

# ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Proyecto: “Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Ligthing, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”



Promoviente: ACCESGAS S.A.P.I

Septiembre, 2019

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

## Contenido

<b>I. Descripción del proyecto y/o instalación.....</b>	<b>4</b>
I.1 Proyecto y/o Instalación.....	19
<b>II. Descripción detallada del proceso .....</b>	<b>21</b>
<b>III. Descripción del Entorno .....</b>	<b>36</b>
<b>IV. Análisis Preliminar de Riesgos .....</b>	<b>43</b>
IV.1 Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos y/o instalaciones similares .....	49
IV.1.1 Alcance de los daños causados .....	49
IV.1.2 Identificación de las Causas de los Accidentes .....	51
IV.1.3 Justificación de la metodología seleccionada .....	55
IV.1.4. Criterios considerados para la evaluación de los Factores de Riesgo .....	58
<b>V. Identificación, evaluación y análisis de riesgos .....</b>	<b>59</b>
V.1 Análisis cualitativo de riesgo .....	61
V.1.1 Identificación de peligros y evaluación de riesgos .....	61
V.1.2 Jerarquización de escenarios de riesgo .....	64
V.2 Análisis Cuantitativo de Riesgo .....	69
V.2.1 Análisis Detallado de Frecuencias .....	69
V.2.2 Análisis Detallado de Consecuencias.....	69
V.2.3 Representación en planos de los resultados de la Simulación de consecuencia (radios potenciales de afectación) .....	72
V.3 Análisis de Riesgo.....	73
V.3.1 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo .....	73
V.3.2 Análisis de Vulnerabilidad .....	73
V.4. Determinación de Medidas de reducción de Riesgo adicionales para Escenarios de Riesgo no tolerables y/o ALARP .....	79
<b>VI. Sistemas de Seguridad y Medidas para administrar los escenarios de riesgo .....</b>	<b>79</b>
<b>VII. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>87</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del Proyecto (Municipal) .....	4
Figura 2 Ubicación del proyecto (Sitio) .....	5
Figura 3 Módulos de la Estación de Descompresión.....	10
Figura 4 Ubicación de Extintores .....	16
Figura 5 Poste de descarga .....	22
Figura 6 Tren de entrada .....	23
Figura 7 Regulador de alta presión (primera etapa) .....	24
Figura 8 Segunda etapa de regulación .....	24

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Figura 9 Filtración .....	25
Figura 10 Etapa de medición .....	26
Figura 11 Última etapa de regulación .....	27
Figura 12 Sistema de Calentamiento .....	27
Figura 13 Tinajas del sistema de calentamiento .....	28
Figura 14 Sistema de Control .....	29
Figura 15 DTI y área de seguridad y control de la EDGN .....	32
Figura 16 Rombo de identificación de riesgos de la NFPA-704 .....	36
Figura 17 Vista lateral del equipo de descompresión .....	36
Figura 18 Colindancias .....	37
Figura 19 Ubicación del proyecto (detalle) .....	38
Figura 20. Dirección de ráfaga y viento promedio en la EMA “P. López Zamora”, mayo-agosto de 2019. ....	41
Figura 21 Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA .....	46
Figura 22 Sustancias involucradas en emergencias .....	47
Figura 23 Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2014) Número, Localización y Tipo de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA .....	48
Figura 24 Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 – 2014) Número, Ubicación y Medio de Transporte de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA.....	49
Figura 25 Análisis estadístico de los daños a la población ocasionados por las emergencias ambientales .....	50
Figura 26 Emergencias notificadas en 2017: Total de emergencias 652 .....	50
Figura 27 Emergencias notificadas en 2017 .....	51
Figura 28 Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) de la descompresora .....	60
Figura 29 Dispositivos de seguridad en la estación .....	80

### Índice de Tablas

Tabla 1 Características de la estación de descompresión .....	6
Tabla 2 Factor de diseño por clase de localización .....	13
Tabla 3 Eficiencia de la junta longitudinal .....	14
Tabla 4 Factor por Temperatura .....	14
Tabla 5 Características de equipos principales .....	20
Tabla 6 Balance de Materia .....	30
Tabla 7 Equipos y accesorios .....	33
Tabla 8 Distancias entre las áreas de las Terminales .....	34
Tabla 9 Ubicación del proyecto y Estación de Descompresión .....	37
Tabla 10 Principales zonas colindantes del proyecto .....	39
Tabla 11. Valores promedio medidos en la estación "P. López Zamora" para el periodo de mayo a agosto de 2019. ....	41
Tabla 12. Estación climatológica cercana al sitio del proyecto. ....	42
Tabla 13. Valores promedio medidos en la estación 2104. ....	42
Tabla 14 Ejemplo de la lista de verificación .....	44
Tabla 15 Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA.....	46
Tabla 16 Eventos ocurridos en México .....	53
Tabla 17 Distribución típica de las causas de fallas 1985-1999 .....	54
Tabla 18 Resultados índices del sistema .....	56
Tabla 19 Resultados índices con reducción.....	56

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Tabla 20 Probabilidad de ocurrencia.....	62
Tabla 21 Ejemplo Hoja de Trabajo HazOp.....	63
Tabla 22 Resultados finales HazOp.....	63
Tabla 23 Jerarquización de riesgos en el Nodo 1 (Entrada a estación de descompresión previo a regulación). ....	65
Tabla 24 Jerarquización de riesgos en el Nodo 2 (Tubería de la estación de descompresión posterior a primera etapa de regulación, incluye paso de segunda regulación). ....	66
Tabla 25 Jerarquización de riesgos en el Nodo 3 (Salida de la estación de descompresión posterior a tercera etapa de regulación y previo a conexión con infraestructura de usuario). ....	66
Tabla 26 Jerarquización de riesgos totales por nodo .....	67
Tabla 27 Tasa de Descarga.....	69
Tabla 28 Interacciones.....	73
Tabla 29 Resultados por nodo. ....	74
Tabla 30 Medidas de prevención y mitigación.....	76
Tabla 31 Recomendaciones Técnico-Operativas.....	81

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

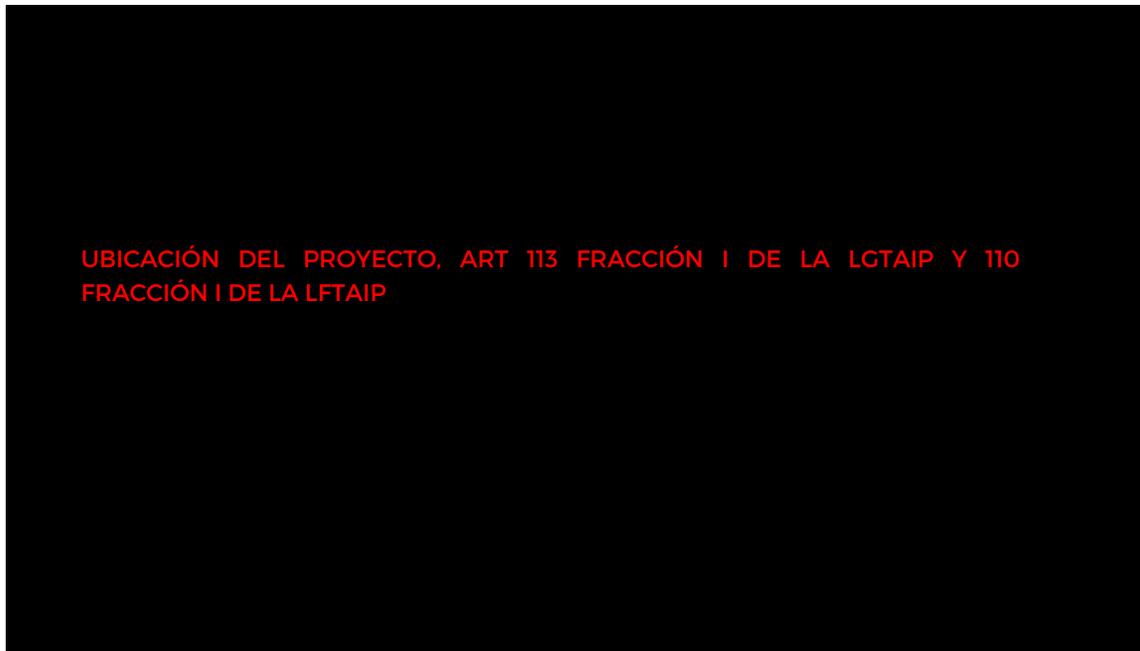
## I. Descripción del proyecto y/o instalación

El proyecto consiste en el diseño, construcción (instalación), puesta en marcha, operación y mantenimiento de una estación de descompresión de gas natural (EDGN) para suministrar directamente a equipos de consumo del usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, estado de Baja California.

La EDGN se sujetará en todas sus etapas a las especificaciones y lineamientos establecidos a las buenas prácticas de la industria, la normatividad nacional y en temas de gas natural se tomarán criterios aplicables al proyecto de la NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC). Requisitos mínimos de seguridad para Terminales de Carga y Terminales de Descarga de Módulos de almacenamiento transportables y Estaciones de Suministro de vehículos automotores, debido a que es la única norma nacional que trata temas de gas natural comprimido como su título menciona.

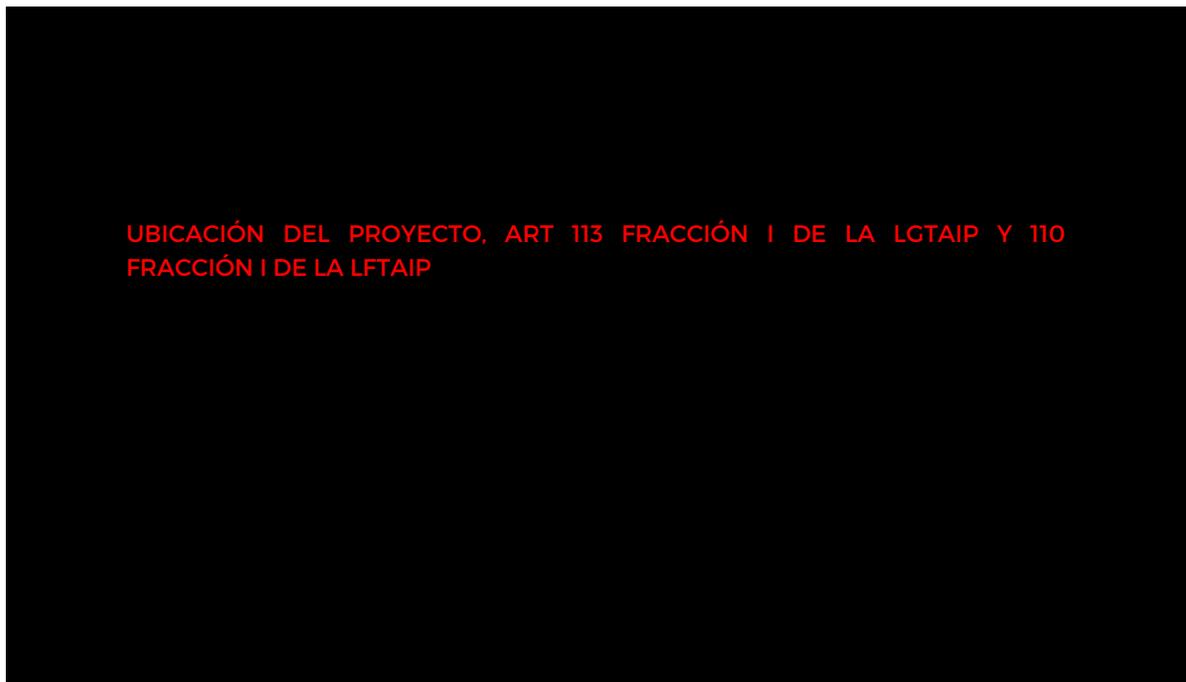
La Estación se conectará para obtener su suministro de tráileres (uno operando a la vez) adaptados para el manejo del combustible. La descompresión se compondrá de cinco módulos: módulo de entrada, regulación (tres etapas entre módulos), filtración, medición e intercambiador de calor.

La EDGN será instalada en los terrenos del usuario, al Este de la empresa, y paralelo de forma Este con lotes baldíos y a casi 1.5 Km de la autopista “Transpeninsular”, la estación estará rodeada en sus primeros metros de lotes baldíos y a unos pocos metros más con pequeños lotes industriales, así como con la infraestructura del usuario, la descompresora se encontrará en el municipio de Ensenada, en el estado de Baja California, tal como puede apreciarse en las figuras siguientes.



*Figura 1 Ubicación del Proyecto (Municipal)*

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”



*Figura 2 Ubicación del proyecto (Sitio)*

La construcción e instalación de la Estación de Descompresión, junto con todas sus obras y sus componentes esta contemplado en un período de 24 días, y la operación se plantea que inicie en el mes de Enero 2020. Se puede consultar el Cronograma de Obra en el Anexo 4.1. El programa de la operación se encuentra en el Anexo 4.2.

La Descompresora será una obra temporal, sin embargo, la operación está garantizada por al menos 10 años, al término de este período, en caso de que no haya renovación de contrato para seguir con el servicio, se llevará a cabo el desmantelamiento de la estación, el cual se dará de forma muy rápida ya que todos los módulos se encuentran dentro de una cabina, sumado a que solo se debe desconectar de sus fuentes de suministro y servicios, se desmonta y se carga para su transporte, este paso se llevará en un máximo de 5 días. El cronograma de desmantelamiento se puede consultar en el Anexo 4.3.

### **Fundamentación Legal**

A pesar de que será una obra temporal y con un flujo no tan alto, se cuenta con alta presión dentro de su proceso de la estación de descompresión, por lo que, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y el Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental, y considerando las buenas prácticas de la empresa Accesgas, S.A.P.I. de C.V. se presenta el siguiente estudio de riesgo ambiental para la actividad a realizar.

Fundamento legal para la presentación del estudio de riesgo ambiental: debido a que se maneja gas natural (en su composición mayormente metano, considerada como actividad altamente riesgosa a aquella que lo maneje: “ACUERDO por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 5o. Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, listado de actividades altamente riesgosas”) y debido a que se realiza la actividad de descompresión (Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental) la cual requiere autorización de la Secretaría en Materia de Impacto Ambiental. Estos criterios cumplen con lo dispuesto en el artículo 30 y 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, donde se requiere la presentación de un Estudio de Riesgo bajo las condiciones mencionadas (sustancia y actividad) motivo por el cual se elabora el documento presente.

De acuerdo con que el proyecto corresponde al sector de Hidrocarburos, la competencia para la revisión y en todo caso aprobación corresponde a la Agencia de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA).

### Bases de diseño

El objetivo principal de la estación de descompresión de gas natural (EDGN) es, recibir el gas natural comprimido (GNC) de un tráiler a una presión de 250 bar, reducir la presión a una útil para el usuario final (4 bar) y cuantificar el volumen de gas suministrado para fines de facturación (el consumo se estima en aproximadamente 188.83 m<sup>3</sup>/hr con flujo de diseño de 450 m<sup>3</sup>/hr). Los parámetros de diseño de la EDGN son los siguientes:

**NOTA:** En apartados donde sea ocupado el flujo o presión de salida se ocuparán los valores drásticos, 450 m<sup>3</sup>/hr para flujo y 4.0 bar para presión. En la memoria descriptiva del Anexo 4.4 plantea una presión después de la primera etapa de 13.72 bar. A pesar de existir tres etapas de regulación, en la segunda etapa mantiene la presión que sale de la primera etapa debido a que esta segunda etapa su principal función es el mantener la temperatura del gas natural.

Tabla 1 Características de la estación de descompresión

Rango de Operación Flujo [m <sup>3</sup> /hr]		
188.83 a 450		

	Parámetro	Operación
Entrada	Presión [bar]	250
	Temperatura [°C]	20 a 25
Salida	Presión [bar]	4
	Temperatura [°C]	20 a 25

Debido a la alta presión del GNC y la gran reducción de presión, es necesario instalar un sistema de calentamiento a lo largo del área de regulación con el fin de mantener la temperatura del gas natural, y así mitigar el efecto de enfriamiento producido por la expansión del gas natural (Joules Thomson). Este sistema de calentamiento consiste en calentadores de agua y a través de un sistema de bombas, fuerza la circulación de agua caliente por tinas, serpentín y tubería a lo largo de la estación (regulación). De igual forma, la estación cuenta con elementos de seguridad y control que permiten la operación segura de la misma, más adelante se describirán los puntos y elementos que la conforman.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Para el caso de la tubería que va a lo largo de la estación de descompresión, en este caso en específico el material que se empleará será de 1” de diámetro Acero al carbón API 5L Ced. 160 Gr. X42 (área de regulación), al término de la regulación, la tubería será de Acero al carbón de 2” API 5L Ced. 40 Gr. X42; la conexión con el tráiler será con mangueras flexibles de 1” de diámetro.

➤ **Gas de empaque**

Considerando:

- Un tráiler con capacidad de transporte que puede suministrar a este punto tendrá la siguiente especificación:
  - Capacidad de transporte 8,586 m3, traducido en 6,739 kg de gas natural a 3,625 psig.
- La tubería de la estación de descompresión se compone de lo siguiente:
  - Tubería de acero al carbón de 1” de diámetro ced. 160 x 10 metros de longitud aproximadamente a 3,625 psig (incluye mangueras)
  - Tubería de acero al carbón de 1” de diámetro ced. 160 x 4 metros de longitud aproximadamente a 200 psig.
  - Tubería de acero al carbón cédula 40 de 2” de diámetro x 4 metros de longitud aproximadamente a 58 psig.

\* NOTA: La longitud es aproximada ya que no se tiene la construcción de la estación de descompresión de forma final, por lo que las dimensiones son referencia de planos y áreas reflejadas. La longitud de la manguera y accesorios ya va incluida en estas longitudes.

El tráiler como gas de empaque maneja 6,739 kg, por lo que solo queda el cálculo del gas de empaque de la tubería, accesorios e instrumentos que van en la estación de descompresión, y tomando los datos anteriores tenemos los siguientes resultados:

PROYECTO	Estación de Descompresión Visionaire		
Longitud del Gasoducto	32.81	pie	10 m
Diametro Externo del gasoducto	1.315	pulg	Acero inoxidable
Espesor del gasoducto	0.250	pulg	
Presión de operación	3,625.00	psig	
Volumen de gas de empaque	29.43	pie <sup>3</sup>	
Longitud del Gasoducto	13.12	pie	4 m
Diametro Externo del gasoducto	1.315	pulg	Acero al carbón
Espesor del gasoducto	0.250	pulg	
Presión de operación	200	psig	
Volumen de gas de empaque	0.69	pie <sup>3</sup>	
Longitud del Gasoducto	13.12	pie	4 m
Diametro Externo del gasoducto	2.375	pulg	Acero al carbón
Espesor del gasoducto	0.154	pulg	

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Presión de operación	58.0	psig	
Volumen de gas de empaque	1.51	pie <sup>3</sup>	
<b>EMPAQUE</b>	31.64	pie <sup>3</sup>	0.90 m <sup>3</sup>
	0.90	m <sup>3</sup>	
Densidad del aire	0.0764	lb/pie <sup>3</sup>	
Gravedad específica gas natural	0.62		
	1.50	lb	
	0.68	kg	Densidad aire 60°C

Como se puede observar, el gas de empaque que tendrá la estación de descompresión es una cantidad prácticamente nula (0.68 kg), y esto es debido al tamaño de la misma.

El gas total de empaque de todo el sistema sería el siguiente:

$$\text{Gas total de empaque} = \text{Gas de empaque tráiler} + \text{Gas de empaque descompresora}$$

$$\text{Gas total de empaque} = 6,739 \text{ kg} + 0.68 \text{ kg} = \mathbf{6,739.68 \text{ kg}}$$

➤ **Gas de Consumo Diario:**

El usuario tendrá un consumo diario máximo de 450 m<sup>3</sup>/hr, por lo que esto se traduce a lo siguiente:

Considerando la densidad dentro del tráiler (6,739 kg / 8,586 m<sup>3</sup> = 0.78 kg/m<sup>3</sup>):

\*Se considera de esta forma ya que a pesar de tener presiones diferentes en el tráiler y en la salida a usuario, en la medición se tiene corrige la lectura por presión y temperatura.

$$\rho_{\text{gas natural}} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Consumo diario de gas natural en kg} = 0.78 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 450 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} = \mathbf{351 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}}$$

**Preparación y Construcción**

La etapa de preparación del sitio será para los topes y plancha para la estación de descompresión.

La etapa de construcción comprende la obra civil, la obra eléctrica y la instalación del equipo de descompresión.

El área donde se instalará el equipo de descompresión de gas natural es un terreno ya impactado y con tratamiento compactado que se podrá ocupar para la instalación. La construcción comprende topellantas, y plancha de concreto; así como la obra eléctrica correspondiente.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

No se considera necesaria la remoción de ningún individuo arbóreo o arbustivo. Tampoco será requerido el consumo de agua en esta actividad.

### a) *Obra civil*

El alcance de la obra civil es acondicionar el área para la ubicación de equipos para la instalación de aprovechamiento de gas natural, lo cual comprende: trabajos preliminares, relleno, topellantas y topes de contención, instalación de postes de señalamiento y de contención, plancha de concreto y pintura.

- **Trabajos preliminares**
  - Despalme del terreno
  - Trazo y nivelación de terreno, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel.
- **Relleno**
  - Relleno con material producto de excavación compactado de un 95% hasta un 98% en capas de 20 cm.
  - Relleno con grava espesor de 12 cm, como acabado en superficie de membrana de polietileno
- **Pasajuntas**
  - Se deben colocar pasajuntas de 46 cm de varilla lisa de 1” de diámetro a 30 cm de separación con aplicación de juntas expansión.
- **Topes de contención**
  - Especificación del concreto armado de acero para los topes de contención, preparado para el impacto de las llantas.
- **Plancha de concreto para descompresora**
  - Colocación de concreto hidráulico de 18 cm de espesor acabado rayado longitudinalmente
  - Plancha de concreto para estación de descompresión y poste de carga, con acelerante, 2 mallas de acero de refuerzo a 15 cm intercalas.
- **Postes de Contención**
  - Se deben colocar postes de contención tubulares de 4” a base de tubería de acero al carbón y concreto, longitud de 1.5 metros.
- **Postes y pintura de señalamiento**
  - Se deben colocar postes de señalamiento vial a base de caucho.
  - Se debe aplicar pintura para señalamiento vial de 10 cm de espesor tipo “via color comex” o similar.
- **Entrada de Semirremolques**
  - Terreno compactado y nivelado.

### b) *Obra eléctrica*

La obra eléctrica incluye la red de sistema de tierras, iluminación interna de la estación de descompresión, como se detalla a continuación:

- **Red de sistema de tierras**
  - Deberá realizarse de conformidad con lo dispuesto en la NOM-001-SEDE-2012
  - Hacer mediciones de resistencia de suelo (resistividad del medio – OHM) factor de seguridad +2.0

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

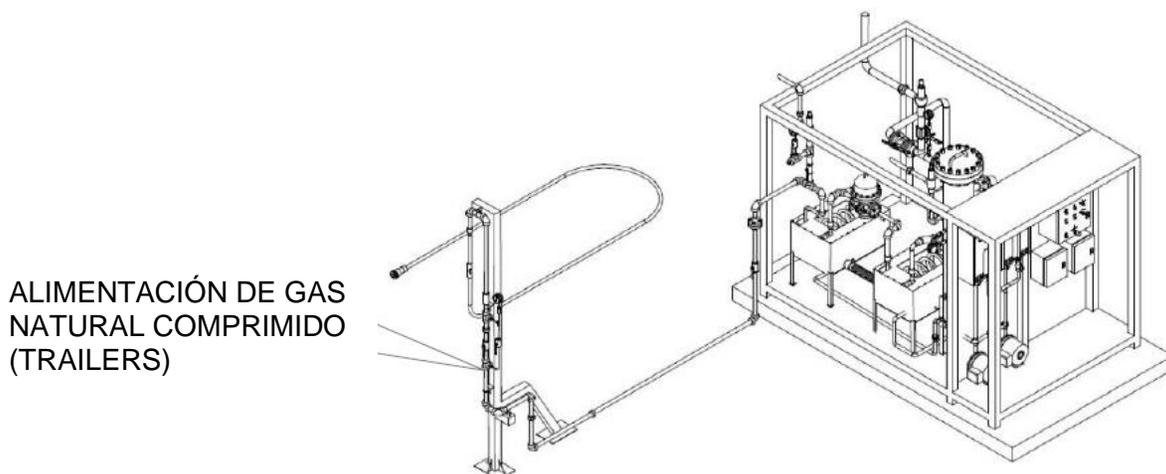
- Sistema de tierras único de malla cerrada con protección de sobretensión unido por soldaduras CADWELL
- Todos los equipos y puertas metálicas deben ser puestos a tierra.
- Se debe dejar una barra de tierra en la parte posterior de los topellantas para aterrizar los contenedores.
- En caso de dudas, utilizar carga estática de baja tensión – 4.0 ohm
- **Iluminación interna para la estación a prueba de explosión**
  - Luminaria
  - Deberá ser a prueba de explosión Clase 1, División 2 y deberá cumplir con NOM-001-SEDE-2012 Artículo 501-130, inciso “B”.
  - El cable, tubería conduit y sus accesorios deberán cumplir con la NOM-001-SEDE-2012 Artículo 501-10, Inciso “B”
- **Unidad Verificadora**
  - Se debe contratar unidad verificadora para dictaminar la instalación eléctrica, la cual debe ser proporcionada y pagada por la contratista.

El resto de la obra eléctrica no se reporta ya que esta dentro de la responsabilidad del usuario, la estación solo requiere una acometida de 110 V y lo mencionado anteriormente.

### c) *Instalación del equipo de descompresión*

La instalación de la estación de descompresión comprende la colocación del equipo y la fijación de este, la estación está conformada por cinco módulos: módulo de entrada, regulación (tres etapas entre módulos), filtración, medición e intercambiador de calor.

La siguiente figura muestra un esquema de que conforman la descompresión, en los siguientes puntos se mostrará la descripción de estos módulos y sus componentes:



*Figura 3 Módulos de la Estación de Descompresión*

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### Proyecto Mecánico

La construcción de la tubería de la estación de descompresión será en acero al carbón, cumpliendo con los lineamientos de la norma ASEA-010-ASEA-2016 “Gas Natural Comprimido”.

La conexión de entrada con la estación de descompresión será en manguera flexible de 1”; una vez dentro de la estación la tubería será en acero al carbón de 1” desde su entrada y hasta el área de regulación, una vez saliendo de ésta área, la tubería será del mismo material pero de 2” de diámetro.

