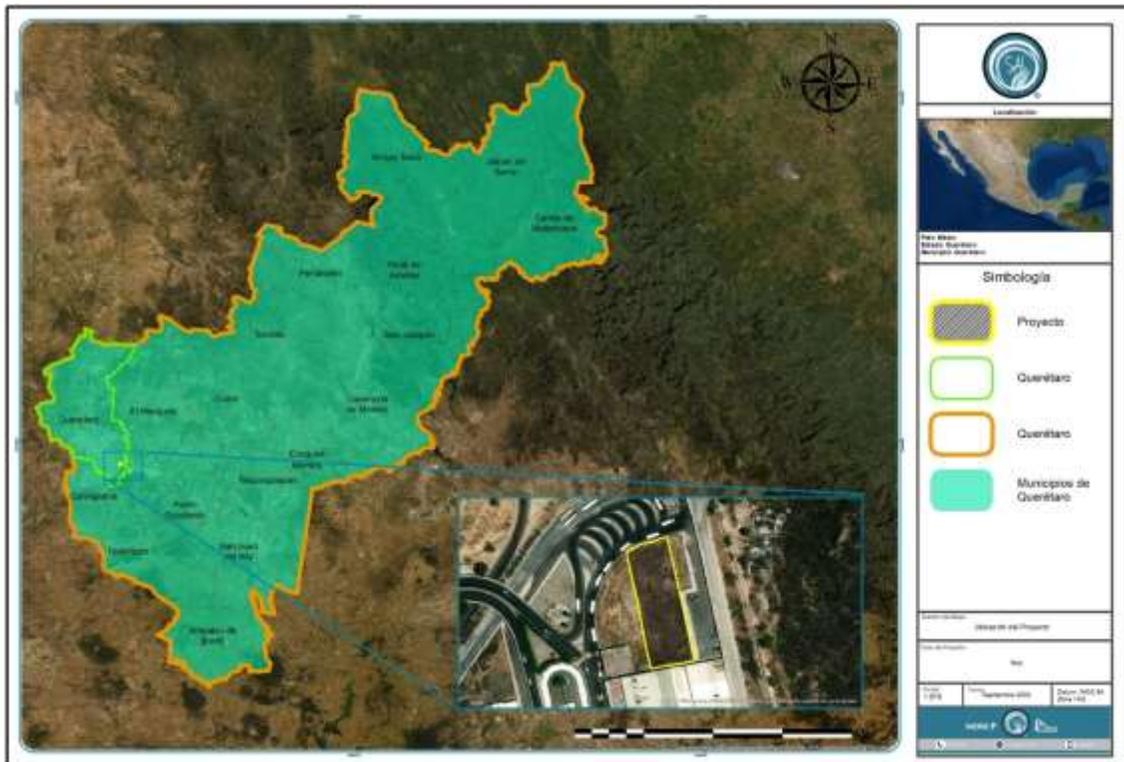
**Dirección:** Calle Luis Vega y Monroy, Centro Sur, Ext 800, int G, Querétaro, Querétaro

**Municipio:** Querétaro

**Estado:** Querétaro

**Tipo de Obra:** Estación de servicio de gas natural vehicular.

Las siguientes figuras muestran la ubicación del proyecto a nivel municipio y las colindancias:



**Figura 5.1 Ubicación del proyecto**  
*Elaboración: Fuente Propia*



**Figura 5.2 Colindancias del proyecto**  
*Elaboración: Fuente Propia*

La siguiente tabla muestra las coordenadas **WGS84 UTM Zona 14Q** del polígono del predio del proyecto:

**Tabla 5.1 Coordenadas WGS84 UTM Zona 14Q - Cuadro de construcción**

<b>CUADRO DE CONSTRUCCIÓN</b>		
V	Y	X
1	2,276,375.1766	358,376.6725
2	2,276,371.9184	358,366.7485
3	2,276,370.1812	358,361.5414
4	2,276,369.0036	358,357.8553
5	2,276,367.7854	358,354.0422
6	2,276,366.4998	358,352.1852
7	2,276,365.0812	358,350.4195
8	2,276,363.4253	358,348.4570
9	2,276,362.9397	358,347.9297
10	2,276,324.8593	358,355.0318
11	2,276,311.0963	358,357.5986
12	2,276,293.8631	358,360.8127
13	2,276,278.5923	358,363.5975
14	2,276,274.7613	358,364.3085
15	2,276,277.1215	358,376.3582
16	2,276,277.7585	358,379.7653
17	2,276,280.7892	358,395.2820
18	2,276,331.9939	358,385.1864
<b>SUPERFICIE = 2,915.586 m<sup>2</sup></b>		

En la siguiente figura se muestran las coordenadas presentadas en la tabla anterior:





**Figura 5.3 Coordenadas WGS84 UTM Zona 14Q - Cuadro de construcción**  
*Elaboración: Fuente Propia con coordenadas del proyecto*

Las siguientes tablas y figura muestran la ubicación de la Estación de medición y regulación (E.R.M.) y de los equipos especificados en las tablas anteriores.

**Tabla 5.2 Coordenadas de Estación de Medición y Regulación (ERM)**

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN CUARTO ERM		
V	Y	X
1	2,276,360.4585	358,351.9954
2	2,276,359.8718	358,348.8497
3	2,276,353.4820	358,350.0414
4	2,276,354.0687	358,353.1872
SUPERFICIE = 20.800 m <sup>2</sup>		

**Tabla 5.3 Coordenadas de los equipos**

CUADRO DE COORDENADAS		
V	Y	X
<b>Surtidor 1</b>	2,276,361.3026	358,364.2679
<b>Surtidor 2</b>	2,276,352.2681	358,366.0376
<b>Surtidor 3</b>	2,276,343.2420	358,367.7987



CUADRO DE COORDENADAS		
V	Y	X
<b>Surtidor 4</b>	2,276,333.2338	358,369.7547
<b>Surtidor 5</b>	2,276,323.2171	358,371.7106
<b>Cascada</b>	2,276,313.0350	358,384.6051
<b>Compresor</b>	2,276,306.7107	358,385.8624
<b>Refrigeración</b>	2,276,298.1570	358,388.6419
<b>Cto de máquinas</b>	2,276,281.7273	358,392.8625
<b>Cto ERM</b>	2,276,356.9702	358,351.0184



**Figura 5.4 Ubicación de estación de medición y regulación**  
*Elaboración: Fuente Propia con coordenadas del proyecto*

**Vías de acceso:** Las vías de acceso para ingresar al predio en donde se realizará el proyecto es por la vialidad “Acceso a la Central”, tal y como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 5.5 Vías de Acceso – Vialidad “Acceso a la Central”



Figura 5.6 Vías de Acceso – Vialidad “Acceso a la Central”



Figura 5.7 Vías de Acceso – Vialidad “Acceso a la Central”



Figura 5.8 Vías de Acceso – Vialidad “Acceso a la Central”



Figura 5.9 Vías de Acceso – Vialidad “Acceso a la Central”

### 5.1.1. Proyecto

El presente proyecto se denomina **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** y consiste en la construcción y operación de una Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular, la cual considera como parte de sus instalaciones, una Estación de Medición y Regulación (ERM), equipos compresores, cascadas y dispensadores, oficina, cuarto de máquinas, cisterna, subestación eléctrica, baños, área verde y áreas libres, todo esto desplantado en una superficie total de **2,915.586 m<sup>2</sup>**.

#### Características de los equipos a instalar<sup>1</sup>:

En las siguientes tablas se muestran las características de los equipos a instalar en el proyecto:

**Tabla 5.4 Compresor 1**

COMPRESOR 01	Una Unidad
Marca	SAFE
Modelos	SW360F3-EM
Número de etapas	4
Presión de aspiración	3 BAR
Presión de descarga máxima	250 BAR
Flujo máximo	1,690 sm <sup>3</sup> /h
Motor principal	360 kw
Temperatura de entrada de gas	15 °C
Enfriamiento	agua

**Tabla 5.5 Compresor 2**

COMPRESOR 02	Una Unidad
Marca	SAFE
Modelos	SW400F4-EM
Número de etapas	4
Presión de aspiración	3 BAR
Presión de descarga máxima	250 BAR
Flujo máximo	1,690 sm <sup>3</sup> /h

<sup>1</sup> Fuente: Consideraciones de diseño del proyecto

<b>COMPRESOR 02</b>	<b>Una Unidad</b>
Motor principal	360 kw
Temperatura de entrada de gas	15 °C
Enfriamiento	agua

**Tabla 5.6 Blow Down**

<b>BLOW DOWN</b>	<b>Dos Unidades</b>
Numero de cilindros	3 cada uno
Capacidad total	240 L cada uno

**Tabla 5.7 Panel prioritario**

<b>PANEL PRIORITARIO</b>	<b>Una Unidad</b>
Marca	SAFE
Caudal	4,000 sm <sup>3</sup> /h
Presión de trabajo	300 bar

**Tabla 5.8 Dispensador de alto caudal**

<b>DISPENSADOR DE ALTO CAUDAL</b>	<b>Dos Unidades</b>
Marca	SAFE - ESPH22/3
Caudal	300 sm <sup>3</sup> /h
Boquilla	NGV2 SELFS OPW CT5000
Numero de boquillas	2
Material de gabinete	Acero inoxidable
Presión de trabajo	250 bar ±2.5%
Presión de prueba máxima	275 bar
Llenado de líneas	3 vías

**Tabla 5.9 Dispensador normal**

<b>DISPENSADOR NORMAL</b>	<b>Tres Unidades</b>
Marca	SAFE - ESPH22/3



<b>DISPENSADOR NORMAL</b>	<b>Tres Unidades</b>
Caudal	150 sm <sup>3</sup> /h
Boquilla	NGV1 STAUBLI CMV08
Numero de boquillas	2
Material de gabinete	Acero inoxidable
Presión de trabajo	250 bar ±2.5%
Presión de prueba máxima	275 bar
Llenado de líneas	3 vías

**Tabla 5.10 Módulo de almacenamiento o cascada 1**

<b>MODULO DE ALMACENAMIENTO O CASCADA - 01</b>	<b>Una Unidad</b>
Marca	SAFE
Tipo	Estándar
Capacidad	2240 L
Numero de cilindros	28 (80 L c/u)
Material	Acero
Máxima presión de trabajo	275 barg

**Tabla 5.11 Módulo de almacenamiento o cascada 2**

<b>MODULO DE ALMACENAMIENTO O CASCADA - 02</b>	<b>Una Unidad</b>
Marca	SAFE
Tipo	Estándar
Capacidad	1680 L
Numero de cilindros	21 (80 L c/u)
Material	Acero
Máxima presión de trabajo	275 barg

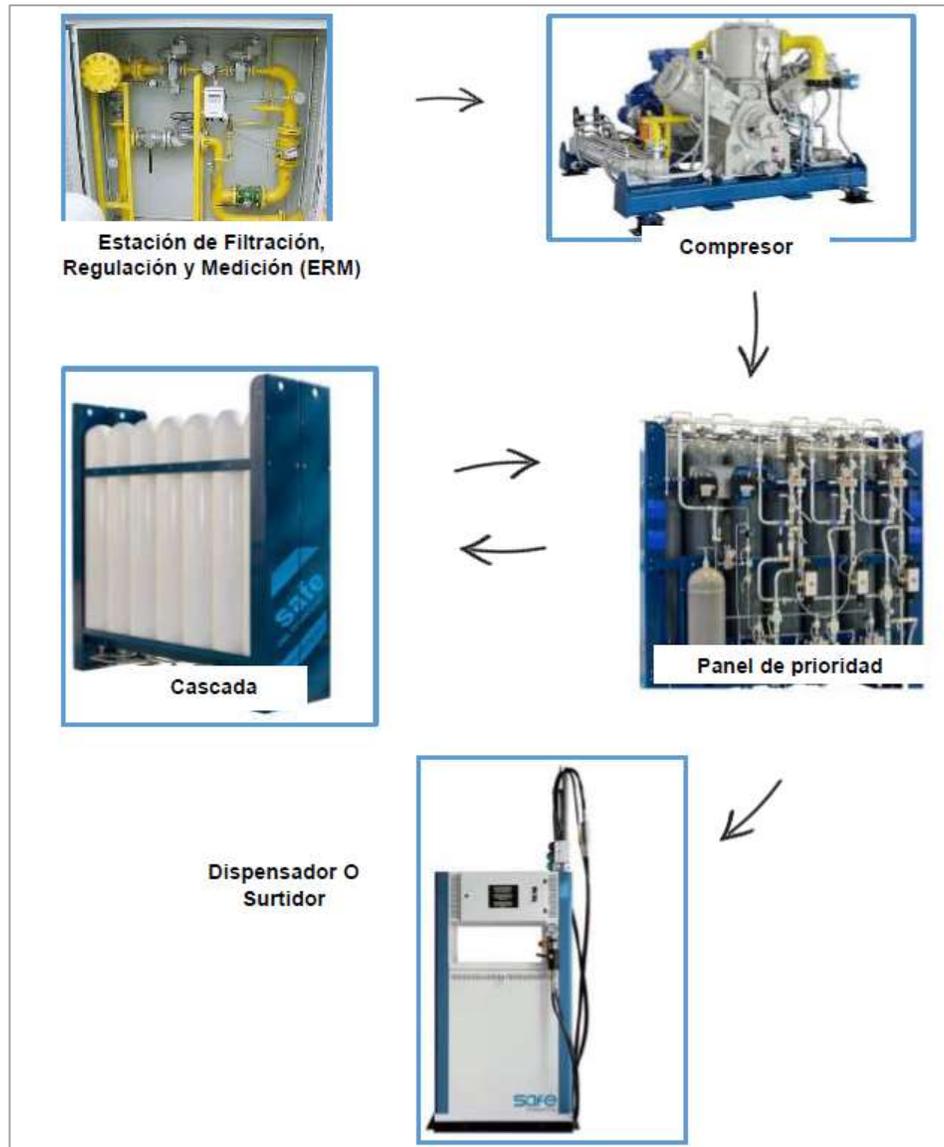
El presente proyecto se denomina **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** y consiste en la construcción y operación de una Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular, la cual considera como parte de sus instalaciones, una Estación de Medición y Regulación (ERM), equipos compresores, cascadas y dispensadores,



oficina, cuarto de máquinas, cisterna, subestación eléctrica, baños, área verde y áreas libres, todo esto desplantado en una superficie total de **2,915.586 m<sup>2</sup>**, a continuación, se describe de manera detallada el proceso:

### 1. DIAGRAMA DEL PROCESO

La siguiente figura muestra el diagrama del proceso a realizar en la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"**:



**Figura 5.10 Diagrama del Proceso del Gas Natural en el proyecto Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> Fuente: Consideraciones de diseño del proyecto

## 2. GENERALIDADES DEL GAS NATURAL

Los recursos no renovables o combustibles fósiles (como el petróleo y sus derivados, el carbón mineral y el gas natural entre otros), son una reserva de energía que es el resultado de millones de años de descomposición y almacenamiento, de vegetales y animales, que se transformaron en esos elementos a través de complicados procesos y se les llaman "Recursos No Renovables".

El Gas Natural es actualmente el combustible alternativo más seguro y uno de los menos contaminantes, además de poseer en México un precio competitivo inferior al de la gasolina, el diésel, el combustóleo, el gas LP y otros combustibles.

Hay depósitos de gas natural, en que casi no se desprende más que metano puro, en otros en cambio, predomina el anhídrido carbónico o el nitrógeno. Los gases naturales contienen principalmente metano, etano y demás hidrocarburos de la misma serie, hasta el heptano inclusive; la gasolina de gas natural contiene desde el butano hasta el heptano y aún otros más avanzados en la serie.

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos simples que se encuentra en estado gaseoso, en condiciones ambientales normales de presión y temperatura.

El gas natural comercial está compuesto aproximadamente en un 95% de metano ( $\text{CH}_4$ ), que es la molécula más simple de los hidrocarburos.

Además, puede contener pequeñas cantidades de etano, propano y otros hidrocarburos más pesados, también se pueden encontrar trazas de nitrógeno, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico y agua.

Debido a que el gas natural es inoloro, como medida de seguridad, en la regulación se estipula que los distribuidores deberán adicionar un odorizante al gas natural para que se pueda percibir su presencia en caso de posibles fugas durante su manejo y distribución al consumidor final, acción que debe cumplir el distribuidor local, requiriendo a éste el dictamen de certificación del cumplimiento de la Norma NOM-003-SECRE-2002 Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

Con el Gas Natural es más económico producir la misma cantidad de energía que con combustibles como el Diesel, el Gas LP o el Combustóleo.

1. DIESEL: 10,250 GJoule/lit
2. COMBUSTÓLEO; 10,000 GJoule/lit
3. GAS NATURAL: 8,500 GJoule/m<sup>3</sup>
4. GAS LP: 6,380 GJoule/lit

Con los poderes caloríficos es posible realizar un comparativo de competitividad. Resulta entonces, que el beneficio energético de cambiar a Gas Natural es que llega a costar hasta un 60% menos producir la misma cantidad de energía que con otros combustibles. Es decir, al Gas Natural le cuesta poco más de una unidad alcanzar el poder calorífico del diésel o Combustóleo, no obstante, el costo de producir esa misma energía es mucho menor que



hacerlo con dichos combustibles. A diferencia de otros combustibles fósiles que se miden en litros, el Gas Natural se mide en metros cúbicos. La forma adecuada de hacer la comparación es a través de sus poderes caloríficos.

**Tabla 5.12 Propiedades del Gas Natural**

Elemento	Formula	Punto de Ebullición(°C)	P.E. a 0°C y 760 mmHg Aire=1	Peso de 1Litro (Kg)	Poder Calorífico/ft <sup>3</sup> a 0°C y 760 mmHg
Metano	CH <sub>4</sub>	-160	0.554	0.7159	1065
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-93	1.0494	1.3567	1861
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-45	1.5204	1.9660	2645
Butano	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1	2.010	2.5940	3447
Pentano	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	36.4	----	---	45.20
Hexano	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	69.8	---	---	5012
Heptano	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	98.4	---	---	---

**Tabla 5.13 Características (cromatografía y componentes de gas natural).**

Unidades	% mol	% mol	% mol	% mol	% mol	% mol	% mol	% mol	% mol	% mol	% mol	% mol	Base Seca @ 20°C y 1.0 Kg/cm <sup>2</sup>	ppm	ppm	ppm
Elemento	C <sub>6+</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	neo-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	DR.	HHV (Kcal/m <sup>3</sup> )	H <sub>2</sub> S	Azufre Total	O <sub>2</sub>
	Hexano	Propano	Iso-Butano	Butano	Neo-Pentano	Iso-Pentano	Pentano	Nitrógeno	Metano	Bióxido de Carbono	Etano	Densidad Relativa	Poder Calorífico	Sulfuro de Hidrógeno		Oxígeno
Promedio	0.0485	0.2258	0.0260	0.0208	0.0001	0.0085	0.0041	1.4369	93.5797	0.0845	4.5651	0.6042	9018.01	0.50	1.36	13.00

El Gas Natural es el combustible más limpio de los combustibles alternos, presenta una combustión completa y limpia, en comparación con las emisiones de la gasolina o el diésel. Se logra obtener de un 90 a 97% en la reducción de monóxido de carbono, 25% en la reducción de anhídrido carbónico, de 35 a 60% de óxido de nitrógeno y otras emisiones de hidrocarburos y partículas de un 50 a 75%.

El gas natural es seguro, se considera más seguro que la gasolina y el Diesel o el gas L.P. A diferencia de otros, el gas natural es más ligero que el aire y por lo tanto en caso de fuga se dispersa rápidamente 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).

El gas natural empleado en el sector transporte o industrial, reduce los costos de mantenimiento ya que requiere menor lubricación en máquinas de combustión interna, además de que puede emplearse en sistemas de ciclo combinado para generar electricidad y reducir el uso de otros combustibles fósiles, además de una economía y reducción de emisiones contaminantes.



El gas natural tiene mayor poder calorífico neto que cualquier otro combustible ya que tiene mayor octanaje (130) que por ejemplo la gasolina (92).

La desventaja más grande del gas natural es su densidad, ya que debe ser almacenado como gas comprimido de 2,400 a 3,600 Psi, o bien como líquido criogénico a -162°C. Si se almacena como gas comprimido, los tanques de almacenamiento que se requieren ocupan aproximadamente 4.3 veces más espacio y 3.5 veces más el peso de los tanques de diésel para acarrear cantidades equivalentes en BTU (kCal).

Así como todas las alternativas de combustible, deben cumplir con los reglamentos estatales y federales, los equipos a gas natural requieren modificaciones que cuestan aproximadamente del 2 al 10% del costo original del equipo, sin embargo, la recuperación con base en el ahorro de combustible por usar gas natural en lugar de otro toma de 2 a 4 años. Ya que el costo de otros combustibles alternos es más alto.

También se requiere de una inversión importante para construir las estaciones de abastecimiento de gas natural comprimido y que puedan llenar los tanques en el menor tiempo posible con la capacidad suficiente.

La Hoja de Seguridad del gas natural se presenta en el **Anexo No. 9**.

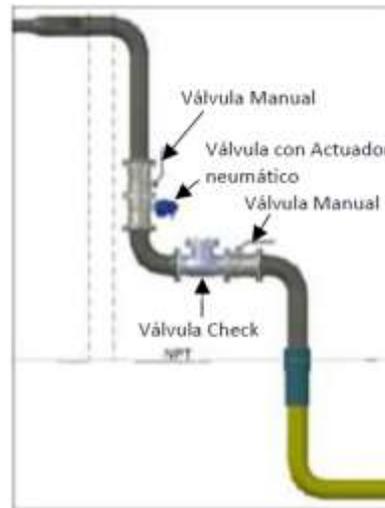
### 3. DESCRIPCIÓN DE OBRAS

A continuación, se describen las obras civil, mecánica, eléctrica:

<b>Descripción de obra civil</b>	<p>Las obras civiles para la Estación de Servicio constarán de las siguientes actividades:</p> <p>Se construirán bases para el almacenamiento y el compresor doble de GNC. Éstos se encontrarán en un área destinada en la edificación. Para la instalación de la tubería mecánica y eléctrica, se construirá e instalaran enterradas en trincheras y soportadas adosadas.</p> <p>El área de dispensarios contará con una techumbre estructural que requiere de columnas y su respectiva cimentación localizada junto a los dispensarios. Y en cada dispensario se construirá una base adecuada con los registros necesarios para la instalación de las acometidas mecánicas y eléctricas correspondientes.</p> <p>En el interior del predio de la EDS, se pretende edificar oficinas de administración, tienda de conveniencia y servicios sanitarios.</p>
<b>Descripción de obra mecánica</b>	<p>Las obras mecánicas se iniciarán en la Estación de Regulación y Medición (ERM), la cual será construida, suministrada e instalada por la empresa distribuidora del gas natural local, cumpliendo con las especificaciones y diseños de su propiedad.</p> <p>Para la alimentación de gas natural a la EDS después de la ERM se contará con una válvula manual, una válvula check, una válvula automática con actuador neumático que operará cerrando</p>



eléctricamente en toda la EDS y otra válvula manual, todas estas válvulas se encuentran dentro del cuarto de válvulas.



**Figura 5.11 Tren de válvulas**

Los ductos de gas en baja presión que se utilizará en el tendido de la línea de la interconexión con la succión del compresor de gas natural son, en un tramo será de tubo HDPE negro con franja amarilla PE 4710 enterrado y otro tramo será de tubería en Acero al carbón, Cédula 40, ASTM-A53 GR B, la cual es fabricada bajo las Normas Oficiales Mexicanas NOM-B-10-1986 y NOM-B-177-1990, sin costura laminada en caliente, superficie barnizada, con extremos biselados de 6", 4" y 3" de diámetro.

Los compresores de GNC elevarán la presión del gas hasta 250 Bares (4,352 Psi) y lo dirigirán al panel de prioridades externo de cada Compresor, y por medio del PLC maestro se decidirá la dirección del flujo. Puede ser hacia el área de los dispensarios alto/estándar flujo a través de una tubería sin costura de acero inoxidable OD x 0.095 pulg de pared, ASTM A 269, la cual es fabricada bajo las normas oficiales mexicanas NOM-B-10-1986 y NOM-B-177-1990, sin costura laminada en caliente, superficie lisa de 1" de diámetro. La tubería al panel de almacenamiento será de tubería sin costura de acero inox, ASTM A 269, la cual es fabricada bajo las Normas Oficiales Mexicanas NOM-B-10-1986 y NOM-B-177- 1990, sin costura laminada en caliente, superficie lisa de 1" de diámetro, esto bajo las siguientes condiciones de operación de la EDS:

Las tuberías de GN (alta, media y baja presión); estarán instaladas en trincheras hasta la llegada a los dispensarios, la tubería de alta presión entre en compresor y el panel prioritario será aéreo y adosado en la pared del recinto, para las cascadas también serán aéreas las tuberías.