Por lo que a continuación se presentan los cálculos para tubería de 1” Acero al carbón API 5L Ced. 160 Gr. X42 y 2” Acero al carbón Ced. 40 Gr. X42:

#### d) Cálculo del Diámetro de la Tubería

El consumo mensual máximo será de  $Q_{\text{mensual}} = 324,000 \text{ m}^3$

El gas a la entrada de la estación de descompresión en el área de regulación se consideró a una presión de operación de  $255.0 \text{ kg/cm}^2$  manométricos. El gas posterior a regulación (cambio de diámetro y material) se consideró a una presión de  $4.07 \text{ kg/cm}^2$  (máxima presión en esta etapa).

#### EL CONSUMO A LAS CONDICIONES REALES ESTÁ DADO POR:

$$Q = \frac{Q_s P_0}{P_1}$$

- Para tubería de 1” Acero al carbón Ced. 160 (desde entrada hasta regulación)

DONDE:

P = Presión barométrica en la zona Ensenada, Baja California =  $1.033 \text{ Kg/cm}^2$

$Q_s$  = Consumo estándar

$P_0$  = Presión a condiciones estándar del gas = 1 ATM =  $1.033 \text{ kg/cm}^2$

$P_1$  = Presión absoluta real del gas a las condiciones de entrada unidad de regulación

$P_1 = 255.0 \text{ kg/cm}^2 + 1.033 \text{ kg/cm}^2 = 256.03 \text{ kg/cm}^2$

$$Q = \frac{450 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} * 1.033 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{256.03 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 1.81 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

- Para tubería de 2” Acero al carbón Ced. 40 (posterior a regulación/incluye medición)

DONDE:

P = Presión barométrica en la zona Ensenada, Baja California =  $1.033 \text{ Kg/cm}^2$

$Q_s$  = Consumo estándar

$P_0$  = Presión a condiciones estándar del gas = 1 ATM =  $1.033 \text{ kg/cm}^2$

$P_1$  = Presión absoluta real del gas a las condiciones de salida de la unidad de regulación

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

$$P_1 = 4.07 \text{ kg/cm}^2 + 1.033 \text{ kg/cm}^2 = 5.103 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q = \frac{450 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} * 1.033 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{5.10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 91.14 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Se tomará como base para una primera estimación de cálculo la velocidad recomendada por applied process design for Chemical & Petrochemical Plants Vol. 1 de Ernest E. Ludwig donde dice que la velocidad media del rango recomendado para gas natural en tuberías es:

$$v = 1,200 \text{ m/min}$$

El área transversal del tubo se calcula como sigue:

$$A = \frac{Q}{v}$$

- Para tubería de 1" de acero al carbón Ced. 160.

$$Q = 1.81 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.0301 \text{ m}^3/\text{min}$$

A = área transversal

v = velocidad

$$A = \frac{0.0301 \text{ m}^3/\text{min}}{1,200 \text{ m/min}} = 0.00002513 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00002513 \text{ m}^2}{\pi}} = 0.005657 \text{ m} = 5.65 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro seleccionado de 25.4 mm (1") para tubería de acero al carbón ced. 160 es correcto.

- Para tubería de 2" de acero al carbón Ced. 40

$$Q = 91.14 \text{ m}^3/\text{hr} = 1.52 \text{ m}^3/\text{min}$$

A = área transversal

v = velocidad

$$A = \frac{1.52 \text{ m}^3/\text{min}}{1,200 \text{ m/min}} = 0.001266 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.001266 \text{ m}^2}{\pi}} = 0.04015 \text{ m} = 40.15 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el diámetro seleccionado de 50.8 mm (2") para tubería de acero al carbón Ced. 40 es correcto.

**Cálculo del Espesor** (tomado de la NOM-007-ASEA-2016 que menciona este cálculo, para tubería de acero al carbón que manejan gas natural).

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Aplicación de la fórmula de Barlow para espesores de tuberías de transporte y distribución de gas.

$$t = \frac{PD}{2SFET}$$

DONDE:

$t$  = Espesor del tubo en (m)

$P$  = Presión interna de diseño ( $kg/cm^2$ )

$S$  = Resistencia de fluencia mínima especificada ( $kg/cm^2$ ,  $kPa$ ) = 2,952.89  $kg/cm^2$

$E$  = Eficiencia de la junta longitudinal

$T$  = Factor de reducción por temperatura

La presión manométrica a la entrada de la estación y hasta el área de regulación es de 255.0  $kg/cm^2$  (la presión absoluta es de 256.03  $kg/cm^2$ , a la salida de esta área la presión es de 4.0 bar (4.07  $kg/cm^2$ ), la presión absoluta es de 5.10  $kg/cm^2$ .

Tabla 2 Factor de diseño por clase de localización

Clase de Localización	1	2	3	4	5
Ruta general	0.77	0.77	0.67	0.55	0.45
Cruces e invasiones paralelas. Caminos secundarios	0.77	0.77	0.67	0.55	0.45
Cruces e invasiones paralelas. Caminos principales, vías de ferrocarril, canales, ríos y lagos	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45
Trampas de diablos	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45
Ducto principal en estaciones y terminales	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45
Construcciones especiales, como ensambles fabricados y Ducto en puentes	0.67	0.67	0.67	0.55	0.45

De acuerdo con la NOM-007-ASEA-2016 las clases se definen de la siguiente forma:

- Clase de localización 1. Lugares expuestos a la actividad humana poco frecuente sin presencia humana permanente. Esta Clase de Localización refleja áreas de difícil acceso, como los desiertos y regiones de la tundra;
- b) Clase de localización 2. El Área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones ocupadas por personas y/o lugares con una densidad de población inferior a 50 habitantes por kilómetro cuadrado. Esta Clase de Localización refleja áreas como tierras baldías, tierras de pastoreo, tierras agrícolas y otras zonas escasamente pobladas;
- c) Clase de Localización 3. El Área unitaria con más de diez y hasta cuarenta y cinco construcciones ocupadas por personas y/o lugares con una densidad de población de 50 personas o más, pero menos de 250 personas por kilómetro cuadrado, con múltiples viviendas, con hoteles o edificios de oficinas donde no más de 50 personas pueden reunirse regularmente y con industrias dispersas. Esta Clase de Localización refleja áreas donde la densidad de población es intermedia entre la Clase de Localización 2 y la Clase de Localización 4, tales como las zonas marginales ubicadas alrededor de las ciudades y pueblos, ranchos y fincas;
- d) Clase de Localización 4. El Área unitaria que cuenta con cuarenta y seis construcciones o más ocupadas por personas y/o lugares con una densidad poblacional de 250 personas o más por kilómetro cuadrado, excepto donde prevalezca una Clase de Localización 5. Esta Clase de Localización refleja zonas

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

donde existan desarrollos urbanos, zonas residenciales, zonas industriales y otras áreas pobladas que no estén incluidas en la Clase de Localización 5;

- e) Clase de localización 5. Cuando además de las condiciones presentadas en una Clase de Localización 4, prevalece alguna de las características siguientes:
  - I. Construcciones de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja;
  - II. Vías de comunicación con tránsito intenso o masivo, e
  - III. Instalaciones subterráneas de servicios prioritarios o estratégicas para la zona urbana.

*Tabla 3 Eficiencia de la junta longitudinal*

Especificación	Clase de Ducto	Factor de junta longitudinal (E)
ASTM A53	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
	Soldado a tope en horno: Soldadura continua	0.60
ASTM A106	Sin costura	1.00
ASTM A135	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
ASTM A139	Soldado por fusión eléctrica	0.80
ASTM A211	Ducto de acero soldado en espiral	0.80
ASTM A333	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
ASTM A381	Soldado con doble arco sumergido	1.00
ASTM A671	Soldadura por fusión eléctrica Clases 13, 23, 33, 43 y 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42 y 52	1.00
ASTM A672	Soldadura por fusión eléctrica Clases 13, 23, 33, 43 y 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42 y 52	1.00
ISO 3183/API 5L	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
	Soldado por "flasheo" eléctrico	1.00
	Soldado con arco sumergido	1.00
	Soldado a tope en horno	0.60
Otra especificación o especificación desconocida	Ducto con diámetro nominal igual o mayor de 101.6 mm (4")	0.80
Otra especificación o especificación desconocida	Ductos con diámetro nominal menor de 101.6 mm (4")	0.60

*Tabla 4 Factor por Temperatura*

Temperatura del gas K (°C)	T
394.26 o menor (121.11 °C)	1.000
* 422.03 (148.88 °C)	0.967
* 449.81 (176.66 °C)	0.933
* 477.59 (204.44 °C)	0.900
* 505.37 (232.22 °C)	0.867

- Para tubería de Acero al carbón 1" Ced. 160:

Sustituyendo para tubo de 1" tenemos:

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

---

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

$$t = \frac{256.03 \frac{Kg}{cm^2} * 0.0334m}{2 * 2,952.89 \frac{Kg}{cm^2} * 0.55 * 1 * 1} = 0.002632m$$

Si se deja como margen para corrosión 1/8” (0.003175 m)

$$t_{requerida} = 0.002632 + 0.003175 = 0.005807 m$$

por lo tanto, el espesor seleccionado de 0.00635 m (0.250”) para tubo de 1” cedula 160 es correcto.

Ahora se calculará la presión máxima que resistirá el tubo considerando que:

$t_{real}$  = espesor del tubo cédula 160 seleccionado menos 1/8” por corrosión futura

$$P = \frac{2St_{FET}}{D} = \frac{2 * 2,952.89 \frac{Kg}{cm^2} * (0.00635 - 0.003175)m * 0.55 * 1 * 1}{0.0334 m} = 308.77 Kg/cm^2$$

Por lo tanto el tubo seleccionado en cédula 160 de 1” nominales resistirá una presión de 308.77 kg/cm<sup>2</sup>, la presión de trabajo manométrica será de 256.03 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto queda aprobada la selección del tubo.

- Para tubería de Acero al carbón 2” Ced. 40:

Sustituyendo para tubo de 2” tenemos:

$$t = \frac{5.10 \frac{Kg}{cm^2} * 0.060325m}{2 * 2,952.89 \frac{Kg}{cm^2} * 0.55 * 1 * 1} = 0.00009472m$$

Si se deja como margen para corrosión 1/8” (0.003175 m)

$$t_{requerida} = 0.00009472 + 0.003175 = 0.003269 m$$

por lo tanto, el espesor seleccionado de 0.0039116 m (0.154”) para tubo de 2” cedula 40 es correcto.

Ahora se calculará la presión máxima que resistirá el tubo considerando que:

$t_{real}$  = espesor del tubo cédula 40 seleccionado menos 1/8” por corrosión futura

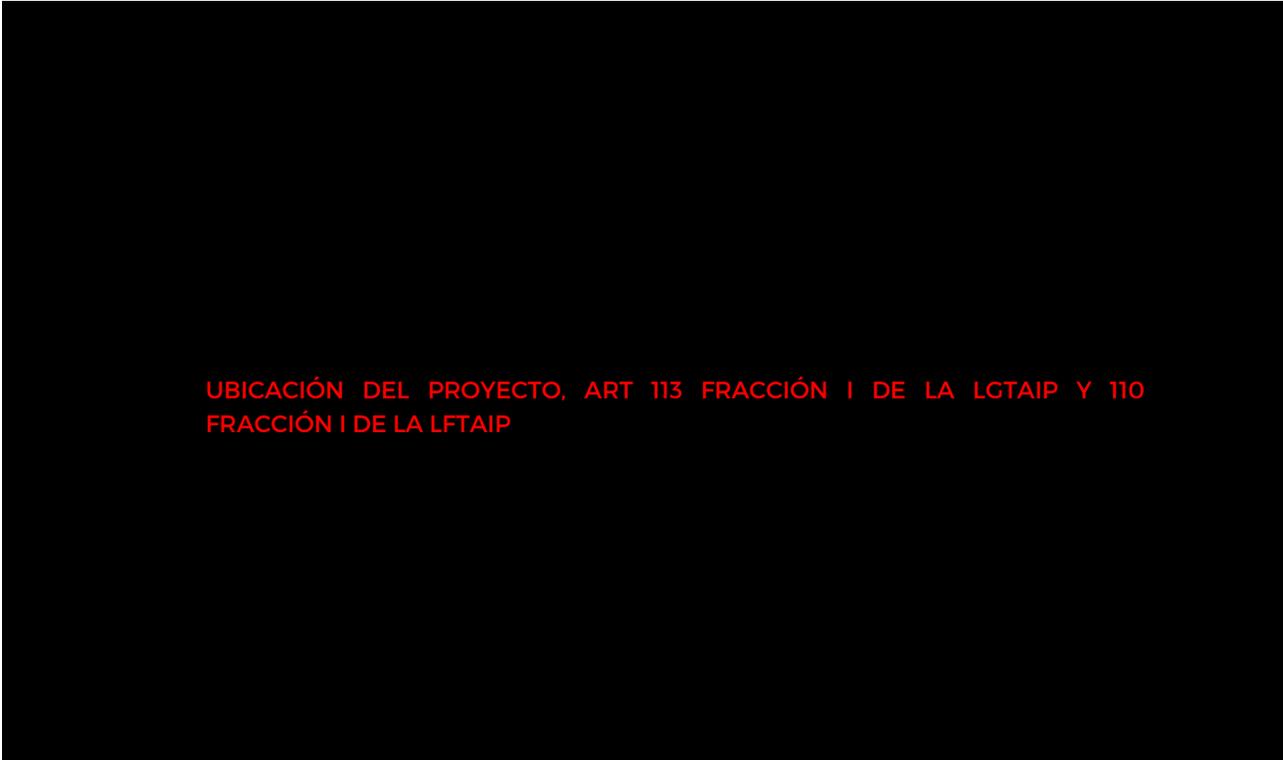
“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

$$P = \frac{2StFET}{D} = \frac{2 * 2,952.89 \frac{Kg}{cm^2} * (0.0039116 - 0.003175)m * 0.55 * 1 * 1}{0.060325 m} = 39.66 Kg/cm^2$$

Por lo tanto el tubo seleccionado en cédula 40 de 2” nominales resistirá una presión de 39.66  $kg/cm^2$ , la presión de trabajo manométrica será de 4.07  $kg/cm^2$ , por lo tanto queda aprobada la selección del tubo.

### Proyecto Sistema Contra Incendios

En la descompresora se tendrán 2 extintores, uno tipo PQS para tuberías e instrumentación y uno tipo CO<sub>2</sub> para el área del gabinete de control, con el fin de combatir cualquier eventualidad. Dichos extintores se colocarán en un área de fácil acceso, regularmente a la entrada de la estación. La capacidad de los extintores será de 6 kg para ambos y contarán con instrucciones impresas en el tanque, así como su especificación. A continuación, se muestra un plano sobre la propuesta de localización de estos:



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

*Figura 4 Ubicación de Extintores*

### Normatividad y Buenas Prácticas

Para el desarrollo de este proyecto, desde el diseño, hasta la obra, operación y mantenimiento se mantendrá un estricto apego a la normatividad nacional, internacional y buenas prácticas:

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### Normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

<b>NORMA OFICIAL MEXICANA</b>	<b>Título</b>
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de Seguridad. Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
NOM-017-STPS-2008	Selección y uso del equipo de protección personal, en los centros de trabajo.
NOM-020-STPS-2011	Recipientes Sujetos a Presión
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
NOM-100-STPS-1994	Extintores.

### Normas de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

<b>NORMA OFICIAL MEXICANA</b>	<b>Título</b>
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Establece límites máximos permisibles emisión de ruido de fuentes fijas y método de medición.
NOM-129-SEMARNAT-2006	Que establece las especificaciones de Protección Ambiental para la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de redes de distribución de gas natural que se presentan en áreas urbanas, suburbanas e industriales, de equipamiento urbano o de servicios.

### Normas de la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

<b>NORMA OFICIAL MEXICANA</b>	<b>Título</b>
NOM-001-SECRE-2010	Especificaciones del Gas Natural

### Normas de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA)

<b>NORMA OFICIAL MEXICANA</b>	<b>Título</b>
NOM-010-ASEA-2016	Gas Natural Comprimido
NOM-007-ASEA-2016	Transporte de Gas Natural

### Normas del Instituto Americano del Petróleo (API).

<b>NORMA</b>	<b>Título</b>
API-STD-1104	Estándar para la soldadura de ductos y sus instalaciones.
API-5L	Tubo de línea
API-6D	Válvulas de acero, bridadas o soldables

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### Normas de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME/ANSI).

<b>NORMA</b>	<b>Título</b>
ASME/ANSI B.31.8	Sistema de tubería para transporte y distribución gas
ASME-B-16.5	Bridas para tubo de acero y accesorios bridados
ASME-B-16.9	Accesorios de fábrica de acero forjado para soldar a tope
ASME-B-16.11	Accesorios de acero forjado de embatir y soldar y roscados
ASME-B-16.20	Ranuras y empaquetaduras de anillo p/ bridas de acero
ASME-B-18.2.2	Tuercas cuadradas y hexagonales
ASME/ANSI-B.16.9	Accesorios para soldadura a tope fabricado de acero forjado

### Normas de la Sociedad Americana de Materiales y Pruebas (ASTM).

<b>NORMA</b>	<b>Título</b>
ASTM-A-105	Forja de acero al carbón, para componentes de tuberías
ASTM-A-194	Tuercas para espárragos, de acero de aleación para servicio de alta presión y alta temperatura
ASTM-A-193	Material para atornillado en aleaciones y acero al carbón para servicio de alta temperatura.
ADS AS, 178	Especificación de electrodos para soldadura de arco

### Normas de la Secretaría de Energía (SENER).

<b>NORMA OFICIAL MEXICANA</b>	<b>Título</b>
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones Eléctricas (utilización)

### Otros Estándares y especificaciones de Referencia

<b>Estándar</b>	<b>Especificación</b>
Code of Federal Regulations, Título 49, Parte 192 del U.S. Department of Transportation	“Estándares Federales mínimos de seguridad: Transportación de gas natural y otros gases por gasoducto”

### Especificaciones Generales de PEMEX.

<b>NORMA</b>	<b>Título</b>
07.3.13	Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte.
NSPM AVII-30	Instalación eléctrica a prueba de explosión.
3.255.01	Gabinete y caja de interruptores.
NSPM C1.1 y C1.2	Válvulas de alivio de presión.
NSPM A1-1	Inspecciones y mantenimiento a extintores.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### I.1 Proyecto y/o Instalación

#### **Equipos de Proceso Principales y Auxiliares**

La estación de descompresión es un solo equipo de proceso, sin embargo, para este proyecto en particular se conformará por cinco módulos principales y sus componentes, los cuales a continuación se clasifican:

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

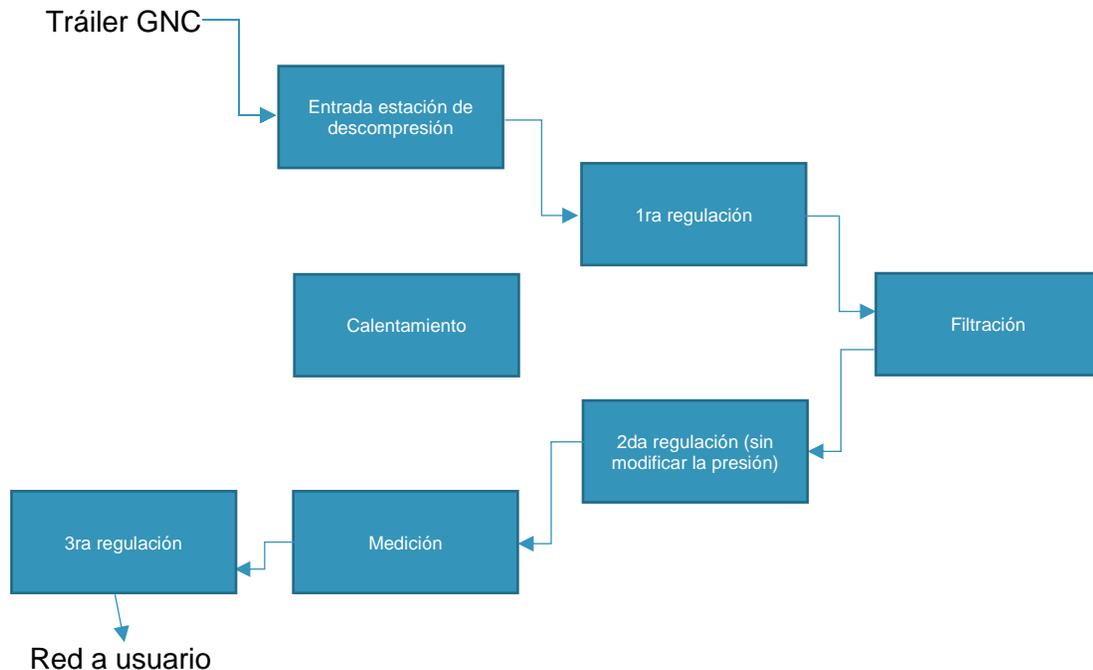
Tabla 5 Características de equipos principales

Descripción	TAG	Año Fab.	Presión de Prueba Hidrostática Kg/cm <sup>2</sup>	Código de Diseño	Presión Kg/cm <sup>2</sup>			Temperaturas °C			Ubicación
					Mín.	Normal	Máx.	Mín.	Normal	Máx.	
Entrada a Estación Descompresión	001	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 400	NOM-010-ASEA-2016 API 6D 6F	---	255	---	0	25	---	<b>COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP</b>
Filtración	002	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 400	NOM-010-ASEA-2016 ANSI	---	255	---	0	25	---	
Calentamiento	003	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 400	NOM-010-ASEA-2016 ANSI	---	---	---	0	25	---	
Primera regulación	004A	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 400	NOM-010-ASEA-2016 ASME B31.1, 31.3	---	Entrada: 255 Salida: 14	---	0	25	---	
Segunda regulación	004B	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 21	NOM-010-ASEA-2016 ASME B31.1, 31.3	---	Entrada: 14 Salida: 4.07	---	0	20	---	
Tercera regulación	004C	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 21	NOM-010-ASEA-2016 ASME B31.1, 31.3	---	Entrada: 14 Salida: 4.07	---	0	20	---	
Medición	005	Últimos 2 años (equipo por enviar)	Tubería y Accesorios: 1.5 veces la presión de diseño = 6.10	NOM-010-ASEA-2016 AGA 7	---	4.07	10	0	20	---	

En el plano de localización y diagrama de flujo se podrán observar los datos reflejados en esta tabla, dichos planos se encuentran en el Anexo 1.2 y 1.4 del estudio.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

En el siguiente diagrama de bloques podemos verificar la secuencia que sigue el gas natural:



## II. Descripción detallada del proceso

### Filosofía de Operación de la Estación de descompresión de gas natural

El objetivo del proyecto es diseñar, construir, instalar y operar una estación de descompresión, la cual servirá para llevar el gas natural a los procesos del usuario Visionaire Lighting, en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California.

El sistema iniciará en la conexión con un tráiler de Gas Natural Comprimido se conectará a través de una manguera flexible de 1" a la Estación de Descompresión de Gas Natural, donde como se ha anunciado anteriormente, ésta estará conformada por cinco módulos: dichos módulos se encargarán de acondicionar el gas natural para las condiciones operativas del usuario, en primera instancia encontramos el cabezal de entrada el cual es simplemente la conexión entre el tráiler y la descompresora a través de un poste de carga, dotado de válvulas para su control, enseguida localizamos las etapas más importantes, regulación, filtración, calentamiento y medición, en el primero se lleva cabo la disminución de presión en la regulación (primera etapa), posterior a esto se localiza la filtración el cual retiene las partículas de cualquier sólido o líquido que pueda traer el combustible, enseguida viene la segunda etapa de regulación en la cual se mantiene la presión y se trata de mantener el control de temperatura con el fin de evitar el congelamiento de las líneas, a la salida de este se realizará la medición para la facturación respectiva al cliente, por último se tiene la última etapa de regulación la cual acondiciona la presión hasta la requerida por Visionaire Lighting. Al pasar por estas etapas, el gas se alimentará a una red de distribución del usuario.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### Descripción de los módulos y elementos de la Estación de Descompresión

- ✓ Conexión a Poste de descarga (Entrada Estación de Descompresión)

El proceso inicia cuando el gas a alta presión se recibe en el poste de descarga, dispositivo medular que conecta la unidad móvil (tráiler) con la estación de descompresión, este poste cuenta con un componente muy importante, una manguera flexible que en uno de sus extremos se conecta al pico de carga del skid y del otro lado a una válvula de seguridad break away que da inicio al seccionamiento de tubería de gas que se dirigen a la descompresora.

Es preciso hacer énfasis sobre la válvula break away esta ofrece un mecanismo de seguridad que presenta una mínima resistencia a la tenacidad, de tal modo que, si existiera un tirón por alguna condición o acto inseguro del operador de la unidad móvil u otras, la válvula break away desprende inmediatamente la manguera, cortando el suministro y evitando fugas o rupturas en las tuberías. Posterior a esa válvula el gas es conducido por las tuberías pasando por otro componente importante del sistema una válvula check-in la cual mantiene el flujo del gas en un solo sentido impidiendo el retroceso del mismo ya sea por subidas de presión en el sistema o variaciones en el mismo, la válvula check direcciona el flujo del gas hacia la descompresora para arrancar su funcionamiento, en este punto es preciso monitorear la presión la cual no debe de superar los  $255 \text{ kg/cm}^2$  para esto en esta sección el poste de carga cuenta con un manómetro que da la lectura de la presión actual en el sistema, por seguridad se cuenta también con dos válvulas de globo para manualmente cerrar el flujo por cualquier contingencia o labores de mantenimiento. Consecuentemente el gas es conducido al tren de entrada de la descompresora.

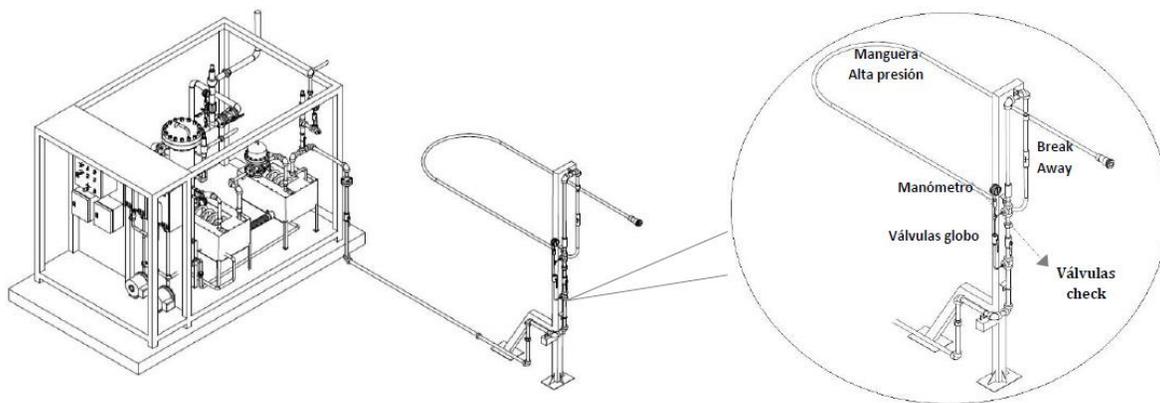


Figura 5 Poste de descarga

- ✓ Tren de entrada

Se toma el gas proveniente del poste de descarga y se recibe a una presión de  $255 \text{ kg/cm}^2$ , a las tuberías que conforman el tren de entrada, este seccionamiento cuenta con un manómetro para la toma de lectura de la presión así como una válvula de seguridad que en caso de sobrepresión desfoga el sistema en ese momento, esta válvula es calibrada a una presión de  $280.5 \text{ kg/cm}^2$ ; si por alguna razón la presión rebasa este parámetro se activa automáticamente el desfogue protegiendo el sistema; este seccionamiento contiene

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

también una válvula de esfera con la cual se puede cerrar manualmente el flujo de gas, posterior a estas válvulas el gas es conducido mediante las tuberías hacia un serpentín posicionado dentro una tina y posteriormente a la entrada del regulador de alta presión.

Este tren de entrada es el inicio del proceso de la descompresora, este seccionamiento en una parte pasa por el sistema intercambiador de calor y aunque en las siguientes descripciones en específico se detallará este sistema es preciso explicar a grandes rasgos la finalidad de hacer pasar el flujo de gas por el mismo, recapitulando el gas viene a alta presión desde el skid, en el momento que este gas se libera por las tuberías existe una caída de presión (expansión del gas) produciendo una reacción química exotérmica generando que el gas baje considerablemente su temperatura hasta el punto de llegar a provocar el congelamiento de las tuberías, es por esto que el sistema intercambiador de calor que se explica más adelante, contiene una tina de agua caliente a (50-55°C aprox.); que bañan la tubería elevando la temperatura de la misma y por ende del gas; antes de hacerla llegar al regulador de presión como se muestra en la siguiente imagen.

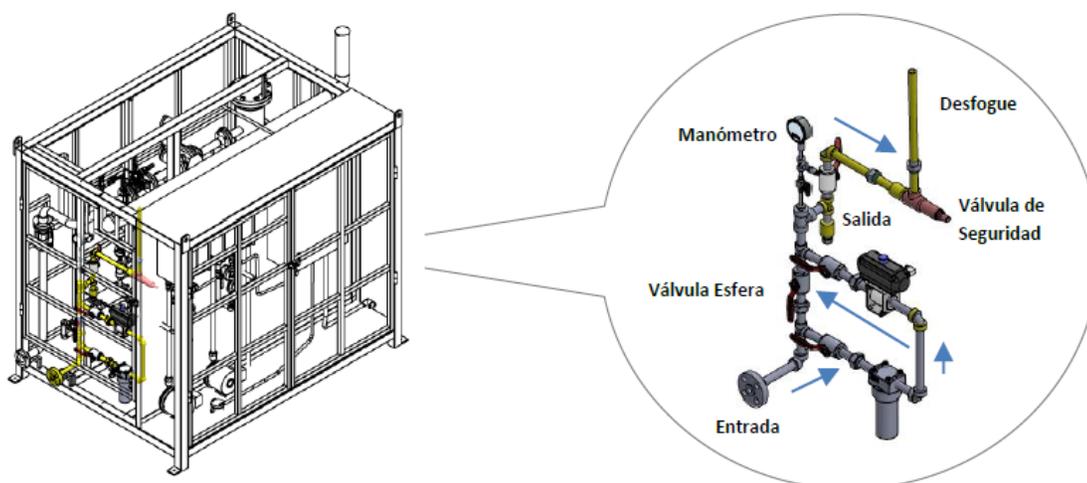


Figura 6 Tren de entrada

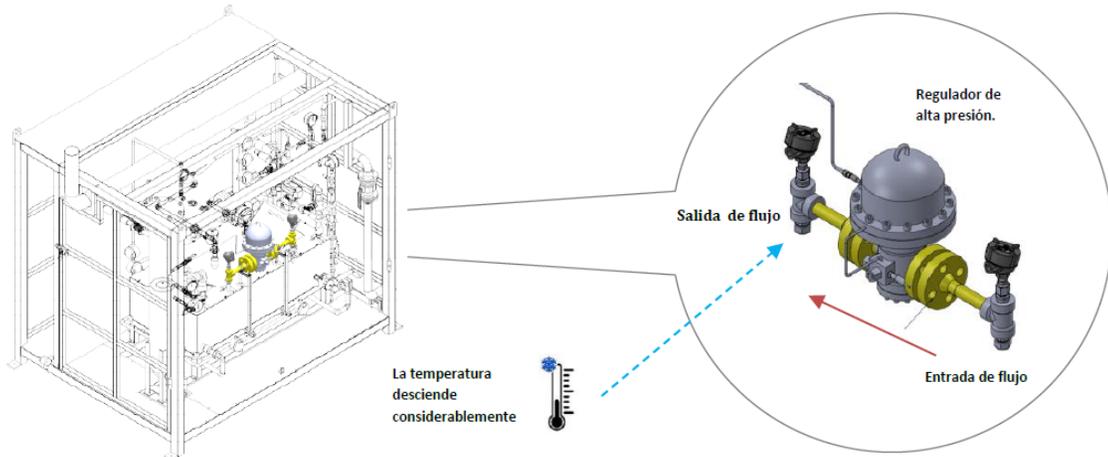
### ✓ Regulador de Alta Presión (Primera etapa de regulación)

El tren de entrada suministra el gas al regulador de presión; la función principal de este regulador es reducir la presión del gas, de alta presión a un nivel adecuado de media presión, esta reducción de presión pasa de 255 kg/cm<sup>2</sup> a 14 kg/cm<sup>2</sup>, el regulador de manera interna coordina 3 dispositivos, un mecanismo de carga, un sensor y un elemento de control, que al accionarse internamente reducen la presión según lo requerido.

Este regulador de presión es la unión entre el tren de entrada y el tren de media presión, se convierte en uno de los elementos más críticos del sistema de la descompresora, cabe mencionar que en la salida del regulador es donde se presenta la mayor reducción de temperatura llegando a crear incluso hielo escarchado en las tuberías, he aquí la importancia del sistema intercambiador de calor para evitar el congelamiento de la línea y taponamiento del regulador.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

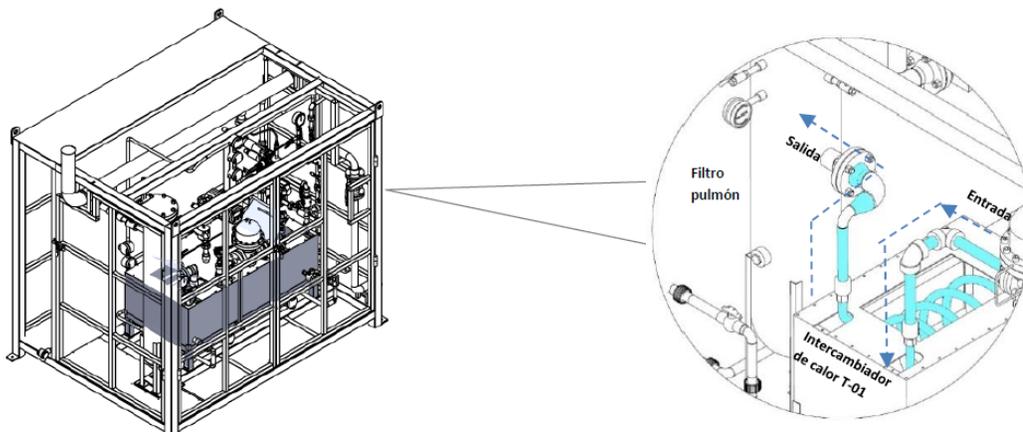
Este regulador debe de estar en constante monitoreo para verificar su óptimo funcionamiento, así como ser puntuales en las actividades de mantenimiento programadas para el equipo; también es preciso comentar que debe estar calibrado y soportado por un certificado de calidad-calibración que garantice sus características de operación.



*Figura 7 Regulador de alta presión (primera etapa)*

### ✓ Tren de Media Presión (Segunda Etapa de Regulación)

La salida del regulador de alta presión da inicio al seccionamiento que podemos denominar tren de media presión, ya que en este punto el regulador de alta entrega la presión de gas a  $14 \text{ kg/cm}^2$  producto de la reducción de la alta presión, este tren empieza entonces en la salida del regulador de alta y es conducido de nuevo a la tina del sistema intercambiador de calor momento en el cual nuevamente se procura mantener la temperatura ( $50\text{-}55^\circ\text{C}$  aprox.) y así evitar el congelamiento de las tuberías, al salir de la tina conduce el gas hasta la entrada del filtro pulmón.



*Figura 8 Segunda etapa de regulación*

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### ✓ Filtración

Como se mencionó en el punto anterior el tren de media presión termina en el inicio del filtro pulmón, encargado de eliminar las impurezas en el gas mediante un medio filtrante (cartucho filtrante) el gas proveniente de los Skids pueden contener ciertas partículas sólidas y/o líquidas producto de los procesos de compresión y descompresión de los gases desde la captación de los mismos en los yacimientos subterráneos, todas estas condensaciones son retenidas por el filtro así como los sólidos mayores a 3 micras de diámetro asegurando un suministro totalmente limpio a la línea interna del cliente.

El filtro coalescente aparte de tener la funcionalidad de elemento filtrante, también realiza otra función importante en el sistema de descompresión, que es la de almacenar cierta cantidad de gas en su interior para amortiguar las variaciones por bajo flujo, si por alguna razón la línea interna del cliente tiene variaciones en el flujo por algún pico en la demanda del gas esta cantidad de gas almacenada en el filtro compensa y mantiene el flujo estable para evitar el desabasto, cuenta además con dos manómetros para monitorear la presión del gas que pasa a través de su interior uno normal y otro diferencial para la toma de las lecturas y en la parte superior una válvula de seguridad, una válvula que se activa si existirá sobre presión protegiendo el sistema y la línea interna. Siguiendo el flujo del gas el filtro es el punto medio entre el tren de media presión y el regulador de baja presión.

Importante, el componente conexión con regulador de alta presión es de vital importancia para el filtro coalescente, ya que mediante esta conexión se realiza una comunicación en la cual el filtro al quedarse falto de gas, inmediatamente esto es detectado por el regulador de alta presión que al identificar esta variación se abre de manera automática para compensar esa falta de gas requerida por la línea interna del cliente.

*Nota. En la parte inferior del cuerpo del filtro se encuentra una mirilla, conducto por el cual se puede realizar una inspección visual hacia dentro del mismo, permitiéndonos observar si existe exceso de humedad producto de la condensación de los gases, si está sobre el nivel de la mirilla se tiene que purgar inmediatamente el filtro, si está en el nivel normal se purgará una vez por semana.*

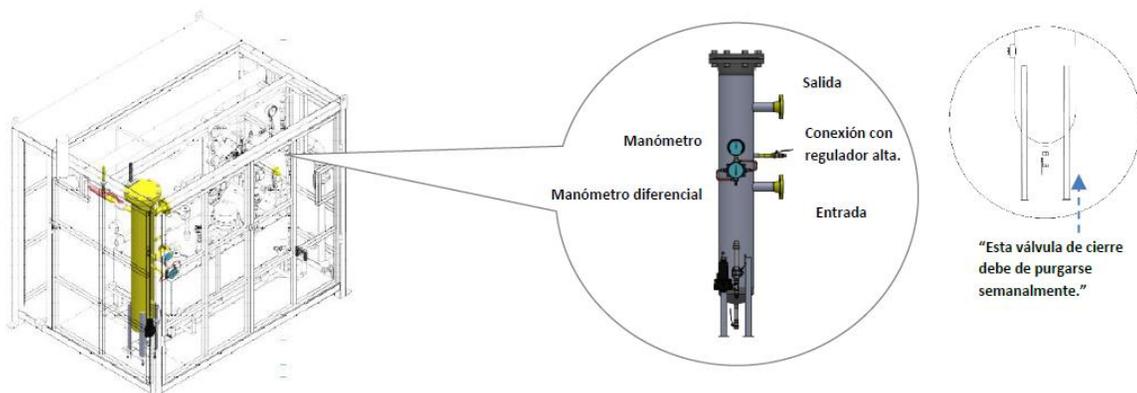


Figura 9 Filtración

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### ✓ Medición

La etapa anterior referente al filtro pulmón termina en la salida del mismo dando inicio al seccionamiento donde se encuentra el medidor de gas rotatorio del tipo desplazamiento positivo el cual permite contabilizar la cantidad de  $m^3$  suministrados a la línea interna y de este volumen calcular el costo del servicio según el consumo del cliente.

El medidor de gas es del tipo desplazamiento positivo (lóbulos) lo cual define su funcionamiento ya que en la parte interna del cuerpo del medidor (Cámara de medición) contiene un cartucho provisto de unas unidades giratorias (rotores) los cuales al hacerles pasar una cantidad de gas (volumen) giran cumpliendo un ciclo, de tal forma que cuando en la cámara interna del medidor entra una unidad de gas esta pasa a través de los rotores y sale al final después de hacerles girar, estos giros provocados por el paso del volumen del gas cuentan como pulsos que se ven reflejados en un contador mecánico de 8 dígitos, este dato se manda al computador de flujo que realiza las correcciones de los parámetros y da como resultado el total de  $m^3$  de gas natural que se consumió en el sistema. Es de vital importancia para el sistema este dispositivo porque de esta lectura depende el cálculo para la factura que se le girara al cliente por su consumo.

*NOTA. “Es preciso que este medidor este calibrado y contenga un certificado de calidad, así como ser puntual con la programación de sus mantenimientos”.*

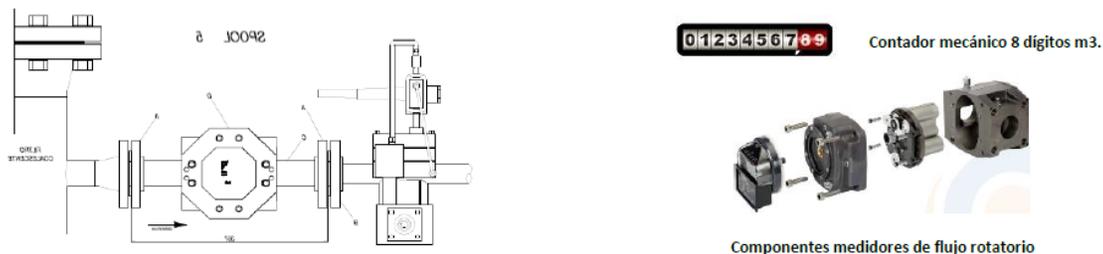


Figura 10 Etapa de medición

### ✓ Tercera etapa de regulación

Posterior al medidor se encuentra el siguiente seccionamiento que da lugar al regulador de baja presión del mismo modo que se explicó en puntos anteriores; este regulador de presión tiene la funcionalidad de expandir el gas descomprimiéndolo aún más, si recordamos en este punto tenemos media presión de tal forma que lo que se busca mediante el regulador es obtener la baja presión de salida para el consumo del cliente, de entrada recibe del tren de media una presión de  $14 \text{ kg/cm}^2$  y mediante los mecanismos internos del regulador entrega una presión de salida de  $4.07 \text{ kg/cm}^2$ . De igual forma como en otros seccionamientos se tiene una válvula de seguridad, un manómetro y una válvula tipo esfera, para proteger el sistema y verificar la presión. En este momento podemos cerrar el ciclo de descompresión ya que completamos las 3 etapas mencionadas al inicio del manual, mediante el tren de entrada se recibió el gas a alta presión se conduce por las tuberías pasando por el regulador de alta presión dando como resultado la media presión y por último en este seccionamiento gracias al regulador de baja se entrega a la línea interna la baja presión.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

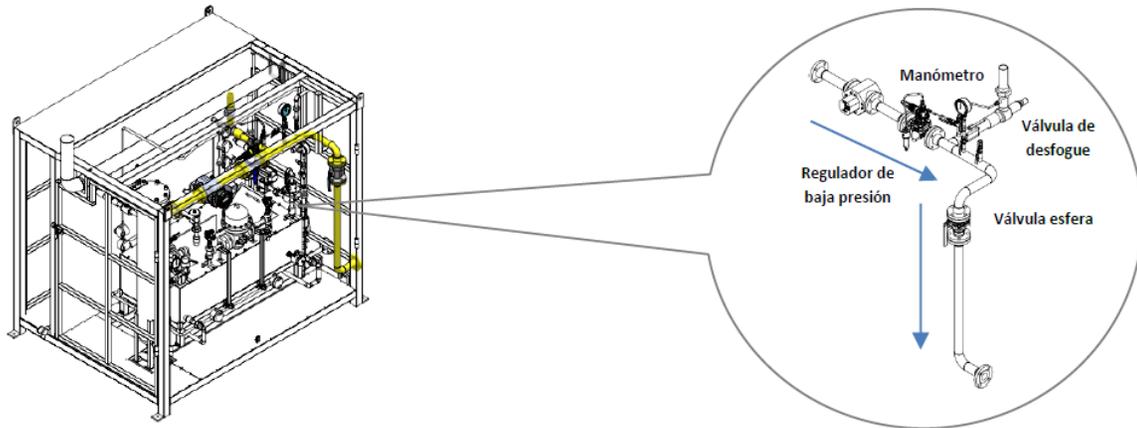
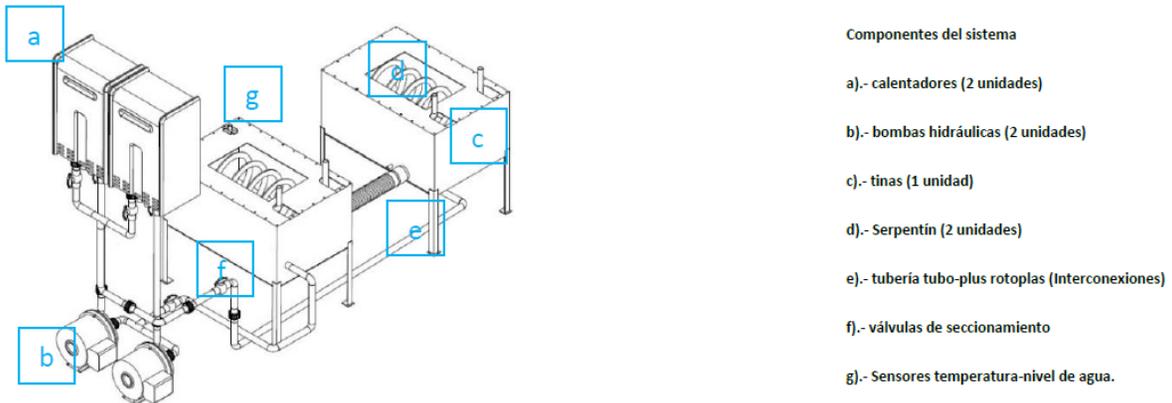


Figura 11 Última etapa de regulación

✓ Sistema Intercambiador de Calor (Calentamiento)

Como se mencionó en los puntos anteriores según las propiedades del gas a altas presiones cuando se reducen drásticamente existe una reacción exotérmica ocasionando que la temperatura descienda considerablemente varios grados bajo cero, es por esto que la descompresora cuenta con un sistema intercambiador de calor que tiene como objetivo minimizar estas reacciones térmicas controlando las temperaturas, especialmente el seccionamiento del regulador de alta donde se reduce de alta a media presión considerablemente ( $255 \text{ kg/cm}^2$  a  $14 \text{ kg/cm}^2$ ), el sistema sufre un congelamiento en las tuberías específicamente en la entrada y salida del regulador de alta presión.



- Componentes del sistema
- a).- calentadores (2 unidades)
  - b).- bombas hidráulicas (2 unidades)
  - c).- tinas (1 unidad)
  - d).- Serpentin (2 unidades)
  - e).- tubería tubo-plus rotoplas (Interconexiones)
  - f).- válvulas de seccionamiento
  - g).- Sensores temperatura-nivel de agua.

Figura 12 Sistema de Calentamiento

Para explicar el principio de funcionamiento del intercambiador es preciso seguir el flujo del agua, partiremos de que las tinas tienen un nivel de agua en reposo por encima de los serpentines, al accionarse la bomba esta realiza en su entrada una succión en la tina 01 tomando el agua fría (a medio ambiente), y en su salida la dirige al calentador 01, el cual al estar previamente calibrado ( $60-70^{\circ}\text{C}$ ) eleva la temperatura del agua regresándola a la tina 01, de este modo se logra calentar el gas que pasa por dentro del serpentín sumergido en cada tina, las tinas están interconectadas entre sí por medio de una manguera térmica flexible de modo que la recirculación del agua se mantiene constante por el sistema.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Es preciso señalar que el sistema intercambiador de calor está provisto de dos bombas, esto es porque las tinas en su interior tienen un sensor de temperatura que notifica de manera automática al quemador si la temperatura del agua está bajando de los rangos estimados que por lo regular se acotan a 45-55 °C, si el sensor detecta que la temperatura disminuye por debajo de los parámetros anteriores manda una señal a la bomba 02 y esta a su vez al calentador 02 activando el sistema y asistiendo al calentador 01 a recuperar la temperatura perdida, cuando esto se logra se desactiva de igual forma automáticamente, esta coordinación del sistema intercambiador de calor deja acentuado la importancia de siempre aumentar la temperatura del gas, ya que de no ser así podríamos tener congelamiento en la línea taponeando dispositivos importantes como el regulador de presión por ejemplo ocasionando paros en el suministro al cliente y condiciones inseguras de operación.

El sistema a modo de seguridad cuida dos factores fundamentales mediante dos sensores, como se mencionó anteriormente cuenta con un sensor de temperatura que al disminuir la temperatura a la cual fue calibrado este de manera inmediata pone en acción las dos bombas y los dos calentadores para compensación de la temperatura y de este modo proteger los equipos, de la misma forma se tiene un sensor más encargado de notificar si el nivel de agua contenido en las tinas está por debajo de lo permitido, que nunca debe bajar al grado de descubrir el serpentín para que el nivel del agua sea aceptable por el sistema tendría que cubrir completamente al mismo.

Para ambos casos la descompresora cuenta con una alarma sonora la cual se activa si la temperatura baja a más de los 15 °C, debido a que los calentadores no están realizando su función y también en el caso de que el nivel del agua baje más de lo permitido, esta alarma se mantiene en un buen nivel de volumen para poner en estado de alerta al personal de operación y mantenimiento.

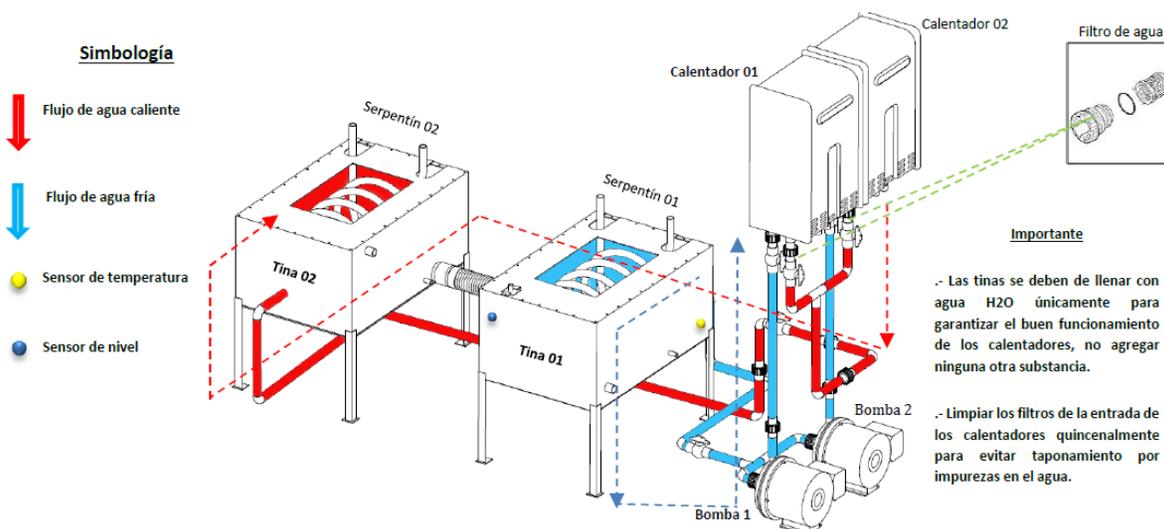


Figura 13 Tinas del sistema de calentamiento

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### ✓ Operación y Control del Panel

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores la descompresora en el sistema intercambiador de calor controla las temperaturas mediante sensores que accionan las bombas y calentadores según las configuraciones que se efectuaron en el sistema, toda esta comunicación entre los elementos se realiza mediante un panel electrónico con el cual se calibran todos estos parámetros, incluyendo todas las restricciones que aseguran el óptimo funcionamiento de la descompresora, a continuación se muestra la posición en la cual se instalan estos elementos así como el principio de funcionamiento del control.

### ✓ Componentes del Sistema de Control

El sistema de control es principalmente para controlar la temperatura del sistema intercambiador de calor y algunas funciones de alarma. El sistema se conforma de sensores de nivel y temperatura, bombas y calentadores de paso, todo esto mandado por un tablero de control que se conforma por un sistema de PLC y HMI para el control. A continuación, se muestran los componentes principales del sistema de control.