Como medida de seguridad el venteo de los dispensarios se llevará 0.90 m por encima de la techumbre o canopy para la liberación del gas en forma segura.

<b>Descripción de la obra eléctrica</b>	<p>La EDS requerirá a CFE una acometida dedicada, la cual será del tipo aérea-subterránea hasta un transformador del tipo pedestal o jardín de 1250 kVA. El cual alimentará en 480 VCA, y una carga de consumo de 850 kW a un tablero general de distribución el cual derivará dos circuitos eléctricos para alimentar a los CCM's (Centro de Control de Motores) de control de los compresores de GNV, los cuales son las unidades de control y distribución de la energía eléctrica, donde además se encuentra el PLC quien se encarga de monitorear y controlar todas las funciones de los compresores incluyendo encendidos y apagados. Así también se instalará un Master PLC el cual se encargará de coordinar los dos equipos de compresión, el panel de prioridades y los dispensarios, además de ser el encargado de activar los estados de emergencia de la EDS, así como los paros de emergencia. Estos equipos se ubicarán en el cuarto eléctrico fuera de áreas clasificadas.</p> <p>Algunos equipos del sistema de compresión generan atmósferas explosivas que se representan acorde a la sección cinco de la NOM-001-SEDE-2012, en el plano de clasificación de áreas. Las instalaciones eléctricas están diseñadas para cumplir los requerimientos de seguridad, para su instalación en áreas clasificadas de acuerdo con lo indicado en las Normas.</p> <p>El patín de los Compresores, Cascadas, CCM's y los equipos eléctricos deben estar conectados a tierra.</p>
---	---

#### 4. CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación, se describen los criterios de diseño:

<b>Presión de diseño:</b>	Se considera como presión de diseño, la máxima presión de operación a la que podrá llegar a trabajar la estación 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.
<b>Presión de Prueba:</b>	Se considerará una presión de 1.5 veces la presión de trabajo por un periodo de 24 horas con gas inerte. Se requiere un registro gráfico o digital y se debe considerar la variación de la temperatura al inicio y final de la prueba (PV=RT). neumática de conformidad con la NOM 002 SECRE 2010.

Presión de trabajo de las instalaciones de aprovechamiento	Presión de prueba	Tiempo	Instrumento
Hasta 2,5 kPa (0,36 psi)	1,5 (uno coma cinco) veces la presión de trabajo	10 min	Manómetro de Bourdon con precisión $\pm 10\%$ del valor de la presión de prueba y rango máximo de 2(dos) veces el valor de la prueba. Columna de agua, cuya calibración será única.
Superior a 2,5 kPa (0,36 psi) y hasta 50 kPa (7,2 psi)	1,5 (uno coma cinco) veces la presión de trabajo	30 min	Manómetro de Bourdon con precisión $\pm 10\%$ del valor de la presión de prueba y rango máximo de 2(dos) veces el valor de la prueba. Columna de agua o mercurio, cuya calibración será única.
Superior a 50,0 kPa (7,2 psi) y hasta 689 kPa (99.9 psi)	1,5 (uno coma cinco) veces la presión de trabajo	8 horas	Registro gráfico o digital y se debe considerar la variación de la temperatura al inicio y final de la prueba (PV= RT).
Superior a 689 kPa (99.9 psi).	1,5 (uno coma cinco) veces la presión de trabajo	24 horas	Registro gráfico o digital y se debe considerar la variación de la temperatura al inicio y final de la prueba (PV= RT).

Los criterios de diseño están definidos de acuerdo a lo siguiente:

- Ubicación, temperatura y área de la Estación de Servicio de GNV
- Presión de succión del Gasoducto
- Características de la Estación de Regulación y Medición
- Número de Compresores, Almacenamiento y Dispensarios
- Ubicación y distancias entre Área de Compresión y Dispensarios
- Presión de succión y descarga del Compresor
- Presión de Trabajo del Panel de Prioridades.

Para calcular el espesor de la tubería, se consideran las siguientes características de los equipos de compresión:

- Presión de descarga de ERM: 3 bar (43.51 psi)
- Presión de succión de Compresor: 3 bar (43.51 psi)
- Presión de operación descarga Máx. de Compresor 250 bar (3,625.9 psi)
- Presión de llenado de GNV: 200 bar (2,900 psi)
- Flujo máximo de Compresor: 1,690 Sm<sup>3</sup>/h (cada uno)
- Velocidad máxima del gas en tuberías: 25 m/s.

NOTA: Debido a la operación de este tipo de estaciones de GNV, donde las unidades de llenado se encuentran a una presión muy inferior, el sistema de tuberías no requiere garantizar un flujo y una presión constante. Por lo cual no se requiere el cálculo de caída de presión.

## Sistema General

La temperatura y la presión de diseño de un sistema afectan la seguridad, la confiabilidad y la economía de la planta. La fijación de la temperatura y la presión de diseño influencia o determina el material a utilizar, el espesor del componente, la flexibilidad de la tubería, la disposición de las unidades, los soportes, el aislamiento, la fabricación y las pruebas de los equipos y sistemas de tuberías a ser instalados.

La temperatura y la presión de diseño deben ser establecidas de forma tal que sean adecuadas para cubrir todas las condiciones de operación previsibles, incluyendo arranque, parada, perturbaciones del proceso, incrementos planificados en la severidad de operación, diferentes alimentaciones y productos, y ciclos de regeneración, cuando aplica.

En muchos diseños, es necesario agregar un incremento de temperatura y presión a las condiciones normales de operación, para cubrir las variaciones de operación.

En general, las condiciones de temperatura y presión de diseño para equipos de planta (compresores, almacenamiento, dispensarios, etc.), así como las condiciones generales de diseño para tubería son establecidas durante el desarrollo de la ingeniería básica, por ingeniería de procesos, mientras que la selección del tipo específico de tubería a utilizar se establece de acuerdo a las especificaciones de materiales de tubería que rigen el proyecto, las cuales se basan en la clasificación de presión de las bridas según el tipo de material seleccionado para el manejo de un determinado fluido.

En lugar de definir condiciones de diseño separadas para cada uno de los equipos y sistemas de tuberías considerados en el proyecto, normalmente es recomendable definir sistemas que estén expuestos a las mismas condiciones y protegidos por el mismo arreglo de alivio de presión, lo cual permite una definición común de las condiciones de diseño, resultando en un diseño coherente y de fácil seguimiento durante las fases de ingeniería de detalles, fabricación, construcción y prueba.

La temperatura de diseño de equipos y sistemas de tuberías se define generalmente como la más severa condición de temperatura y presión coincidentes, a la que va a estar sujeto el sistema. De igual importancia en el diseño y las especificaciones mecánicas son la temperatura mínima y, en algunos casos, otras temperaturas extremas que puedan ocurrir a vacío o a bajas presiones de operación. Como todos estos niveles de temperatura de diseño, mínima y de operación extrema, tienen una influencia significativa en el diseño mecánico, en la selección del material, y en la economía de los sistemas considerados, es necesario para los diseñadores considerar cada uno de ellos cuando se especifican las condiciones de diseño.

## 5. PROCESO DE LA ESTACIÓN

La Estación de Suministro de GNV, suministrará Gas Natural Comprimido para uso vehicular e industrial. Lugar donde pretende abastecer unidades al público en general.

El gas será entregado a través de un gasoducto hasta una Estación de Filtración, Regulación y Medición (ERM), propiedad de la empresa distribuidora del GN que queda en custodia de esta, y es quien controla y mide las diferentes variables del suministro como son presión, volumen, flujo, poder calorífico, temperatura, entre otros. A la salida de la ERM, el gas debe mantener una presión constante sin ser afectado por el flujo o temperatura.

El gas pasa a la siguiente etapa del proceso que es la de compresión, en donde se incrementa su presión hasta los 250 Bar (3,625.9 Psi). El proyecto constará con dos (2) Compresores, dos (2) Dispensarios de alto flujo y tres (3) Dispensarios de flujo normal, un (1) panel de prioridad de (3,380 m<sup>3</sup>/hr) y dos (2) cascada, uno de 2,240 litros de agua y el otro de 1,680 litros de agua.

El control de lo anterior se hace a través del Panel de Prioridades de cada equipo de compresión, el cual consta de un tablero con válvulas automáticas que direcciona el flujo del gas, que puede ser hacia los tanques de almacenamiento o hacia dispensarios.

La EDS de GNV tendrá una capacidad de atención de 320 vehículos de 15 Litros equivalentes por hora. Los vehículos de 15 litros equivalentes serán atendidos en un espacio de 2 minutos y la estación tendrá un despachador por isla el cual direccionará el vehículo en menos de 1 minuto después de ser atendido. Para tener un tiempo total aproximado de atención de 3 minutos.

### Capacidad de la Estación

El proyecto contará desde el inicio con un sistema de compresión dispuesto para abastecer unidades al público en general con un horario de servicio proporcionado propiamente por el cliente;

1. Dos (02) Compresor de 410 y 385 kw, con un flujo máximo de operación de 1,690 Sm<sup>3</sup>/Hr c/u. con un panel de prioridades independiente.
2. Dos (02) Dispensarios de Alto Flujo, con un flujo de operación de 600 Sm<sup>3</sup>/Hr cada uno = 1,200 Sm<sup>3</sup>/Hr en Total.
3. Tres (03) Dispensarios de Flujo estándar, con un flujo de operación de 300 Sm<sup>3</sup>/Hr cada uno = 900 Sm<sup>3</sup>/Hr en Total.
4. Un (1) Almacenamiento de GNV con Capacidad de 2,240 Lts de agua,
5. Un (1) Almacenamiento de GNV con Capacidad de 1,680 Lts de agua,



6. Adicional a esto se instalarán dos sistemas de refrigeración que estará conectada directamente con los compresores bajando la temperatura del gas para la operación del sistema.

## 6. CARACTERÍSTICAS EQUIPOS

A continuación, se describen las características de los equipos a utilizar en la Estación de servicio de gas natural vehicular:

### Compresor

El Compresor utilizado es del tipo pistón, recíprocante, arreglo en "W", de 3 etapas de compresión, la presión de succión indicada en cuadro de equipos y una presión de descarga de 250 Bar (3625) Psi.

El trabajo de cada compresor esta operado por un Controlador Lógico Programable (PLC), que es una computadora industrial dedicada a controlar cada operación del sistema, la cual decide cuando se requiere arrancar o parar el Equipo de Compresión para mantener la presión de descarga.

El sistema electrónico de los Equipos de Compresión requiere de una gran cantidad de elementos eléctricos y electrónicos de control, tales como sensores, transductores de presión y temperatura, indicadores de presión, temperatura y nivel, válvulas con actuadores neumáticos, etc. Los dispositivos de control con los que se monitorean los parámetros y condiciones de los equipos estarán instalados de forma tal que el congelamiento interno, externo o las condensaciones no provoquen fallas de funcionamiento. 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.

Cada equipo de compresión, en cada etapa de compresión y tanque de recuperación, así como tanques de almacenamiento y dispensario o postes de llenado, cuenta con válvulas de seguridad o de relevo de presión calibradas 1.2 veces la presión de operación, así también en la descarga de los compresores 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, activando los ventiladores para extraer los gases combustibles al ambiente, hasta dejar fuera de servicio el equipo de compresión al detectar una mezcla explosiva de alto riesgo.

Los Equipos de Compresión cuentan con un intercambiador de calor el cual permite enfriar por transferencia de calor a través de ventilación forzada el gas a la salida de cada etapa de compresión ya que el gas al ser comprimido y reducido su volumen la presión y la temperatura aumenta.

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 dispensarios. El control de lo anterior se hace a través del Panel de Prioridades, que es un tablero ubicado en el compresor, con válvulas automáticas que direcciona el flujo del gas, que puede ser hacia los tanques de Almacenamiento o hacia Dispensarios.

### Ficha Técnica del Compresor GNC

Aparato diseñado específicamente para aumentar la presión del gas natural, el cual cuenta con los aparatos, componentes, dispositivos y accesorios necesarios para su operación segura.



El diseño del equipo de compresión considera los siguientes requerimientos:

1. Estarán diseñados para el manejo de gas natural a las presiones y temperaturas a las cuales se someterán bajo condiciones de operación.
2. Contarán con válvulas de relevo de presión después de cada etapa de compresión, que se activarán al alcanzar una presión de 1.2 (uno punto dos) veces la presión de operación de cada etapa de compresión, mismas que desfogarán al sistema de venteo de la estación de servicio de gas natural comprimido para uso automotor.
3. Estarán equipados con controles de paro automático por alta presión de descarga y por alta o baja presión de succión.

4. Estarán equipados con controles de paro automático por alta temperatura de descarga en la última etapa de compresión.
5. Los compresores serán activados por motores eléctricos, los cuales cumplirán con las características de clasificación de áreas eléctricas, según la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización).
6. Los equipos de compresión contarán con un sistema automático de eliminación de condensados, para evitar el acarreo de líquidos a los recipientes.

### Características del compresor

1. Configuración del compresor estilo "W"
2. Diseño balanceado reciprocante para menores vibraciones y bajo nivel de ruido.
3. Vida útil de servicio de un mínimo de 25 años para el cuerpo del compresor.
4. Cilindros, pistones y válvulas no-lubricados.
5. Anillos y empaquetaduras hechas de teflón®\* auto lubricado composite ciclo de vida de servicio de los anillos y empaques de 5000 ~ 8000 horas típicamente se transfieren menos de 6 ppm de aceite en el gas de descarga y/o anillos peek de los pistones conforme se requieran.
6. Intercambiadores de calor de alta eficiencia para las etapas intermedias de compresión y enfriamiento del gas descargado.
7. Diseño presurizado código ASME VIII División I.
8. Temperatura de salida del gas= 10 °C sobre la temperatura ambiental.
9. Fuerza motriz principal.
10. Motor(es) eléctrico(s) diseñado(s) para 480 v 60 Hz 360 kw de tipo explosión proof Clase 1, División 1, Grupo D (a prueba de explosión).
11. Encendido estrella triángulo o arrancador suave (para un reducido consumo al encender).
12. Plataforma skid diseñada para fácil acceso en el servicio y mantenimiento.
13. Ensamble de la entrada del gas:
14. Conector flexible para fijar al ducto de suministro del gas.
15. Válvula de entrada activada, filtro de entrada, (25 micron), válvula check.
16. Válvula manual de aislamiento.
17. Tanques de sello ASME "U" para el gas recuperado y pulsación de entrada
18. Panel de instrumentos montado que muestra el estado del sistema, las presiones y las temperaturas
19. Control eléctrico (PLC) con indicadores del estado de la alarma

20. El PLC monitorea y controla todas las funciones del compresor incluyendo encendidos y apagados – tablero de PLC será remoto.
21. Los puntos de operación son ajustables en el campo filtro de descarga (1 micron) al 99.95% de eficiencia.
22. Amortiguador de pulsación de descarga
23. Amortiguadores de pulsación inter-etapas / tanques depuradores con drenajes de condensados.
24. Tubería inter-etapas protegida con válvulas de alivio con sello ASME “UV”.
25. Todas las conexiones de las tuberías son de acero inoxidable de tipo compresión de doble férula.

### **Tablero de control eléctrico del Compresor (CCM)**

1. Panel eléctrico asegurable Nema XII que alberga a todas las conexiones eléctricas
2. Adecuado para montaje remoto en locaciones no peligrosas (interiores)
3. El medidor horario muestra las horas de operación del sistema de GNC
4. Contiene el switch de desconexión del motor principal con interbloqueo del panel de la puerta
5. Contiene los contactores de motor, los interruptores, los transformadores, los terminales de los cables
6. Paquete de protección de energía: para protección de sobre / falta de voltaje y monitor de voltaje / registro de datos en el PLC.
7. La operación del compresor es completamente automática y auto monitorizada con desconexiones de seguridad automáticas e indicadores de estado para las siguientes condiciones de alarma.
8. Presión de entrada alta / baja.
9. Temperatura de descarga alta en todas las etapas.
10. Alta presión al final de la descarga.
11. Baja presión de aceite.
12. Nivel bajo de aceite (opcional).
13. Sobrecarga del motor impulsor.
14. Sobrecarga del motor del ventilador.
15. Voltaje alto / bajo (opción de protección de energía).
16. Botón pulsador de parada de emergencia (ESD) activado.
17. Detección del límite inferior explosivo del gas (LEL).
18. Detección del límite de fuego o de calor.

### **Sistema de detección de gases / ventilación**

1. Detector de gases digital completo con cabezal sensor recambiable.
2. Ventila del ventilador activada al 20% LEL (Lower Explosive Limit - Límite Inferior Explosivo)

3. Sistema de apagado y alarma activados al 40% LEL.
4. Paquete estándar de atenuación sonora (75 DBA @ 3 m bajo condiciones de campo abierto).
5. Material de atenuación sonora en el interior de la cabina.
6. Protección con metal perforado sobre el material de atenuación en las puertas.
7. Aislamiento del skid para reducir las vibraciones de baja frecuencia.
8. Silenciadores de entrada y descarga proporcionados para enfriar el aire intercambiado.

### **Sistema de almacenamiento o cascada**

El propósito fundamental del Sistema de Almacenamiento es poder dar fluidez y velocidad de llenado, además de evitar el trabajo continuo de (los) Compresor(es) y contar con un servicio inmediato sin esperar que el Compresor inicie su trabajo.

La función de todos estos elementos es controlada automáticamente por los PLC's localizados en cada paquete de compresión, se cuenta con un PLC localizado en el CCM, asignado a coordinar la operación y seguridad de todos los elementos de control.

Los operadores de la estación pueden ver el estatus de los equipos de compresión y modificar algunos de los parámetros de referencia (o set point) de operación a través de una interface al PLC, localizada en el tablero del CCM, llamado Panel View.

Esta pantalla es el punto de inicio para la interface Hombre-Máquina. A través de unas teclas de función se puede tener acceso a la operación de ciertas válvulas y motores de forma manual, deshabilitando su operación automática, y con otras funciones se puede acceder a los valores de Set-Point de referencia, los cuales permiten al usuario variar algunos de los parámetros de control como sea necesario, así también por medio de esta pantalla se pueden mostrar situaciones de alarma y también se puede tener conocimiento del historial de las mismas. Para el cambio de estos parámetros se requiere la autorización de un usuario experto.

El sistema de almacenamiento de GNV debe estar a una distancia no menor a 5 m del Punto de Suministro o punto de recepción de un combustible líquido.

### **Ficha Técnica del Sistema de Almacenamiento**

1. El módulo de almacenaje permite que el exceso de GNC sea capturado y almacenado cuando es comprimido por un compresor de GNC.
2. El almacenaje o buffer está diseñado para un tamaño óptimo.
3. El marco es de construcción soldada con una base de acero estructural.
4. El marco tiene incorporados puntos de izaje (orejas de maniobra) y las conexiones están diseñadas para asegurar a los cilindros y que no se muevan.



5. Cada cilindro está montado verticalmente para permitir un fácil acceso de cada cilindro individualmente en caso de su mantenimiento.
6. Toda la tubería interconectada deberá ser dimensionada e instalada para el alivio de los esfuerzos de contracción y expansión, entubado con tubería de acero inoxidable AISI316, ASTM A269
7. Una válvula con sello ASME "UV" en cada banco
8. Cada cilindro tiene una válvula manual de aislamiento y de exceso de flujo
9. Una válvula de acero inoxidable de aislamiento en cada banco de almacenamiento
10. Base estructural de acero con ganchos de izaje (orejas de maniobras).
11. Para la configuración de una sola línea todos los cilindros se entuban entre sí dentro de una sola línea. Solamente se requieren una válvula ESD y una válvula de alivio de presión de 300 bar.

### **Dispensarios o surtidores**

Los Equipos de despacho llamados dispensarios, inician el llenado por diferencia de presión primeramente recibiendo gas del sistema de Almacenamiento a los tanques de almacenamiento del automóvil. Una vez que la presión comienza a igualarse (al igual que el flujo disminuye), el sistema de control del compresor envía la señal de arranque y comienza a comprimir enviando el gas ya comprimido directamente a los tanques de la unidad móvil hasta llenarlo totalmente.

El sistema de llenado con Almacenamiento sirve para dar mayor flujo acelerando el tiempo de llenado, y si consideramos que el almacenaje es mucho más grande que la capacidad de los tanques móviles el número de arranques y paros de los Compresores disminuye considerablemente.

La más alta prioridad de los compresores es el llenado en el área de Despacho y posterior a esto el llenado del Sistema de Almacenamiento.

Los Dispensarios deben cumplir los siguientes requisitos:

1. Debe estar bajo un techo que ventile y disperse el Gas Natural.
2. Estar protegidos contra impacto de vehículos por medio de postes de tubo de acero de diámetro no menor a 0.1 m relleno con concreto o una estructura equivalente, colocados a una distancia no menor a 0.3 m del Surtidor más cercano, y a una altura de 1.80m del piso terminado al eje del pulsador.
3. Contar con un Dispositivo de Ruptura en la manguera de llenado y en el Surtidor.
4. Los venteos de los Dispensarios serán dirigidos hacia arriba de manera que desfogue a una altura no menor de 0.9 m (cero puntos nueve) de la cubierta o canopy. Los canales de venteo tendrán un arreglo para evitar la entrada de lluvia, objetos extraños y polvo.

5. Deben contar con un Sistema de Paro de Emergencia a una distancia no mayor a 3 (tres) m de cada Surtidor Y a una altura de 1.80m del piso terminado al eje del pulsador.
6. Las señalizaciones de los activadores de paro de emergencia deben cumplir con los siguientes requerimientos:
  1. La leyenda "PARO DE EMERGENCIA" en letras rojas sobre fondo blanco.
  2. Letras de altura e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías, de acuerdo con lo establecido en la NOM-026-STPS-2008.
  3. Colocadas en un lugar fácilmente visible adyacente a cada activador del Sistema de Paro de Emergencia.

### **Ficha Técnica del Dispensario (Con Equipo de Medición Calibrado)**

1. Dispensario de doble manguera
2. Diseñado para trabajos con combustible GNV
3. Precisión +/- 0.5 %
4. Suministro de una línea con control electrónico secuencial a bordo
5. Velocidad promedio de flujo nominal de 900 Sm<sup>3</sup>/Hr
6. Medidores de flujo marca Krohne (Exactitud Calibrada A +/- 0.5%)
7. Presión de trabajo de 3600 Psi; Presión estándar de llenado de 3000 Psi
8. Sistema electrónico de compensación de temperatura
9. Una válvula de bola de emergencia de aislamiento y una válvula de aguja de desfogue por manguera
10. Dos mangueras de llenado flexibles de carga simultanea eléctricamente conductivas de 12 Pies
11. Manguera para canalización de venteo
12. Válvulas de acero inoxidable de tres vías de llenado y boquillas de GNV 1 Tipo 2 O pico de llenado
13. Válvulas solenoide eléctricamente actuadas
14. Conexiones de compresión de acero inoxidable de doble ferrule con tubos ASME SA213 TP316SS 1/4"
15. Pantallas con luz retro proyectada de 3 líneas con el precio total, y con el precio unitario (LCD)
16. Totalizadores no-reseteables con comunicador remoto manual
17. Gabinete totalmente de acero inoxidable con capacidades para sello de cables y para seguridad adicional, según medidas solicitadas por el cliente.
18. Componentes aprobados por CSA o por UL
19. Botón de presión ESD para el sistema de apagado automático y aislamiento del almacenaje de gas
20. Filtro de entrada



21. Electrónica pump control
22. Válvulas break away de venteo y llenado
23. Manómetro presostato de 4" de dial
24. Electroválvula marca Jefferson

## 7. PROCEDIMIENTO DE LLENADO DE VEHÍCULOS

Las instrucciones de llenado deberán ser colocadas en un lugar adyacente a las mangueras de expendio, se enlistan en la siguiente tabla:

<p>Procedimiento previo asegúrese de que:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las etiquetas de identificación estén aprobadas y en posición.</li> <li>2. Esté prohibido fumar dentro de 6 m a la redonda.</li> <li>3. El freno de mano de los vehículos deberá ser puesto en funcionamiento, en caso de vehículos automáticos la posición de la caja deberá estar en "P" (Parqueo).</li> <li>4. Todo sistema de ignición del vehículo, sistema eléctrico y radio (incluyendo equipos de radio de onda corta) deberán estar apagados.</li> <li>5. El cilindro deberá estar dentro del período de vida probado y el sistema deberá cumplir con estas normas.</li> <li>6. No existirán fugas en el equipo de GNV del vehículo que pueden ser detectadas visualmente o de manera obvia.</li> <li>7. La conexión de combustible estará en buenas condiciones y se ajusta a la boquilla del dispensador.</li> </ol>
<p>Procedimiento de llenado</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Remueva el protector de polvo de la conexión de rellenado del vehículo.</li> <li>2. Coloque la manguera de rellenado en el punto de llenado.</li> <li>3. El vehículo no será abandonado durante el proceso de llenado excepto en el caso de llenado por goteo.</li> <li>4. Abrir la válvula de llenado lentamente permitiendo la transferencia de GNV de los cilindros de almacenamiento hacia el cilindro del vehículo. El GNV debe ser introducido lentamente dentro del vehículo para impedir un choque de carga, además de un rápido incremento de la temperatura del gas.</li> <li>5. Cerrar la válvula de llenado una vez completada la operación de llenado.</li> <li>6. Desconectar cuidadosamente la manguera de llenado permitiendo un pequeño escape de gas de la conexión de llenado.</li> <li>7. Devolver la manguera a su posición correcta en el dispensador.</li> </ol>



Antes de que un vehículo abandone el lugar de relleno es imperativo que dicho vehículo este exento de fugas ya sea en:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El vehículo ó,</li><li>2. En el punto de expendio, donde las fugas pueden haber sido producidas por una falla durante el llenado o por causa de reemplazo o movimiento de las conexiones<sup>3</sup>.</li></ol>
--	--

<sup>3</sup> Fuente: Consideraciones de diseño del proyecto

## CAPÍTULO 5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



## CONTENIDO

CAPÍTULO 5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	3
5.2.1. Descripción del proceso.....	3
5.2.2 Hojas de Seguridad.....	6



## CAPÍTULO 5.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### 5.2.1. Descripción del proceso

El presente proyecto se denomina **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** y consiste en la construcción y operación de una Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular, la cual considera como parte de sus instalaciones, una Estación de Medición y Regulación (ERM), equipos compresores, cascadas y dispensadores, oficina, cuarto de máquinas, cisterna, subestación eléctrica, baños, área verde y áreas libres, todo esto desplantado en una superficie total de **2,915.586 m<sup>2</sup>**.