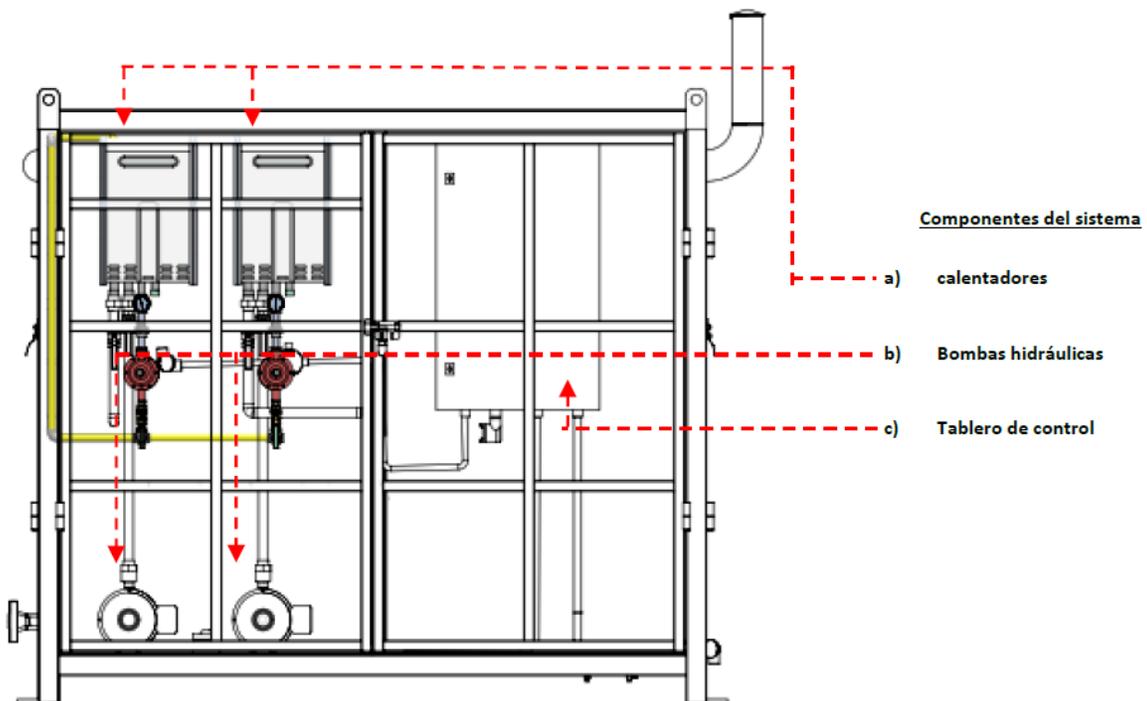


Figura 14 Sistema de Control

### Condiciones de Operación

A pesar de que ya se ha mencionado las condiciones de operación y de diseño que se trabajarán, a continuación, se describe un resumen de las condiciones normales desde la entrada hasta la salida del proceso:

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

La estación de Descompresión Gas Natural se conectará inicialmente con un tráiler a una presión de 250 bar (3,625 psig / 255 kg/cm<sup>2</sup>); al pasar la primera etapa de regulación la presión será de 13.72 bar (200 psig / 14 kg/cm<sup>2</sup>) y para la tercera etapa de regulación (en la segunda etapa de regulación, la presión se mantiene), la presión se abatirá hasta llegar a un valor deseado máximo de 4.0 bar (58 psig / 4.07 kg/cm<sup>2</sup>) y esta será la misma presión a la salida del área de regulación y de la misma estación de descompresión, al igual que la que se entregue a la red del usuario final.

### Sustancias Involucradas en el Proceso

A lo largo de la descompresión, la única sustancia con la cual se trabajará será gas natural, sin embargo, también existe un medio de calentamiento el cual es agua la cual no es considerada como sustancia riesgosa, en el Anexo 3.1, se agrega la hoja de seguridad del gas natural.

### Reacciones Principales y Secundarias

El sistema solo tiene como objetivo la transferencia de combustible, acondicionando las condiciones operacionales para su manejo, lo único que puede cambiar es su volumen debido a la presión, sin embargo, no existen reacciones a lo largo del proceso.

### Balance de Materia

En lo que respecta al balance de materia y energía, este puede verificarse a continuación y las condiciones en el Diagrama de Flujo **DFP-EDVISIO** en el Anexo 1.2.

*Tabla 6 Balance de Materia*

No	Descripción de Corriente	Estado Físico	Flujo m <sup>3</sup> /hr / MPCSD	Presión Psig / Kg/cm <sup>2</sup>	Temperatura °C / F
A	Desde el tráiler hasta la entrada a la estación de descompresión	Gas	450 / 381	3,625 / 255	25.00 / 77.0
1	Del punto anterior a la salida del primer regulador	Gas	450 / 381	200 / 14	20.00 / 68.0
2	Del punto anterior a la salida del tercer regulador y salida de la estación	Gas	450 / 381	58 / 4.07	20.00 / 68.0

En lo que respecta a las temperaturas y presiones que se manejarán a lo largo del sistema estas pueden verificarse en las bases de diseño de este documento y/o en el Diagrama de Flujo DFP-EDVISIO en el Anexo 1.2.

El gas fluirá a través a lo largo de la estación de descompresión, donde se regulará la presión hasta obtener la necesaria para atender las necesidades operativas y de suministro al usuario final.

### Características del Régimen Operativo de la Instalación (continuo o por lotes)

El régimen operativo de la "Estación de Descompresión de Gas Natural" se considera continuo a lo largo de todo su recorrido, sin embargo, el área operativa a la que lleva el suministro puede tener variaciones a este respecto dependiendo de la Filosofía Operacional del usuario.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### **Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente**

Se cuenta con el DTI de la estación de descompresión, sin embargo, como planos de apoyo y consulta también se cuenta con el plano general y de localización, los cuales en conjunto con el Diagrama de Flujo DFP-EDVISIO servirán para verificar las condiciones y especificaciones de material respectivas, estos planos se encontrarán en el Anexo 1 (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 y 1.6).

### **Sistemas de Seguridad y Salvaguardas de la Estación de Descompresión**

- ✓ Especificación de Válvulas y Sistema de Seguridad

El sistema de seguridad de la Estación de Descompresión de gas natural, cuenta con los siguientes elementos principales:

- 2 - Válvulas en la entrada de gas
- 1- Regulador de presión primera etapa
- 1- Regulador de presión segunda etapa
- 1- Regulador de presión tercera etapa
- 3- Válvulas de corte, 1 por cada etapa de regulación
- 1- Válvula operada neumáticamente
- 1- Alarma sonora
- 1 - Botonera de paro por emergencia

- ✓ Filosofía de operación de la seguridad de la descompresora

La descarga de los contenedores es conectada a la descompresora por medio de mangueras flexibles. La entrada de gas de la descompresora cuenta con válvulas de corte las cuales cortan el flujo de los contenedores si son activadas las botoneras de paro por emergencia.

Se cuenta con una válvula de venteo en caso de una sobrepresión del sistema, dicha válvula esta ajustada a 280.5 kg/cm<sup>2</sup>.

Cada línea de regulación consta de una válvula reguladora y una válvula de corte, esta válvula estará precediendo a los reguladores de presión. Aunado a esto, previo a la regulación, se cuenta con una válvula operada de forma neumática.

Posterior a la última etapa de regulación se tendrá una válvula de venteo, para proteger el sistema en caso de sobrepresiones en la línea.

La estación cuenta con el siguiente sistema de alarmas:

A un costado del tablero de control se coloca un alarma sonora, como se mencionó en el apartado del calentamiento la finalidad de esta alarma es notificar dos factores, principalmente falta de agua en el nivel de las tinas o temperatura demasiado baja en el sistema.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Al activarse la alarma hacer lo siguiente:

- Si la alarma se activa por que el nivel del agua está por debajo de lo permisible:
  - Silenciar la alarma en el panel de control y acto seguido rellenar el agua en las tinajas hasta obtener el nivel deseado, el indicador nivel bajo debe de desaparecer (apagarse) y normalizara el sistema.
- Si la alarma se activa por temperatura baja:
  - Revisar la temperatura del agua con ayuda de un termómetro externo y corroborar que efectivamente el agua tenga una temperatura baja, y descartar un mal funcionamiento de los sensores.
  - Verificar que los calentadores estén funcionando o no se haya apagado alguno de los mismos.
  - Verificar la circulación del agua en el sistema, que las válvulas estén abiertas.
  - Si después de lo anterior no se soluciona el problema llamar a servicio técnico y pedir le comuniquen con el departamento correspondiente para recibir atención de personal altamente calificado para atender averías o fallas más complejas.

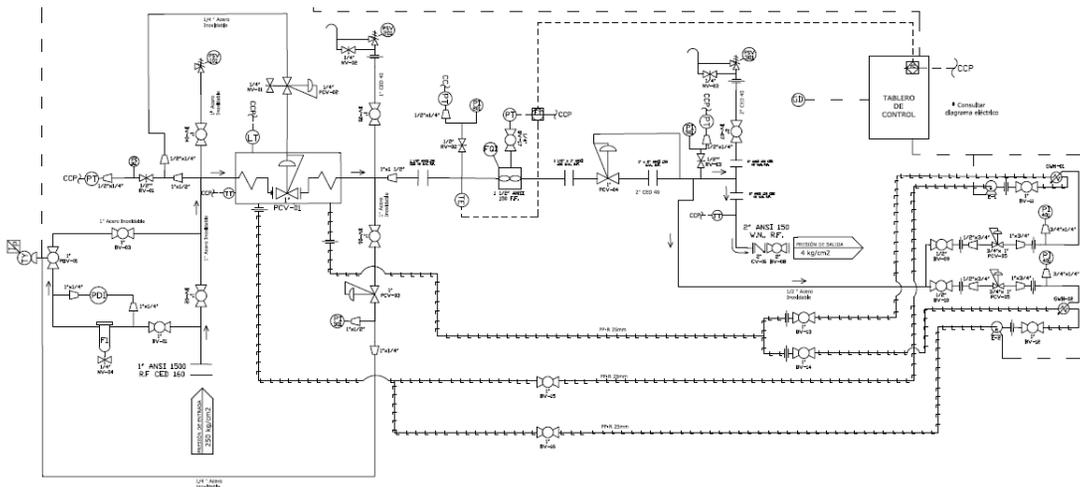


Figura 15 DTI y área de seguridad y control de la EDGN

✓ Accesorios y aditamentos:

Los tubos, válvulas, bridas y conexiones serán de especificación conocida, cumplirán con los estándares y especificaciones de composición, fabricación y calidad enumeradas en la tabla de estándares aplicables.

✓ Válvulas

Todo el sistema de válvulas utilizadas en el sistema de descompresión será fabricado cumpliendo con la **NOM-010-ASEA-2016** y las mejores prácticas nacionales e internacionales.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### Lista de Materiales

A continuación, se lista las válvulas y accesorios que conforman la estación de descompresión y que contribuyen para una operación segura:

*Tabla 7 Equipos y accesorios*

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Válvula de Bola de paso completo de 1" (6,000 psig)	4
Válvula de Bola de paso completo de 1/4" (6,000 psig)	1
Válvula de Bola de paso completo de 1/2" (1,000 psig)	7
Válvula de Bola de paso completo de 1" (1,000 psig)	1
Válvula de aguja de 1/2" (6,000 psig)	3
Válvula de Bola de paso completo de 2" (1,000 psig)	1
Válvula de Bola brida de 2"	1
Válvula de Bola de paso completo de 3/4" (600 psig)	2
Válvula de Bola verde plus 25 mm	4
Filtro coalescente de 1"	1
Regulador de alta presión de 1"	1
Regulador de media presión de 1"	1
Regulador de baja presión de 2"	1
Válvula neumática	1
Medidor	1
Computador de flujo	1
PLC	1
Calentador de agua	2

#### Salvaguardas Principales de la Estación:

- La estación de descompresión y medición se ensambla en un patín y se encuentra alojada dentro de una estructura de acero al carbón recubierto con pintura epóxica, por su resistencia al agua, a la intemperie y a los contaminantes químicos, está se usa como sistema de protección de larga duración.
- Se cuenta con dispositivos de seguridad para evitar cualquier sobrepresión en la salida de la estación de descompresión y medición. Como una adicional la descompresora cuenta con botón instalado de cierre de emergencia. El botón de cierre corta el flujo de gas inmediatamente.
- En la entrada de la descompresora y entre etapas de regulación se tendrán válvulas de corte, así como válvulas operadas neumáticamente en caso de que se requiera realizar un corte de flujo de gas.
- En la primera etapa de regulación se cuenta con protecciones redundantes lo que significa que si ocurre una sobrepresión en primer lugar se abrirá la válvula de alivio de presión (PSV). La tercera etapa de regulación también está equipada con válvulas de corte y válvula de alivio de presión.
- Adicionalmente se cuenta con una válvula de alivio a la entrada de la estación con el objetivo de proteger el sistema de una sobrepresión en caso de incendio o incremento de presión por una temperatura excesivamente alta del gas.

Adicional a estas salvaguardas, de acuerdo a la misma normatividad, la localización de la estación de descompresión debe cumplir con los lineamientos siguientes:

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

*Tabla 8 Distancias entre las áreas de las Terminales*

DESDE HASTA	DISTANCIA EN METROS				
	ALMACENAMIENTO	ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN	ÁREA DE CARGA O DESCARGA	LÍMITE DE LA TERMINAL DE DESCARGA	SISTEMA DE COMPRESIÓN
Lugares de concentración pública.	100	100	100	-	100
Oficina o almacén.	15	10	15	-	10
Fuentes de ignición.	20	20	20	-	20
Caminos internos.	3	3	3	-	3
Límite de propiedad en donde existan viviendas.	50	50	50	50	50

Fuente: NOM-010-ASEA-2016

✓ Inspección y conexión de equipos

Una vez instalado el equipo de descompresión, se procederá a conectarlo y realizar pruebas de funcionamiento. Previo al inicio de operaciones se realizarán inspecciones de seguridad, higiene, protección civil y protección ambiental, a fin de determinar si existe alguna condición que pudiera poner en riesgo a los trabajadores, infraestructura o medio ambiente.

✓ Pruebas de Verificación

A continuación, se especifica las pruebas de verificación generales del sistema, sin embargo, este apartado se complementa con la información establecida en este Estudio de Riesgo Ambiental que se reporta en posteriores puntos, así como en puntos ya mencionados, donde se especifican las medidas, equipos y dispositivos de seguridad, y las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal del proyecto.

Cada parte de la estación que se vuelva inseguro será reemplazado, reparado y/o retirado de servicio. Las fugas deberán ser reparadas de inmediato, o bien reemplazar el módulo dañado.

La EDGN contará con una inspección rutinaria y continua por parte del personal de mantenimiento a cargo. El fin de los trabajos de inspección, es el de comprobar que se mantienen las condiciones originales del proyecto y de las instalaciones. Para ello se elaborarán reportes de inspección visual de las instalaciones, el cual involucra verificar la correcta operación de los sistemas y dispositivos de seguridad, así como de la instalación eléctrica y conexiones.

Programa de mantenimiento

Para garantizar el buen funcionamiento de la EDGN y todo lo que la conforma, durante la operación de esta se contempla realizar mantenimiento a válvulas, reguladores y equipo en general, llevando un registro de las fallas detectadas señalando su localización, causas y tipo de reparación efectuada.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Todas las reparaciones se realizarán según el procedimiento aprobado, empleando exclusivamente personal calificado para este tipo de trabajo. En todos los casos se seguirán las técnicas de reparación establecidas y aprobadas por la empresa, mismas que deberán estar apegadas a los procedimientos de reparación marcados en las normas nacionales e internacionales. Adicionalmente, se informará al personal y autoridades de atención a emergencias con toda oportunidad si se detecta una fuga o daño en las instalaciones que pudieran poner en riesgo la salud, infraestructura y/o al ambiente

Como parte de las actividades del programa de mantenimiento se realizarán al menos las actividades marcadas en el Anexo 4.5.1, en dicho programa se reflejan revisiones desde semanales hasta anuales, indicando las actividades a verificar y la calificación que se obtiene durante la ejecución del programa.

De igual forma, se mantendrá en óptimas condiciones la protección anticorrosiva de las instalaciones superficiales y la tubería de acero al carbón, corrigiendo cualquier daño mediante el uso de pintura anticorrosiva.

Se realizarán trabajos de limpieza en cercas perimetrales y puertas de acceso, de tal manera que el acceso a las instalaciones siempre esté en óptimas condiciones, sin embargo, este será mínimo ya que la estación se encuentra en terrenos del usuario que ya ha sido limpiado previamente.

Con el fin de permitir la correcta operación del sistema de la EDGN, se establecerán planes y programas que cubrirán los aspectos de operación, inspección, mantenimiento y reparación de la estación como se han hecho mención algunos de ellos, estos programas se realizan contemplando lo requerido en la **NOM-010-ASEA-2016**.

✓ Sistema de Aislamiento

Los tubos de acero negro, conexiones, accesorios y componentes de la instalación; se deben proteger contra la corrosión con recubrimientos adecuados al medio. Dicho recubrimiento debe cumplir con los requisitos de las normas aplicables, entre otros, los siguientes:

- a) Adherencia con las superficies metálicas y entre las capas intermedias;
- b) Resistencia al agrietamiento;
- c) Resistencia mecánica para soportar daños propios de su aplicación, y
- d) Resistividad eléctrica alta.

✓ Señalamientos

Se contempla la colocación de señalamientos en el perímetro de la EDGN y avisos de tipo informativo, restrictivo y preventivo durante todas las etapas del proyecto, con el fin de garantizar que el equipo e infraestructura en general no sea dañado debido a carencias de información al público en general. Se colocará también, el teléfono de emergencia del promovente, para que den aviso en el caso de presentarse una situación que ponga en peligro la integridad de las personas y de sus bienes.

Se colocarán letreros de no fumar, así como el rombo de identificación de riesgos de la NFPA-704 para el gas natural, mientras se homologa la comunicación de riesgos de

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) establecido en la NOM-018-STPS-2015, se utilizarán tanto el rombo de clasificación de riesgos como la nomenclatura del SGA (Figuras 16 y 17).

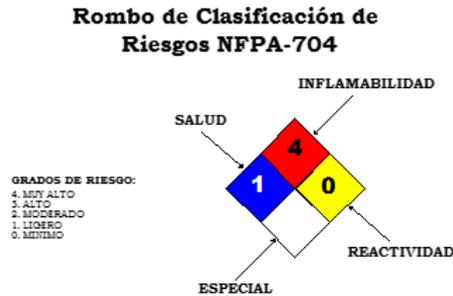


Figura 16 Rombo de identificación de riesgos de la NFPA-704

CLP Símbolo	:	 GHS02
Palabra de advertencia	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peligro</li> </ul>
Indicaciones de peligro	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ H220- Gas extremadamente inflamable</li> <li>▪ H281- Contienen un gas refrigerado; puede provocar quemaduras o lesiones criogénicas.</li> </ul>
Consejos de prudencia	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ P210- Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar</li> <li>▪ P282- Llevar guantes que aislen del frío/gafas/máscara.</li> <li>▪ P315- Consultar a un médico inmediatamente</li> <li>▪ P336- Descongelar las partes heladas con agua tibia. No frotar la zona afectada.</li> <li>▪ P377- Fuga de gas en llamas: No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro.</li> <li>▪ P381- Eliminar todas las fuentes de ignición si no hay peligro en hacerlo.</li> <li>▪ P403- Almacenar en un lugar bien ventilado.</li> </ul>

Figura 17 Vista lateral del equipo de descompresión

### III. Descripción del Entorno

La EDGN estará ubicada dentro de los terrenos del usuario Visionaire Lighting, con el fin de suministrar a los equipos del mismo que demanden el combustible, en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California. El área donde se instalará la Estación se encuentra al Este de la empresa, y tiene 171.2 m<sup>2</sup> aproximadamente de superficie en donde se instalará la estación de descompresión y la infraestructura para su suministro, en la Tabla 9 se muestran las coordenadas de dicha área. Por su parte, la Figura 18 muestra los puntos considerados en la Tabla 9.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

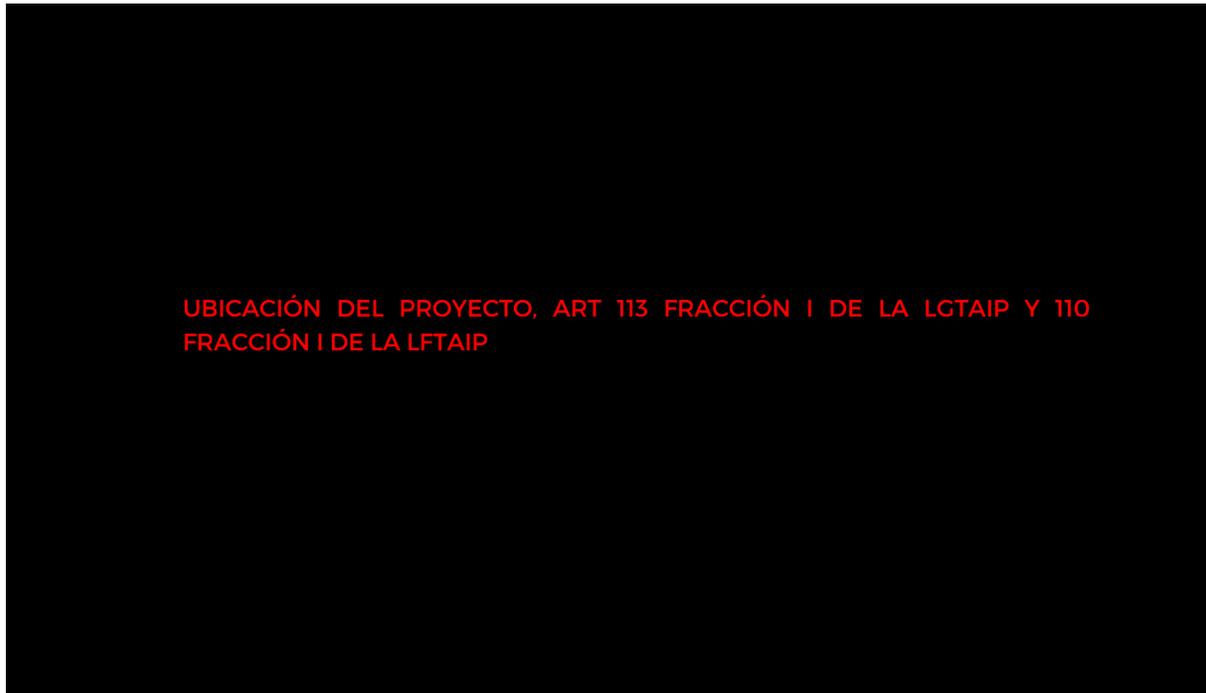


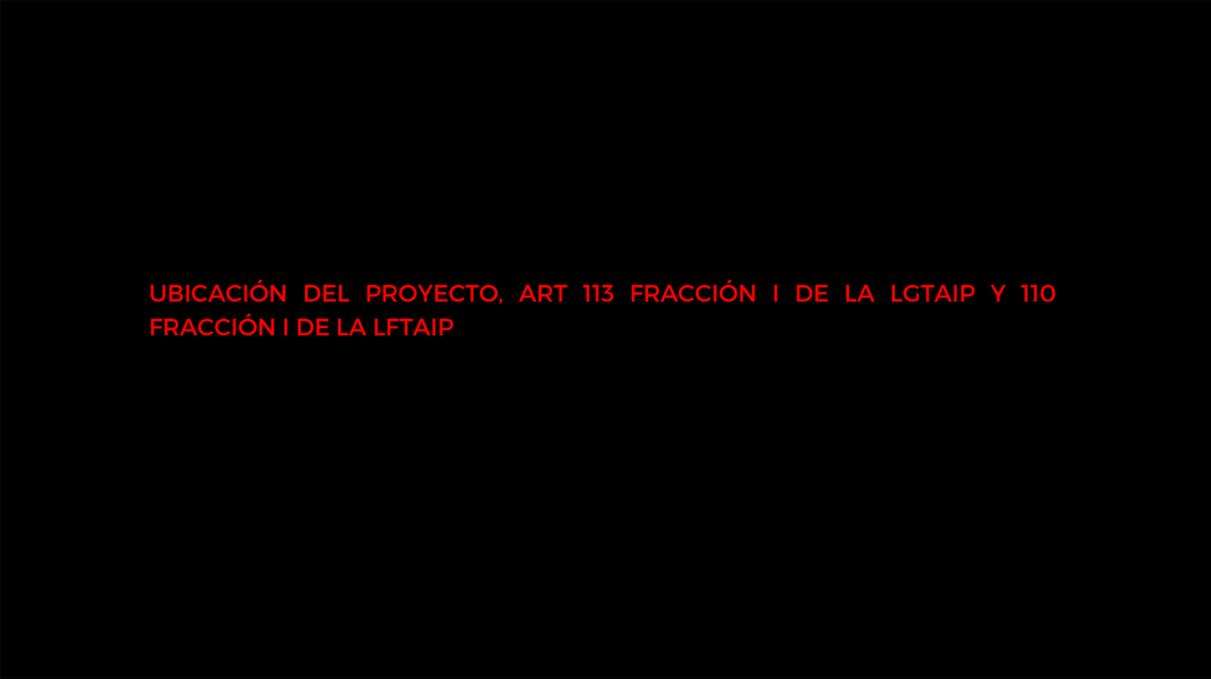
Figura 18 Colindancias

Tabla 9 Ubicación del proyecto y Estación de Descompresión

Punto	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM (11 R)		Área Descompresión [m <sup>2</sup> ]	Área predio [m <sup>2</sup> ]
	Longitud	Latitud	X (m E)	Y (m N)		
<b>Terreno Estación de Descompresión</b>						
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP					8.75	171.2

Punto	Coordenadas geográficas		Coordenadas UTM (11 R)		Área Descompresión [m <sup>2</sup> ]	Área predio [m <sup>2</sup> ]
	Longitud	Latitud	X (m E)	Y (m N)		
<b>Estación de Descompresión</b>						
COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP					8.75	171.2

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

*Figura 19 Ubicación del proyecto (detalle)*

En el plano general y de localización del Anexo 1.4 se podrá observar la información antes referida.

El proyecto se realizará desde la conexión con manguera flexible con un tráiler y hasta la salida de la estación de descompresión, dentro del terreno mencionado, el proyecto se encuentra en el municipio de Ensenada, Baja California, por lo cual se analizaron las colindancias de la estación, esto de la siguiente manera:

- Hacia la zona Sur del proyecto, en primera instancia se localizan terrenos baldíos, después de más de 100 metros en misma dirección se localiza un patio de maniobras donde se almacenan vehículos, posterior al mismo se encuentran algunos asentamientos industriales. Al término del punto anterior, la estación colinda con la calle Miguel Hidalgo perteneciente al Fracc. Costa Azul, al cruce de dicha calle el resto de terreno en dirección Sur son terrenos industriales y de cultivo.
- Hacia el Oeste de la estación, colinda con la infraestructura del usuario Visionaire Lighting, al finaliza la misma, se localizan terrenos baldíos y naves industriales pertenecientes a una empresa. Posterior a estos terrenos, se encuentra una división de terrenos pertenecientes al Fracc. Costa Azul, sin embargo, los mismos se encuentran sin asentamiento alguno.
- Hacia el Este, en paralelo a la descompresora existen terrenos baldíos y pocos metros más en esta dirección se localizan división de terrenos en su mayoría de área baldío, en algunos puntos aislados algunos asentamientos industriales o asentamientos comerciales en abandono.
- Hacia el Norte, se localiza parte de la infraestructura del usuario, y pocos metros más adelante tanto en la misma dirección, así como hacia el Noreste se encuentran

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

asentamientos industriales y posterior a estos solo encontramos terreno baldío hacia como la calle Fco. I. Madero.

En resumen, la estación de descompresión se encuentra rodeada y colindando con lotes y/o terrenos baldíos, en todas las direcciones, encontramos asentamientos industriales aislados y algunos de ellos en abandono.

Aunado a que solo se trata de una estación de descompresión y el área donde se instala sea menor, dicha estación cuenta con colindancias poco significativas, hablando de aspectos ambientales y/o sociales, sin embargo, en la tabla siguiente se muestra algunas de estas:

*Tabla 10 Principales zonas colindantes del proyecto*

<b>Nombre de la Instalación</b>	<b>Zona de interés colindante</b>	<b>Descripción</b>	<b>Distancia respecto a la instalación (m)</b>
Estación de Descompresión de Gas Natural	Infraestructura Industrial	En todas las direcciones se encuentran algunos asentamientos aislados.	180 metros (distancia más cercana)  >500 metros (distancia más lejana)
	Zona Urbana Fracc. Costa Azul	Se localiza al Este de la estación y es un pequeño fraccionamiento urbano.	>500 metros
	Caminos de Acceso	Caminos de Acceso al Norte y Sur del usuario y de la estación	450 metros (distancias más cercanas)  580 metros (distancia más lejana)

### **Resumen Ambiental**

El estado de Baja California cuenta con un Ordenamiento Ecológico Estatal, el cual divide al estado en Unidades de Gestión Ambiental (UGA), el sitio del proyecto se ubica dentro de los límites de la UGA 2.a, la cual tiene una política de Aprovechamiento Sustentable. Sin embargo, dada la superficie y el tipo de proyecto, no se consideró adecuado delimitar el Sistema Ambiental (SA) a la UGA estatal, al ser demasiado extensa comparada con la superficie que ocupará el proyecto.

Por lo anterior, se decidió delimitar un Sistema Ambiental con base en los caminos ya establecidos y el tipo de suelo identificado en la zona. Al oeste delimita con base al tipo de suelo, así el S.A. se conforma por un único tipo de suelo, al norte se delimita por un cauce que se ve en las imágenes satelitales, pero no se tiene identificada en las bases de datos de información de corrientes de agua, y por último se limita en dirección este con la carretera “transpeninsular Highway” siguiendo su curso hacia el sur hasta doblar con la calle “Morelos” (hacia el oeste) y terminando en el límite del cambio de tipo de suelo.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

El Sistema Ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica “Sierras de Baja California Norte”, la cual forma parte de la provincia fisiográfica “Península de Baja California”. Las características geomorfológicas de la zona corresponden a Llanura de tipo aluvial costera salina. Las formaciones rocosas en el Sistema corresponden a la entidad de “Suelo”, es decir, que aún no se ha consolidado en roca. Respecto al suelo, se identificó el Regosol eútrico.

El clima de la zona es “Seco templado” en sus variantes BSKs. Respecto a la hidrología, el SA forma parte de la región hidrológica 1 Península de Baja California, ubicado en la cuenca hidrológica “Arroyo Las Ánimas-Arroyo Santo Domingo”. La información más reciente presentada por la CONAGUA no identifica las mismas corrientes señaladas por el INEGI, pero en el Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas no se identifican cuerpos o corrientes de agua de ningún tipo dentro de los límites del Sistema Ambiental, sin embargo, en la imagen satelital se observa el mismo cauce se las corrientes identificadas por el INEGI. Es importante señalar que por la naturaleza y ubicación del proyecto (dentro de las instalaciones del usuario final), estas corrientes no se verán afectadas.

Para poder determinar el comportamiento del viento en la zona, se consideró la información proporcionada por el Estación Meteorológica Automática (EMA) “P. López Zamora”, la cual se ubica a una distancia de 16 km al norte del sitio del proyecto, siendo la más cercana a éste.

Los datos fueron descargados directamente de la página de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), con la información correspondiente al periodo del 31 de mayo al 29 de agosto de 2019. Tras el análisis de esta información se observa que, para dicho periodo de tiempo, la dirección de la ráfaga de viento predominante es al Sur con 52% de incidencia, seguido del Suroeste con 18%; respecto a la dirección de viento, ésta es predominantemente en dirección Sur con 55%, seguida de la dirección Suroeste con el 20%. Estos resultados se observan gráficamente en la siguiente figura.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### Dirección de viento y ráfaga

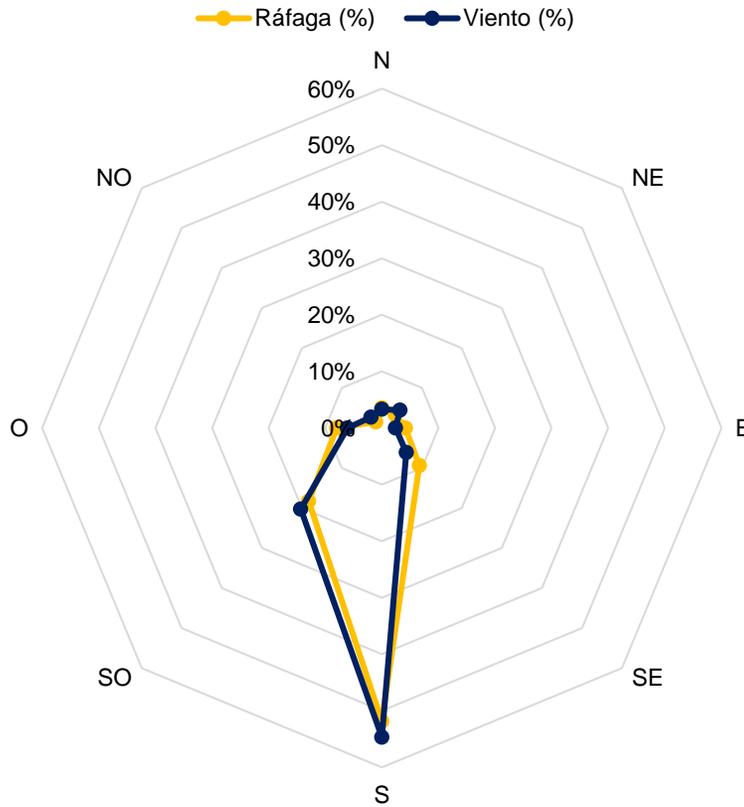


Figura 20. Dirección de ráfaga y viento promedio en la EMA “P. López Zamora”, mayo-agosto de 2019.

En la siguiente tabla se muestran los valores máximos, promedio y mínimos medidos en la Estación “P. López Zamora”, en este mismo periodo de tiempo.

Tabla 11. Valores promedio medidos en la estación “P. López Zamora” para el periodo de mayo a agosto de 2019.

Valores	Rapidez de ráfaga (Km/h)	Rapidez de viento (Km/h)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Temperatura del aire (°C)	Presión atmosférica
Máximo	33.1	27.00	100.00	1.00	31.3	1011.6
Promedio	13.06	9.09	74.91	0.00014	19.58	1007.24
Mínimo	0.00	0.00	25.00	0.00	13.20	1001.80

De acuerdo con la información disponible, se presenta para las siguientes estaciones climatológica los valores promedio de temperatura, precipitación, número de días con lluvia

\*\* Información obtenida directamente de la Comisión Nacional del Agua a través de su página electrónica <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=bc>.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

y niebla para diferentes periodos de tiempo, esta fue seleccionada por ser la más cercana al sitio del proyecto.

Tabla 12. Estación climatológica cercana al sitio del proyecto.

ID	Nombre de la estación	Periodo	Latitud	Longitud	Altura
2104	El Cipres	1981-2010	31°47'25" N	116°35'17" O	8 msnm

Tabla 13. Valores promedio medidos en la estación 2104.

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima normal (°C)	18.7	18.7	19.0	19.8	20.3	21.4	23.2	24.1	24.0	22.6	20.8	18.5	20.9
Temperatura media normal (°C)	13.2	13.6	14.4	15.5	16.9	18.4	20.4	21.2	20.8	18.3	15.7	13.0	16.8
Temperatura mínima normal (°C)	7.8	8.5	9.8	11.2	13.5	15.5	17.6	18.3	17.6	14.1	10.5	7.5	12.7
Precipitación normal (mm)	32.9	49.6	35.7	14.2	1.2	1.0	0.6	0.9	2.3	12.2	18.3	22.9	191.8
Evaporación total	73.1	68.6	87.4	102.3	118.5	126.0	142.5	131.9	117.5	98.3	78.0	60.7	1,204.8
Número de días con lluvia	4.3	5.8	4.5	3.1	1.0	0.9	0.6	0.7	0.7	2.0	2.8	3.3	29.7
Número de días con niebla	9.7	10.4	10.1	10.5	11.2	12.7	14.6	12.8	13.6	12.4	8.3	7.6	133.9
Número de días con granizo	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Número de días con tormenta eléctrica	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

El municipio de Ensenada se encuentra en la Zona C, la cual es una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 80% de la aceleración del suelo (CENAPRED, 2000). Así mismo, no existen fallas y/o fracturas geológicas en sus límites, encontrándose la falla más cercana a aproximadamente 6 km de distancia en dirección Sur del proyecto. El principal uso de suelo y vegetación donde se ubica el proyecto corresponde a una entidad de área agrícola riego anual y permanente. De acuerdo con la revisión bibliográfica de flora reportadas para el municipio de Ensenada, se encontró a la lagartija de mancha lateral (*Uta stansburiana*) dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de riesgo “Amenazada”.

De acuerdo a las investigaciones realizadas, se identificó que podrían observarse algunas especies de flora y fauna en las zonas colindantes, éstas son en su mayoría introducidas e invasivas, características de zonas perturbadas, como las siguientes especies de flora: *Schinus molle*, *Platanus racemosa*, *Pennisetum setaceum*, *Eriogonum fasciculatum* y *Nicotiana glauca*. Las especies de fauna que se han adaptado a vivir en zonas urbanas son: *Cathartes aura*, *Columba livia*, *Streptopelia decaocto*, *Zenaida asiatica*, *Zenaida macroura*, *Corvus corax*, *Haemorrhous mexicanus* y *Passer domesticus*.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### IV. Análisis Preliminar de Riesgos

Para esta fase se llevará a cabo una identificación de posibles riesgos a partir de los siguientes métodos:

1. Una lista de verificación bajo la referencia de algunos puntos de la NOM-010-ASEA 2016: *Requisitos mínimos de seguridad para terminales de carga y terminales de descarga de módulos de almacenamiento transportable y Estaciones de suministro de vehículos automotores*, con el fin de que se verifique el cumplimiento en todas las etapas del proyecto, de tal manera que se identificarán los puntos que puedan generar un riesgo. Se hace bajo ciertos puntos de esta norma ya que no existe norma oficial nacional para la actividad de descompresión.

Esta metodología tiene como objetivo identificar los requerimientos de diseño, administrativos, operacionales, de mantenimiento y legales necesarios para la ejecución del presente proyecto. Esta lista de verificación se conforma de cuatro columnas, donde se especifica la actividad verificada (numeral de la norma), si aplica o no y algunas observaciones al respecto.

Derivado de lo anterior, se obtuvo un listado con las actividades y medidas necesarias establecidas en la norma que son de aplicación para el proyecto. Dicha tabla se puede consultar de forma completa en el Anexo 4.8.1

2. Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones Similares: El análisis histórico de accidentes es un método del tipo cualitativo, el cual consiste en estudiar algunas estadísticas de accidentes importantes registrados en el pasado en sistemas similares o con productos idénticos o de la misma naturaleza. Se basa en informaciones de procedencia diversa:
  - Bibliografía especializada (publicaciones periódicas y libros de consulta).
  - Bancos de datos de accidentes informatizados (tal es el caso de la información proporcionada por la Dirección General de Protección Civil, el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente).
  - Registro de accidentes de la propia empresa, de asociaciones empresariales o de las autoridades competentes.
  - Informes o peritajes realizados normalmente sobre los accidentes más importantes
3. Como adicional se llevará a cabo la metodología cuantitativa, en específico el índice Mond, con el fin de conocer el riesgo de la Estación de Descompresión como un solo nodo o una sola unidad de proceso. Es un índice de riesgo se basa en la asignación de penalizaciones y/o bonificaciones a diferentes áreas e instalaciones de un proyecto, las penalizaciones son asignadas en función de las sustancias presentes y las condiciones de proceso, las bonificaciones toman en cuenta las medidas de seguridad que pueden mitigar o prevenir efectos adversos a la operación de la instalación.

La aplicación del método es iterativa, por cuanto en primer lugar se divide la instalación objeto de estudio en unidades de proceso, se describen los materiales determinantes en el

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

riesgo y se evalúa el peor caso; una vez obtenido el resultado, se corrige con la modificación de los índices más determinantes (si ello es razonable) y por último se modifican los valores obtenidos mediante la aplicación de unos factores correctores que tienen en consideración aquellos aspectos que minimizan el riesgo. A todos estos valores se les asigna un valor numérico de acuerdo con lo señalado por la metodología y posteriormente se calcula el Factor de Riesgo Global, el cual señala el riesgo integral que representa el proyecto, tanto con los índices del sistema planteados sin ninguna medida de prevención y/o seguridad como del sistema al considerar los índices de reducción.

A continuación se realizan las metodologías anteriormente mencionadas:

**Lista de Verificación**

Se ha mencionado que la lista de verificación para este análisis de riesgo preliminar se realizará en base a la NOM-010-ASEA-2016, con el fin de verificar aspectos desde el diseño de la misma, en el Anexo 4.8.1 se podrá encontrar el archivo completo de la lista de verificación:

*Tabla 14 Ejemplo de la lista de verificación*

<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO</b>	Lista de Verificación	<b>PROYECTO:</b>	<b>ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN DE GAS NATURAL EN ENSENADA, ESTADO DE BAJA CALIFORNIA</b>	
<b>NORMA Oficial Mexicana NOM-010-ASEA-2016 GAS NATURAL COMPRIMIDO</b>				
<b>UBICACIÓN:</b>	ESTADO DE BAJA CALIFORNIA	<b>VERIFICO</b>	ING. KARLA AQUINO CRESPO	
<b>ACTIVIDAD VERIFICADA</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>5. Diseño</b>				
Análisis de Riesgo. La Terminal y Estación de GNC deben contar con un Análisis de Riesgo, elaborado por una persona moral con reconocimiento nacional o internacional, de conformidad con la regulación que para tal fin emita la Agencia y las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos que se indican, o las DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos.		X		
<b>8. Cierre y Desmantelamiento</b>		X		

**Antecedentes de Accidentes e Incidentes**

El ámbito de aplicación de esta metodología observa una utilidad, principalmente, para el establecimiento de posibles riesgos en un sistema como el que manejamos en el proyecto; además, sirve para hacer una aproximación cuantitativa de la frecuencia de determinados tipos de accidentes, en caso de disponerse de una base estadística suficientemente representativa.

La principal ventaja en el uso de esta metodología de análisis de riesgo ambiental es que el establecimiento de una hipótesis de accidentes se basa en casos reales. De esa forma,

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

a continuación, se procede al planteamiento y desarrollo del análisis histórico de accidentes, tomando como marco de referencia los siniestros acontecidos tanto internacional como nacionalmente, conforme los siguientes puntos:

Cabe mencionar que no hay una base de datos o noticias sobre accidentes y/o incidentes en alguna estación de descompresión, la tecnología es relativamente nueva en el mercado nacional, por lo que este punto se ataca en percances o eventos que se hayan registrado con la sustancia: Gas Natural.

### **Marco General**

Las actividades petroleras como el transporte o manejo de sustancias como el gas natural, en todo proceso industrial que esta intervenga tiene cierto margen de riesgo que puede estar vinculado a manifestaciones de eventos no deseados como incendios o explosiones (derivados de fugas e ignición) y otros factores como los siguientes:

- a) Inadecuado control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación tales como bridas, empaques en válvulas y en los puntos de inicio y final.
- b) La frecuencia, continuidad y características de los programas de verificación y mantenimiento preventivo y correctivo.
- c) La eficiencia y rapidez de respuesta para el control de emergencias, de acuerdo con los planes de Seguridad Industrial y Protección Ambiental.

En lo referente al control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación, esto representa para el proyecto en estudio un abatimiento del nivel de riesgo muy importante, debido a que la mayor parte de los materiales manejados en la industria de hidrocarburos, han demostrado cumplir con los estándares de calidad más importantes establecidos por la Internacional Standard Organization (ISO), lo que generalmente resulta en nulas fallas en materiales y equipos de operación.

Debido a que Accesgas operará este sistema, estará atento a realizar con frecuencia, y continuidad los programas de verificación y mantenimiento preventivo y correctivo, así como una oportuna y eficaz atención y respuesta para el control de emergencias a partir de la implementación de programas de Seguridad Industrial y Protección Ambiental y/o con la adopción de estándares de calidad cada vez más exigentes; sin embargo, pudieran persistir problemas, aunque en pequeña proporción, lo que provoca que existan factores extrínsecos a las labores y actividades de operación que pudieran derivar en problemas de accidentes.

A pesar de que la industria petrolera tiene un registro de accidentes inferior al de otras actividades industriales, ésta es considerada de alto riesgo. Para el caso de México, los accidentes con gas natural han ocurrido en su mayoría en gasoductos, dichos eventos pusieron de manifiesto el alto grado de consecuencias derivadas de las manifestaciones del riesgo implícito que lleva la operación y manejo de sistemas que contienen el combustible mencionado.

### **Estadística General de Accidentes:**

Conforme datos publicados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en su página electrónica de internet ([www.profepa.gob.mx](http://www.profepa.gob.mx)), el análisis estatal y anual de

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

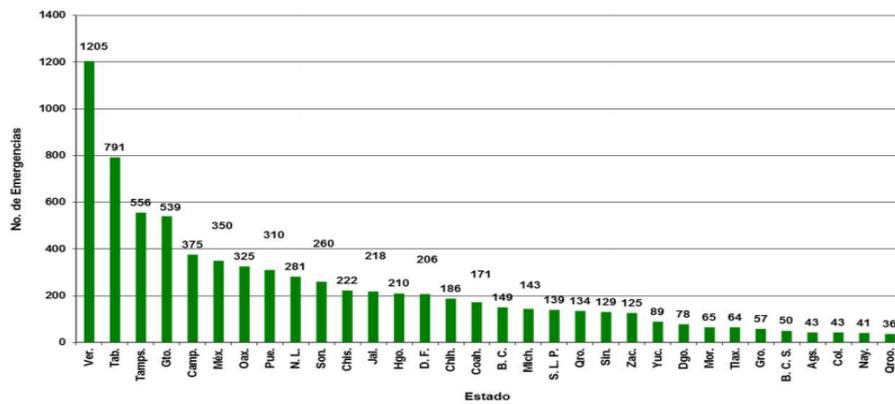
“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

accidentes en la República Mexicana, para el período 2000 - 2014, presenta la siguiente estadística:

*Tabla 15 Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA*

Estado	Año														Total		Acumulado (%)	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Eventos		%
Veracruz	143	83	71	94	118	85	63	65	44	46	45	57	90	76	123	1205	15.88	15.88
Tabasco	98	93	92	60	65	63	46	59	76	29	9	12	20	24	95	791	10.42	26.30
Tamaulipas	10	33	30	41	44	32	44	44	58	36	23	22	34	42	63	556	7.33	33.62
Guanajuato	31	34	6	14	6	9	11	16	24	26	25	14	33	53	237	539	7.10	40.72
Campeche	39	41	41	48	116	38	5	10	2	4	2	6	6	5	12	375	4.94	45.67
México	25	19	19	21	8	23	15	11	14	12	21	17	35	51	59	350	4.61	50.28
Oaxaca	18	19	17	19	18	23	29	22	24	19	16	21	30	21	29	325	4.28	54.56
Puebla	12	16	20	30	11	19	8	7	7	22	20	28	25	23	62	310	4.08	58.64
Nuevo Leon	18	21	25	4	7	5	16	9	14	20	25	24	30	28	35	281	3.70	62.35
Sonora	13	15	4	6	13	15	10	18	12	4	9	20	55	29	37	260	3.43	65.77
Chiapas	21	21	32	20	13	21	13	18	14	12	8	4	13	3	9	222	2.92	68.70
Jalisco	19	8	5	8	2	13	11	11	7	11	18	13	30	24	38	218	2.87	71.57
Hidalgo	22	20	13	8	8	11	8	7	9	9	8	16	17	22	32	210	2.77	74.33
Distrito Federal	14	3	4	7	16	19	11	9	6	12	9	13	15	34	34	206	2.71	77.05
Chihuahua	4	8	3	0	1	6	13	13	12	8	10	20	24	29	35	186	2.45	79.50
Coahuila	25	19	12	9	7	6	7	5	6	14	8	18	15	10	10	171	2.25	81.75
Baja California	7	10	10	2	2	4	5	11	2	6	7	20	23	23	17	149	1.96	83.72
Michoacán	11	14	13	11	7	3	7	6	6	6	12	9	15	10	13	143	1.88	85.60
San Luis Potosí	11	16	17	13	2	17	2	8	7	7	5	9	8	8	9	139	1.83	87.43
Querétaro	9	3	5	6	6	1	6	9	7	11	10	11	13	10	27	134	1.77	89.20
Sinaloa	6	5	9	3	2	2	2	5	4	3	4	13	16	21	34	129	1.70	90.90
Zacatecas	2	4	3	3	1	8	4	10	5	9	15	11	15	13	22	125	1.65	92.54
Yucatán	3	5	2	7	7	2	4	5	6	7	4	8	13	8	8	89	1.17	93.72
Durango	5	10	4	3	5	9	1	9	4	0	3	4	8	5	8	78	1.03	94.74
Morelos	8	1	1	2	5	1	4	4	5	7	4	5	4	8	6	65	0.86	95.60
TLaxcala	6	7	1	0	1	6	4	4	1	2	1	8	7	6	10	64	0.84	96.44
Guerrero	2	3	0	5	4	2	2	1	6	7	3	8	3	5	6	57	0.75	97.19
Baja California Sur	0	5	0	3	0	0	0	1	6	4	7	8	6	6	4	50	0.66	97.85
Aguascalientes	4	5	3	1	1	1	1	0	3	8	3	2	2	2	7	43	0.57	98.42
Colima	2	0	2	2	4	4	4	2	4	5	1	0	3	2	8	43	0.57	98.99
Nayarit	5	3	1	4	0	4	3	3	2	0	0	3	5	3	5	41	0.54	99.53
Quintana Roo	3	0	3	0	2	3	3	3	3	2	4	2	5	2	1	36	0.47	100.00
<b>Total</b>	<b>596</b>	<b>544</b>	<b>470</b>	<b>454</b>	<b>502</b>	<b>455</b>	<b>362</b>	<b>405</b>	<b>350</b>	<b>368</b>	<b>339</b>	<b>426</b>	<b>618</b>	<b>606</b>	<b>1095</b>	<b>7590</b>	<b>100.00</b>	
<b>Eventos / Día</b>	<b>1.63</b>	<b>1.49</b>	<b>1.29</b>	<b>1.24</b>	<b>1.38</b>	<b>1.25</b>	<b>0.99</b>	<b>1.11</b>	<b>0.96</b>	<b>1.01</b>	<b>0.93</b>	<b>1.17</b>	<b>1.69</b>	<b>1.66</b>	<b>3.00</b>	<b>1.39</b>		

Puede observarse que el Estado de Baja California, se encuentra registrado en la 17ª posición con respecto a la incidencia de accidentes y los años con más eventos (23 – 17) fueron desde 2011 a 2014.