La siguiente tabla muestra los alcances del proyecto:

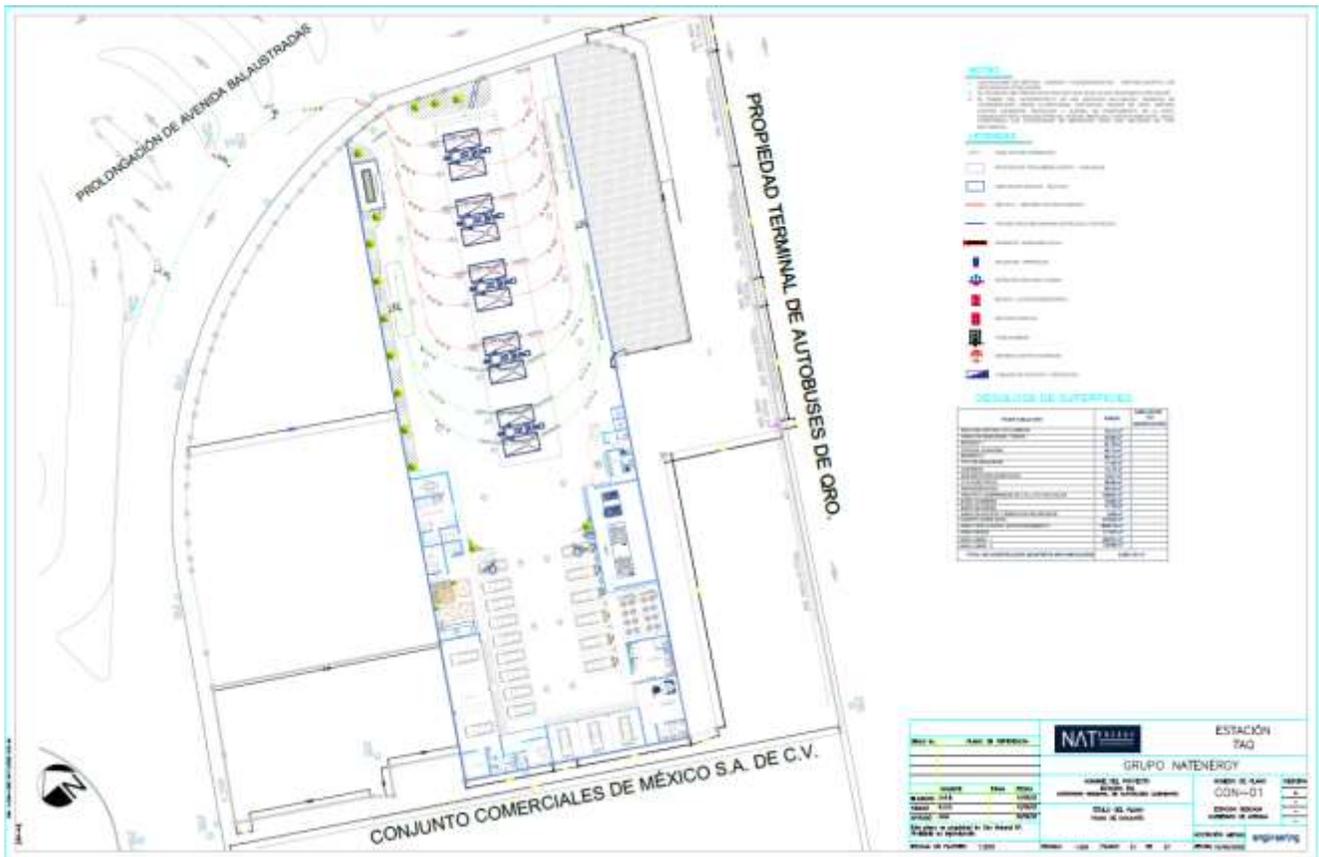
**Tabla 5.1 Alcances de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"**

PROYECTO	ALCANCE		
<b>Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"</b>	<b>Áreas</b>	Sala de juntas, cto limpios	73.47 m <sup>2</sup>
		Área de descanso, tienda	43.96 m <sup>2</sup>
		Bodega 1	91.76 m <sup>2</sup>
		Oficina, almacén	45.14 m <sup>2</sup>
		Bodega 2	69.75 m <sup>2</sup>
		Cto de maquinas	11.48 m <sup>2</sup>
		Cisterna	14.14 m <sup>2</sup>
		Sub estación eléctrica	16.41 m <sup>2</sup>
		Cto eléctrico	35.68 m <sup>2</sup>
		Refrigeración	46.43 m <sup>2</sup>
		Recinto compresión (R.C.A.), cto valvulas	109.84 m <sup>2</sup>
		Baño hombres	15.63 m <sup>2</sup>
		Baño mujeres	11.18 m <sup>2</sup>
		Área de sucios y residuos peligrosos	5.80 m <sup>2</sup>
		Canopy (Área GNV)	410.54 m <sup>2</sup>
		Área circulación, estacionamiento	1646.72 m <sup>2</sup>
		Área verde	117.87 m <sup>2</sup>
	Área libre - 1	452.01 m <sup>2</sup>	
	Área libre - 2	144.09 m <sup>2</sup>	
	<b>Equipos</b>	Compresores	Compresor 1 - SAFE - SW360F3-EM Compresor 2 - SAFE - SW360F3-EM
Blow Down		2 unidades Blow Down (3 cilindros c/u)	
Panel prioritario		Panel prioritario SAFE	
Dispensadores		2 Dispensadores de alto caudal - SAFE - ESPH22/3	



PROYECTO		ALCANCE	
			3 Dispensadores normal - SAFE - ESPH22/3
	Módulos de almacenamiento		Módulo de almacenamiento o cascada 1 - SAFE tipo estándar
			Módulo de almacenamiento o cascada 2 - SAFE tipo estándar

La siguiente figura muestra el plano del conjunto, donde se pueden visualizar los alcances indicados en la tabla anterior:



**Figura 5.1 Plano 1-C0N-1-CON-1**

**Características de los equipos a instalar<sup>1</sup>:**

En las siguientes tablas se muestran las características de los equipos a instalar en el proyecto.

**Tabla 5.2 Compresor 1**

COMPRESOR 01	Una Unidad
Marca	SAFE
Modelos	SW360F3-EM
Número de etapas	4
Presión de aspiración	3 BAR

<sup>1</sup> Fuente: Consideraciones de diseño del proyecto



<b>COMPRESOR 01</b>	<b>Una Unidad</b>
Presión de descarga máxima	250 BAR
Flujo máximo	1,690 sm <sup>3</sup> /h
Motor principal	360 kw
Temperatura de entrada de gas	15 °C
Enfriamiento	agua

**Tabla 5.3 Compresor 2**

<b>COMPRESOR 02</b>	<b>Una Unidad</b>
Marca	SAFE
Modelos	SW400F4-EM
Número de etapas	4
Presión de aspiración	3 BAR
Presión de descarga máxima	250 BAR
Flujo máximo	1,690 sm <sup>3</sup> /h
Motor principal	360 kw
Temperatura de entrada de gas	15 °C
Enfriamiento	agua

**Tabla 5.4 Blow Down**

<b>BLOW DOWN</b>	<b>Dos Unidades</b>
Numero de cilindros	3 cada uno
Capacidad total	240 L cada uno

**Tabla 5.5 Panel prioritario**

<b>PANEL PRIORITARIO</b>	<b>Una Unidad</b>
Marca	SAFE
Caudal	4,000 sm <sup>3</sup> /h
Presión de trabajo	300 bar

**Tabla 5.6 Dispensador de alto caudal**

<b>DISPENSADOR DE ALTO CAUDAL</b>	<b>Dos Unidades</b>
Marca	SAFE - ESPH22/3
Caudal	300 sm <sup>3</sup> /h
Boquilla	NGV2 SELFS OPW CT5000
Numero de boquillas	2
Material de gabinete	Acero inoxidable
Presión de trabajo	250 bar ±2.5%
Presión de prueba máxima	275 bar
Llenado de líneas	3 vías

**Tabla 5.7 Dispensador normal**

<b>DISPENSADOR NORMAL</b>	<b>Tres Unidades</b>
Marca	SAFE - ESPH22/3
Caudal	150 sm <sup>3</sup> /h
Boquilla	NGV1 STAUBLI CMV08



DISPENSADOR NORMAL	Tres Unidades
Numero de boquillas	2
Material de gabinete	Acero inoxidable
Presión de trabajo	250 bar $\pm$ 2.5%
Presión de prueba máxima	275 bar
Llenado de líneas	3 vías

**Tabla 5.8 Modulo de almacenamiento o cascada 1**

MODULO DE ALMACENAMIENTO O CASCADA - 01	Una Unidad
Marca	SAFE
Tipo	Estándar
Capacidad	2240 L
Numero de cilindros	28 (80 L c/u)
Material	Acero
Máxima presión de trabajo	275 barg

**Tabla 5.9 Modulo de almacenamiento o cascada 2**

MODULO DE ALMACENAMIENTO O CASCADA - 02	Una Unidad
Marca	SAFE
Tipo	Estándar
Capacidad	1680 L
Numero de cilindros	21 (80 L c/u)
Material	Acero
Máxima presión de trabajo	275 barg

### 5.2.2 Hojas de Seguridad

El presente proyecto **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** consiste en la construcción y operación de una Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular, por lo tanto, la sustancia manejada en el proceso de la EDS es el Gas Natural.

El gas natural tiene altos niveles de explosividad e inflamabilidad, es más ligero que el aire, con una densidad relativa de 0.61, por tal motivo se disipa rápidamente en la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales.

Golpes accidentales en el equipo de compresión, daños en la instrumentación o tubería, falla en la conexión en el surtidor podrían ser causa de formación de fugas con tamaños variables que de encontrar alguna fuente de ignición podrían dar lugar a incendios o explosiones dependiendo de la naturaleza propia de la fuga.

A continuación, se presentan a detalle las características del gas natural;



**Tabla 5.10 Datos del Gas Natural**

**Fuente: Elaboración propia<sup>2</sup>**

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO			
<b>Nombre del Producto</b>	Gas Natural		
<b>Nombre Químico</b>	Metano		
<b>Familia Química</b>	Hidrocarburos del Petróleo		
<b>Fórmula Molecular</b>	Mezcla (CH <sub>4</sub> + C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> + C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )		
COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES			
Material	%	Número CAS (Chemical Abstracts Services)	LEP (Límite de Exposición Permisible)
Gas Natural (Metano <sup>3</sup> )	88	74-82-8	Asfixiante Simple
Etano	9		
Propano	3		
Etil Mercaptano <sup>4</sup>	17-28 ppm		Odorífico
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS			
<b>HR: 3<sup>5</sup></b>	El gas natural es más ligero que el aire (su densidad relativa es 0.61, aire = 1.0) y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna. Presenta además ventajas ecológicas ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.		
<b>Efectos Potenciales para la Salud</b>	El Gas Natural no tiene color, sabor, ni olor, por lo que es necesario administrar un odorífico para advertir su presencia en caso de fuga		
PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIO			
Punto de Flash	Temperatura de Auto ignición	Límites de Explosividad	Punto de Flash (Descripción)

<sup>2</sup> Con base en la HDS de las sustancias (Anexo No. 9)

<sup>3</sup> Las simulaciones realizadas se realizan con esta sustancia química

<sup>4</sup> El CAS del Etil Mercaptano es 75-08-01 y el ACGIH TLV: 0.5 ppm

<sup>5</sup> m<sup>3</sup>/h = Clasificación de Riesgo, 1 = Bajo, 2 = Mediano, 3 = Alto



-222.0° C	650.0 °C	Inferior 4.5%  Superior 14.5%	Punto de Flash: Una sustancia con punto de flash de 38°C o menor se considera peligrosa; entre 38 °C y 93 °C, moderadamente inflamable; mayor a 93 °C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del gas natural (- 222.0 °C)
-----------	----------	-------------------------------------	---

### PROPIEDADES FÍSICAS/QUÍMICAS

<b>Fórmula Molecular</b>	Mezcla (CH <sub>4</sub> + C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> + C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )
<b>Peso Molecular</b>	18.2
<b>Temperatura de Ebullición @ 1 atmósfera</b>	- 160.0 °C
<b>Temperatura de Fusión</b>	- 182.0 °C
<b>Densidad de los Vapores (Aire = 1) @ 15.5 °C</b>	0.61 (Más ligero que el aire)
<b>Densidad del Líquido (Agua = 1) @ 0°/4 °C</b>	0.554
<b>Relación de Expansión</b>	1 litro de líquido se convierte en 600 litros de gas
<b>Solubilidad en Agua @ 20 °C</b>	Ligeramente soluble (de 0.1 @ 1.0%)
<b>Apariencia y Color</b>	Gas incoloro, insípido y con ligero olor a huevos podridos (por la adición de mercaptanos para detectar su presencia en caso de fugas de acuerdo con Norma Pemex No 07.3.13)

### ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

<b>Estabilidad Química</b>	Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.
<b>Productos Peligrosos de Descomposición</b>	Los gases o humos que produce su combustión son: bióxido de carbono y monóxido de carbono (gas tóxico).
<b>Peligros de Polimerización</b>	No polimeriza

### INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

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

### INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El gas natural es un combustible limpio, los gases producto de la combustión, tienen escasos efectos adversos en la atmósfera. Sin embargo, las fugas de metano están consideradas dentro del grupo de Gases de Efecto Invernadero, causantes del fenómeno de calentamiento global de la atmósfera (con un potencial 21 veces mayores que el CO<sub>2</sub>). El gas natural no contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono. Su combustión es más eficiente y limpia por lo que se considera un combustible ecológico



que responde satisfactoriamente a los requerimientos del INE, SEMARNAT y la Secretaría de Energía, así como a la normatividad que entró en vigor a partir de 1998.

### DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

El gas natural no deja residuos.

### INFORMACIÓN SOBRE SU TRANSPORTACIÓN

<b>Nombre Comercial</b>	Gas Natural
<b>Identificación *DOT</b>	1971 y 1972 (Organización de Naciones Unidas)
<b>Clasificación de Riesgo *DOT</b>	Clase 2; División 2.1

*Fuente: Hoja de datos de seguridad del gas natural (Anexo No.9)*

**Tabla 5.11 Resumen de Sustancias Peligrosas**

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)	No. CAS	Riesgo químico				Flujo en m <sup>3</sup> /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD)	Concentración	Capacidad total			Tipo de almacenamiento	Cantidad de reporte en el Listado de Actividades Altamente Riesgosas
		C	R	E	T			Máxima de proceso (Ton/Día)	Máxima de transporte (Ton/Día)	Máxima de almacenamiento (Ton)		
Metano	74-82-8				X	3,216 m <sup>3</sup> /h	0,5540 <sup>6</sup>	3,216 m <sup>3</sup> /h	4,020 m <sup>3</sup> /h	-	NA	<b>El Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas</b> , establece como cantidad de reporte a partir de <b>500 kg</b> en estado gaseoso para el <b>Gas Natural</b>

<sup>6</sup> Fuente: HDS Gas Natural (Anexo No. 9)



## CAPÍTULO 3. GENERALIDADES

## CONTENIDO

CAPÍTULO 3. GENERALIDADES .....	3
3.1 Generalidades .....	3



## CAPÍTULO 3. GENERALIDADES

### 3.1 Generalidades

Los Regulados que elaboren el **Estudio de Riesgo (ER)** y el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) para dar cumplimiento a los Artículos 30 y 147 de la LGEEPA y a los Artículos 17, primer y último párrafo, y 18 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental podrán utilizar la presente Guía de la manera siguiente:

- a. Para elaborar el **Estudio de Riesgo (ER)** solamente usarán los apartados del capítulo 5, numerales 1, 2, 3, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.2, 5, 6, 8, 9 y 10, los receptores de Riesgo considerados serán únicamente los referentes al Sistema Ambiental, es decir población y medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, y
- b. Para elaborar el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) podrán utilizar la presente Guía en su totalidad, los receptores de Riesgo considerados serán únicamente los referentes al Sistema Ambiental, es decir población y medio ambiente.

El nivel de la ingeniería recomendado para la elaboración del Análisis de Riesgo se ajustará conforme a las siguientes etapas:

#### 3.1. Diseño

- a) Ingeniería básica extendida (como mínimo).

#### 3.2. Construcción

- a) Ingeniería de detalle y/o aprobada para construcción (APC)

#### 3.3. Operación, Cierre, Desmantelamiento y Abandono

- a) Ingeniería aprobada para construcción (APC) y/o "As built" (planos como fue construido)

## CAPÍTULO 4. DEFINICIONES

## CONTENIDO

CAPÍTULO 4. DEFINICIONES .....	3
4.1 Definiciones.....	3



## CAPÍTULO 4. DEFINICIONES

### 4.1 Definiciones

Para efectos de la aplicación e interpretación de la Guía para la elaboración del **Análisis de Riesgo** para el Sector Hidrocarburos, se estará a los conceptos y definiciones, en singular o plural, previstos en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, la Ley de Hidrocarburos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Reglamento Interior de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, el Reglamento de la Ley de Hidrocarburos, el Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos, el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como las Normas Oficiales Mexicanas y Disposiciones administrativas de carácter general emitidas por la Agencia y a los siguientes conceptos y definiciones.

**I. Amenaza:** Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro;

**II. Análisis de Riesgo de Proceso (ARP):** Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún Escenario de Riesgo identificado;

**III. Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH):** Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los Escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, Instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable;

**IV. Análisis Preliminar de Peligros:** Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos;

**V. Caso Alterno:** Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable;

**VI. VI. Caso Más Probable:** Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de una Sustancia Peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir;

**VII. Efecto Dominó:** También conocido como encadenamiento de eventos, es un evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares;

**VIII. Escenario de Riesgo:** Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias;

**IX. Estudio de Riesgo (ER):** Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, donde se pretende desarrollar un Proyecto. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales, o aquellas que se van a implementar para prevenir las causas o mitigar las afectaciones al medio ambiente. Se incorpora a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA);

**X. Estudio de Riesgo Ambiental (ERA):** Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente de un Proyecto en Operación. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales;

**XI. Exposición:** Contacto de las personas o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo.

**XII. IDLH (“Immediately Dangerous to Life or Health”, por sus siglas en inglés) Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud:** Es la concentración máxima en el aire de una Sustancia Peligrosa, a la que una persona podría escapar durante un periodo de treinta minutos sin experimentar efectos irreversibles para la salud o síntomas graves que le impidan evacuar;

**XIII. Peor Caso:** Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario de Sustancia Peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, sin necesidad de conocer las causas ni su probabilidad de ocurrencia;

**XIV. Proyecto:** Actividad del Sector Hidrocarburos que se desarrolla o se pretende desarrollar en una o varias Instalaciones, y que se encuentra vinculada a un permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía o bien, a un Plan de Exploración o de Desarrollo para la Extracción, aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos;

**XV. Riesgo Inherente:** Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos;

**XVI. Riesgo Residual:** Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo Inherente; el Riesgo Residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido;

**XVII. Riesgo Tolerable:** Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad;

**XVIII. Salvaguarda:** Dispositivo, sistema, procedimientos o programas, entre otros, destinados a proteger la seguridad física integral de las personas, el medio ambiente o la Instalación;

**XIX. Sistemas de Seguridad:** Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias;

**XX. Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS):** Es un Sistema de Seguridad que tiene implementadas una o más funciones de cualquier combinación de sensores (elementos primarios), controlador lógico y elementos finales;

**XXI. Simulación:** Representación de un Escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias



de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas;

**XXII. Sustancia Explosiva:** La que genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión de manera espontánea o por acción de alguna energía;

**XXIII. Sustancia Inflamable:** Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición;

**XXIV. Sustancia Peligrosa:** Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión;

**XXV. Sustancia Tóxica:** Aquella que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, alteraciones al material genético o muerte.

**XXVI. TLV (15 min, STEL):** ("Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit", por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Límite de Exposición a corto plazo. Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición;

**XXVII. TLV (8 h. TWA):** ("Threshold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos;

**XXVIII. Vulnerabilidad:** Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este;

**XXIX. Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo:** Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de Salvaguardar a la población y al ambiente, y

**XXX. Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo:** Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Proyecto.