*Figura 21 Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA*

De los accidentes reportados, en el período 1998 – 2009, la PROFEPA establece que las principales sustancias involucradas, son:

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

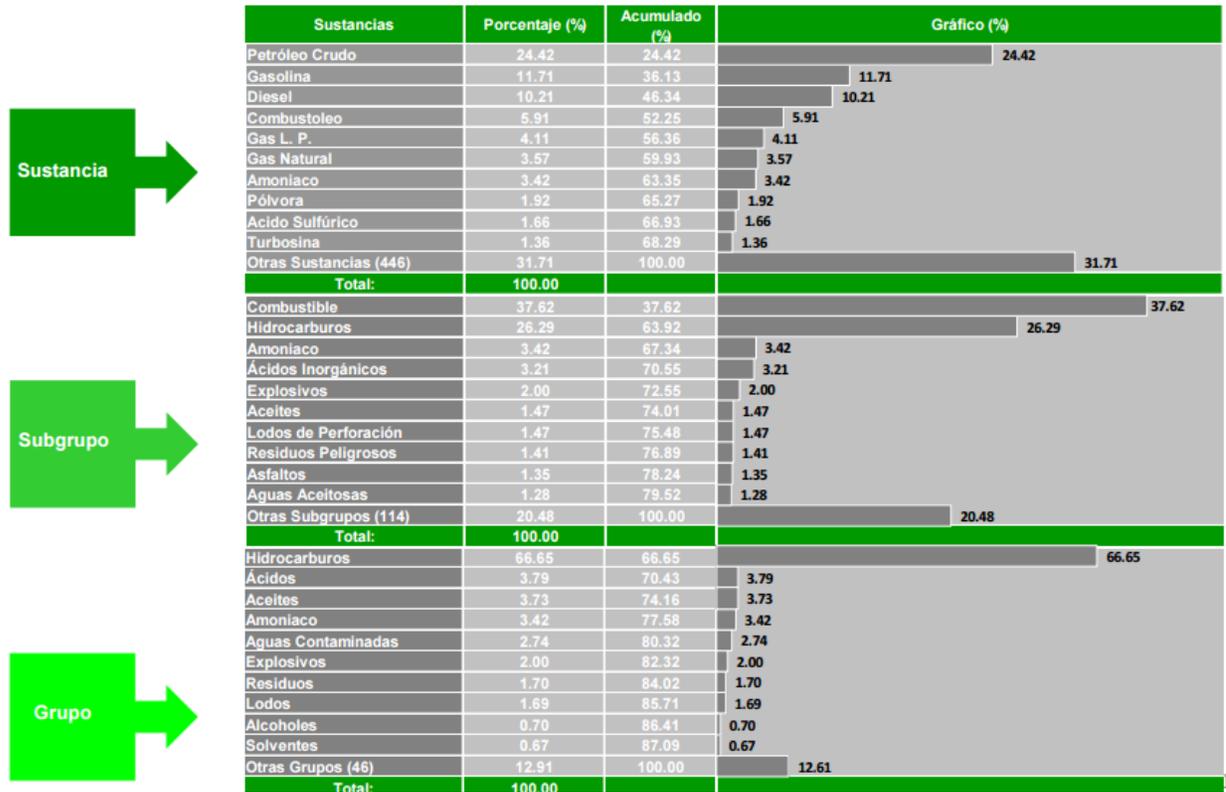
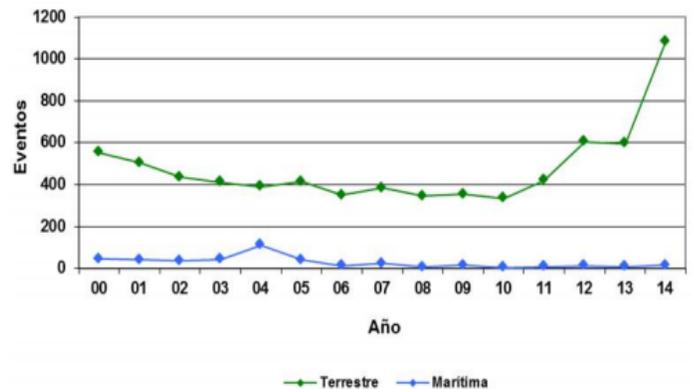


Figura 22 Sustancias involucradas en emergencias

A este respecto, se puede apreciar que el Gas Natural se encuentra situado como una de las sustancias reportadas con menor frecuencia en los accidentes analizados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Esta sustancia se relaciona con un 3.57 % de los accidentes ocurridos en la República Mexicana (para el período 1998 - 2009). Por otra parte, para el período señalado entre 2000 y 2014, los accidentes reportados en el país se han presentado mayoritariamente en actividades de transporte, conforme se establece enseguida:

Año	Número de Eventos	Localización			
		Terrestre		Marítima	
		No.	%	No.	%
2000	596	552	92.6	44	7.4
2001	544	503	92.5	41	7.5
2002	470	435	92.6	35	7.4
2003	454	411	90.5	43	9.5
2004	502	390	77.7	112	22.3
2005	455	414	91.0	41	9.0
2006	362	349	96.4	13	3.6
2007	405	383	94.6	22	5.4
2008	350	344	98.3	6	1.7
2009	368	354	96.2	14	3.8
2010	339	335	98.8	4	1.2
2011	426	419	98.4	7	1.6
2012	618	605	97.9	13	2.1
2013	606	597		9	
2014	1095	1080	98.6	15	1.4
<b>Total:</b>	<b>7590</b>	<b>7171</b>	<b>94.5</b>	<b>419</b>	<b>5.5</b>



## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

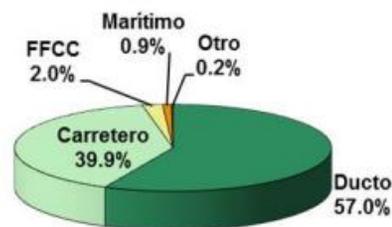
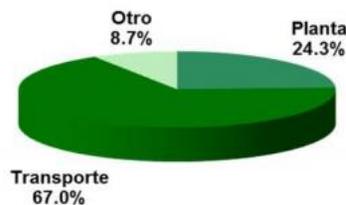
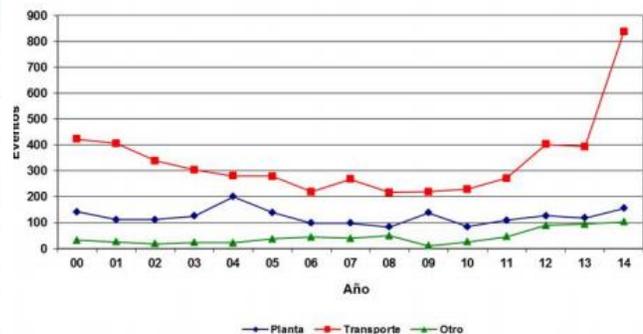
Año	Número de Eventos	Tipo									
		Fuga		Derrame		Explosión		Incendio		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	46	7.7	483	81.0	26	4.6	35	5.9	6	1.0
2001	544	60	9.2	455	83.6	14	2.5	21	3.9	4	0.7
2002	470	22	4.7	403	85.7	15	2.6	27	5.7	3	0.6
2003	454	22	4.8	385	84.8	18	3.2	21	4.6	8	1.8
2004	502	29	5.8	445	88.6	10	1.8	18	3.6	0	0.0
2005	455	51	11.2	338	74.3	28	4.9	38	8.4	0	0.0
2006	362	51	14.1	251	69.3	31	5.5	29	8.0	0	0.0
2007	405	54	13.3	292	72.1	25	4.4	34	8.4	0	0.0
2008	380	54	15.4	249	71.1	16	2.8	30	8.6	1	0.3
2009	368	67	18.2	245	66.6	22	3.9	34	9.2	0	0.0
2010	339	44	13.0	228	67.3	33	5.8	34	10.0	0	0.0
2011	426	65	15.3	273	64.1	50	8.8	36	8.5	2	0.5
2012	618	87	14.1	408	66.0	66	11.6	51	8.3	6	1.0
2013	606	102	16.8	384	63.4	70	12.3	44	7.3	6	1.0
2014	1095	139	12.7	819	74.8	51	9.0	83	7.6	3	0.3
<b>Total:</b>	<b>7590</b>	<b>883</b>	<b>11.6</b>	<b>5658</b>	<b>74.5</b>	<b>475</b>	<b>6.3</b>	<b>535</b>	<b>7.0</b>	<b>39</b>	<b>0.5</b>

Figura 23 Emergencias ambientales reportadas a la PROFEPA (Período 2000-2014) Número, Localización y Tipo de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA

Observando los datos anteriores, se verifica una amplia preponderancia de accidentes relacionados con el transporte de sustancias peligrosas por medio de ductos, aunque se debe señalar que no necesariamente son por falta de medidas precautorias del responsable de este medio, puesto que es sabido que los ductos son sujetos a allanamientos para el robo de combustibles ó dañados por causa de obras que no respetan los distanciamientos y condiciones de seguridad establecidos por la normatividad correspondiente.

Otro aspecto relacionado con la estadística de accidentes en México tiene referencia a la localización de los siniestros y el tipo de estos, conforme se muestra a continuación:

Año	Número de Eventos	Ubicación					
		Planta		Transporte		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	142	23.8	422	70.8	32	5.4
2001	544	112	20.6	406	74.6	26	4.8
2002	470	112	23.8	339	72.1	19	4.0
2003	454	126	27.8	304	67.0	24	5.3
2004	502	200	39.8	280	55.8	22	4.4
2005	455	139	30.5	279	61.3	37	8.1
2006	362	98	27.1	219	60.5	45	12.4
2007	405	98	24.2	268	66.2	39	9.6
2008	350	83	23.7	217	62.0	50	14.3
2009	368	138	37.5	219	59.5	11	3.0
2010	339	84	24.8	229	67.6	26	7.7
2011	426	109	25.6	271	63.6	46	10.8
2012	618	127	20.6	402	65.0	89	14.4
2013	606	118	19.5	394	65.0	94	15.5
2014	1095	155	14.2	837	76.4	103	9.4
<b>Total:</b>	<b>7590</b>	<b>1841</b>	<b>24.3</b>	<b>5086</b>	<b>67.0</b>	<b>663</b>	<b>8.7</b>



“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Año	Número de Eventos	Ubicación					
		Planta		Transporte		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	142	23.8	422	70.8	32	5.4
2001	544	112	20.6	406	74.6	26	4.8
2002	470	112	23.8	339	72.1	19	4.0
2003	454	126	27.8	304	67.0	24	5.3
2004	502	200	39.8	280	55.8	22	4.4
2005	455	139	30.5	279	61.3	37	8.1
2006	362	98	27.1	219	60.5	45	12.4
2007	405	98	24.2	268	66.2	39	9.6
2008	350	83	23.7	217	62.0	50	14.3
2009	368	138	37.5	219	59.5	11	3.0
2010	339	84	24.8	229	67.6	26	7.7
2011	426	109	25.6	271	63.6	46	10.8
2012	618	127	20.6	402	65.0	89	14.4
2013	606	118	19.5	394	65.0	94	15.5
2014	1095	155	14.2	837	76.4	103	9.4
<b>Total:</b>	<b>7590</b>	<b>1841</b>	<b>24.3</b>	<b>5086</b>	<b>67.0</b>	<b>663</b>	<b>8.7</b>

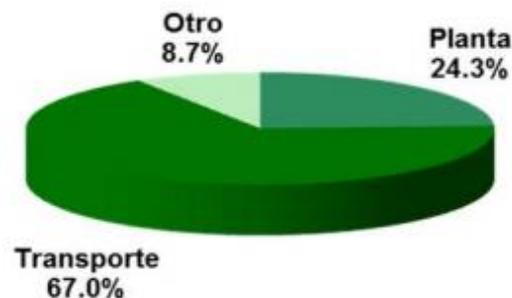


Figura 24 Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA (Período 2000 – 2014) Número, Ubicación y Medio de Transporte de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA.

De la información anterior, se desprende que la localización de accidentes en la República Mexicana se presenta en número superior en forma terrestre; sin embargo, esto no quiere decir que sean los que mayor daño provoquen al ambiente, dado que gran parte de los siniestros acontecidos en el medio marítimo han tenido consecuencias catastróficas sobre los recursos bióticos, principalmente en los marinos, por tratarse de sistemas muy frágiles. Así también, se puede apreciar que el mayor número de eventos analizados por la PROFEPA en el período 2000 – 2014, se vincula con fugas o derrames, lo cual tiene relación directa con el tipo de sustancias principales ligadas con accidentes, mencionadas anteriormente, destacando el petróleo, la gasolina, el diesel, el combustóleo, el amoniaco y el Gas L.P.

#### IV.1 Antecedentes de incidentes y accidentes de proyectos y/o instalaciones similares

##### IV.1.1 Alcance de los daños causados

Anteriormente, en el reporte de accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas en la República Mexicana, se establecieron de forma particular los daños provocados por cada uno de los accidentes registrados. De manera complementaria, a continuación, se establece una relación general entre el número de emergencia y personas afectadas en accidentes ocurridos en el país, durante el período 1993 – 2009:

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

AÑO	NO. DE EMERGENCIAS	AFECTADOS	AFECTADOS/ EMERGENCIA	EMERGENCIAS POR DIA	AFECTADOS POR DIA
1993	157	1,653	10.53	0.43	4.53
1994	416	667	1.60	1.14	1.83
1995	547	13,044	23.85	1.50	35.74
1996	587	18,190	30.99	1.61	49.84
1997	632	10,323	16.33	1.73	28.28
1998	538	7,792	14.48	1.47	21.35
1999	469	12,772	27.23	1.28	34.99
2000	470	16,390	34.87	1.29	44.90
2001	565	7,151	12.66	1.55	19.59
2002	470	13,881	29.53	1.29	38.03
2003	457	13,807	30.21	1.25	37.83
2004	503	23,197	46.12	1.38	63.55
2005	456	26,682	65.09	1.25	81.32
2006	362	4,932	13.62	0.99	13.51
2007	403	32,923	81.69	1.10	90.20
2008	349	11,141	31.92	0.96	30.52
2009	370	9,035	24.42	1.01	24.75
<b>TOTAL</b>	<b>7998</b>	<b>241,785</b>			
<b>PROM.</b>	<b>470.47</b>	<b>14,222.65</b>	<b>30.23</b>	<b>1.29</b>	<b>38.97</b>

Figura 25 Análisis estadístico de los daños a la población ocasionados por las emergencias ambientales

**Atención y Seguimiento de Emergencias Ambientales Año 2017**

La PROFEPA cuenta con el Centro de Orientación para la Atención a Emergencias Ambientales (COATEA). En el año 2017 se recibieron 652 notificaciones sobre la ocurrencia de emergencias ambientales, de las cuales 258 fueron provocadas por derrames de hidrocarburos y otras sustancias químicas, 124 por explosiones, 106 por fugas, 152 por incendios en las instalaciones y 12 por otras causas. Del total de las emergencias ambientales notificadas, se instauraron los procedimientos administrativos correspondientes en los sitios con afectación mayor a un metro cúbico para verificar la restauración de las áreas afectadas y evitar impactos ambientales adversos, en los casos competencia de la Procuraduría.

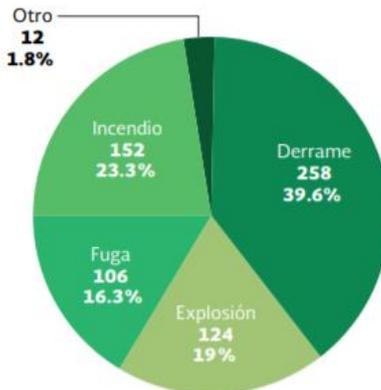


Figura 26 Emergencias notificadas en 2017: Total de emergencias 652

Del total de emergencias, la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) atendió 262 casos y la PROFEPA 390.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”



*Figura 27 Emergencias notificadas en 2017*

La información relacionada con la ocurrencia y seguimiento de emergencias ambientales asociadas con el manejo de sustancias químicas se ha registrado desde la creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en 1992. Con estas acciones de inspección y vigilancia la institución busca minimizar los riesgos a la población y al ambiente ocasionados por las sustancias químicas liberadas durante la ocurrencia de emergencias.

### IV.1.2 Identificación de las Causas de los Accidentes

- *Errores humanos.*

Los errores humanos se originan por un sin número de causas y que no son necesariamente atribuibles a los operadores, ya que la organización o bien las condiciones del centro de trabajo, influyen en gran medida.

El error humano incluye actitudes o prácticas incorrectas (inseguras) que originan como consecuencia que una persona no logre el objetivo o propósito deseado, esto es, por omisiones, acciones equivocadas o insuficiencia en los requerimientos de ejecución.

El origen de los errores humanos presenta diversas vertientes, destacando:

- Administración inadecuada.
- Distracción o fatiga.
- Falta de concentración o de memoria.
- Negligencia.
- Fallas personales por falta de o entrenamiento inadecuado.
- Secuencia indebida en la operación por deficiencias en el entrenamiento (incluye la falta de evaluación de operarios).
- Interrupción de operaciones en un momento no pertinente, por capacitación deficiente o negligencia.
- Condiciones ambientales relacionadas con la empresa.

De hecho, durante el análisis de los accidentes ocurridos en las diferentes instalaciones, el ambiente de trabajo es, probablemente, el factor que más contribuye a la causa de errores humanos, debido a que si los señalamientos o la presentación de información no resultan claros y evidentes, el acceso a los dispositivos de seguridad es complicado, o si las áreas operativas son reducidas, demasiado calientes o frías, o no existe una disposición ordenada, es muy alta la probabilidad de que los operadores cometan faltas.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Otro factor que es motivo de causa de accidentes por error humano, se refiere a los hábitos de trabajo inadecuados, incluyéndose deficientes prácticas de trabajo para llevar a cabo la producción, suministro o trasiego de combustibles, manejo de vehículos utilitarios (implicando el provocar rotura de tuberías y daño a instrumentos que manejan sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos), realización de actividades de mantenimiento (reparaciones improvisadas o mal realizadas) y aplicación de medidas de control y protección de riesgos (instalación y ubicación deficiente de equipos y dispositivos contra incendio).

En cuanto a la administración, una situación de riesgo se induce por acostumbrar operaciones sin tener recordatorios, mediante capacitación o campañas de seguridad continuas, referentes a las condiciones de riesgo específicas en el centro de trabajo.

- *Fallo de equipos*

Algunas de las fallas más frecuentes, ligadas con la generación de accidentes, son:

- Operación de equipos e instalaciones obsoletas y en malas condiciones.
- Falta de inspección y de mantenimiento de equipos y accesorios, con lo que pueden presentar fracturas u orificios originados por corrosión en elementos metálicos. A este respecto, se incluyen las fallas o accidentes mecánicos producidos en equipos de proceso por desgaste o mala operación, lo cual puede debilitar las instalaciones de ocasionando eventos de riesgo.
- Instalación inadecuada de válvulas y demás accesorios de seguridad en los sistemas operativos, referentes a procedimientos y selección de materiales deficientes.
- Defectuosa calidad en la manufactura de válvulas y accesorios de calidad.
- Fugas y derrames ocasionados por deficientes prácticas de mantenimiento (falta de procedimientos, instrumentos y personal calificado).
- Rotura de tuberías e instrumentos que manejen sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos utilitarios o de proveedores.
- Fugas y explosiones provocadas por incendios en áreas contiguas.
- Explosión por sobrepresión en recipientes de almacenamiento, rebasándose su presión de diseño y la de la prueba hidrostática, conjuntándose con la falta de disparo de la respectiva válvula de alivio.
- Reparaciones improvisadas o mal realizadas.

- *Fallo de diseño o de proceso*

En este rubro, los factores que más inciden en la generación de accidentes son:

- Incumplimiento a la normatividad referente al diseño y construcción de instalaciones (incluye sistemas hidráulicos, eléctricos, sanitarios, de combustibles y de manejo de insumos).
- Falta de implementación de sistemas de seguridad y de apoyo de las áreas operativas.
- Falta de instrumentación o mal estado de la existente, para medición de condiciones de operación o de detección de condiciones inseguras o de riesgo.
- Falta de sistemas de alarma o de comunicación que ayuden a que se controle oportunamente cualquier riesgo inminente.
- Instalaciones eléctricas no pertinentes para ambientes explosivos, en su caso.

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

- Consideraciones inadecuadas de la capacidad necesarias para la operación de los equipos de proceso.

Algunos de los eventos ocurridos en México referentes al gas natural (específicamente transporte por ducto y plantas, ya que es la actividad con mayor afluencia de dicho combustible) se resumen en la tabla siguiente:

*Tabla 16 Eventos ocurridos en México*

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) Involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
1978	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas y daños ecológicos	Evento histórico (No se cuenta con la información)
1992	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
1984	Tabasco, México	Área de válvulas y ducto	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga en accesorio	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
1998	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas y daños ecológicos	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Veracruz, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2005	Tabasco, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2005	Veracruz, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2007	Guanajuato, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2011	Puebla, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Emisión de material	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2012	Tamaulipas, México	Planta de Gas	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Estado de México, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Oklahoma	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Texas	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2013	Missouri	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2014	Nuevo León, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga	Daños ecológicos	Evento histórico (No se cuenta con la información)

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia (s) Involucrada (s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2015	Nuevo León, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Ruptura de tubería	Ruptura por máquina	Pérdidas humanas, daños ecológicos y daños materiales	Evento histórico (No se cuenta con la información)
2015	CDMX, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga		Evento histórico (No se cuenta con la información)
2016	CDMX, México	Ducto de Gas Natural	Gas Natural	Fuego / Explosión	Fuga		Evento histórico (No se cuenta con la información)

Fuente: *Elaboración propia.*

Históricamente, las tuberías son una de las formas más seguras para transportar hidrocarburos, incluyendo al gas natural. Sin embargo, la posibilidad de fuego o explosión existe aun cuando esto sea un evento extremadamente raro para cualquier tubería.

La Oficina para la Seguridad de las Tuberías (Office of Pipeline Safety) (OPS) del Departamento de Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica (Department of Transport) (DOT), mantiene una de las bases de datos de incidentes en tuberías con gas natural más extensas.

Esta base de datos provee una visión de las causas y consecuencias de fallas en tuberías y accesorios.

El análisis de la base de datos revela que las causas de falla pueden ser ampliamente clasificadas en diferentes categorías:

- Defectos de construcción y/o materiales;
- Corrosión (interna y/o externa);
- Daño por fuerzas naturales (temblores, rayos, fuego, etc.);
- Fallas humanas durante la operación (falta de supervisión, mantenimiento o falta de capacitación).
- Daño por excavaciones por terceras partes;
- Fuerzas externas desconocidas;
- Otras.

La estación de descompresión es un sistema nuevo que utilizará mejores materiales y avances tecnológicos para su construcción y operación. Por tanto, la probabilidad de falla debería ser mucho menor que la estadística promedio. Aun cuando se presenten fugas accidentales de gas natural, no siempre se presenta fuego ni ocurre una explosión. Dichas categorías fueron compiladas a partir de datos de fallas en infraestructura para la transmisión de gas natural de información obtenida de la OPS. La tabla muestra la probabilidad relativa de diferentes causas respecto a todas las causas identificadas en el Reporte GRI del año 2001.

*Tabla 17 Distribución típica de las causas de fallas 1985-1999*

Causas de Falla	Porcentaje
Defectos de construcción y/o materiales	24.0
Corrosión	21.0
Daño por fuerzas naturales	9.0

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Causas de Falla	Porcentaje
Daño por excavaciones por terceras partes	30.0
Fuerzas externas desconocidas	1.0
Desconocidas/Otras	16.0
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Nota:** Se excluyen incidentes asociados con tuberías, estaciones de compresión y estaciones de regulación/medición.  
Fuente: PRCI report, PR-218-9801, March 2001

Como se muestra en la tabla anterior, los defectos de construcción y/o materiales y corrosión son las causas más frecuentes de fallas en infraestructura de gas, representando el 45% de las fallas.

- *Descripción y valoración de las medidas aplicadas y, si es posible, de las estudiadas para evitar la repetición del accidente.*

En referencia al reporte de accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas en la República Mexicana, la medida coincidente aplicada por los respectivos involucrados en eventos de derrames fue la aplicación de bloqueo al flujo de la sustancia y limpieza de la zona afectada. En algunos casos fue posible la recuperación del producto.

De cualquier forma, todos los reportes de accidentes incurridos en instalaciones, al ser del conocimiento por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, requieren de una reevaluación de sus Estudios de Riesgo Ambiental, así como sus correspondientes Programas para la Prevención de Accidentes.

Particularmente para el proyecto de estudio, es necesario indicar que, entre las medidas establecidas para evitar la repetición de algunos accidentes registrados en la estadística nacional, se encuentra antes que todo, el hecho de que la ingeniería de la estación de descompresión para Gas Natural fue diseñada y será construida en estricto apego de las buenas prácticas, las heurísticas, así como de las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Internacionales que apliquen o sirvan de referencia. Bajo esta consideración, se determina que la estación cumplirá con los requisitos mínimos técnicos y de seguridad que se deben observar en el territorio nacional para esta clase de instalaciones.

En cuanto a la ejecución de actividades de descompresión, se seguirá un conjunto de procedimientos operativos previamente establecidos, encaminados a la prevención de accidentes y promoción de un desarrollo seguro de las labores.

Adicionalmente, se debe señalar que las condiciones de Construcción y operación de la estación de descompresión de gas natural, se sujetará a una evaluación del cumplimiento estricto con respecto a las especificaciones marcadas en la normatividad técnica vigente.

### IV.1.3 Justificación de la metodología seleccionada

El número de metodologías para identificar y jerarquizar los riesgos ambientales se ha ido diversificando conforme la tecnología, generación y accesibilidad de información han ido mejorando, es por ello por lo que el primer aspecto a resolver es la elección del enfoque y método adecuados con base a las características particulares del proyecto y a la información base disponible.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

En términos generales, los métodos existentes<sup>†</sup> varían en nivel de complejidad y requieren de distintos tipos de datos, experiencia y herramientas tecnológicas; por lo tanto, producen diferentes niveles de precisión y certidumbre, sin embargo, en general dependen en buena parte de la experiencia del grupo de expertos quien realiza el estudio.

Con base en lo anterior, se consideró como mejor opción el uso de metodologías tales como la lista de verificación, HAZOP, Matriz de jerarquización e Índice de Mond para la identificación, descripción y jerarquización de riesgos, ya que permiten un procedimiento lógico, objetivo y presentan la información de manera clara y concisa, lo que permite describir los riesgos de acuerdo con las particularidades del proyecto. Mediante el uso de estas metodologías, es posible apreciar la afectación de cada riesgo, así como determinar las acciones más relevantes para cada uno de ellos.

A continuación, se resumen las metodologías de análisis utilizadas;

### **Índice de Mond**

Toda la descripción de la metodología se encuentra en el Anexo 4.6. Los resultados de la aplicación de esta metodología se encuentran en el Anexo 4.8.2.

Resultado de lo anterior, se obtiene el índice Global de Riesgo (R) para los dos casos, las siguientes tablas resumen los resultados tabulados obtenidos a partir de cada sección de estudio, los cuales se estructuraron a partir de los reportes del “Índice de Mond” correspondientes.

*Tabla 18 Resultados índices del sistema*

<b>Índice</b>	<b>Inicial</b>	<b>Valor</b>	<b>Categoría</b>
Índice DOW Equivalente	<b>D</b>	267.99	Muy Catastrófico
Índice de Riesgo de Incendio	<b>F</b>	0.8940	Ligero
Índice de Riesgo de Explosión Interna	<b>E</b>	5.1	Alto
Índice de Riesgo de Explosión Aérea	<b>A</b>	4.94	Ligero
Índice Global de Riesgo	<b>R</b>	<b>842.34</b>	<b>Alto</b>

*Tabla 19 Resultados índices con reducción*

<b>Índice con Reducción</b>	<b>Inicial</b>	<b>Valor</b>	<b>Categoría</b>
Índice DOW Equivalente Reducido	<b>D<sub>R</sub></b>	131.35	Alto
Índice de Riesgo de Incendio Reducido	<b>F<sub>R</sub></b>	0.3707	Ligero
Índice de Riesgo de Explosión Interna Reducido	<b>E<sub>R</sub></b>	2.62	Bajo
Índice de Riesgo de Explosión Aérea Reducido	<b>A<sub>R</sub></b>	0.02	Ligero
Índice Global de Riesgo Reducido	<b>R<sub>R</sub></b>	<b>37.52</b>	<b>Bajo</b>

<sup>†</sup> Por mencionar algunos: *Métodos ad hoc*, útiles cuando existen limitantes con respecto al tiempo e información, por lo que la evaluación depende casi en su totalidad en la opinión de los expertos. Los *Checklists* y *matrices* son adecuadas para organizar y presentar información; los *Métodos de Evaluación Rápida* son útiles para evaluar los impactos en sitios donde los cambios en los ecosistemas son acelerados; entre otros.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### Conclusión de análisis preliminar:

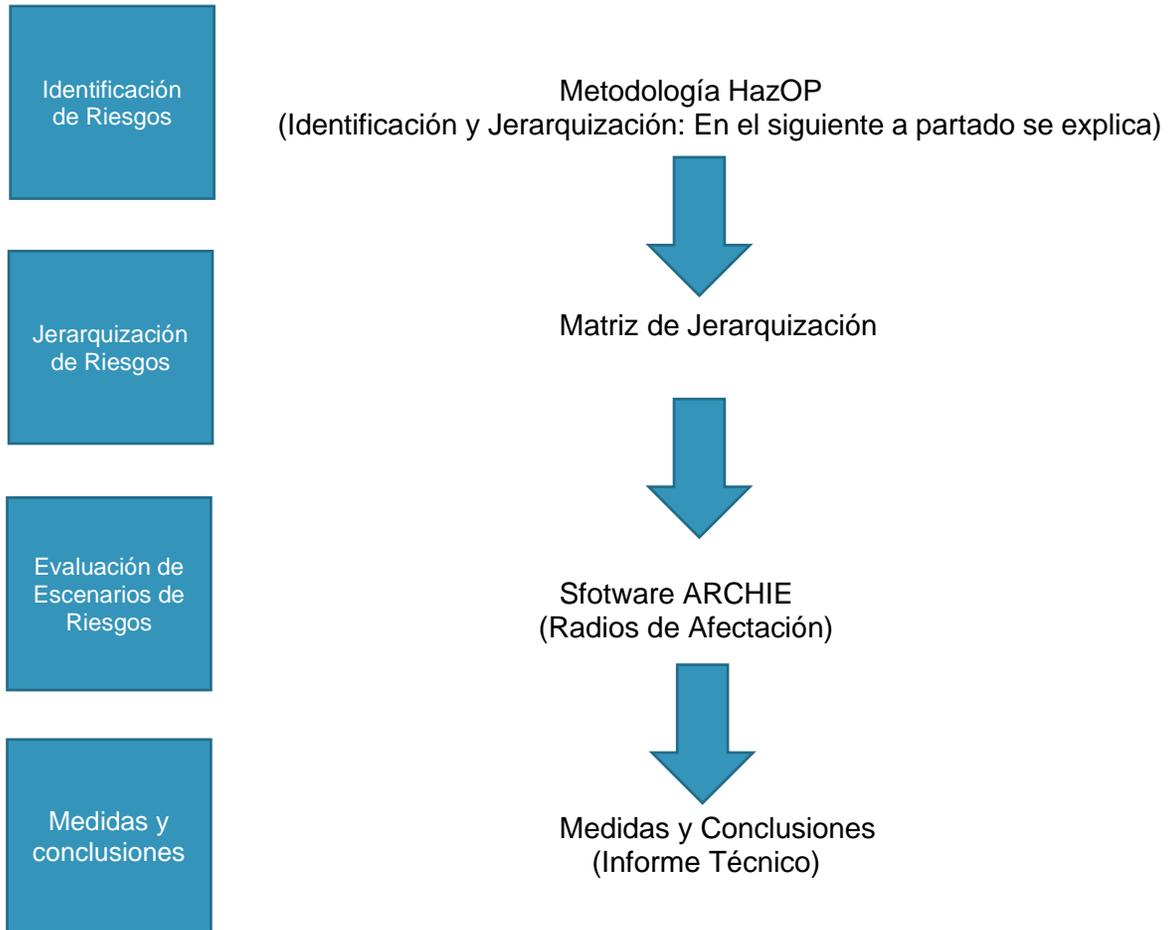
Al término del análisis preliminar de riesgos se puede observar que los principales riesgos son los siguientes por cada metodología ocupada:

- Lista de Verificación: A pesar de que es una lista basada en la norma, donde se evalúa que aplica y que no, y con que se cumple, nos da un vistazo en aspectos donde se debe tener extrema precaución y que no se deben de omitir:
  - En el diseño de la estación
  - Capacitación de personal
  - Procedimientos y supervisión
  - Materiales adecuados y probados
  
- Antecedes de Accidentes e Incidentes: Se tuvo análisis que rodeaba al gas natural más no a las estaciones de descompresión debido a la prácticamente nula información de esta tecnología, y se tuvieron puntos que aplican a la estación, donde resaltan los principales riesgos:
  - Factor humano: Capacitación, errores, negligencias, descuidos, y maniobras.
  - Equipos: Inadecuados, mala calidad, mala instalación de los componentes, rotura de tuberías, mala selección en el diseño, supervisión y mantenimiento.
  - Diseño: Diseño equivoco, condiciones que rebasan las de diseño, falta de instrumentación o accesorios necesarios, falta de sistemas de seguridad, instalaciones que no son a prueba de explosión.
  
- Índice Mond: De esta metodología solo se obtuvo un riesgo cuantitativo general de la instalación, considerandolá como una sola instalación, el cual es categorizado como Bajo, debido a todas las bonificaciones que se dieron gracias a la salvaguardas del sistema.

Las primeras dos metodologías arrojan parámetros identificados como focos de atención donde se pueden generar riesgos, se deben evaluar con más detalle y con métodos más robustos, con el fin de tener una identificación más puntual, jerarquizarlos y evaluarlos, con el fin de proponer las medidas adecuadas para tener el mínimo riesgo de la estación de descompresión.

Tomando como base el análisis de riesgo preliminar se sugiere la utilización de las siguientes metodologías que se mencionan en el diagrama siguiente:

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”



### IV.1.4. Criterios considerados para la evaluación de los Factores de Riesgo

Para la evaluación de riesgo se consideraron las siguientes actividades dentro del proceso:

- Conexión con tráiler
- Estación de descompresión (Regulación)
- Conexión con infraestructura de usuario (salida estación)

Las variables de proceso que se aplicaron fueron:

- Flujo
- Mantenimiento
- Sistemas de Seguridad
- Administración
- Presión
- Temperatura
- Nivel.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### V. Identificación, evaluación y análisis de riesgos

Para este punto se seguirá el siguiente proceso:

1. Se determinarán los nodos a evaluar de la estación de descompresión
2. Se identificarán los riesgos de cada nodo con la metodología HazOp, dentro de la hoja de trabajo, viene una sección para evaluar cada riesgo de forma cualitativa y cuantitativa (abarcando dos metodologías en una sola hoja), lo cual nos da un preliminar sobre la jerarquización del riesgo
3. Se jerarquizarán las causas que generán de forma constante un riesgo y cual sería la consecuencia de esta causa por nodo, la conclusión de esta metodología nos dará la cantidad de riesgos por nodos que son tolerables y en caso de existir “no tolerables” se dará seguimiento acorde a la guía de la ASEA.
4. Una vez que se tienen los riesgos y las causas más probables, se construyen los eventos, los cuales se evaluarán y modelarán en el software especializado.

#### **Definición de Nodos de la Estación de Descompresión**

**NOTA:** Es importante resaltar que la estación de descompresión, a pesar de ser conformada por módulos, podría ser como tal un solo nodo, sin embargo, ya que el presente estudio pertenece a un solo equipo se buscará realizar la clasificación de nodos de acuerdo a los cambios de flujos, condiciones de operación, entrada o salida de la descompresora, más no por instrumentos o equipos ya que muchos de ellos sólo realizan acciones como medir, filtrar o dar paso al combustible, sin alterarlo de alguna forma ni aunarlo o reducirle algún riesgo.

Como se ha mencionado, la EDGN podría ser un solo nodo parte de un proceso, sin embargo, debido a que el estudio esta orientado a este equipo en especifico, los nodos se dividirán en donde se den cambios de presión y se marcarán principalmente por los reguladores como se muestra a continuación:

- Nodo 1: Desde la conexión del tráiler hasta la entrada al primer regulador.
- Nodo 2: De la salida del primer regulador a la entrada al tercer regulador (se incluye el segundo regulador en este punto más no se considera un nodo más ya que no hay cambio de presión en este).
- Nodo 3: De la salida del tercer regulador a la salida al usuario (pasando por el área de medición)

Cada nodo abarca las válvulas, tubería, mangueras y equipos que se encuentran en ese tramo. No se hacen nodos por equipos como filtro, medidor, válvulas, etc, ya que en estos descritos, el gas solo fluye y su función es cortar el suministro del mismo, medirlo o filtrar las impurezas, más no hay un cambio en las condiciones de operación de dicho combustible, por otro lado los reguladores es donde se hace un cambio en la presión y que es la variable principal en este tipo de sistemas.

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

En el Anexo 1.2 se muestra un diagrama de flujo DFP-EDVISIO y en el DTI que se muestra a continuación se puede ver la división de Nodos:

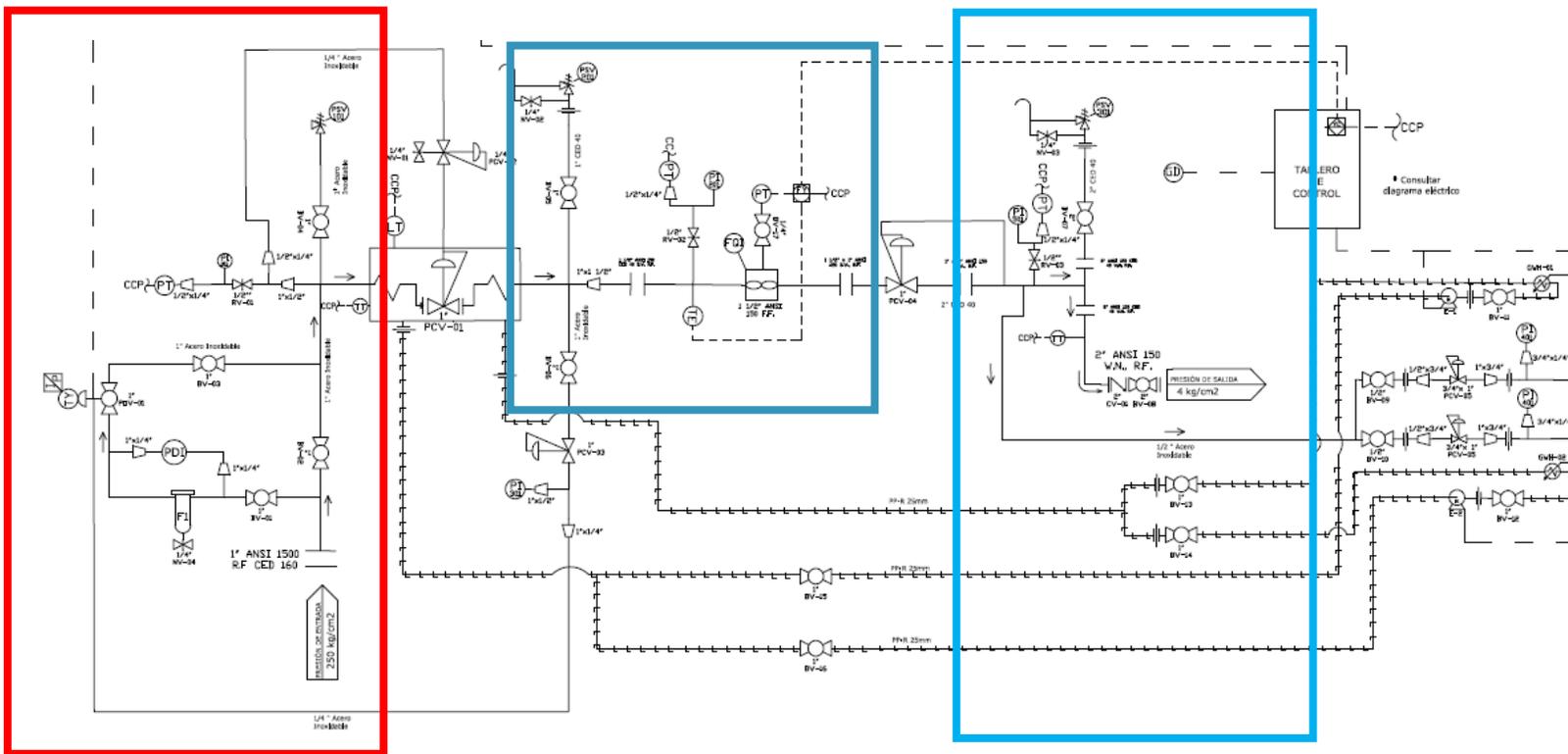


Figura 28 Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) de la descompresora

El nodo 1 cabe mencionar que viene desde la conexión con el tráiler y se identifica con el recuadro rojo.

El nodo 2 es el marcado con el recuadro verde.

El nodo 3 es el recuadro azul y también es importante mencionar que incluye la salida al usuario.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### V.1 Análisis cualitativo de riesgo

#### V.1.1 Identificación de peligros y evaluación de riesgos

##### **Metodología HazOp**

Esta técnica de análisis de riesgo cuestiona cada una de las partes críticas del proceso para descubrir desviaciones probables en éste, que pueden originar riesgos al personal, al proceso o a las instalaciones, a través del análisis sistemático de las causas y consecuencias de las desviaciones mediante “palabras guía”.

Para la hoja de trabajo propuesta, se propone que sea cualitativa y cuantitativa con el fin de cumplir con los requisitos de la guía, de forma cualitativa se verifican los posibles riesgos que afronta cada nodo de la estación, donde se observa desde la desviación, causa y consecuencias; en la parte cuantitativa se podrá verificar la frecuencia, exposición, consecuencia y magnitud de cada posible riesgo identificado, con esta hoja de trabajo del HazOp no solo se podrá identificar los riesgos, si no también jerarquizar.

De esa forma, a continuación, se muestra el desarrollo de las citadas metodologías, aplicada a la sustancia de interés:

Para su aplicación, se partió de considerar a todo el proyecto como un sistema; el cual se dividió en los nodos mencionados anteriormente, que fueron analizadas independientemente con la finalidad de detectar las posibles desviaciones que se pudieran presentar; así como sus causas, efectos y alcance; en función de las características de operación, del equipo involucrado, de los posibles factores externos y fenómenos naturales que pudieran influir en la desviación de su funcionamiento o condiciones normales.

Las “Desviaciones” son cambios que se presentan al propósito y puestas al descubierto por la aplicación sistemática de palabras claves (que pasa sí se reduce, sí se aumenta, sí se para, sí se arranca, sí se rompe, sí se descompone, etc.).

Las “Causas” son los motivos por los que se pueden presentar las desviaciones, cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.

Las “Consecuencias” son los resultados que se obtendrían en caso de que se presentaran las desviaciones.

Posteriormente, en función de la cantidad de material peligroso manejado y como consecuencia del alcance de las consecuencias, de cada parte del sistema, se procedió a calificar la magnitud de las consecuencias de las posibles desviaciones de cada parte del sistema, la cual se da con el producto de la Probabilidad (P) por la Exposición (E) por las Consecuencias (C) y se expresa de la siguiente manera:

$$MR = P \times E \times C$$

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

También se calificó cada parte del sistema en cuanto a la probabilidad de ocurrencia de sus desviaciones, y por consiguiente de sus consecuencias, de acuerdo a los antecedentes de riesgo registrados y de la facilidad con que podrían ocurrir. Mediante los siguientes valores:

*Tabla 20 Probabilidad de ocurrencia*

	<b>CALIFICACIÓN</b>
<b>PROBABILIDAD DE RIESGO</b>	
Virtualmente imposible (que prácticamente no ocurre)	<b>0.1</b>
Poco probable, pero posible (que puede ocurrir)	<b>3.0</b>
Muy probable (que puede ocurrir frecuentemente)	<b>6.0</b>
Altamente probable (que sí ocurre)	<b>10.0</b>
<b>FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN</b>	
Exposición mínima	<b>0.1</b>
Raro (unas pocas veces al año)	<b>1.0</b>
Ocasional (semanalmente)	<b>3.0</b>
Continuo (frecuente, diario)	<b>10.0</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS</b>	
No graves (sin lesión alguna, casi nada de daño material)	<b>0.5</b>
Apenas graves (lesiones tratadas con primeros auxilios)	<b>1.0</b>
Seria (lesión incapacitante y daños materiales por un monto de 365 días de salario mínimo para el D.F.)	<b>7.0</b>
Desastre (de una a cinco defunciones y daños materiales por un monto de hasta 30 veces el salario mínimo anual para el D.F.)	<b>40</b>
Catástrofe (más de cinco defunciones y daños materiales por un monto mayor de 30 veces el salario mínimo anual para el D.F.)	<b>100</b>

Para esta metodología se consideraron los elementos identificados por los cuales se generan riesgos en los Antecedentes e Incidentes del análisis preliminar.

Resultado de la aplicación de dicha metodología se obtuvo una matriz con 11 columnas, correspondientes a la palabra guía/parámetro de ingeniería y proceso, desviación probable, causas posibles de desviación, consecuencia de la desviación, alcance de las consecuencias, valore de probabilidad, exposición, consecuencias y magnitud y finalmente la acción recomendada. La siguiente tabla ejemplifica la matriz resultante, la cual puede ser consultada de forma completa en el Anexo 4.9.1.

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Tabla 21 Ejemplo Hoja de Trabajo HazOp

PALABRA GUÍA / PARÁMETRO DE ING. Y PROCESO	DESVIACIÓN PROBABLE	CAUSAS POSIBLES DE DESVIACIÓN	CONSECUENCIAS DE LA DESVIACIÓN	ALCANCE DE LAS CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD	EXPOSICIÓN	CONSECUENCIAS	MAGNITUD	ACCIÓN RECOMENDADA
NO  MANTENIMIENTO  NO  FLUJO	NODO 1. ENTRADA A ESTACIÓN DE DESCOMPRESIÓN PREVIO A REGULACIÓN								
	1.1.- No se tiene un procedimiento ordenado de mantenimiento de tuberías y accesorios en la conexión y entrada a estación.	- Falta de revisión de sucesos que dañan en instalación.	- Baja probabilidad de fugas. - Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes	- Daño a instalación (principalmente), daño a personal, daño atmosfera. Posible daño al exterior de la planta.	3.0	3.0	1.0	9.0	Para esto es necesario programar y revisar el cumplimiento de mantenimiento correspondiente.
	1.2.- No se cuenta con un programa de revisión (fugas, corrosión, debilitamiento).	- Detección fuera de tiempo de corrosión y fractura en líneas de combustible.	- Fractura de material debido a debilitamiento. - Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes debido a posibles fugas.	Daño a personal, instalación, daño a la atmosfera. Posible daño al exterior de la planta.	3.0	1.0	7.0	2.1	Programar, supervisar y realizar el mantenimiento de tuberías, así como estar en constante supervisión de su estado.
	1.3.- No se cuenta con válvulas de corte de flujo a intervalos y en sitios estratégicos, para aislar para reparación de líneas.	- No se puede dar mantenimiento, y retraso del mismo, en la instalación	-Fractura de líneas por falta de reparación. -Fugas. -Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes	Daños a instalación. Posible daño a personal y atmosfera. Posible daño al exterior de la planta.	0.1	1.0	1.0	0.1	Es necesario realizar revisiones plasmando a su vez en una bitácora dicha revisión como evidencia.
	1.4.- Cuando se detecta una fuga, se soluciona únicamente ese problema, sin mayor inspección.	- Existencia de daño a línea o accesorio en conexión sin su detección oportuna.	-Fractura de material, por corrosión en algún otro punto -Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes, por fugas en algún otro punto	Daño de instalación, y personal. Daño a la atmosfera. Posible daño al exterior de la planta.	3.0	1.0	1.0	3.0	Realizar la inspección correspondiente.
	1.5 Ausencia de flujo de gas natural	- Fallo de válvula de corte en la estación. O mala conexión	-Falta de combustible al usuario	Paro de equipos que necesiten el combustible. Muy posible paro de planta.	3.0	1.0	0.5	1.5	Apegarse a los manuales de procedimiento de los equipos y accesorios para una operación adecuada.
1.6.- Fuga de gas en línea de llegada a estación	- Riesgo de formación de nubes y acumulación de gas	- Probabilidad de dardos de fuego o formación de nubes.	Daños a personal, daños a caseta, muy probable al exterior. Daño al ambiente.	3.0	0.1	7.0	2.1		
<b>SUBTOTAL 2.1</b>					<b>15.1</b>	<b>6.1</b>	<b>23.5</b>	<b>17.8</b>	

Posteriormente, de la matriz anterior se identificaron **los casos o posibles fallos (eventos) más críticos** en cada uno de los tres nodos propuestos en el sistema y se jerarquizarán con la matriz de jerarquización más adelante mostrada.

Como resultado de lo anterior se obtuvo la siguiente tabla de resumen de resultados de la aplicación de la metodología HAZOP, donde se muestran los tres nodos de importancia (y con los cuales se trabajará todo el estudio) y su magnitud y probabilidad, tanto por nodo como por evento principal.

Tabla 22 Resultados finales HazOp

Número/Nombre de nodo	Total por nodo	
	Magnitud	Probabilidad
<b>1. Entrada a estación de descompresión previo a regulación</b>	<b>76.1</b>	<b>18.6</b>
<b>Evento por nodo 1</b>		
1.1.- No se tiene un procedimiento ordenado de mantenimiento de tuberías y accesorios en la conexión y entrada a estación.	3.0	3.0
1.2.- No se cuenta con un programa de revisión (fugas, corrosión, debilitamiento).	21.0	3.0
1.3.- No se cuenta con válvulas de corte de flujo a intervalos y en sitios estratégicos, para aislar para reparación de líneas.	0.1	0.1
1.7.- El montaje de líneas y accesorios es deficiente.	0.3	0.1
1.8.- Las temperaturas y presiones de operación exceden las de diseño de tuberías y accesorios.	2.1	0.1
1.10.- Falta de señalamiento e identificación de la estación de descompresión	0.3	0.1
<b>2. Tubería de la estación de descompresión posterior a primer regulador</b>	<b>84.6</b>	<b>21.5</b>

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Número/Nombre de nodo	Total por nodo	
	Magnitud	Probabilidad
<b>Evento por nodo 2</b>		
2.1.- Deterioro de líneas y accesorios de regulación (válvulas) de gas.	21.0	3.0
2.2.- Fuga de gas en tubería	21.0	3.0
2.3.- Congelamiento de línea de gas natural	1.5	3.0
2.7.- Falta de supervisión de buen estado de reguladores y válvulas de seguridad	9.0	3.0
2.8.- Falta de sistemas de corte de flujo rápido	2.1	0.1
2.9.- Falta de mecanismo de filtro antes del cabezal de regulación	0.15	0.1
<b>3. Tubería a la salida de la descompresora</b>	<b>69.6</b>	<b>15.4</b>
<b>Evento por nodo 2</b>		
3.4.- Cuando se detecta una fuga, se soluciona únicamente ese problema, sin mayor inspección.	21.0	3.0
3.5 Falla en intercambiadores de calor	9.0	3.0
3.6.- Falla en etapa de regulación	9.0	3.0
3.9.- Falta de válvula de seccionamiento a la salida de la descompresora	2.1	0.1

También se puede observar que después de identificar y jerarquizar los nodos con esta metodología, los posibles fallos que más riesgos atraen son los siguientes:

- Fuga de gas natural
- Fracturas de material
- Ausencia de flujo
- No mantenimiento
- No supervisión ni procedimientos
- Condiciones de operación excedidas
- No existe capacitación
- No existen sistemas ni atención a emergencias

Estos fallos se meterán a la matriz de jerarquización, con el fin de verificar por nodo cual es la consecuencia de cada uno y poder plantear escenarios de riesgo a modelar y evaluar.

También se pueden observar con esta metodología el nivel de Riesgo de Cada Nodo: Tolerable, No Tolerable y/o ALARP (Tan Bajo como sea Razonablemente Posible).

### V.1.2 Jerarquización de escenarios de riesgo

#### **Matriz de jerarquización**

Para realizar una jerarquización más visual de los riesgos involucrados en la Estación de Descompresión de Gas Natural, se llevó a cabo la metodología de evaluación por una Matriz de Jerarquización. Mediante los puntos de riesgo establecidos con la metodología

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

anterior, se condensó la información de cómo podrían suceder los riesgos en una matriz de jerarquización, la cual permite identificar los posibles escenarios a modelar.

Para la ejecución de esta metodología se clasifica el riesgo, la severidad y la ocurrencia de cada posible fallo, posteriormente éstos valores son interpolados y se determina el riesgo total de cada evento por nodo, éstos pueden clasificarse como riesgos altos, medio o bajo (no tolerables, ALARP, tolerables (con revisión/sin revisión de forma correspondiente). Para aplicar esta metodología se consideraron los siguientes fallos por nodo (resultantes del análisis HAZOP ya mencionados):

- Fuga de gas natural
- Fracturas de material
- Ausencia de flujo
- No mantenimiento
- No supervisión ni procedimientos
- Condiciones de operación excedidas
- No existe capacitación
- No existen sistemas ni atención a emergencias

Resultado de esta metodología se obtuvieron las siguientes tres matrices de jerarquización, una para cada nodo de interés. Los cuadros marcados en rojo corresponden a riesgos “Altos”, los naranjas a “Medio” y amarillos/verdes (Con revisión/sin revisión) a “Bajo”. El procedimiento de estas matrices se puede consultar en el Anexo 4.6, donde se muestra desde su introducción y desarrollo, los resultados se muestran a continuación:

\*Es importante mencionar que se consideraron las salvaguardas y criterios de mantenimiento, que se mencionaron con anterioridad con los que cuenta la estación de descompresión, con el fin de que la frecuencia sea lo más aproximado a la realidad, sin embargo, para la severidad no se consideran esperando el escenario más crítico y obtener los máximos daños posibles.

\*Los receptores de riesgo de estos nodos se podrán verificar en el informe técnico que se muestra en el Punto VIII.3 contenido en el Resumen Ejecutivo de este estudio, y que son derivados a partir de los radios de afectación por nodo.

*Tabla 23 Jerarquización de riesgos en el Nodo 1 (Entrada a estación de descompresión previo a regulación).*

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional			No Supervisión ni procedimientos	
Remoto		Fuga de Gas Natural Fractura de Material	No existe capacitación No existen sistemas ni	Ausencia de Gas Natural

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
			atención a emergencias No Mantenimiento	
Improbable		Condiciones de Operación Excedidas		

Tabla 24 Jerarquización de riesgos en el Nodo 2 (Tubería de la estación de descompresión posterior a primera etapa de regulación, incluye paso de segunda regulación).