## CAPÍTULO 5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

## CONTENIDO

CAPÍTULO 5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN  
.....3



**CAPÍTULO 5.5. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN**

En las siguientes figuras se muestra la representación en planos de los radios potenciales de afectación:

**ESCENARIO 1 - Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM) - Fuga Transversal**



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	21
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	11
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.68 m/s	<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 1. Etapa de regulación y medición (ERM)
Estabilidad Pasquill:	F	<b>No. de escenario:</b> Escenario 1
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-01

ESCENARIO 2 - Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	44
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	24
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	Menor a 10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	
		<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 2. Sistema compresión (Compresores)
		<b>No. de escenario:</b> Escenario 2
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-02

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Tubería - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	40
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	21
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	Menor a 10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-03
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Cilindro - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m2	Zona de Amortiguamiento	19
5 kW/m2	Zona de alto Riesgo	10
35.5 kW/m2	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-04

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Cilindro - Fuga 100 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	19
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	10
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-05
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Cilindro - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	13
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	Menor a 10
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	Menor a 10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-06
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 1 - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	69
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	37
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-07

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 1 - Fuga 100 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	65
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	35
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-08

**ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 1 - Fuga 25 mm**



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	<b>Zona de Amortiguamiento</b>	46
5 kW/m <sup>2</sup>	<b>Zona de alto Riesgo</b>	25
35.5 kW/m <sup>2</sup>	<b>Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos</b>	10
<b>Condiciones climáticas:</b>	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
<b>Velocidad del viento:</b>	3.68 m/s	<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
<b>Estabilidad Pasquill:</b>	F	<b>No. de escenario:</b> Escenario 3
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	<b>Elaboró:</b> M. en A. Alejandra Silva Sánchez <b>Revisó:</b> M. en C. Anahí Silva Sánchez <b>Autorizó:</b> M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-09

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 2 - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	62
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	33
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-10

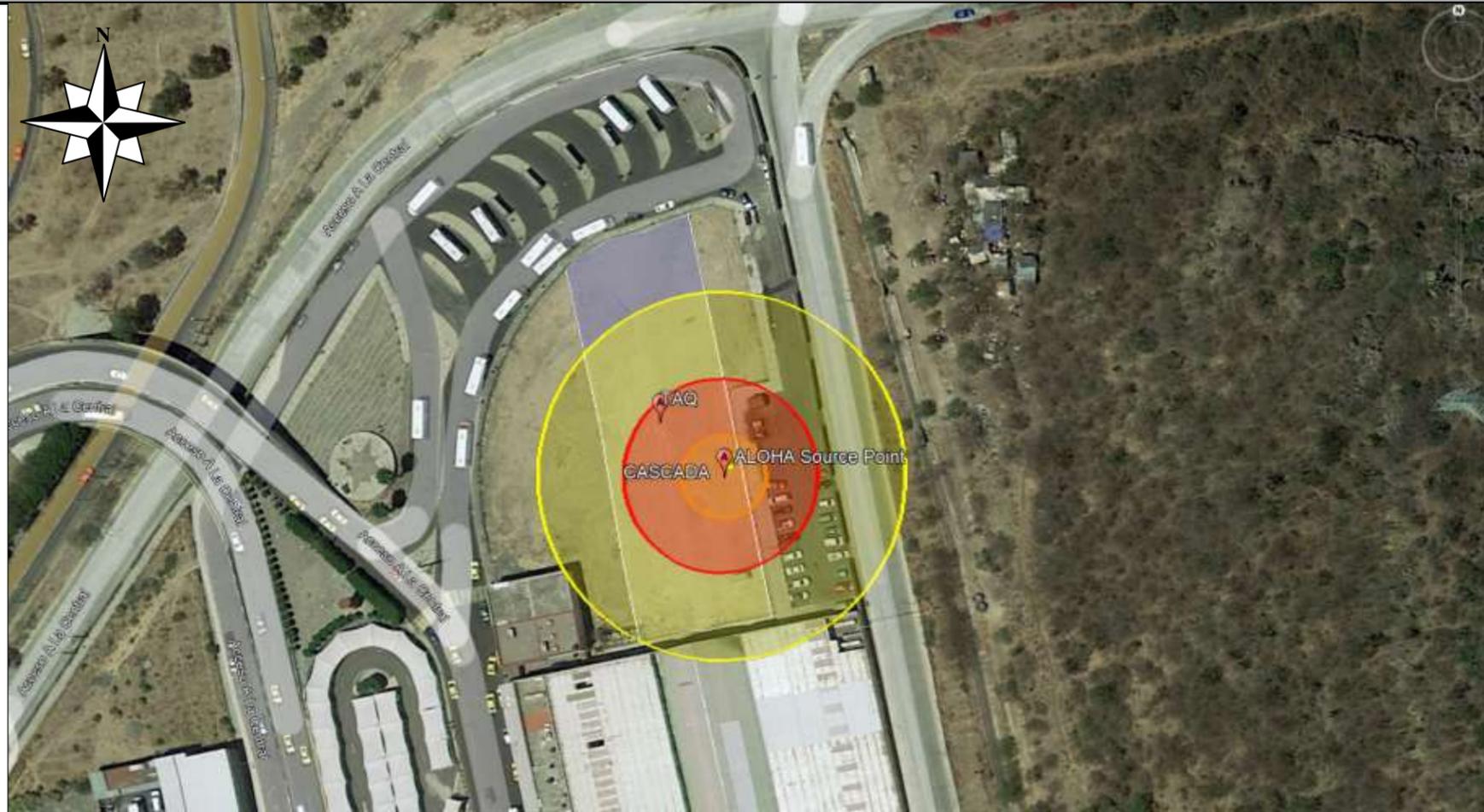
ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 2 - Fuga 100 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m2	Zona de Amortiguamiento	57
5 kW/m2	Zona de alto Riesgo	31
35.5 kW/m2	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-11

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 2 - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	44
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	24
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-12
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 1



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	46
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	25
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	Menor a 10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>  <b>Nodo o sistema:</b> Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)  <b>No. de escenario:</b> Escenario 4  <b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-13
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 2



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	46
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	25
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	Menor a 10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 4
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-14
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 3



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	46
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	25
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	Menor a 10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 4
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-15

ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 4



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	46
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	25
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	Menor a 10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.68 m/s	<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)
Estabilidad Pasquill:	F	<b>No. de escenario:</b> Escenario 4
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-16
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

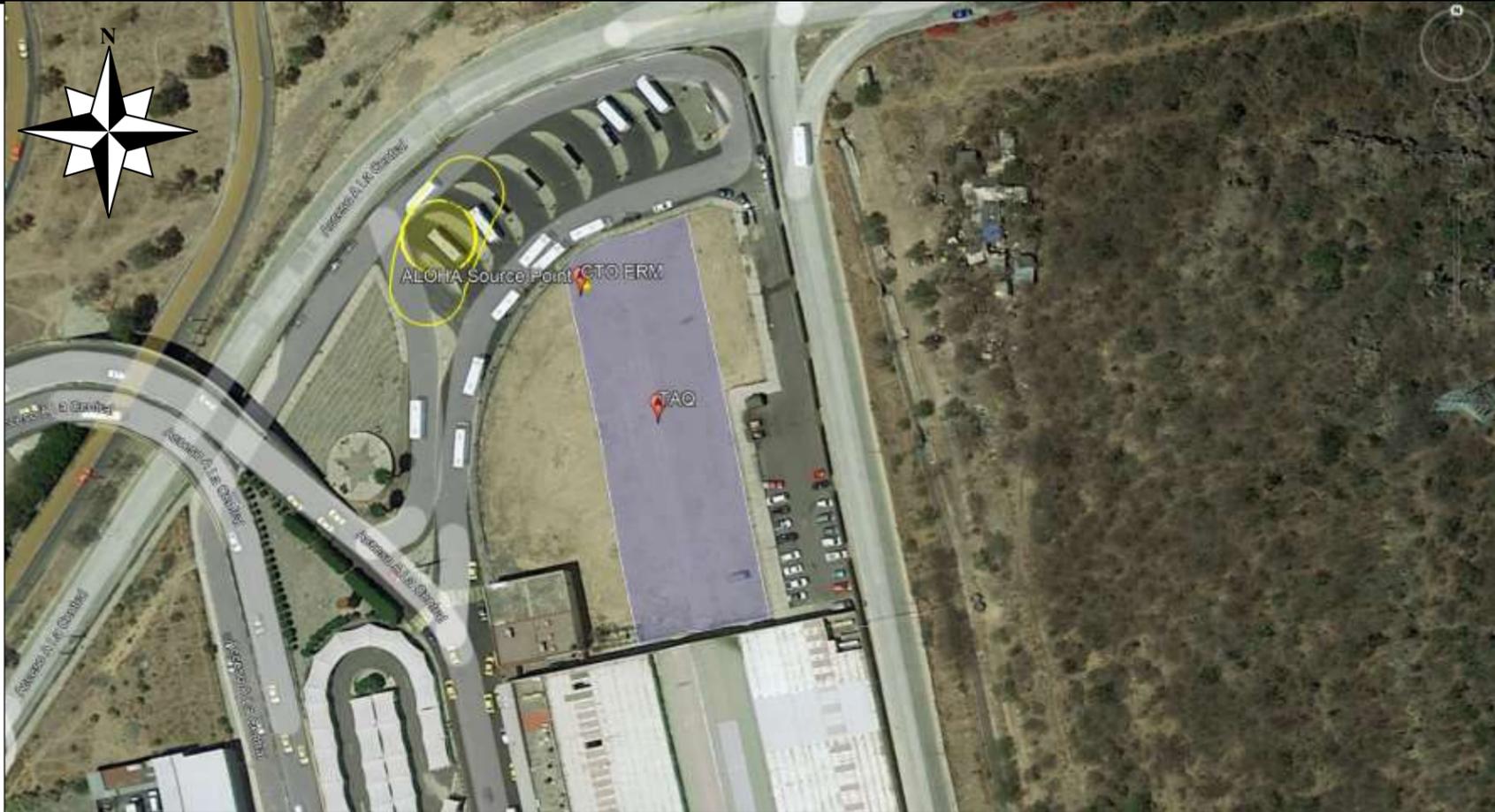
ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 5



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
1.4 kW/m <sup>2</sup>	Zona de Amortiguamiento	46
5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo	25
35.5 kW/m <sup>2</sup>	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	Menor a 10
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 4
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-17
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 1 - Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM) - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	45
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 1. Etapa de regulación y medición (ERM)
Estabilidad Pas quill:	F	No. de escenario: Escenario 1
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-01
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 1 - Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM) - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	10
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.68 m/s	<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 1. Etapa de regulación y medición (ERM)
Estabilidad Pasquill:	F	<b>No. de escenario:</b> Escenario 1
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-02
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

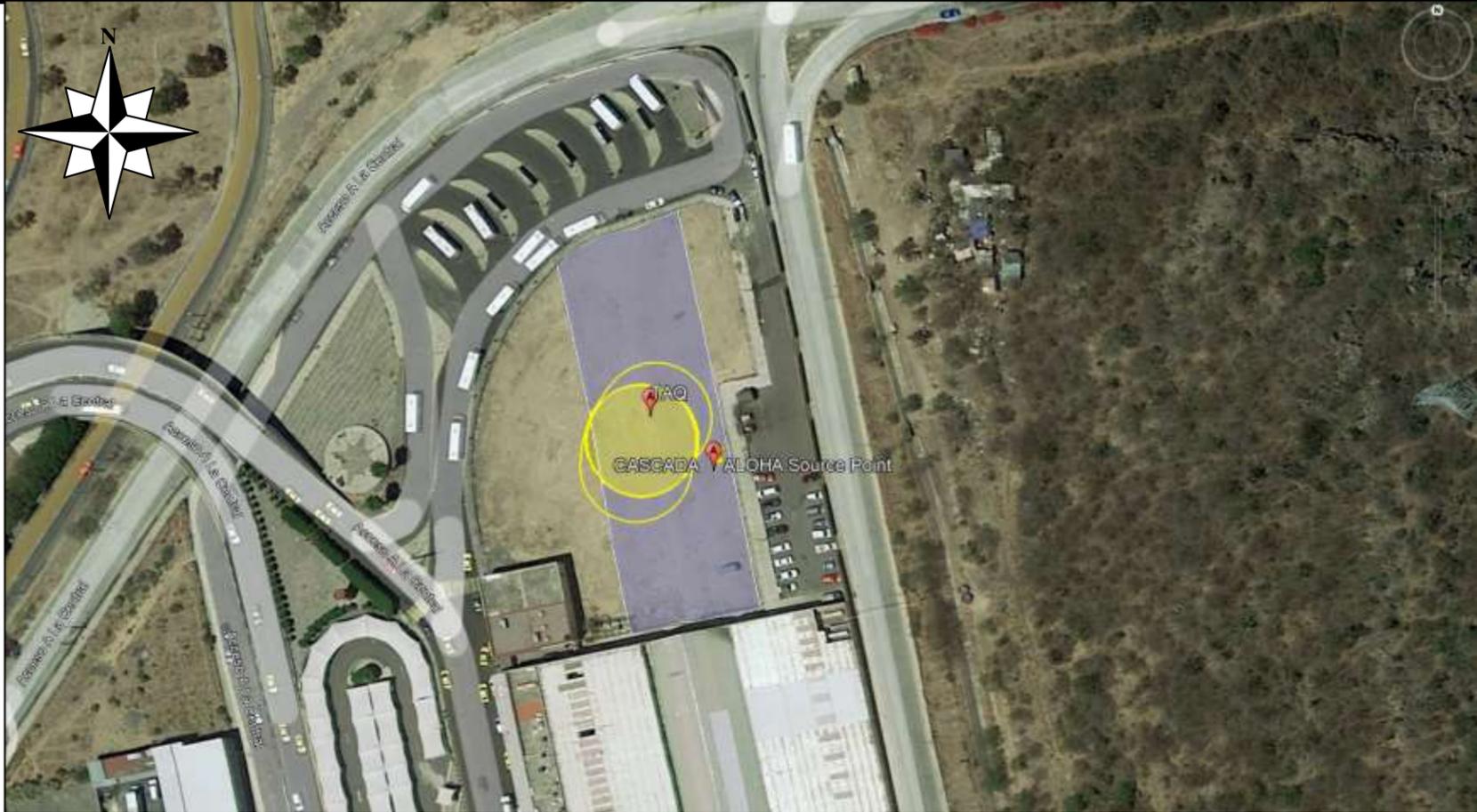
ESCENARIO 2 - Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	35
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 2. Sistema compresión
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 2
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-03
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Tubería - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	32
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-04
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Cilindro - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	19
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-05
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Cilindro - Fuga 100 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	19
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-06
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Cilindro - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	19
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-07
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 1 - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	84
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-08
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 1 - Fuga 100 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	84
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-09
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 1 - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	81
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-10
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 2 - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	78
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-11
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 2 - Fuga 100 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	78
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-12
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 2 - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	77
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-13
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 1



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	36
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 23 °C Humedad relativa: 64%	Instalación
Velocidad del viento:	3.24 m/s	Nodo o sistema: Nodo 4. Suministro de gas
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 4
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-14
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		



ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 3



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	36
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 23 °C Humedad relativa: 64%	Instalación
Velocidad del viento:	3.24 m/s	Nodo o sistema: Nodo 4. Suministro de gas
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 4
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-16
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 4



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	36
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 23 °C Humedad relativa: 64%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.24 m/s	<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 4. Suministro de gas
Estabilidad Pasquill:	F	<b>No. de escenario:</b> Escenario 4
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-17
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 5



Radios potenciales de afectación por explosión		
Niveles de explosión	Distancia (m)	
0.5 psi	Zona de Amortiguamiento	36
1.0 psi	Zona de alto Riesgo	No se generó
10 psi	Zona de alto Riesgo por Daños a Equipos	No se generó
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 23 °C Humedad relativa: 64%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.24 m/s	<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 4. Suministro de gas
Estabilidad Pasquill:	F	<b>No. de escenario:</b> Escenario 4
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-EXP-18
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

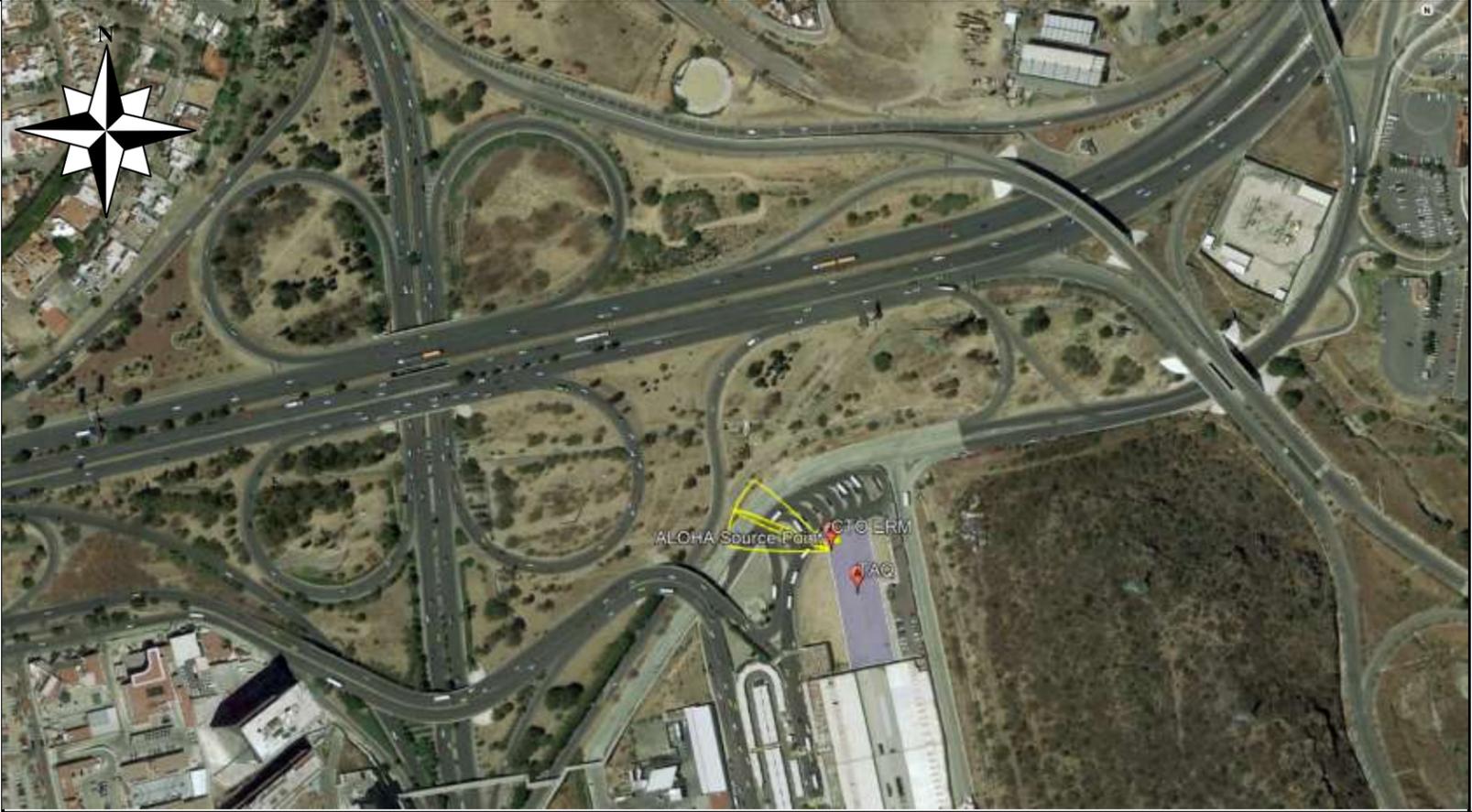
ESCENARIO 1 - Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM) - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	324
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	137
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 1. Etapa de regulación y medición (ERM)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 1
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-TOX-01
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

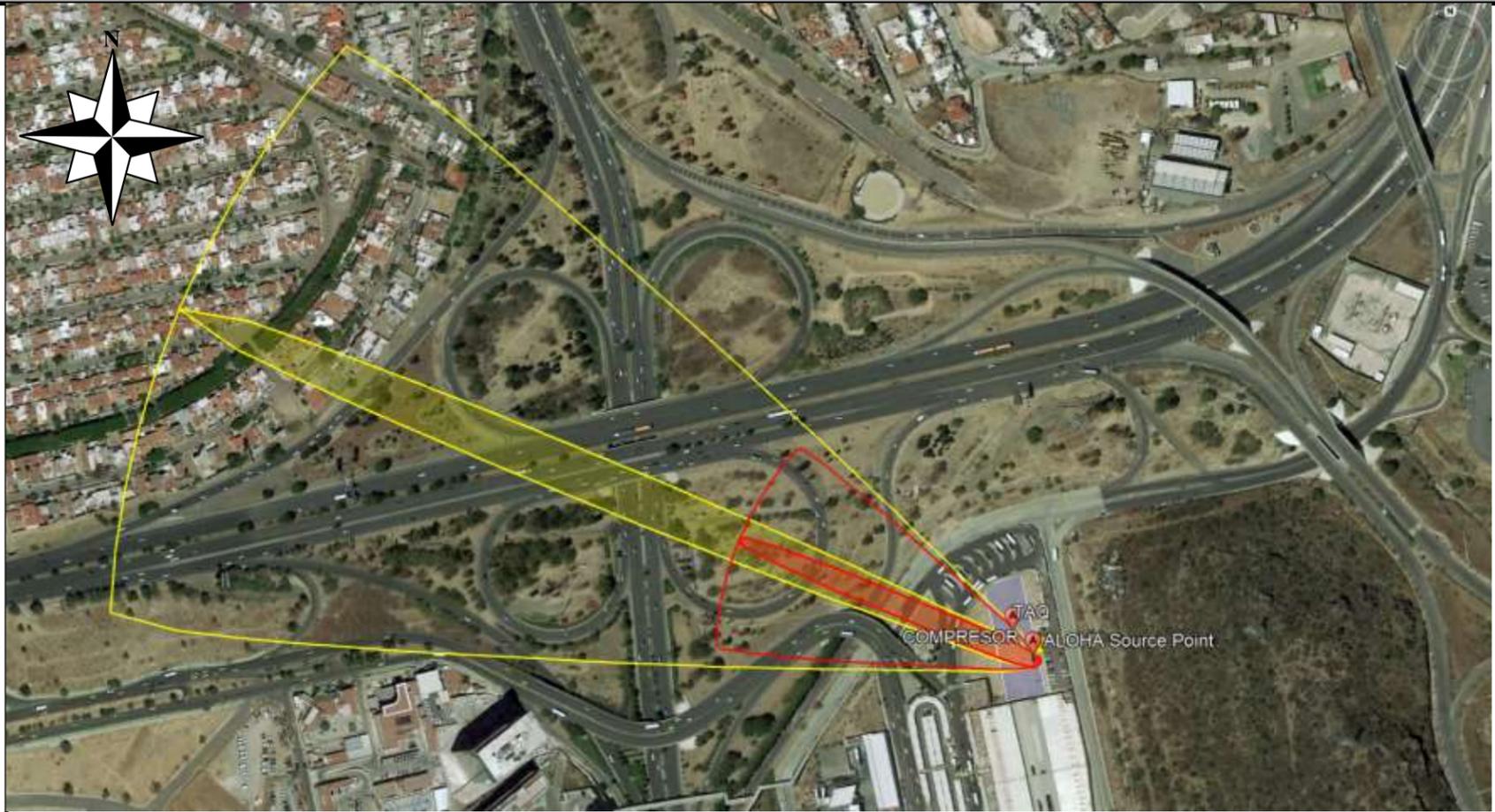
ESCENARIO 1 - Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM) - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	<b>Zona de Amortiguamiento</b>	72
IDLH 5000 ppm	<b>Zona de alto Riesgo</b>	31
<b>Condiciones climáticas:</b>	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
<b>Velocidad del viento:</b>	3.68 m/s	<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 1. Etapa de regulación y medición (ERM)
<b>Estabilidad Pasquill:</b>	F	<b>No. de escenario:</b> Escenario 1
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Etapa de regulación y medición (ERM)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	<b>Elaboró:</b> M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-TOX-02
		<b>Revisó:</b> M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		<b>Autorizó:</b> M. en C. Anahí Silva Sánchez		

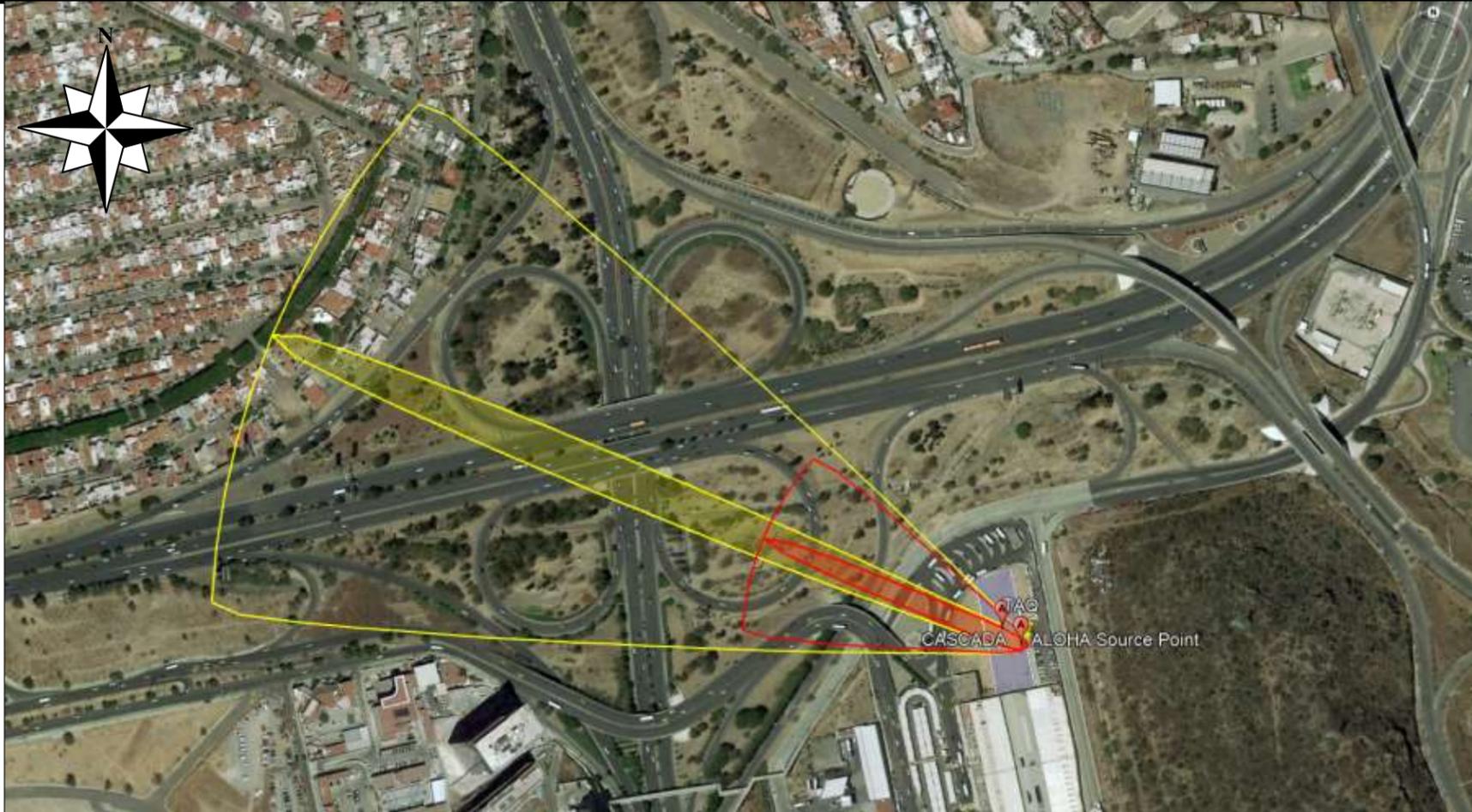
ESCENARIO 2 - Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	731
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	251
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>  <b>Nodo o sistema:</b> Nodo 2. Sistema compresión  <b>No. de escenario:</b> Escenario 2  <b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores)
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-TOX-03
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Tubería - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	650
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	224
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>  <b>Nodo o sistema:</b> Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)  <b>No. de escenario:</b> Escenario 3  <b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-TOX-04
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

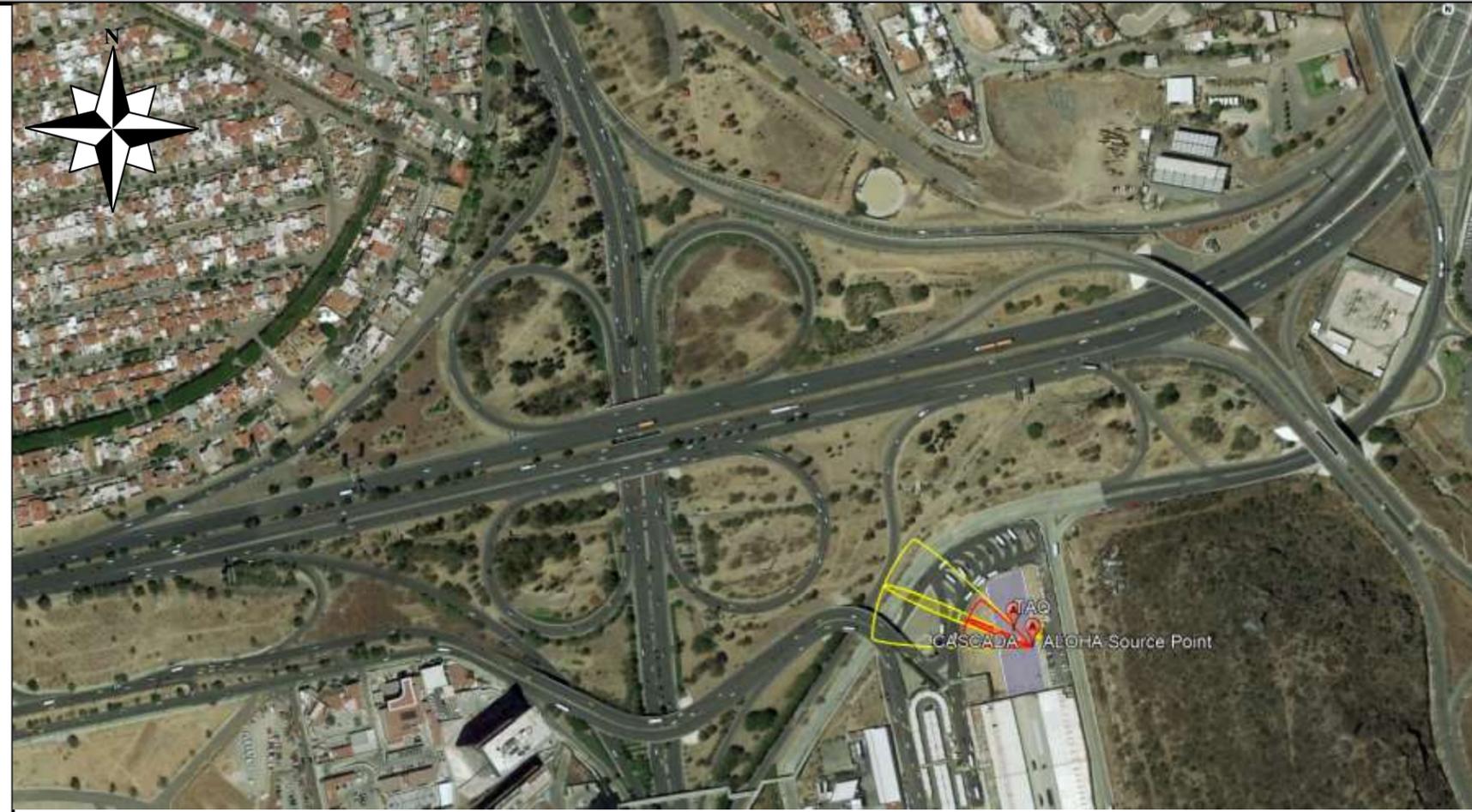
ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Cilindro - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	128
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	56
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>  <b>Nodo o sistema:</b> Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)  <b>No. de escenario:</b> Escenario 3  <b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-TOX-05
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Cilindro - Fuga 100 mm



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	128
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	56
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-TOX-06
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Cilindro - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	128
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	56
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-07
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

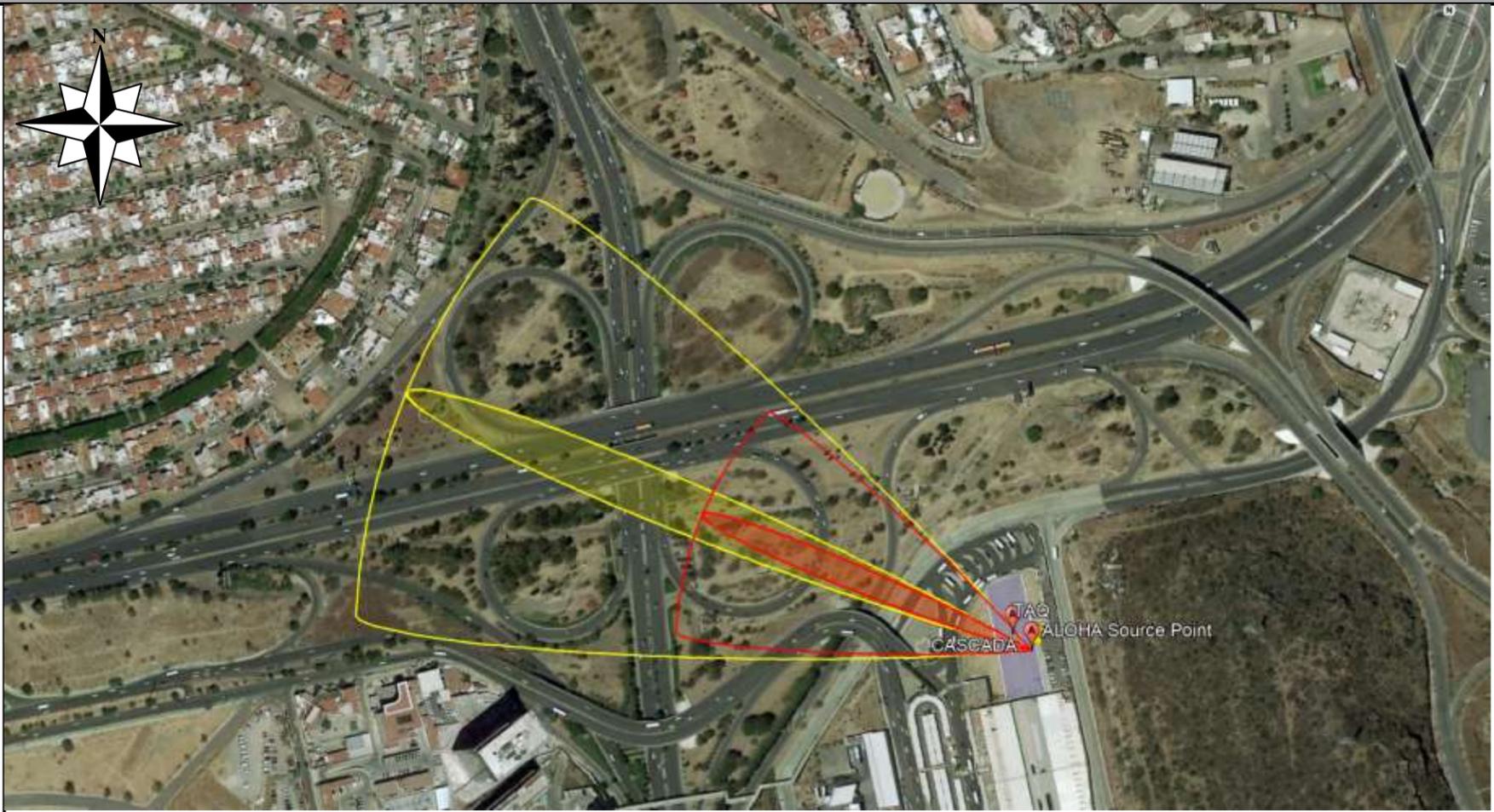
ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 1 - Fuga Transversal



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	536
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	282
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
		<b>No. de escenario:</b> Escenario 3
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-08

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 1 - Fuga 100 mm



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	536
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	282
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-09
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 1 - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	520
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	269
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-10
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

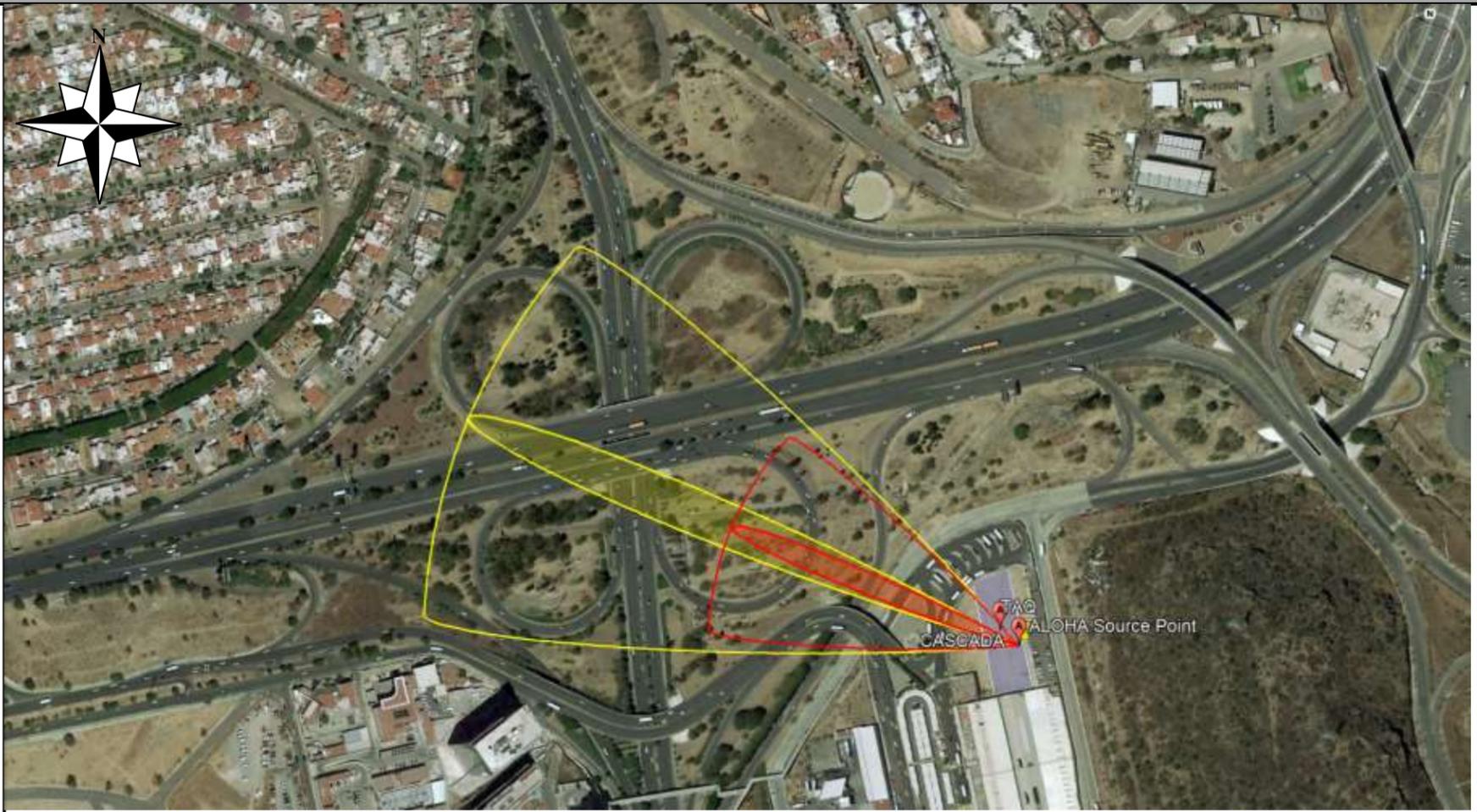
**ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 2 - Fuga Transversal**



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
<b>TLV 1000 ppm</b>	<b>Zona de Amortiguamiento</b>	479
<b>IDLH 5000 ppm</b>	<b>Zona de alto Riesgo</b>	250
<b>Condiciones climáticas:</b>	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
<b>Velocidad del viento:</b>	3.68 m/s	<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
<b>Estabilidad Pasquill:</b>	F	<b>No. de escenario:</b> Escenario 3
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	<b>Elaboró:</b> M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-11
		<b>Revisó:</b> M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		<b>Autorizó:</b> M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 2 - Fuga 100 mm



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	479
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	250
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 3. Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 3
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-12
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

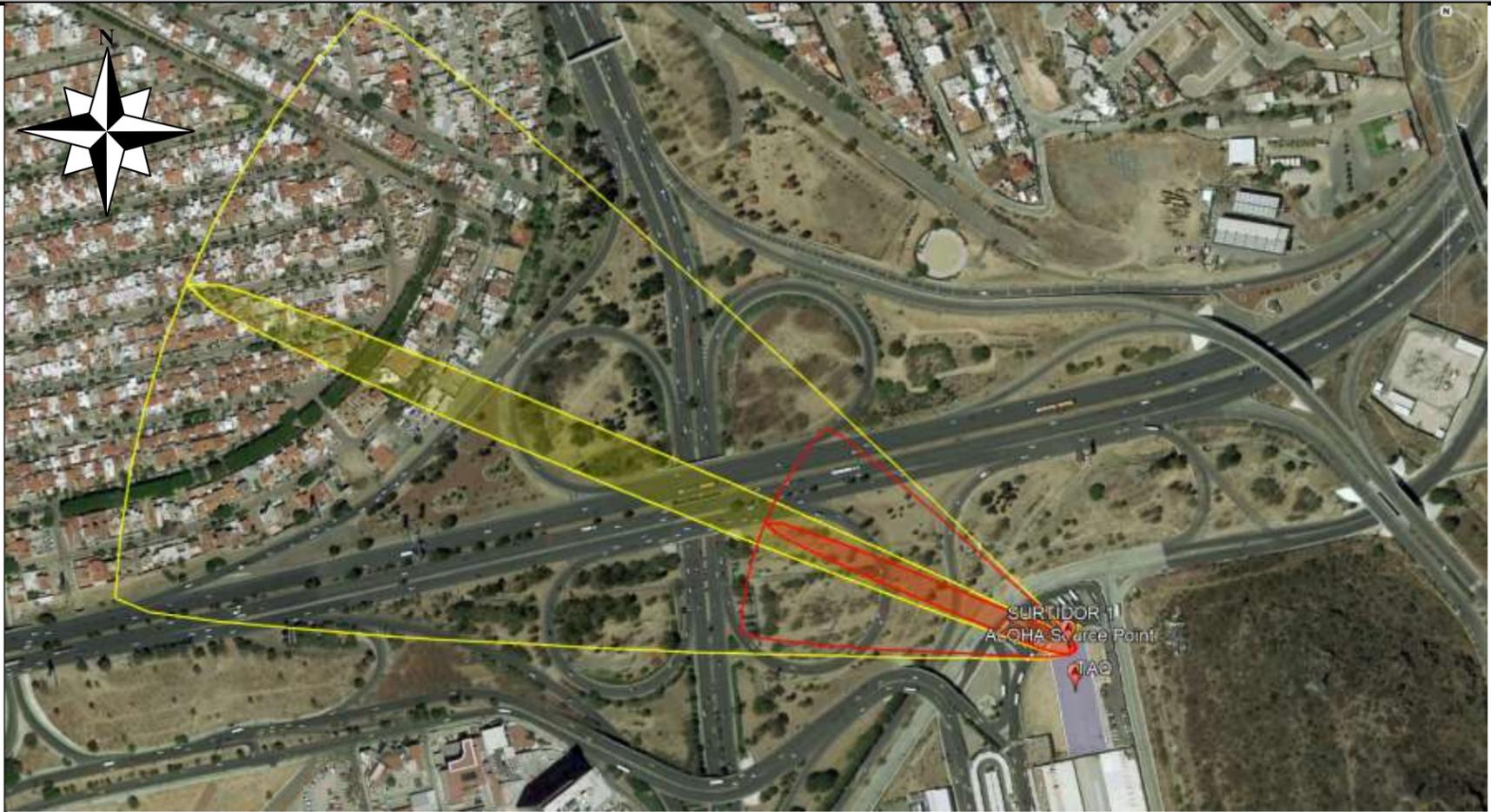
ESCENARIO 3 - Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) - Sistema Total Cascada 2 - Fuga 25 mm



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	472
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	244
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	
		<b>No. de escenario:</b> Escenario 3
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-13
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

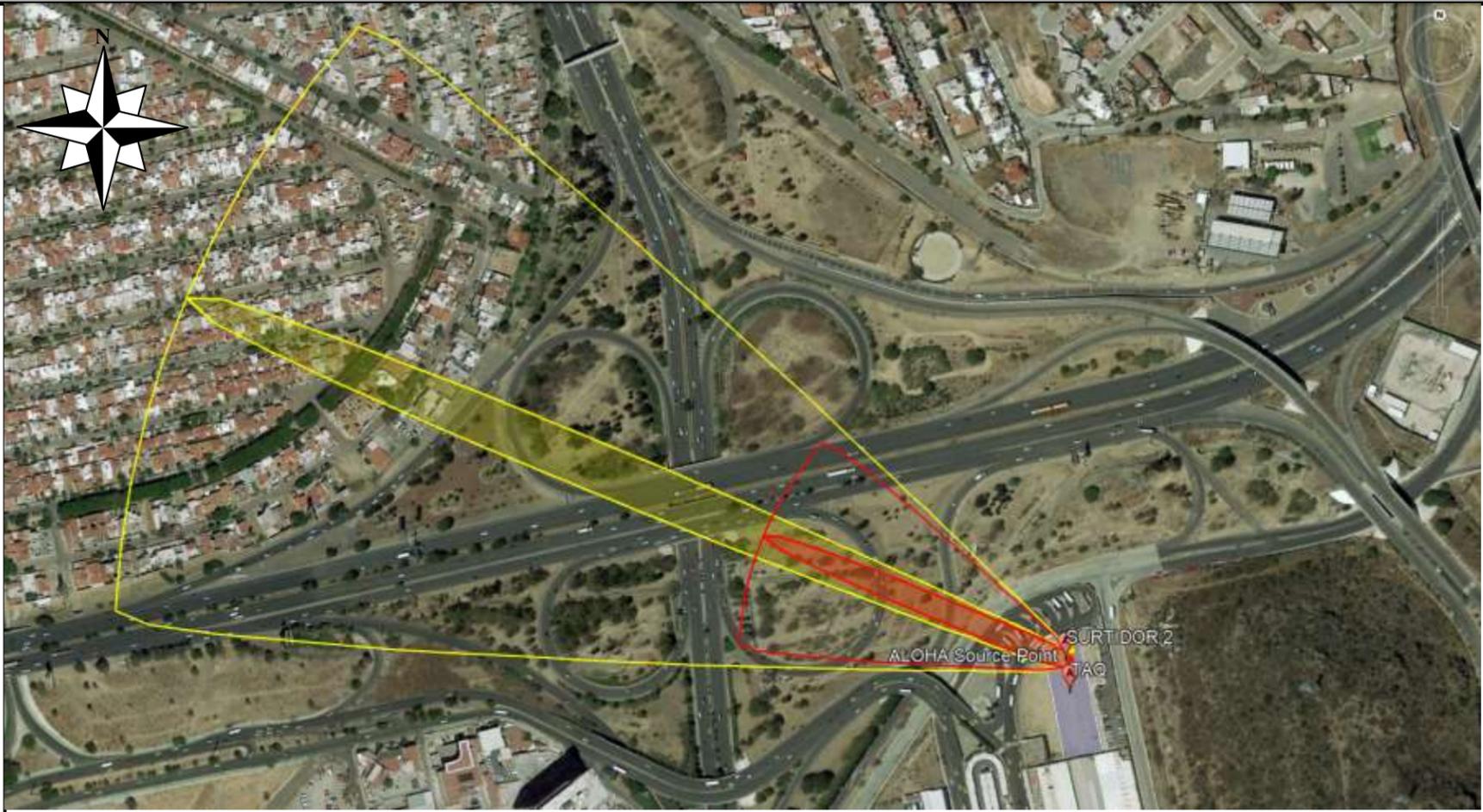
ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 1



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	759
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	261
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>  <b>Nodo o sistema:</b> Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)  <b>No. de escenario:</b> Escenario 4  <b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-14
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

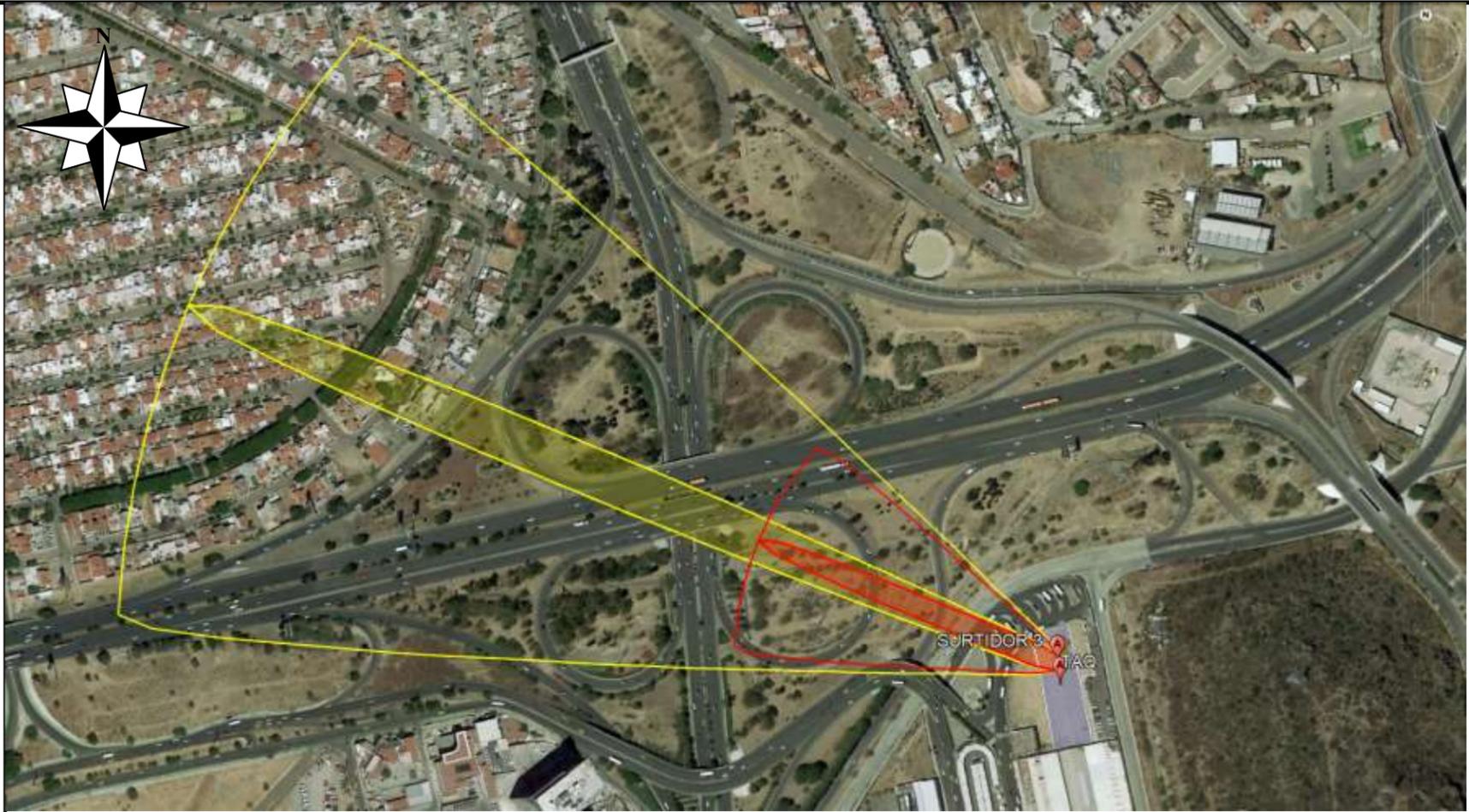
ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 2



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	759
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	261
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	
		<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)
		<b>No. de escenario:</b> Escenario 4
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-15
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

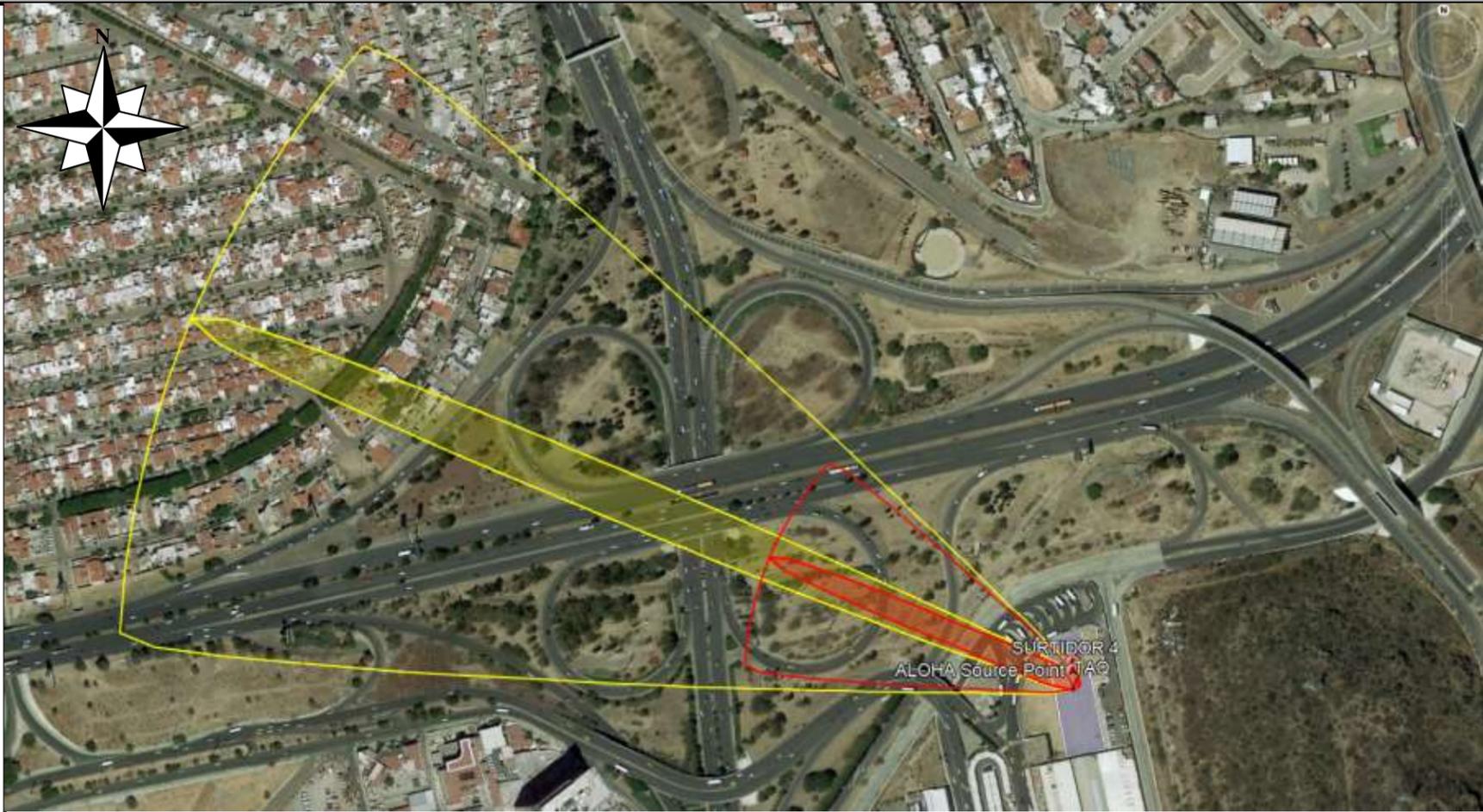
ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 3



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	759
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	261
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	
		<b>Nodo o sistema:</b> Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)
		<b>No. de escenario:</b> Escenario 4
		<b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-16
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

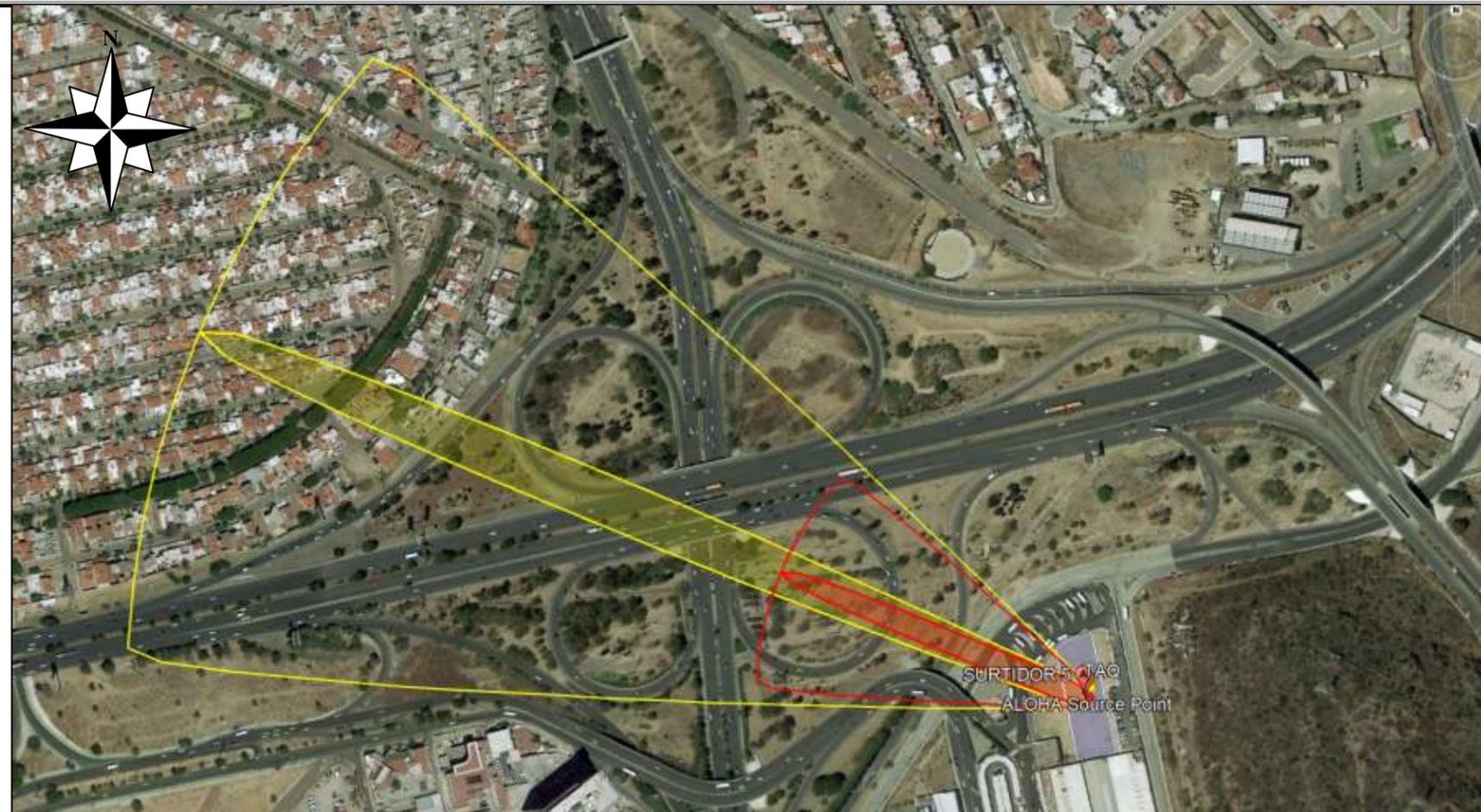
ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 4



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	759
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	261
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	<b>Instalación</b>  <b>Nodo o sistema:</b> Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)  <b>No. de escenario:</b> Escenario 4  <b>Descripción del escenario:</b> Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)
Velocidad del viento:	3.68 m/s	
Estabilidad Pasquill:	F	

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-17
		Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		
		Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		

ESCENARIO 4 - Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) - Surtidor 5



Radios potenciales de afectación por dispersión tóxica		
Niveles de dispersión tóxica	Distancia (m)	
TLV 1000 ppm	Zona de Amortiguamiento	759
IDLH 5000 ppm	Zona de alto Riesgo	261
Condiciones climáticas:	Temperatura promedio: 18 °C Humedad relativa: 54%	Instalación
Velocidad del viento:	3.68 m/s	Nodo o sistema: Nodo 4. Suministro de gas natural (Surtidores)
Estabilidad Pasquill:	F	No. de escenario: Escenario 4
		Descripción del escenario: Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)

REV.	FECHA	NOMBRE	Firma	Clave o Número de plano
0	OCTUBRE 2022	Elaboró: M. en A. Alejandra Silva Sánchez Revisó: M. en C. Anahí Silva Sánchez Autorizó: M. en C. Anahí Silva Sánchez		TAQ-SIM-INC-18

## CAPÍTULO 5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

## CONTENIDO

CAPÍTULO 5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO.....	3
5.6.1. Análisis de Vulnerabilidad .....	3
5.6.2. Interacciones de riesgo .....	4

## CAPÍTULO 5.6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E INTERACCIONES DE RIESGO

### 5.6.1. Análisis de Vulnerabilidad

Para cada uno de los Escenarios de Riesgo simulados, se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones de Riesgo, en caso de la materialización de los mismos, con otras áreas de interés o posiblemente afectadas, equipos, ductos o instalaciones, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo, considerando la descripción detallada de las posibles afectaciones respecto a los receptores de Riesgo de interés.

Se señalan las medidas preventivas para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo con base en las interacciones indicadas.

Lo anterior, se integra mediante la siguiente tabla, en la que se indiquen todas las medidas existentes o a implementar;

### 5.6.2. Interacciones de riesgo

**Tabla 5.1 Interacciones de riesgos jerarquizados**

Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>1</sup>
<b>Escenario 3</b> <b>Fuga transversal</b> <b>(En total del Sistema – Cascada 1 y Cascada 2)</b>	Sistema Total de Almacenamiento - 2,240L – Cascada 1 y Sistema Total de Almacenamiento – 1,680L – Cascada 2	Gas Natural (Metano)	Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de ingreso y salida de gas comprimido</li> <li>• Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>• Panel prioritario de control del Sistema Cascada</li> <li>• Válvula; Cuando existe una presión mayor el sistema de presión se abre y empieza a desfogar el cilindro hasta dejarlo vacío.</li> <li>• Válvula de seguridad</li> <li>• Manómetros de Presión</li> <li>• “Programa de supervisión” (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>• Certificados de calidad</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
Baratera la Central			15 m Aprox.		
OXXO			15 m Aprox.		
Locales de la Terminal de Autobuses de Querétaro			15 – 20 m Aprox.		
Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro			15 – 20 m Aprox.		
<b>Escenario 3</b> <b>Fuga 100 mm</b> <b>(En total del sistema – Cascada 1 y Cascada 2)</b>	Manguera 1” de diámetro Surtidor	Gas Natural (Metano)	Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Procedimiento de Llenado de Vehículos”</li> <li>• Válvula de acceso de flujo al final del despachador</li> <li>• Dispositivo de desconexión por desprendimiento, montado sobre la manguera del dispensario corriente arriba de la parte superior flexible de la manguera de llenado</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	

<sup>1</sup> Identificadas en sesiones de trabajo

Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>1</sup>
			Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal capacitado</li> <li>Indicadores de presión</li> <li>Disparos por alta presión de descarga</li> <li>Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>Estudios de integridad mecánica</li> <li>Sistema de protección contra incendios</li> <li>Paro de Emergencia; cierra el suministro de energía eléctrica y de Gas Natural al Sistema de Compresión, Panel de Prioridades y Dispensarios de Gas Natural</li> </ul>
<b>Escenario 3 Fuga 25 mm (En total del sistema – Cascada 1 y Cascada 2)</b>	Sistema Total de Almacenamiento, 28 cilindros de 80 L de capacidad – Cascada 1 y 21 cilindros de 80 L de capacidad – Cascada 2	Gas Natural (Metano)	Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Válvula de ingreso y salida de gas comprimido</li> <li>Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>Panel prioritario de control del Sistema Cascada</li> <li>Válvula; Cuando existe una presión mayor el sistema de presión se abre y empieza a desfogar el cilindro hasta dejarlo vacío.</li> <li>Válvula de seguridad</li> <li>Manómetros de Presión</li> <li>“Programa de supervisión” (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>Certificados de calidad</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
			Locales de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	
			Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	

Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>1</sup>
<b>Escenario 2</b> <b>Fuga transversal</b>	Tubería 1" de diámetro Compresor	Gas Natural (Metano)	Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m 5 Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>• “Programa de supervisión” (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>• Sistema de arranque suave para evitar la caída repentina de tensión en el sistema eléctrico, evitando que se activen los sensores.</li> <li>• Tablero general del compresor</li> <li>• Alarma visual por alta temperatura</li> <li>• Disparo por alta temperatura</li> <li>• Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>• Válvulas de Seguridad</li> <li>• Indicadores de presión en el tablero</li> <li>• Sistema de protección contra incendios</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
			Locales de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	
			Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	
			Baratera la Central	15 m Aprox.	
<b>Escenario 3</b> <b>Fuga transversal (Tubería)</b>	Tubería 1" Sistema de almacenamiento	Gas Natural (Metano)	Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de ingreso y salida de gas comprimido</li> <li>• Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>• Panel prioritario de control del Sistema Cascada</li> <li>• Válvula; Cuando existe una presión mayor el sistema de presión se abre y empieza a desfogar el cilindro hasta dejarlo vacío.</li> <li>• Válvula de seguridad</li> </ul>
			Locales de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	



Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>1</sup>
			Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manómetros de Presión</li> <li>• “Programa de supervisión” (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>• Certificados de calidad</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
<b>Escenario 1 Fuga Transversal</b>	Tubería de 3” de diámetro ERM	Gas Natural (Metano)	Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato de suministro de gas natural</li> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>• Personal capacitado</li> <li>• Válvula de aislamiento manual</li> <li>• Sistema de protección contra incendios</li> <li>• Botón de presión ESD para el sistema de apagado automático y aislamiento del almacenaje de gas</li> <li>• Válvula</li> <li>• Uso de equipo de protección personal</li> <li>• Señalización restrictiva</li> <li>• Paro de Emergencia; cierra el suministro de energía eléctrica y de Gas Natural al Sistema de Compresión, Panel de Prioridades y Dispensarios de Gas Natural</li> <li>• Plan interno de Protección Civil</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
			Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	



Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>1</sup>
<b>Escenario 3 Fuga 100 mm (Cilindro 80 L)</b>	Cilindro de 80 L Sistema de Almacenamiento	Gas Natural (Metano)	Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de ingreso y salida de gas comprimido</li> <li>• Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>• Panel prioritario de control del Sistema Cascada</li> <li>• Válvula; Cuando existe una presión mayor el sistema de presión se abre y empieza a desfogar el cilindro hasta dejarlo vacío.</li> <li>• Válvula de seguridad</li> <li>• Manómetros de Presión</li> <li>• "Programa de supervisión" (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>• Certificados de calidad</li> </ul>
<b>Escenario 3 Fuga transversal (Cilindro 80 L)</b>			Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	
<b>Escenario 3 Fuga 25 mm (Cilindro 80 L)</b>			Terreno sin uso	10 m Aprox.	

A continuación, se describen los efectos que se tendrán en la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"**, así como al ambiente, componentes ambientales, zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que se encuentren inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo determinado:

**Tabla 5.2 Descripción de los posibles receptores de Riesgo**

Clave y descripción del escenario de Riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas
<b>Escenario 1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM)</b>	<b>Personal:</b> Personal que se encuentre laborando y circulando en la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	

Clave y descripción del escenario de Riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas
	<b>Población:</b> Vialidades y Colindancias (Ver Anexo Radios potenciales de afectación)	Todas las indicadas en la <b>Tabla 1. Interacciones de Riesgos</b> para cada uno de los escenarios
	<b>Ambiente:</b> Emisiones a la atmosfera	
	<b>Producción/ Instalación:</b> Instalaciones, componentes y Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	
<b>Escenario 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores)</b>	<b>Personal:</b> Personal que se encuentre laborando y circulando en la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	
	<b>Población:</b> Vialidades y Colindancias (Ver Anexo Radios potenciales de afectación)	
	<b>Ambiente:</b> Emisiones a la atmosfera	
<b>Escenario 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)</b>	<b>Producción/ Instalación:</b> Instalaciones, componentes y Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	
	<b>Personal:</b> Personal que se encuentre laborando y circulando en la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	
	<b>Población:</b> Vialidades y Colindancias (Ver Anexo Radios potenciales de afectación)	
<b>Escenario 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)</b>	<b>Ambiente:</b> Emisiones a la atmosfera	
	<b>Producción/ Instalación:</b> Instalaciones, componentes y Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	
	<b>Personal:</b> Personal que se encuentre laborando y circulando en la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	



## **CAPÍTULO 5.8. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO**

## CONTENIDO

CAPÍTULO 5.8 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO .....	3
5.8.1. Sistemas de Seguridad .....	3
5.8.2. Medidas preventivas .....	7
5.8.3. Recomendaciones Técnico-Operativas.....	9

## CAPÍTULO 5.8 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

### 5.8.1. Sistemas de Seguridad

Las medidas de seguridad preventivas que se tienen establecidas para evitar accidentes de cualquier índole dentro de la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** se presentan a detalle para cada uno de los escenarios en el HAZOP (**Ver Anexo No.19**).

#### Sistema contra incendio

La **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** contará con un sistema contra incendio; extintores, se colocarán letreros de seguridad y no se permitirán fuentes de ignición dentro de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular.

La instalación de equipos contra incendios cumplirá con los requisitos de la norma NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad, Prevención y protección contra Incendio en los centros de trabajo, y los señalamientos de seguridad cumplirán con los requisitos de la norma NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

Las siguientes figuras muestran los planos:

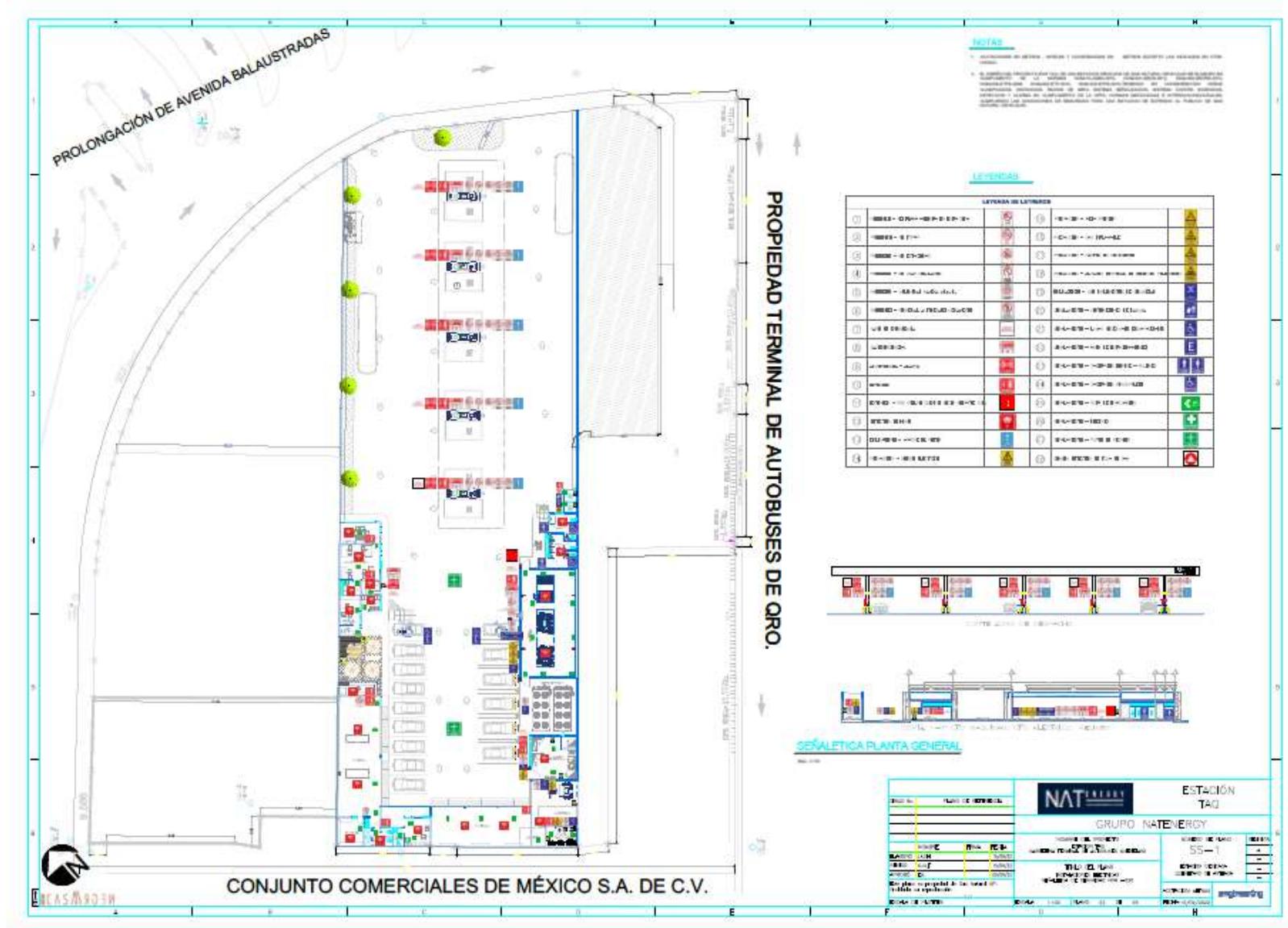


Figura 1. PLANO 23- IE-23 SS SEÑALÉTICA TAQ.-TAQ-IE-SS-PLANTA-G-23



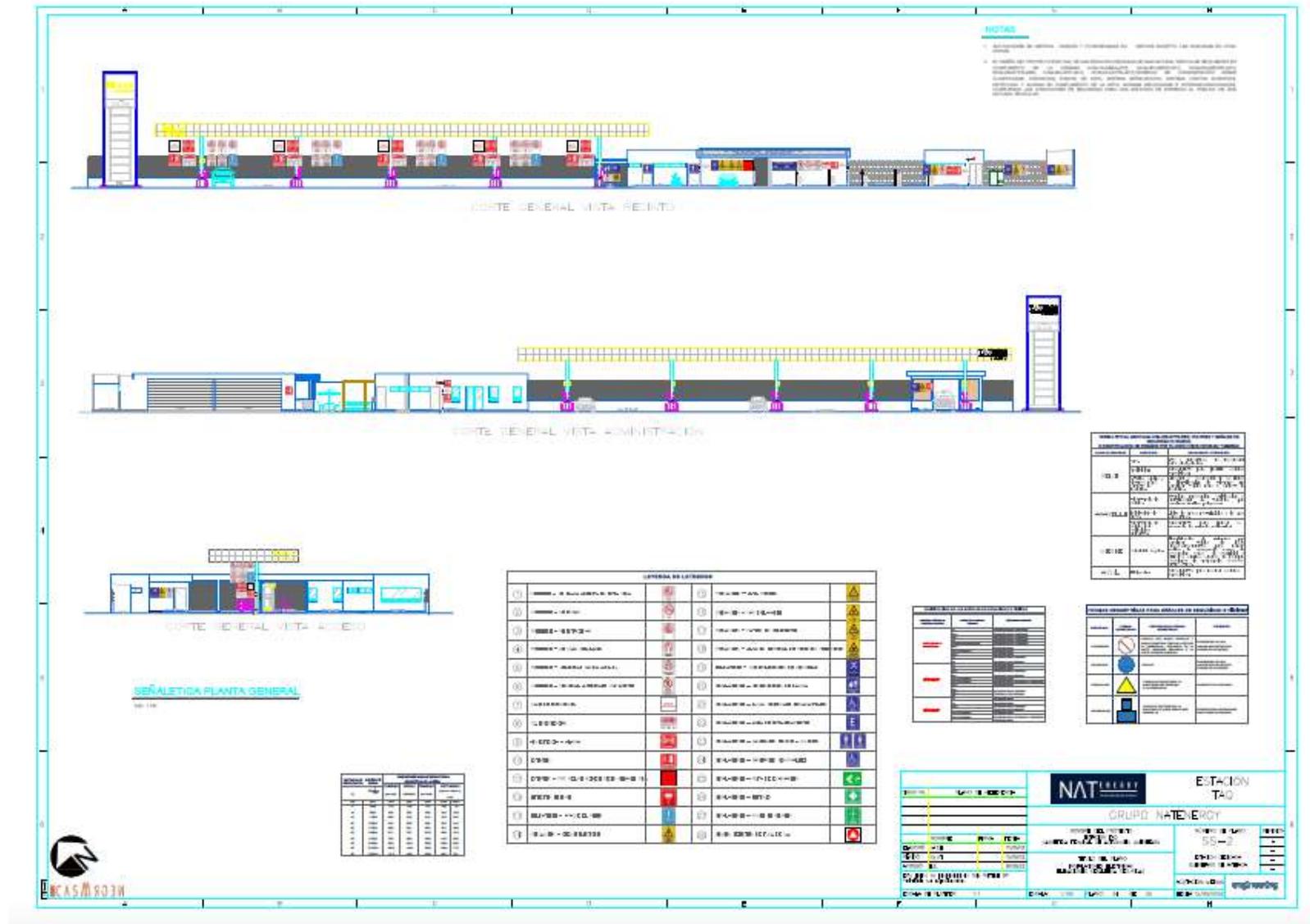


Figura 2. PLANO 24- IE-24 SS SEÑALÉTICA TAQ.-TAQ-IE-SS-D-24



### 5.8.2. Medidas preventivas

El manejo adecuado y seguro del gas natural es posible, siempre y cuando se conozcan sus peligros y las diferentes formas en que estos pueden presentarse; esto no implica que no existe riesgo alguno; sí existen, aunque son mínimos, por lo que siempre se tendrán al alcance de todas las personas involucradas en la operación de la estación de servicio móvil, así como las medidas preventivas para su rápido control, por si llegase a ocurrir algún evento de manera imprevista.

Las medidas preventivas son las siguientes;

**Tabla 5.1 Medidas preventivas**

ETAPA	RECOMENDACIÓN	TIPO	RESPONSABLE	CAMPO DE APLICACIÓN	EVIDENCIA	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Operación y Mantenimiento	No exceder las presiones de operación establecidas	Preventiva	Jefe de Operación	Operación y Mantenimiento		
	Cumplir cabalmente con las actividades incluidas en los procedimientos	Preventiva	Jefe de Operación	Operación y Mantenimiento		
	Iniciar una bitácora de accidentes y/o fugas en caso de que se presenten en el sistema para aplicar posteriormente un programa específico que ataque y evite eventos y consecuencias no deseadas.	Preventiva	Jefe de Operación	Operación y Mantenimiento		
	Monitoreo continuo, inspección y limpieza de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ".	Preventiva	Jefe de Operación	Operación y Mantenimiento		
	Capacitación constante al personal para que opere en forma correcta los equipos, conozca los caminos de acceso y los fundamentos básicos de operación de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ" y así evitar al máximo errores humanos de operación.	Preventiva	Jefe de Operación	Operación y Mantenimiento		
	Observar estrictamente el cumplimiento del programa anual de mantenimiento preventivo para tomar acciones inmediatas cuando se presenten desviaciones a las condiciones normales de operación.	Preventiva	Jefe de Operación	Operación y Mantenimiento		
	Será necesario establecer cursos intensivos de capacitación, entrenamiento de personal y de simulacros.	Preventiva	Coordinador de CSyMA	CSyMA		



ETAPA	RECOMENDACIÓN	TIPO	RESPONSABLE	CAMPO DE APLICACIÓN	EVIDENCIA	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Área de Seguridad	Los riesgos en general pueden reducirse aún más mejorando continuamente el mantenimiento e inspección de seguridad internas y externas de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ", lo que es recomendable incluir en los procedimientos de la empresa.	Preventiva	Coordinador de CSyMA	CSyMA		
	Los riesgos de fuga por rotura o golpe por algún agente externo se podrían reducir y hasta eliminar si se concientiza a los trabajadores y usuarios de la estación de servicio gente que circula cerca de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ", sobre los peligros que implica la invasión y a la realización de trabajos en forma irresponsable. Para ello es necesario informar a estas personas mediante pláticas, señalamientos y boletines, sobre qué hacer en caso de que se presente un accidente y cómo actuar con prontitud.	Preventiva	Coordinador de CSyMA	CSyMA		
	Implementar rigurosamente los planes y programas de capacitación, seguridad, inspección, controles de operación, vigilancia, etc., de tal forma que se garantice un involucramiento total de los recursos humanos, al esquema de seguridad	Preventiva	Coordinador de CSyMA	CSyMA		
	Contar con un número de atención a emergencias que se encuentre perfectamente bien difundido entre las autoridades locales y estatales	Preventiva	Coordinador de CSyMA	CSyMA		
	Realizar e implementar un Programa de Respuesta a Emergencias, de acuerdo con las guías y/o disposiciones que indiquen las dependencias ASEA <sup>1</sup> y la CRE <sup>2</sup> , y actualizarlo de acuerdo con las modificaciones que se realicen en el sistema.	Preventiva	Coordinador de CSyMA	CSyMA		

<sup>1</sup> Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente

<sup>2</sup> Comisión Reguladora de Energía



### 5.8.3. Recomendaciones Técnico-Operativas

En la siguiente tabla se enlistan las recomendaciones de la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, identificando el nodo, así como el elemento del SASISOPA asociado a la recomendación.

**Tabla 5.2 Recomendaciones de la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos**

No	Recomendación	Identificación del nodo, sistema, o km	Elemento del SASUPA asociado a la recomendación	Escenario de Riesgo		Responsable	Nivel de Riesgo
				No	Descripción		
1	Apegarse a los Procedimientos de operación y mantenimiento	Nodos 1, 2, 3 y 4	4.- Identificación e incorporación de las mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	Todo el personal	B
2	Mantener la identificación de válvulas, equipos e instrumentos en sitio.		4.- Identificación e incorporación de las mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	Todo el personal	B
3	Apegarse a un programa anual de capacitación al personal		7.- El plan general de capacitación y entrenamiento en seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	Todo el personal	B
4	Apegarse al programa de mantenimiento del equipo contra incendios (inventario; incluye el botiquín)		2.- Evaluación de la integridad física y operativa de las instalaciones mediante procedimientos, instrumentos y metodologías reconocidos en el sector hidrocarburos	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	Todo el personal	B
5	Instalación de señalética informativa, preventiva y restrictiva		4.- Identificación e incorporación de las mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	Encargado de la HDS	B
6	Apegarse al un programa de contingencias		13.- Lineamientos y procedimientos para la prevención de accidentes y atención de emergencias	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	Todo el personal	B
7	Creación del Centro Operativo de Emergencias		4.- Identificación e incorporación de las mejores prácticas y estándares a nivel nacional e internacional en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	SSINAIGAS	B
8	Contar con las listas de verificación		11.- Mecanismos de control de documentos 13.- Procedimientos para el registro, investigación y análisis de incidentes y accidentes 17.- Revisión de los resultados de la verificación	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	SSINAIGAS	B
9	Contar con un Programa de retorno seguro a operaciones		11.- Mecanismos de control de documentos 12.- Lineamientos y procedimientos para la prevención de accidentes y atención de emergencias	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	SSINAIGAS	B
10	Realizar una posible alianza a algún CLAM		9.- Mecanismos de comunicación, difusión y consulta, tanto interna como externa	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	SSINAIGAS	B
11	Apegarse a un programa anual de simulacros		12.- Lineamientos y procedimientos para la prevención de accidentes y atención de emergencias 18.- Informe periódico del desempeño en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente	1, 2, 3 y 4	1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM) 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores) 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)	Todo el personal	B

**Tabla 5.3 Programa para la implementación de las recomendaciones**

Escenario de Riesgo	Recomendaciones por implementar				Fecha o periodo para su implementación
	No.	Nivel de Riesgo	Recomendación	Responsable	
<b>Escenario 1</b> Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM)	Ver tabla 5.1 en la cual se indican todos estos apartados.				El regulado implementará las recomendaciones que considera viables y efectivas durante el presente año en curso.
<b>Escenario 2</b> Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores)					
<b>Escenario 3</b> Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)					
<b>Escenario 4</b> Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)					



## CAPÍTULO 5.9. CONCLUSIONES

## CONTENIDO

CAPÍTULO 5.9. CONCLUSIONES .....3



## CAPÍTULO 5.9. CONCLUSIONES

### Antecedentes:

- El Proyecto **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** estará ubicado en Calle Luis Vega y Monroy, Centro Sur, Ext 800, int G, Querétaro, Querétaro.
- El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular.
- El presente proyecto, **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"**, considera como parte de sus instalaciones una Estación de Medición y Regulación (ERM), equipos compresores, cascadas y dispensadores, cuarto de máquinas, cisterna, subestación eléctrica, baños, área verde y áreas libres, todo esto desplantado en una superficie total de 2,915.586 m<sup>2</sup>.
- El predio en donde se desplantará la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** se encuentra dentro del municipio de Querétaro, específicamente en Calle Luis Vega y Monroy, Centro Sur, Ext 800, int G, Querétaro, Querétaro, y cuenta con el Dictamen de Uso de Suelo **No.DUS202208226**, con fecha del 26 de agosto del 2022, con uso de suelo tipo C, y uso solicitado de SERVICIOS (**Anexo No. 5**), por una superficie de **3,360.86 m<sup>2</sup>**, predio propiedad de **CONJUNTOS COMERCIALES DE MEXICO, S.A. DE C.V.**, el cual figura como arrendador del predio.
- El proyecto contará desde el inicio con un sistema de compresión dispuesto para abastecer unidades al público en general con un horario de servicio proporcionado propiamente por el cliente;
  - Dos (02) Compresor de 410 y 385 kw, con un flujo máximo de operación de 1,690 Sm<sup>3</sup>/Hr c/u. con un panel de prioridades independiente.
  - Dos (02) Dispensarios de Alto Flujo, con un flujo de operación de 600 Sm<sup>3</sup>/Hr cada uno = 1,200 Sm<sup>3</sup>/Hr en Total.
  - Tres (03) Dispensarios de Flujo estándar, con un flujo de operación de 300 Sm<sup>3</sup>/Hr cada uno = 900 Sm<sup>3</sup>/Hr en Total.
  - Un (1) Almacenamiento de GNV con Capacidad de 2,240 L de agua,
  - Un (1) Almacenamiento de GNV con Capacidad de 1,680 L de agua,
  - Adicional a esto se instalarán dos sistemas de refrigeración que estará conectada directamente con los compresores bajando la temperatura del gas para la operación del sistema.

### Conclusiones:

De acuerdo con los resultados obtenidos de las modelaciones realizadas con la ayuda del paquete de simulación de escenarios ALOHA® 5.4.7.0, bajo las siguientes condiciones:

Se consideran las siguientes condiciones para efectuar las *simulaciones de riesgo*.

- a) Las propiedades físicas y químicas del gas natural que se transporta permanecen constantes con respecto al tiempo.
- b) Se consideró una temperatura promedio ambiente de  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup> (temperatura promedio durante 10 años en la región), y una humedad relativa de 54%.<sup>2</sup>
- c) Para esta zona geográfica, la velocidad del viento se consideró de 13.26 km/h equivalente a 3.68 m/s.<sup>3</sup>
- d) Bajo condiciones atmosféricas sin gran perturbación, y considerando la combinación de velocidad del viento y radiación solar y/o nubosidad, la estabilidad **atmosférica es de tipo "F"**, moderadamente estable, conforme a la siguiente tabla de estabilidad atmosférica de Pasquill.

**Tabla 5.13 Estabilidad atmosférica de Pasquill**

Velocidad del viento U10 (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
	Fuerte	Moderado	Débil	Fracción cubierta de nubes	
				$\geq 1/2$	$\leq 1/2$
<2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

- e) El tiempo durante el cual el fluido se fuga está en función del tiempo de la detección y control del evento. Este caso se considera un tiempo máximo de 1 minuto antes de que actúen las válvulas de seguridad, de control y/o el Interlock de Sistema de paro.

Cabe mencionar que, para Inflamabilidad (Radiación térmica), Explosividad (Sobrepresión), se deberá haber presentado una fuga previamente. Las conclusiones son las siguientes:

1. La presencia de una fuga de gas natural y la posterior formación de una nube inflamable es un evento muy poco probable, debido a la rápida dispersión del gas natural en la atmósfera por ser más ligero que el aire y por la velocidad del viento específica del sitio, y por los mecanismos de control y seguridad automáticos con que se cuenta. Sin embargo, para efectos prácticos se presentan los resultados de dichas modelaciones solamente con fines ilustrativos.
2. La formación de nubes inflamables estará en función de la dirección y velocidad del viento al momento de presentarse una fuga, y el riesgo dependerá también de la presencia de alguna fuente de ignición.

<sup>1</sup> <https://es.weatherspark.com/y/4986/Clima-promedio-en-Santiago-de-Quer%C3%A9taro-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

<sup>2</sup> <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/queretaro/santiago-de-queretaro-3364/>

<sup>3</sup> <https://www.meteored.mx/queretaro/historico>



3. Con los datos proporcionados al modelo se obtuvo como resultado una explosión de pequeñas proporciones (ver **Anexo No. 20** memorias técnicas de las simulaciones realizadas), para fines prácticos se considera la onda de sobrepresión de 0.5 psig, considerada como el valor que determina el límite de la Zona de Seguridad o de Amortiguamiento, después de esta distancia no se presentan daños a las personas y ocasionalmente se provocan solo roturas de vidrios. La onda de sobrepresión de 1.0 psig, que representa el límite de la Zona de Alto Riesgo, alcanza una distancia menor. Estos resultados se obtuvieron para un caso improbable de fuga de gas natural durante 1 minuto y máximo 10 minutos, por la distancia a la que se encuentran los principales cuerpos de emergencia.
4. Los radios obtenidos en las simulaciones no sobrepasan los 66 metros de distancia, en la siguiente tabla se presentan los radios obtenidos en cada uno de los eventos a manera de resumen:

Escenario	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Radio de afectación (m)		
			35 Kw/m <sup>2</sup>	5 Kw/m <sup>2</sup>	1.4 Kw/m <sup>2</sup>
1	3,471	103	10	11	21
2	27,062	1,280	Menor a 10	24	44
3	286	742 kg/s	10	<b>37</b>	<b>69</b>
4	29,024	1,030	Menor a 10	25	46

5. La **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** se localizará en un predio ubicado dentro de la mancha urbana del Municipio de Querétaro, dentro de un punto de reunión de personas como lo es la Terminal de Autobuses de Querétaro, considerando la afluencia que esto implica.

Estos resultados se deben analizar con la reserva que merece cualquier simulación por computadora, ya que entre otras cosas no consideran las medidas de seguridad existentes, tales como los sistemas de control automáticos, reguladores de presión y válvulas de seguridad de desfogue para evitar sobrepresiones en la tubería, y todas las salvaguardas con las que cuenta la estación de servicio, y los modelos no consideran toda la gama de variables posibles para cada evento.

Debe tenerse en cuenta que cualquier proyecto industrial tiene un riesgo potencial de accidentes, sobre todo considerando las características de los materiales que se manejan. Es necesario enfatizar las medidas de seguridad y supervisión para la instalación, operación, mantenimiento de la Estación de Servicio, y la capacitación apropiada del personal.



En este sentido, debe recordarse que, en todos los casos de simulación, se tomaron las peores condiciones posibles, los escenarios que fueron los más riesgosos y que daños pueden provocar.

Se concluye que el proyecto de la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** será totalmente confiable y de riesgo moderado, debido a la calidad en la fabricación de los equipos a instalar, además que contará con todas las medidas de seguridad requeridas.

## CAPÍTULO 5.10. RESUMEN EJECUTIVO

## CONTENIDO

CAPÍTULO 5.10. RESUMEN EJECUTIVO .....	3
5.10.1. Resumen de la situación general que presenta el Proyecto y/o Instalación en materia de Riesgo ...	3
5.10.2 Conclusiones del Estudio de Riesgo.....	18
5.10.3 Informe Técnico .....	21

## CAPÍTULO 5.10. RESUMEN EJECUTIVO

Se presenta un resumen de la situación general que presentara la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** es desarrollado conforme la **"Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos"**, señalando las desviaciones encontradas y las posibles áreas de afectación, incluyendo las recomendaciones técnicas, así como las medidas para prevenir y disminuir las consecuencias ocasionadas por la ocurrencia de un accidente, así como la frecuencia de ocurrencia.

### 5.10.1. Resumen de la situación general que presenta el Proyecto y/o Instalación en materia de Riesgo

#### Metodología del análisis de consecuencias

Los escenarios determinados para el análisis de consecuencias son los que resultaron de la jerarquización de riesgos aplicando la metodología **Análisis HAZOP** para la simulación de los eventos y la determinación de los radios de afectación se utilizó el programa **ALOHA® 5.4.7.0**, desarrollado en conjunto por la **NOAA** y **EPA**, para la simulación de escenarios de riesgo en un estudio de riesgo ambiental.

Para la definición de los escenarios se siguió un enfoque sistemático basado en los criterios sugeridos por el **American Institute of Chemical Engineers (AICHE)**. De acuerdo con estos criterios las fugas de materiales deben considerar tamaños grandes, medianos, pequeños de los orificios para así cubrir en los resultados todas las posibilidades de radios de afectación. Dadas las dimensiones de la tubería empleada en el sistema de distribución, en estas simulaciones los diámetros de fuga se definieron como **fuga transversal**, es decir **ruptura total** de la tubería para **fuga grande, 100 mm para fuga mediana y 25 mm para fuga pequeña**.

- **Análisis HAZOP:**

Un Estudio de Peligro y Operabilidad, HAZOP, por sus siglas en inglés Hazard and Operability Study, es una metodología estructurada de manera simple para identificar peligros mediante el empleo de razonamiento lógico a partir del diseño original de un sistema determinado. La metodología consiste en suponer que el diseño original es el adecuado para el funcionamiento del sistema, además de seguro y operable, de esta manera se estudian las desviaciones de los parámetros clave con respecto al diseño original, ayudándose con palabras guía para controlar la evaluación.

El análisis se realizó en el proyecto previo al inicio de la revisión, se impartió, como se acostumbra en este tipo de estudios, un curso de la metodología a fin de que todos los miembros del equipo se familiaricen con la secuencia del análisis y se homologuen los criterios.

Una vez que se conoce la metodología del análisis HAZOP, se llevan a cabo las sesiones de trabajo para cada nodo identificado y se indican los parámetros de operación relevantes, se resume el modo normal de operación, así como



las características de peligrosidad de las sustancias manejadas en el nodo. Los nodos en que se dividió el sistema fueron los siguientes:

**Nodo 1.** Etapa de medición y regulación (ERM)

**Nodo 2.** Sistema compresión (Compresores)

**Nodo 3.** Sistema de almacenamiento (Cascadas pulmón)

**Nodo 4.** Suministro de gas natural (Surtidores)

Como resultado de la aplicación de la metodología HAZOP, se determinaron situaciones de riesgo tipo B, C y D, cabe mencionar que no se identificaron situaciones de riesgo tipo A.

Es importante mencionar que para las situaciones de riesgo “Tipo C – Riesgo aceptable con controles” y “Tipo D – Riesgo razonablemente aceptable” se emiten todas las recomendaciones necesarias, con el objetivo de evitar que se presenten, sin embargo, el enfoque principal es en las situaciones de riesgo “**Tipo B – Riesgo indeseable**” con el objetivo principal de reducir y/o disminuir su gravedad.

El **Anexo No. 10** se presentan las hojas de trabajo del análisis HAZOP en donde se reportan todos los tipos de riesgo encontrados para cada una de las desviaciones que se analizaron.

De acuerdo a la metodología que se propuso (HAZOP) para la identificación de los puntos de riesgo de las instalaciones y de la evaluación del riesgo (programa ALOHA® 5.4.7.0), el orden en que se pueden presentar los eventos de riesgo puede ser de forma aislada o secuencial.

Como resultado de lo anterior, se identifican y jerarquizan los riesgos:

- **Incendio por fuga de gas natural**
- **Explosión por fuga de gas natural**
- **Nube toxica por fuga de gas natural<sup>1</sup>**

Por lo tanto, se proponen los siguientes escenarios de fuga de gas natural en diferentes puntos del sistema de compresión de gas natural:

---

<sup>1</sup> El gas natural es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira. En altas concentraciones pueden producir asfixia.

**Tabla 5.10 Escenarios de fuga de gas natural**

Escenario	Fuga	Equipo
<b>Escenario 1</b>	Fuga de gas natural en <b>Etapa de medición y regulación (ERM)</b>	Tubería
<b>Escenario 2</b>	Fuga de gas natural en <b>Sistema compresión (Compresores)</b>	Tubería
<b>Escenario 3</b>	Fuga de gas natural en <b>Sistema de almacenamiento (Cascadas pulmón)</b>	Tubería y cilindros
<b>Escenario 4</b>	Fuga de gas natural en <b>Suministro de gas natural (Surtidores)</b>	Manguera

En la siguiente tabla se muestra la descripción de los eventos probables, en base a los cuáles se realizó el análisis de consecuencias:

**Escenario. - Fuga en el suministro de gas natural en la estación de abastecimiento movil MRU**

**Tabla 5.11 Escenarios identificados**

No.	Escenario	Consideraciones
<b>Gas natural</b>		
1	Fuga de gas natural en <b>Etapa de medición y regulación (ERM)</b>	<b>Fuga en tubería</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diámetro de manguera: 3'' Ø</li> <li>2. Presión: <b>3 bar (43.5 psi)</b></li> <li>3. Fugas a simular<sup>2</sup>: Fuga transversal (Ruptura Ø total de la tubería), 100 mm Ø y 25 mm Ø</li> <li>4. Coordenadas: 20°34'51.22"N, 100°21'32.72"O</li> </ol>
2	Fuga de gas natural en <b>Sistema compresión (Compresores)</b>	<b>Fuga en tubería</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diámetro de manguera: 1'' Ø</li> <li>2. Presión: <b>250 bar (3,626 psi)</b></li> <li>3. Fugas a simular<sup>3</sup>: Fuga transversal (Ruptura Ø total de la tubería), 100 mm Ø y 25 mm Ø</li> <li>4. Coordenadas: 20°34'49.61"N, 100°21'31.53"O</li> </ol>

<sup>2</sup> Importante aclarar que pueden o no aplicar; si el diámetro de la tubería es menor al tamaño de la perforación a simular, no aplica, por este motivo no es posible realizar la simulación.

<sup>3</sup> Importante aclarar que pueden o no aplicar; si el diámetro de la tubería es menor al tamaño de la perforación a simular, no aplica, por este motivo no es posible realizar la simulación.



No.	Escenario	Consideraciones
<b>3</b>	<b>Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascadas pulmón)</b>	<b>Fuga en tubería</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diámetro de manguera: 1'' Ø</li> <li>2. Presión: <b>250 bar (3,626 psi)</b></li> <li>3. Fugas a simular<sup>4</sup>: Fuga transversal (Ruptura Ø total de la tubería), 100 mm Ø y 25 mm Ø</li> <li>4. Coordenadas: 20°34'49.84"N, 100°21'31.57"O</li> </ol>
		<b>Fuga en un cilindro</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dimensiones del recipiente: 1 cilindro<sup>5</sup> Volumen: 80 Litros</li> <li>2. Presión: 250 bar (3,626 psi)</li> <li>3. Fugas a simular: Fuga transversal (Ruptura Ø total del cilindro), 100 mm Ø y 25 mm Ø</li> </ol>
		<b>Fuga en total de cilindros – Cascada 1</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dimensiones del sistema de almacenamiento: 28 cilindros<sup>6</sup> (1 rack) Volumen: 2,240 Litros</li> <li>2. Presión: 250 bar (3,626 psi)</li> <li>3. Fugas a simular: Fuga transversal (Ruptura Ø total del sistema de almacenamiento – total cilindros), 100 mm Ø y 25 mm Ø</li> </ol>
		<b>Fuga en total de cilindros – Cascada 2</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dimensiones del sistema de almacenamiento: 21 cilindros<sup>7</sup> (1 rack) Volumen: 1,680 Litros</li> <li>2. Presión: 250 bar (3,626 psi)</li> </ol>

<sup>4</sup> Importante aclarar que pueden o no aplicar; si el diámetro de la tubería es menor al tamaño de la perforación a simular, no aplica, por este motivo no es posible realizar la simulación.

<sup>5</sup> Las dimensiones consideradas para un cilindro son; Diámetro: 0.356 metros, Volumen: 80 L, el programa ALOHA para un recipiente de Diámetro: 0.356 metros y Volumen: 80L realiza su propio cálculo de Longitud: 0.80 metros; es así como se realiza la simulación.

<sup>6</sup> Las dimensiones totales del sistema en cálculos aproximados para efectos de simulación son; Longitud: 1.630 metros, Volumen: 2,240L, el programa ALOHA para una Longitud de 1.630 metros y un Volumen: 2,240L realiza su propio cálculo de Diámetro 1.32 metros; es así como se realiza la simulación para la cascada 1.

<sup>7</sup> Las dimensiones totales del sistema en cálculos aproximados para efectos de simulación son; Longitud: 1.630 metros, Volumen: 1,680L, el programa ALOHA para una Longitud de 1.630 metros y un Volumen: 1,680L realiza su propio cálculo de Diámetro 1.15 metros; es así como se realiza la simulación para la cascada 2.



No.	Escenario	Consideraciones																		
		<p><b>3.</b> Fugas a simular: Fuga transversal (Ruptura Ø total del sistema de almacenamiento – total cilindros), 100 mm Ø y 25 mm Ø</p>																		
<b>4</b>	Fuga de gas natural en <b>Suministro de gas natural (Surtidores)</b>	<p><b>Fuga en manguera</b></p> <p><b>1.</b> Diámetro de manguera: 1'' Ø</p> <p><b>2.</b> Presión: <b>200 bar (2,900 psi)</b></p> <p><b>3.</b> Fugas a simular<sup>8</sup>: Fuga transversal (Ruptura Ø total de la tubería), 100 mm Ø y 25 mm Ø</p> <p><b>4.</b> Coordenadas:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">No. de surtidor</th> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">Latitud</th> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">Longitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Surtidor 1</td> <td>20°34'51.39"N</td> <td>100°21'32.27"O</td> </tr> <tr> <td>Surtidor 2</td> <td>20°34'51.10"N</td> <td>100°21'32.20"O</td> </tr> <tr> <td>Surtidor 3</td> <td>20°34'50.81"N</td> <td>100°21'32.16"O</td> </tr> <tr> <td>Surtidor 4</td> <td>20°34'50.48"N</td> <td>100°21'32.09"O</td> </tr> <tr> <td>Surtidor 5</td> <td>20°34'50.16"N</td> <td>100°21'32.02"O</td> </tr> </tbody> </table>	No. de surtidor	Latitud	Longitud	Surtidor 1	20°34'51.39"N	100°21'32.27"O	Surtidor 2	20°34'51.10"N	100°21'32.20"O	Surtidor 3	20°34'50.81"N	100°21'32.16"O	Surtidor 4	20°34'50.48"N	100°21'32.09"O	Surtidor 5	20°34'50.16"N	100°21'32.02"O
No. de surtidor	Latitud	Longitud																		
Surtidor 1	20°34'51.39"N	100°21'32.27"O																		
Surtidor 2	20°34'51.10"N	100°21'32.20"O																		
Surtidor 3	20°34'50.81"N	100°21'32.16"O																		
Surtidor 4	20°34'50.48"N	100°21'32.09"O																		
Surtidor 5	20°34'50.16"N	100°21'32.02"O																		

<sup>8</sup> Importante aclarar que pueden o no aplicar; si el diámetro de la tubería es menor al tamaño de la perforación a simular, no aplica, por este motivo no es posible realizar la simulación.



**Tabla 5.12 Escenarios de riesgo identificados**

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la Instalación	Instalación superficial (Coordenadas UTM)		Sustancia involucrada
						Latitud	Longitud	
1	Escenario 1	<b>Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM)</b> Fuga transversal y 25 mm	Tipo B – Riesgo indeseable	Nodo 1	ERM	20°34'51.22"N	100°21'32.72"O	<b>Gas Natural (Metano)</b>
2	Escenario 2	<b>Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores)</b> Fuga transversal	Tipo B – Riesgo indeseable	Nodo 2	COMPRESOR	20°34'49.61"N	100°21'31.53"O	
3	Escenario 3	<b>Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)</b> Fuga transversal	Tipo B – Riesgo indeseable	Nodo 3	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	20°34'49.84"N	100°21'31.57"O	
		<b>Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) Cilindro (Vol.: 80L)</b> Fuga transversal, 100 mm y 25 mm	Tipo B – Riesgo indeseable					
		<b>Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) Total (Vol.: 2,240L)</b> Fuga transversal, 100 mm y 25 mm	Tipo B – Riesgo indeseable					
		<b>Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón) Total (Vol.: 1,680L)</b> Fuga transversal, 100 mm y 25 mm	Tipo B – Riesgo indeseable					
4	Escenario 4	<b>Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores) (Diámetro 1")</b> Fuga transversal	Tipo B – Riesgo indeseable	Nodo 4	SURTIDOR 1	20°34'51.39"N	100°21'32.27"O	
					SURTIDOR 2	20°34'51.10"N	100°21'32.20"O	
					SURTIDOR 3	20°34'50.81"N	100°21'32.16"O	
					SURTIDOR 4	20°34'50.48"N	100°21'32.09"O	
					SURTIDOR 5	20°34'50.16"N	100°21'32.02"O	



### Análisis de Frecuencias

De acuerdo con la metodología HAZOP, utilizada para la identificación de los riesgos del proyecto se procede a realizar el análisis detallado de frecuencias, como se indica en el apartado anterior y con base en la siguiente tabla de frecuencias utilizada:

**Tabla 5.13 Frecuencia de ocurrencia de los eventos (NRF-018-PEMEX-2014)**

Frecuencia		Criterios de ocurrencia
Categoría	Tipo	Cualitativo
<b>Alta</b>	F4	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años
<b>Media</b>	F3	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones
<b>Baja</b>	F2	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar
<b>Remota</b>	F1	Esencialmente imposible. No es realista que Ocurra

Esto para los escenarios de riesgo identificados, ubicándolos a continuación en las regiones de riesgo ALARP.

La evaluación del principio **ALARP** - “**Tan bajo como sea razonablemente factible**”, radica en la consideración documentada de las opciones de mejora, en un nivel de resolución adecuado a las fases del riesgo. La toma de decisiones de ALARP equivale a tener una visión equilibrada y alcanzar un consenso defendible para los escenarios de riesgo identificados en la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"**.

En la siguiente figura muestra la clasificación de los riesgos identificados con base al principio ALARP:



## Análisis de Consecuencias

Se realiza el análisis detallado de las consecuencias para los tres escenarios de riesgo identificados y ubicados en la región ALARP, dichos escenarios se derivan de la identificación de Peligros y de la Jerarquización de los riesgos.

Para la simulación de los eventos y la determinación de los radios de afectación se utilizó el programa **ALOHA® 5.4.7.0**, desarrollado en conjunto por la NOAA y EPA, para la simulación de escenarios de riesgo en un estudio de riesgo ambiental.

Se consideran las siguientes condiciones para efectuar las *simulaciones de riesgo*.

- a) Las propiedades físicas y químicas del gas natural que se transporta permanecen constantes con respecto al tiempo.
- b) Se consideró una temperatura promedio ambiente de **18 °C<sup>9</sup>** (temperatura promedio durante 10 años en la región), y una humedad relativa de 54%.<sup>10</sup>
- c) Para esta zona geográfica, la velocidad del viento se consideró de 13.26 km/h equivalente a 3.68 m/s.<sup>11</sup>
- d) Bajo condiciones atmosféricas sin gran perturbación, y considerando la combinación de velocidad del viento y radiación solar y/o nubosidad, la estabilidad **atmosférica es de tipo "F"**, moderadamente estable, conforme a la siguiente tabla de estabilidad atmosférica de Pasquill.

**Tabla 5.14 Estabilidad atmosférica de Pasquill**

Velocidad del viento U10 (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
	Fuerte	Moderado	Débil	Fracción cubierta de nubes	
				≥1/2	≤1/2
<2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

- e) El tiempo durante el cual el fluido se fuga está en función del tiempo de la detección y control del evento. Este caso se considera un tiempo máximo de 1 minuto antes de que actúen las válvulas de seguridad, de control y/o el Interlock de Sistema de paro.

<sup>9</sup> <https://es.weatherspark.com/y/4986/Clima-promedio-en-Santiago-de-Quer%C3%A9taro-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

<sup>10</sup> <https://es.climate-data.org/america-del-norte/mexico/queretaro/santiago-de-queretaro-3364/>

<sup>11</sup> <https://www.meteored.mx/queretaro/historico>



Cabe mencionar que, para Inflamabilidad (Radiación térmica), Explosividad (Sobrepresión), se deberá haber presentado una fuga previamente.

**Determinación de los radios potenciales de afectación:**

Una vez identificados los eventos probables, se realiza el análisis de consecuencias para poder describir los escenarios de ocurrencia de cada uno de los eventos probables de riesgo.

Para definir y justificar las zonas de seguridad entorno de la instalación, se utilizaron los criterios que se indican en la Tabla 5.15, normados por la SEMARNAT:

**Tabla 5.15 Parámetros para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo**

	Zona de Alto Riesgo por daño a equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
Inflamabilidad (Radiación térmica)	Rango de 12.5 kW/m <sup>2</sup> a 37.5 kW/ m <sup>2</sup>	5.0 kW/ m <sup>2</sup>	1.4 kW/m <sup>2</sup>
Explosividad (Sobrepresión)	Rango de 3 lb/in <sup>2</sup> a 10 lb/in <sup>2</sup>	1.0 lb/in <sup>2</sup> (0.070 kg/cm <sup>2</sup> )	0.5 lb/in <sup>2</sup> (0.035 kg/cm <sup>2</sup> )

**Análisis de Vulnerabilidad**

Para cada uno de los Escenarios de Riesgo simulados, se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones de Riesgo, en caso de la materialización de los mismos, con otras áreas de interés o posiblemente afectadas, equipos, ductos o instalaciones, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo, considerando la descripción detallada de las posibles afectaciones respecto a los receptores de Riesgo de interés.

Se señalan las medidas preventivas para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de los Escenarios de Riesgo con base en las interacciones indicadas.

Lo anterior, se integra mediante la siguiente tabla, en la que se indiquen todas las medidas existentes o a implementar;



**Tabla 5.1 Interacciones de riesgos jerarquizados**

Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sítios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>12</sup>
<b>Escenario 3 Fuga transversal (En total del Sistema – Cascada 1 y Cascada 2)</b>	Sistema Total de Almacenamiento - 2,240L – Cascada 1 y Sistema Total de Almacenamiento – 1,680L – Cascada 2	Gas Natural (Metano)	Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de ingreso y salida de gas comprimido</li> <li>• Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>• Panel prioritario de control del Sistema Cascada</li> <li>• Válvula; Cuando existe una presión mayor el sistema de presión se abre y empieza a desfogar el cilindro hasta dejarlo vacío.</li> <li>• Válvula de seguridad</li> <li>• Manómetros de Presión</li> <li>• “Programa de supervisión” (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>• Certificados de calidad</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
			Baratera la Central	15 m Aprox.	
OXXO			15 m Aprox.		
Locales de la Terminal de Autobuses de Querétaro			15 – 20 m Aprox.		
Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro			15 – 20 m Aprox.		
<b>Escenario 4 Fuga transversal</b>	Manguera 1” de diámetro Surtidor	Gas Natural (Metano)	Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Procedimiento de Llenado de Vehículos”</li> <li>• Válvula de acceso de flujo al final del despachador</li> <li>• Dispositivo de desconexión por desprendimiento, montado sobre la manguera del dispensario corriente arriba de la parte superior flexible de la manguera de llenado</li> <li>• Personal capacitado</li> <li>• Indicadores de presión</li> <li>• Disparos por alta presión de descarga</li> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
			Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	

<sup>12</sup> Identificadas en sesiones de trabajo



Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>12</sup>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios de integridad mecánica</li> <li>Sistema de protección contra incendios</li> <li>Paro de Emergencia; cierra el suministro de energía eléctrica y de Gas Natural al Sistema de Compresión, Panel de Prioridades y Dispensarios de Gas Natural</li> </ul>
<b>Escenario 3 Fuga 25 mm (En total del sistema – Cascada 1 y Cascada 2)</b>	Sistema Total de Almacenamiento, 28 cilindros de 80 L de capacidad – Cascada 1 y 21 cilindros de 80 L de capacidad – Cascada 2	Gas Natural (Metano)	Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Válvula de ingreso y salida de gas comprimido</li> <li>Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>Panel prioritario de control del Sistema Cascada</li> <li>Válvula; Cuando existe una presión mayor el sistema de presión se abre y empieza a desfogar el cilindro hasta dejarlo vacío.</li> <li>Válvula de seguridad</li> <li>Manómetros de Presión</li> <li>“Programa de supervisión” (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>Certificados de calidad</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
			Locales de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	
			Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	
<b>Escenario 2 Fuga transversal</b>	Tubería 1” de diámetro Compresor		Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m 5 Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>“Programa de supervisión” (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>Sistema de arranque suave para evitar la caída repentina</li> </ul>



Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>12</sup>
		Gas Natural (Metano)	Terreno sin uso	10 m Aprox.	<p>de tensión en el sistema eléctrico, evitando que se activen los sensores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablero general del compresor</li> <li>• Alarma visual por alta temperatura</li> <li>• Disparo por alta temperatura</li> <li>• Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>• Válvulas de Seguridad</li> <li>• Indicadores de presión en el tablero</li> <li>• Sistema de protección contra incendios</li> </ul>
			Locales de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	
			Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	
			Baratera la Central	15 m Aprox.	
<b>Escenario 3</b> <b>Fuga transversal (Tubería)</b>	Tubería 1” Sistema de almacenamiento		Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de ingreso y salida de gas comprimido</li> <li>• Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>• Panel prioritario de control del Sistema Cascada</li> <li>• Válvula; Cuando existe una presión mayor el sistema de presión se abre y empieza a desfogar el cilindro hasta dejarlo vacío.</li> <li>• Válvula de seguridad</li> <li>• Manómetros de Presión</li> <li>• “Programa de supervisión” (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>• Certificados de calidad</li> </ul>
			Locales de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	
			Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	



Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>12</sup>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
<b>Escenario 1 Fuga Transversal</b>	Tubería de 3" de diámetro ERM	Gas Natural (Metano)	Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	5-50 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato de suministro de gas natural</li> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> <li>• Personal capacitado</li> <li>• Válvula de aislamiento manual</li> <li>• Sistema de protección contra incendios</li> <li>• Botón de presión ESD para el sistema de apagado automático y aislamiento del almacenaje de gas</li> <li>• Válvula</li> <li>• Uso de equipo de protección personal</li> <li>• Señalización restrictiva</li> <li>• Paro de Emergencia; cierra el suministro de energía eléctrica y de Gas Natural al Sistema de Compresión, Panel de Prioridades y Dispensarios de Gas Natural</li> <li>• Plan interno de Protección Civil</li> </ul>
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	
			Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	
<b>Escenario 3 Fuga 100 mm (Cilindro 80 L)</b>	Cilindro de 80 L Sistema de Almacenamiento	Gas Natural (Metano)	Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular	5-50 m Aprox.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de ingreso y salida de gas comprimido</li> <li>• Capacitación impartida al personal de la EDS</li> <li>• Programa y bitácora de mantenimiento</li> </ul>



Clave del escenario de Riesgo	Equipo / sitio de la planta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el escenario de Riesgo	Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados	Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas <sup>12</sup>
<b>Escenario 3 Fuga transversal (Cilindro 80 L)</b>			"TAQ"		<ul style="list-style-type: none"> <li>Panel prioritario de control del Sistema Cascada</li> <li>Válvula; Cuando existe una presión mayor el sistema de presión se abre y empieza a desfogar el cilindro hasta dejarlo vacío.</li> <li>Válvula de seguridad</li> <li>Manómetros de Presión</li> <li>“Programa de supervisión” (Programa de contingencias ambientales)</li> <li>Certificados de calidad</li> </ul>
<b>Escenario 3 Fuga 25 mm (Cilindro 80 L)</b>			Vialidad interna de la Terminal de Autobuses de Querétaro	15 – 20 m Aprox.	
			Terreno sin uso	10 m Aprox.	

A continuación, se describen los efectos que se tendrán en la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"**, así como al ambiente, componentes ambientales, zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que se encuentren inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo determinado:

**Tabla 5.2 Descripción de los posibles receptores de Riesgo**

Clave y descripción del escenario de Riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas
<b>Escenario 1.- Fuga de gas natural en Etapa de medición y regulación (ERM)</b>	<b>Personal:</b> Personal que se encuentre laborando y circulando en la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular “TAQ”	
	<b>Población:</b> Vialidades y Colindancias (Ver Anexo Radios potenciales de afectación)	
	<b>Ambiente:</b> Emisiones a la atmosfera	
	<b>Producción/ Instalación:</b> Instalaciones, componentes y Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular “TAQ”	



Clave y descripción del escenario de Riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas
<b>Escenario 2.- Fuga de gas natural en Sistema compresión (Compresores)</b>	<b>Personal:</b> Personal que se encuentre laborando y circulando en la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	Todas las indicadas en la <b>Tabla 1. Interacciones de Riesgos</b> para cada uno de los escenarios
	<b>Población:</b> Vialidades y Colindancias (Ver Anexo Radios potenciales de afectación)	
	<b>Ambiente:</b> Emisiones a la atmosfera	
	<b>Producción/ Instalación:</b> Instalaciones, componentes y Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	
<b>Escenario 3.- Fuga de gas natural en Sistema de almacenamiento (Cascada pulmón)</b>	<b>Personal:</b> Personal que se encuentre laborando y circulando en la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	
	<b>Población:</b> Vialidades y Colindancias (Ver Anexo Radios potenciales de afectación)	
	<b>Ambiente:</b> Emisiones a la atmosfera	
	<b>Producción/ Instalación:</b> Instalaciones, componentes y Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	
<b>Escenario 4.- Fuga de gas natural en Suministro de gas natural (Surtidores)</b>	<b>Personal:</b> Personal que se encuentre laborando y circulando en la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	
	<b>Población:</b> Vialidades y Colindancias (Ver Anexo Radios potenciales de afectación)	
	<b>Ambiente:</b> Emisiones a la atmosfera	
	<b>Producción/ Instalación:</b> Instalaciones, componentes y Equipos de la Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"	



## 5.10.2 Conclusiones del Estudio de Riesgo

### Antecedentes:

- El Proyecto **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** estará ubicado en Calle Luis Vega y Monroy, Centro Sur, Ext 800, int G, Querétaro, Querétaro.
- El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular.
- El presente proyecto, **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"**, considera como parte de sus instalaciones una Estación de Medición y Regulación (ERM), equipos compresores, cascadas y dispensadores, cuarto de máquinas, cisterna, subestación eléctrica, baños, área verde y áreas libres, todo esto desplantado en una superficie total de 2,915.586 m<sup>2</sup>.
- El predio en donde se desplantará la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** se encuentra dentro del municipio de Querétaro, específicamente en Calle Luis Vega y Monroy, Centro Sur, Ext 800, int G, Querétaro, Querétaro, y cuenta con el Dictamen de Uso de Suelo **No.DUS202208226**, con fecha del 26 de agosto del 2022, con uso de suelo tipo C, y uso solicitado de SERVICIOS (**Anexo No. 5**), por una superficie de **3,360.86 m<sup>2</sup>**, predio propiedad de **CONJUNTOS COMERCIALES DE MEXICO, S.A. DE C.V.**, el cual figura como arrendador del predio.
- El proyecto contará desde el inicio con un sistema de compresión dispuesto para abastecer unidades al público en general con un horario de servicio proporcionado propiamente por el cliente;
  - Dos (02) Compresor de 410 y 385 kw, con un flujo máximo de operación de 1,690 Sm<sup>3</sup>/Hr c/u. con un panel de prioridades independiente.
  - Dos (02) Dispensarios de Alto Flujo, con un flujo de operación de 600 Sm<sup>3</sup>/Hr cada uno = 1,200 Sm<sup>3</sup>/Hr en Total.
  - Tres (03) Dispensarios de Flujo estándar, con un flujo de operación de 300 Sm<sup>3</sup>/Hr cada uno = 900 Sm<sup>3</sup>/Hr en Total.
  - Un (1) Almacenamiento de GNV con Capacidad de 2,240 L de agua,
  - Un (1) Almacenamiento de GNV con Capacidad de 1,680 L de agua,
  - Adicional a esto se instalarán dos sistemas de refrigeración que estará conectada directamente con los compresores bajando la temperatura del gas para la operación del sistema.

### Conclusiones:

De acuerdo con los resultados obtenidos de las modelaciones realizadas con la ayuda del paquete de simulación de escenarios ALOHA® 5.4.7.0, bajo las siguientes condiciones:

Se consideran las siguientes condiciones para efectuar las *simulaciones de riesgo*.



- f) Las propiedades físicas y químicas del gas natural que se transporta permanecen constantes con respecto al tiempo.
- g) Se consideró una temperatura promedio ambiente de  $18\text{ }^{\circ}\text{C}^{13}$  (temperatura promedio durante 10 años en la región), y una humedad relativa de 54%.<sup>14</sup>
- h) Para esta zona geográfica, la velocidad del viento se consideró de 13.26 km/h equivalente a 3.68 m/s.<sup>15</sup>
- i) Bajo condiciones atmosféricas sin gran perturbación, y considerando la combinación de velocidad del viento y radiación solar y/o nubosidad, la estabilidad **atmosférica es de tipo "F"**, moderadamente estable, conforme a la siguiente tabla de estabilidad atmosférica de Pasquill.

**Tabla 5.13 Estabilidad atmosférica de Pasquill**

Velocidad del viento U10 (m/s)	Radiación solar			Horas de noche	
	Fuerte	Moderado	Débil	Fracción cubierta de nubes	
				$\geq 1/2$	$\leq 1/2$
<2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

- j) El tiempo durante el cual el fluido se fuga está en función del tiempo de la detección y control del evento. Este caso se considera un tiempo máximo de 1 minuto antes de que actúen las válvulas de seguridad, de control y/o el Interlock de Sistema de paro.

Cabe mencionar que, para Inflamabilidad (Radiación térmica), Explosividad (Sobrepresión), se deberá haber presentado una fuga previamente. Las conclusiones son las siguientes:

1. La presencia de una fuga de gas natural y la posterior formación de una nube inflamable es un evento muy poco probable, debido a la rápida dispersión del gas natural en la atmósfera por ser más ligero que el aire y por la velocidad del viento específica del sitio, y por los mecanismos de control y seguridad automáticos con que se cuenta. Sin embargo, para efectos prácticos se presentan los resultados de dichas modelaciones solamente con fines ilustrativos.
2. La formación de nubes inflamables estará en función de la dirección y velocidad del viento al momento de presentarse una fuga, y el riesgo dependerá también de la presencia de alguna fuente de ignición.
3. Con los datos proporcionados al modelo se obtuvo como resultado una explosión de pequeñas proporciones (ver **Anexo No. 20** memorias técnicas de las simulaciones realizadas), para fines prácticos se considera la

<sup>13</sup> <https://es.weatherspark.com/y/4986/Clima-promedio-en-Santiago-de-Quer%C3%A9taro-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

<sup>14</sup> <https://es.climate-data.org/americas-del-norte/mexico/queretaro/santiago-de-queretaro-3364/>

<sup>15</sup> <https://www.meteored.mx/queretaro/historico>



onda de sobrepresión de 0.5 psig, considerada como el valor que determina el límite de la Zona de Seguridad o de Amortiguamiento, después de esta distancia no se presentan daños a las personas y ocasionalmente se provocan solo roturas de vidrios. La onda de sobrepresión de 1.0 psig, que representa el límite de la Zona de Alto Riesgo, alcanza una distancia menor. Estos resultados se obtuvieron para un caso improbable de fuga de gas natural durante 1 minuto y máximo 10 minutos, por la distancia a la que se encuentran los principales cuerpos de emergencia.

4. Los radios obtenidos en las simulaciones no sobrepasan los 66 metros de distancia, en la siguiente tabla se presentan los radios obtenidos en cada uno de los eventos a manera de resumen:

Escenario	Masa quemada (Kg)	Velocidad de combustión (kg/min)	Radio de afectación (m)		
			35 Kw/m <sup>2</sup>	5 Kw/m <sup>2</sup>	1.4 Kw/m <sup>2</sup>
1	3,471	103	10	11	21
2	27,062	1,280	Menor a 10	24	44
3	286	742 kg/s	10	<b>37</b>	<b>69</b>
4	29,024	1,030	Menor a 10	25	46

5. La **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** se localizará en un predio ubicado dentro de la mancha urbana del Municipio de Querétaro, dentro de un punto de reunión de personas como lo es la Terminal de Autobuses de Querétaro, considerando la afluencia que esto implica.

Estos resultados se deben analizar con la reserva que merece cualquier simulación por computadora, ya que entre otras cosas no consideran las medidas de seguridad existentes, tales como los sistemas de control automáticos, reguladores de presión y válvulas de seguridad de desfogue para evitar sobrepresiones en la tubería, y todas las salvaguardas con las que cuenta la estación de servicio, y los modelos no consideran toda la gama de variables posibles para cada evento.

Debe tenerse en cuenta que cualquier proyecto industrial tiene un riesgo potencial de accidentes, sobre todo considerando las características de los materiales que se manejan. Es necesario enfatizar las medidas de seguridad y supervisión para la instalación, operación, mantenimiento de la Estación de Servicio, y la capacitación apropiada del personal.

En este sentido, debe recordarse que, en todos los casos de simulación, se tomaron las peores condiciones posibles, los escenarios que fueron los más riesgosos y que daños pueden provocar.



Se concluye que el proyecto de la **Estación de Servicio de Gas Natural Vehicular "TAQ"** será totalmente confiable y de riesgo moderado, debido a la calidad en la fabricación de los equipos a instalar, además que contará con todas las medidas de seguridad requeridas.

### 5.10.3 Informe Técnico

Se presenta como anexo el informe técnico, desarrollado conforme la ***“Guía para elaboración de análisis de riesgo del sector hidrocarburos”***.