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional			No supervisión ni procedimientos	
Remoto		Fuga de Gas Natural Fractura de Material	No existe capacitación No Mantenimiento No existen sistemas ni atención a emergencias	Ausencia de Gas Natural
Improbable		Condiciones de Operación Excedidas		

Tabla 25 Jerarquización de riesgos en el Nodo 3 (Salida de la estación de descompresión posterior a tercera etapa de regulación y previo a conexión con infraestructura de usuario).

Frecuencia	Severidad			
	Catastrófico	Crítico	Marginal	Insignificante
Frecuente				
Probable				
Ocasional				No supervisión ni procedimientos
Remoto		Fuga de Gas Natural Fractura de material	No existen sistemas de atención a emergencias No mantenimiento	Ausencia de Gas Natural No existe capacitación
Improbable		Condiciones de Operación Excedidas		

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados anteriores.

Tabla 26 Jerarquización de riesgos totales por nodo

Nodo	Nivel de Riesgo			
	No Tolerable	ALARP	Tolerable	Tolerable
1	0	0	7	1
2	0	0	7	1
3	0	0	5	3

Como se puede observar los riesgos caen en regiones de frecuencia y severidad similares en los 3 nodos, ya que como se mencionó anteriormente, la estación de descompresión se podría considerar como un solo nodo, y otros factores que influyen en esto, son las salvaguardas, filosofía de seguridad y operacional, así como los programas de mantenimiento que se tienen, estos hacen que la frecuencia disminuya de forma drástica, a pesar de tener una severidad crítica.

En conclusión, el nodo 1 es el que presenta mayores riesgos, esto debido a la severidad aunada a las condiciones donde se maneja la más alta presión. El nodo 2 presenta un comportamiento similar al nodo 1, sin embargo, su severidad y frecuencia es menor debido a que es una línea con menor presión y es un tramo pequeño en cuestión de accesorios, equipos y tubería. En el nodo 3 localizamos el menor riesgo incluso mayor número de riesgos tolerables con revisión ya que la presión es muy manejable para el operador.

Un punto a resaltar es que los riesgos asociados a Fuga de Gas Natural, Fracturas de material, y condiciones de operación excedidas, generan la severidad más crítica en los tres nodos, y esto debido a que son riesgos que podrían provocar nubes de gas y dardos de fuego sin importar la presión en la que se encuentre, lo cual podría provocar daños al sistema y alguna herida a personal, sin embargo, lo siguiente apoya a disminuir la frecuencia como ya se comentó:

Sobre las condiciones de operación excedidas a pesar de tener una severidad crítica, se tiene el control desde el diseño de la estación (validado internamente), por lo que no se contempla presentar una modelación con esta causa debido a su improbabilidad de que suceda un riesgo por esta situación.

La fractura o daño al sistema, disminuye su frecuencia gracias a los programas que la empresa a desarrollado, así como la supervisión que se tendrá. Sumado a esto, las salvaguardas apoyadas en los accesorios, principalmente válvulas de corte apoyan a disminuir de igual forma la frecuencia y en consecuencia el riesgo.

Por otra parte, todas las fallas anteriores que se ingresaron a la matriz, si ocurrieran como consecuencia se tendría una fractura de material o una mala instalación de los equipos, estas consecuencias a su vez darían pie a una fuga de gas natural.

Por lo que, la fractura o mala instalación se pueden dar en la tubería o algún accesorio de la descompresora, y debido a **esto los escenarios que se construirán son modelar fugas de combustible por orificios generados en accesorios o en algún tramo de tubería.**

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

NOTA: El tamaño de los orificios que se proponen en los escenarios, van en función del tamaño de las conexiones que se tienen (1” y 2” en acero al carbón), por lo que se tendrán tamaños en ¼” y ½” respectivamente.

Con todo lo anterior, es decir, considerando los resultados de la metodología HAZOP y la Matriz de jerarquización, como se mencionó se puede concluir que; *posterior al punto de conexión con el tráiler (previo a regulación en estación de descompresión), el proceso tiene una mayor magnitud de riesgo debido a la infraestructura que lo conforma, así como a sus condiciones de operación. Así mismo, se determinó que la salida de la descompresora es donde se localiza el menor nivel de riesgo, ya que las condiciones operativas son menos drásticas, aunque los riesgos son más frecuentes de presentarse.*

Así, los escenarios de riesgo a simular se han propuesto realizar en los puntos clave a lo largo del sistema (cambios de presión), realizando énfasis en el área de mayor riesgo conforme con los resultados de la metodología HAZOP y la Matriz de jerarquización, y proponiendo fugas de gas natural por fracturas de material o mala instalación en tuberías o accesorios, quedando de la siguiente manera:

**Nodo 1a:** fuga accidental de gas natural por un orificio equivalente a ¼” de diámetro, en una junta, brida o tubería en mal estado a la entrada de la estación de descompresión previo a regulación (3,625 psig), ubicada dentro del predio propiedad del usuario, durante un tiempo promedio de **10 minutos**, que es el tiempo requerido para que la válvula de corte se cierre y que se active el programa de atención de emergencias donde el personal de seguridad de Accesgas y el usuario, cierre las demás válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.

**Nodo 1b:** fuga accidental de gas natural por una ruptura total de tubería, esto a la entrada de la estación de descompresión previo a regulación (3,625 psig), ubicada dentro del predio propiedad del usuario, durante un tiempo promedio de **4 minutos**, que es el tiempo requerido para que la válvula de corte se cierre y que se active el programa de atención de emergencias donde el personal de seguridad de Accesgas y el usuario, cierre las demás válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.

**Nodo 2a:** fuga accidental de gas natural por un orificio equivalente a ¼” de diámetro en una junta, brida o tubería en mal estado, esto al término de la primera etapa de regulación (200 psig) de la estación de descompresión, ubicada dentro del predio propiedad del usuario, durante un tiempo promedio de **10 minutos**, que es el tiempo requerido para que la válvula de corte se cierre y que se active el programa de atención de emergencias donde el personal de seguridad de Accesgas y el usuario, cierre las demás válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.

**Nodo 2b:** fuga accidental de gas natural por una ruptura total de la tubería, esto al término de la primera etapa de regulación (200 psig) de la estación de descompresión, ubicada dentro del predio propiedad del usuario, durante un tiempo promedio de **4 minutos**, que es el tiempo requerido para que la válvula de corte se cierre y que se active el programa de atención de emergencias donde el personal de seguridad de Accesgas y el usuario, cierre las demás válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

**Nodo 3:** fuga accidental de gas natural por un orificio equivalente a ½” de diámetro, en una junta, brida o tubería en mal estado posterior a la tercera etapa de regulación, a la salida de la estación de descompresión (58 psig), ubicada dentro del predio propiedad del usuario, durante un tiempo promedio de **10 minutos**, que es el tiempo requerido para que la válvula de corte se cierre y que se active el programa de atención de emergencias donde el personal de seguridad de Accesgas y el usuario, cierre las demás válvulas de seccionamiento que aíslen el sistema.

Las memorias de cálculo de estos nodos se podrán verificar en los Anexos 4.10.1, 4.10.2, 4.10.3, 4.10.4 y 4.10.5

### V.2 Análisis Cuantitativo de Riesgo

#### V.2.1 Análisis Detallado de Frecuencias

Debido a que no se presentaron riesgos en las regiones de “no tolerables” o “ALARP”, no se lleva a cabo un análisis detallado de frecuencias.

#### V.2.2 Análisis Detallado de Consecuencias

A pesar de no contar con escenarios de riesgo que se hayan identificado con un nivel “no tolerable” o “ALARP”, es importante conocer en caso de fuga los radios de afectación y consecuencias de esta en cada uno de los escenarios propuestos anteriormente.

Las memorias de las simulaciones se podrán verificar en los anexos 4.10.1, 4.10.2, 4.10.3, 4.10.4 y 4.10.5 de este estudio de riesgo, donde se mencionan todos los datos, aspectos técnicos y factores considerados para cada escenario de riesgo. Como se mencionó anteriormente se ocupará gas natural como única sustancia en el proceso (en el Anexo 3.1 se puede consultar su Hoja de Seguridad y Datos).

Acorde a dichas memorias podemos obtener lo siguiente:

*Tabla 27 Tasa de Descarga*

Nodo	Escenario	Diámetro	Flujo (lb/min)	Presión (psig)	Temperatura (°C)	Duración de fuga (min)	Tasa de Descarga
1A	Fuga previo a regulación	0.25”	136.06	3,625	25	10	136.06
1B	Fuga previo a regulación	1”	1,524.1	3,625	25	4	1,524.1
2A	Posterior a primera etapa de regulación	0.25”	8.13	200	25	10	8.13
2B	Posterior a primera etapa de regulación	1”	81.5	200	25	4	81.5
3	Salida de regulación	0.5”	6.50	58	20	10	6.50

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### **Radio de Afectación**

La emisión de contaminantes a la atmósfera y el importante manejo de sustancias peligrosas debido a las actividades industriales, son actualmente un aspecto de gran atención ambiental, salud y seguridad. Por lo que la siguiente etapa del análisis de riesgo ambiental es determinar cuáles serían las consecuencias de los posibles eventos no deseados, para ello se utilizó un programa electrónico de simulación a manera de poder cuantificar sus efectos.

El aspecto de manejo, transporte, compresión o descompresión de sustancias peligrosas es de importancia debido a los efectos que se pueden presentar en caso de accidente; de particular interés es el referente a la liberación en la atmósfera de un gas o vapor tóxicos provenientes de una fuga. Al respecto, el factor crítico a considerar es la posible exposición de la población a concentraciones que puedan afectar severamente su salud o incluso provocar su muerte.

Una situación parecida a la anterior es la relativa a la liberación masiva e instantánea de un gas tóxico el cual forma una nube o "puff" que es transportada por el viento. Aquí es importante poder prevenir la exposición de la población a niveles peligrosos o letales. En este proyecto, el manejo de gas natural implica riesgos de fuga y deflagración entre otros. En este caso, es importante estimar los radios de afectación y la magnitud de los daños potenciales por la ocurrencia de un evento explosivo, considerando el personal expuesto y las características de las instalaciones y procesos existentes.

La falla se puede detectar por medio de la diferencia entre presiones y cantidades el suministro y el consumo de gas natural, o por un tercero que notifique la fuga. Es importante señalar que las simulaciones que se presentan fueron realizadas observando las condiciones climatológicas y meteorológicas extremas del sistema ambiental Anexo 4.10, así como las propiedades específicas de la sustancia estudiada. La importancia de esta observación radica en el hecho de que, en caso de presentarse alguno de los eventos definidos, no significa que se presentará el comportamiento que se determinó con la simulación, ya que las condiciones pueden ser completamente diferentes y pueden generar situaciones de menor riesgo.

Juegan un papel importante entre los criterios a observar en la evaluación de riesgo ambiental, el establecimiento de parámetros de medición mediante los cuales se fijan valores tope que permitan salvaguardar la salud de quienes se encuentran en los alrededores de instalaciones de alto riesgo, así como proteger sus bienes.

En lo relativo a la afectación por riesgo de actividades en las cuales se utilizan sustancias con características explosivas, el caso del proyecto en comento para la determinación de la **zona de alto riesgo**, se establece como parámetro de afectación las ondas de sobrepresión de 0.070 Kg/cm<sup>2</sup> (1 PSIG), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia desde el punto donde se puede formar la nube explosiva y cuyo extremo representa la distancia a la cual se tiene una onda con valor equivalente a dicha sobrepresión.

Para el establecimiento de la **zona de amortiguamiento**, se establece como parámetro de afectación 0.035 Kg/cm<sup>2</sup> (0.5 PSIG), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia desde donde se encuentra el punto de

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

formación de la nube explosiva y cuyo extremo representa la distancia a la cual se tiene la citada onda de sobrepresión.

Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos.

### *a) Simulación de Eventos de Riesgo*

Es relevante señalar el hecho de que los eventos modelados a continuación, se refieren a los posibles escenarios que mayores consecuencias pueden tener en la operación de la estación de descompresión.

La simulación o modelación de estos eventos se ha realizado con los modelos matemáticos del paquete ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**), el cual está integrado por tres modelos:

- Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.
- Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

Los tres modelos de dispersión son del tipo Gaussiano y permiten obtener estimaciones de concentraciones en el aire, considerando condiciones de emisión y estabilidad atmosférica particulares. Este paquete de simulación debe considerarse primariamente como herramienta de evaluación preliminar para el análisis detallado de posibles situaciones de dispersión de un contaminante a través del cual se pueden simular o representar condiciones específicas de un emisor y su entorno.

### *b) Consideraciones primarias*

Es muy importante mencionar los siguientes aspectos considerados en la determinación del evento de riesgo:

- El modelo que se utilizará para simular este escenario es el de una nube de explosiva de vapor sin confinar, mencionado anteriormente. El efecto de explosividad que se puede producir por la ignición de una nube de vapor inflamable sin confinar es una de las **menos frecuentes**, pero con consecuencias más severas.
- Es importante mencionar que, en la mayoría de los programas de simulación, es común expresar la energía liberada de la sustancia explosiva relacionada a una carga equivalente de TNT, así como también se emplean los datos disponibles de sobrepresión producidas en explosiones por TNT.

En los anexos 4.10.1, 4.10.2, 4.10.3, 4.10.4 y 4.10.5 se pueden verificar los correspondientes a las modelaciones realizadas para este proyecto en las memorias de cada Nodo, y en el punto posterior, se mostrarán los radios de afectación de igual forma de cada Nodo.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Para evaluar la magnitud de las consecuencias o daños que ocasionarían accidentes o eventos relacionados con la liberación o emisión de **gas natural**, se realizó utilizando el programa de simulación conocido como:

**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation** (ARCHIE, ver.1.00).  
Federal Emergency Management Agency, U.S.A.  
U.S. Department of Transportation  
U.S. Environmental Protection Agency  
Microsoft Corp. 1982-1986

Este programa fue desarrollado por el Gobierno Federal de los Estados Unidos a través de la Administración de Programas Especiales e Investigación de la Oficina de Transporte de Materiales Peligrosos de su Departamento de Transportación. Considerando los criterios del Instituto Americano de Ingenieros Químicos de U.S.A., AICHE y del Banco Mundial.

Este simulador de riesgo es aceptado por la Ocupacional Safety and Health Administration (OSHA) y la United States Environmental Protection Agency (USEPA).

Mediante este paquete se asignan parámetros que caracterizan al evento y se efectúa la modelación de consecuencias considerando dispersión atmosférica, inflamabilidad y toxicidad en su descarga hacia la atmósfera.

El fundamento matemático y científico del citado simulador, así como las instrucciones para su utilización están contenidos en el Software correspondiente.

Adicionalmente se recurrió a la aplicación de ecuaciones utilizadas para estimación de los parámetros de riesgo, ecuaciones citadas en la publicación "Control de Riesgo de Accidentes Mayores" editado por la Organización Internacional del Trabajo OIT, basadas a su vez en datos del Banco Mundial, así mismo también citadas en diversos textos y artículos técnicos de análisis de riesgo.

Para las condiciones ambientales, se consideraron las peores condiciones posibles, es decir el caso de una fuga que no es detectada y atendida a tiempo, se consideró con dos **estabilidades atmosféricas tipo B y tipo F**, siendo F la más crítica, es decir, estable, de noche, con nubosidad poco densa y sin capa de inversión durante por lo menos 10 minutos.

### V.2.3 Representación en planos de los resultados de la Simulación de consecuencia (radios potenciales de afectación)

En el Anexo 4.11 se muestran los radios de afectación derivados de los escenarios propuestos en las memorias correspondientes, en dichas imágenes se muestran las zonas de alto riesgo y amortiguamiento.

#### NOTA:

1. Las interacciones se podrán consultar en el siguiente punto “Análisis de Vulnerabilidad”
2. Debido a las distancias y tamaño de la instalación es suficiente la impresión de hoja tamaño carta.
3. El nombre del responsable de elaboración se mencionan de los radios.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### V.3 Análisis de Riesgo

#### V.3.1 Reposicionamiento de Escenarios de Riesgo

Debido a que no se presentaron riesgos en las regiones de “no tolerables” o “ALARP”, no se lleva a cabo un reposicionamiento de escenarios de riesgo, y se procede a un análisis de vulnerabilidad.

#### V.3.2 Análisis de Vulnerabilidad

Los accidentes en tuberías de conducción de hidrocarburos se distribuyen aproximadamente de la siguiente manera: 41% corrosión, falla de material 25%, golpes de maquinaria 13%, toma clandestina 4.5%, fisura en soldaduras 3%, otras causas 13.5%.

Si bien el riesgo existirá siempre, su cuantificación es una parte esencial para su mejor administración y prevención, por lo que se debe contar con herramientas adecuadas para evaluarlo de la mejor manera posible.

Los análisis de consecuencias y riesgos consisten en generar situaciones de riesgo o los denominados posibles escenarios de riesgo. En la simulación de los peores escenarios no se consideró intencionalmente ninguna de las medidas de seguridad con que se cuenta (sistemas de control y mecanismos o procedimientos de respuesta) (solo para la frecuencia fueron considerados) con el fin de visualizar el grado de afectación que tendría lugar en cada uno de los eventos máximos catastróficos considerados durante la modelación.

De acuerdo con la información levantada en sitio, la estación de descompresión no tendrá interacción con otras áreas, equipos o instalaciones, solo tendrá interacción con los aspectos ya identificados en la descripción del proyecto:

*Tabla 28 Interacciones*

<b>NODO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INTERACCIÓN</b>	<b>MEDIDA PREVENTIVA</b>
1	Estación de Descompresión	*Infraestructura del usuario  *Pequeña zona urbana perteneciente a fraccionamiento.  *Caminos de acceso  *Asentamientos industriales aislados.	*Respetar programas de mantenimiento y supervisión de equipos, accesorios y líneas  *Contar con plan de atención a emergencias  *Atender los requerimientos de seguridad de la zona industrial.

\* Estas interacciones no se dan en algún lugar techado o confinado, por lo que el gas natural en caso de fuga no encontraría ambiente explosivo, y en consecuencia no presenta efecto domino.

\* Es importante mencionar que el gas natural debido a sus características tiende a elevarse y dispersarse, por lo que posterior a salir de la descompresora, no formaría alguna nube explosiva a nivel de equipos o sitio.

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

A continuación, acorde a los radios de afectación obtenidos se muestran las interacciones que se tiene con el medio ambiente, social e infraestructura:

Tabla 29 Resultados por nodo.

		Nodos				
		1A	1B	2A	2B	3
<b>Dardos de fuego</b>	Distancias	Amortiguamiento: 41.75 m Riesgo: 21.03 m	Amortiguamiento: 166.72 m Riesgo: 83.51 m	Amortiguamiento: 10.97 m Riesgo: 5.48 m	Amortiguamiento: 43.58 m Riesgo: 21.94 m	Amortiguamiento: 12.80 m Riesgo: 6.40 m
	Efectos	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (estación de descompresión y límites de las edificaciones del usuario)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración de la calidad escénica) Infraestructura (patios de la empresa y edificaciones y, descompresora; posible alcance a algunas naves industriales cercanas)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Infraestructura (misma esta de descompresión)	Suelo (Modificación de las características del suelo) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (estación de descompresión y límites de las edificaciones del usuario))	Suelo (Modificación de las características del suelo) Infraestructura (misma esta de descompresión)
<b>Nube de Gas inflamable</b>	Distancias	Distancia de Riesgo: 69.18 m Ancho máximo de Riesgo: 62.17 m	Distancia de Riesgo: 241.40 m Ancho máximo de Riesgo: 193.24 m	Distancia de Riesgo: 15.24 m Ancho máximo de Riesgo: 13.71 m	Distancia de Riesgo: 52.42 m Ancho máximo de Riesgo: 47.24 m	Distancia de Riesgo: 13.41 m Ancho máximo de Riesgo: 12.19 m
	Efectos (Debido a que los radios del sistema ambiental son menores, se incluyen sus interacciones aquí)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (posible contaminación en una edificación de la empresa)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (alteración en calidad escénica) Salud (Alcance a trabajadores de la estación, de la empresa) Infraestructura (posible contaminación en algunas edificaciones cercanas y del usuario)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (alteración en calidad escénica) Salud (Alcance a trabajadores de la estación, de la empresa) Infraestructura (posible contaminación en algunas edificaciones cercanas y del usuario)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)
<b>Nube de vapor</b>	Distancias	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 45.72 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 155.14 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 11.27 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 35.35 m	Distancia de Alcance en caso de Explosión: 10.05 m

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

		Nodos				
		1A	1B	2A	2B	3
	Efectos	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (descompresora y edificación de usuario)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (alteración en calidad escénica) Salud (Alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (descompresora y edificaciones usuario)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Salud (Posible alcance a trabajadores de la empresa) Infraestructura (descompresora y edificación de usuario)	Calidad del Aire (Emisión de contaminante atmosféricos) Paisaje (Alteración en la calidad escénica) Infraestructura (descompresora)

### Medidas Preventivas

Las medidas preventivas que se describen a continuación fueron propuestas con base a los riesgos que podrían tener una mayor probabilidad obtenidos del HazOp y la matriz de jerarquización, de igual forma se consideraron los posibles radios de afectación que fueron calculados con el programa ARCHIE. Estas medidas también se mencionarán más adelante.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

Tabla 30 Medidas de prevención y mitigación

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO							
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación			
		No.	Descripción	Descripción			
Fuga de Gas Natural	Fracturas en tubería.	FG.1	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de corrosión o debilitamiento de tubería.	En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar:  *Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor  <b>NOTA:</b> En el caso de nubes inflamables y nubes de vapor (cabe mencionar que debido a que la estación tendrá ventilación, no existirá riesgo de explosión o incendio por confinamiento)	<u>Dardos de Fuego</u>		
		FG.2	Contar con válvulas de seccionamiento que aislen el sistema.		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>	
		FG.3	Contar con detectores de gas natural e índice de zona explosiva		Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.	
		FG.4	Al momento de presentarse una fuga, cerrar válvulas que se encuentren corriente arriba y debajo de la fuga, con el fin de aislar el tramo o instrumento dañado.		Personal o Población	Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.	
		FG.5	Informar a los involucrados que puedan dar solución al evento.		Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.	
	Fracturas en accesorios o instrumentación.	FG.6	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos.		<u>Nubes Inflamables</u>		
		FG.7	Se siguen recomendaciones FG.2, FG.3 y FG.5		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>	
	Operación inadecuada de la estación.	FG.8	Contar con un programa de pruebas de hermeticidad y recertificación de materiales acorde con recomendaciones de fabricante y normatividad.		Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la situación, mantener la zona sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.	
		FG.9	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.			Se atenderán con primeros auxilios a las personas	

**ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL**

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

<b>RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO</b>							
<b>Riesgo Identificado</b>	<b>Causas o Fallos</b>	<b>Medidas de prevención y Recomendación Sugerida</b>		<b>Medidas de Mitigación</b>			
		<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Descripción</b>			
		<b>FG.10</b>	Realizar bitácoras para reportar el mantenimiento, fallas y reparaciones a la estación.			involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo, ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.	
Fracturas de material	Operación inadecuada de la estación	<b>FM.1</b>	Capacitación adecuada del personal a operar la estación.	<p><b>NOTA:</b> En caso de presentarse fracturas de material, se generaría una fuga de gas natural, por lo que las medidas de mitigación serían las mencionadas en el punto anterior.</p> <p>En este apartado cuando se presenta un impacto, es al generarse una fuga de gas natural, la misma puede ocasionar:</p> <p>*Dardos de fuego *Nubes inflamables y nubes de vapor</p> <p><b>NOTA:</b> En el caso de nubes inflamables y nubes de vapor (cabe mencionar que debido a que la estación tendrá ventilación, no existirá riesgo de explosión o incendio por confinamiento)</p>	<u>Dardos de Fuego</u>		
	Falta de mantenimiento	<b>FM.2</b>	Contar con programas de operación y mantenimiento de la estación		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>	
		<b>FM.13</b>	En caso de presentarse alguna fractura, aislar el tramo dañado, y reemplazar bajo procedimiento autorizado. Se debe contar con un stock de tubería e instrumentos.		Suelo y/o vegetación	Se propone la remediación del cual resulte impactado, dejando el sitio en condiciones originales.	
		<b>FM.14</b>	Calibrar y certificar los materiales acordes con proveedor y normas.		Personal o Población	Se brindarán los primeros auxilios y en caso de requerir una mayor atención, trasladar a la clínica más cercana al punto.	
		<b>FM.15</b>	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de corrosión o debilitamiento de tubería.		Infraestructura	Se propone reparar el daño y las consecuencias que traiga el mismo.	
	Falta de supervisión	<b>FM.16</b>	Revisión continua por parte de operador para verificar puntos de unión de accesorios o instrumentos		<u>Nubes Inflamables</u>		
		<b>FM.17</b>	Contar con un programa de supervisión y procedimientos definidos que puedan consultar los operadores para evitar el riesgo		<u>Afectación</u>	<u>Medida</u>	
	Falta de procedimientos	<b>FM.18</b>	Verificar que se cuente con dictámenes de diseño y certificado de materiales y accesorios (e instrumentos).		Personal o Población	Se propone, contar con un procedimiento y adiestramiento adecuado de personal para controlar la situación, mantener la zona sin personas o alguien ajeno, y alejarse de lugares confinados cercanos, detectando la nube a partir de un detector portátil de gas natural.	
		<b>FM.19</b>	Reportar en una bitácora el estado de los materiales.			Se atenderán con primeros auxilios a las personas	

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

RECOMENDACIONES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN / MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS DE ACUERDO CON IMPACTO GENERADO					
Riesgo Identificado	Causas o Fallos	Medidas de prevención y Recomendación Sugerida		Medidas de Mitigación	
		No.	Descripción	Descripción	
		FM.20	Actualizar los procedimientos cada que haya cambio de condiciones de operación, de equipo, de filosofía operacional o en base a normatividad.		involucradas, verificando que la persona no se encuentre en un estado anormal. Asimismo, ofrecer oxígeno a la gente que sienta dificultad para respirar.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

### V.4. Determinación de Medidas de reducción de Riesgo adicionales para Escenarios de Riesgo no tolerables y/o ALARP

En la identificación y jerarquización de riesgos, haciendo el uso de metodologías y considerando, para la frecuencia, las salvaguardas, procedimientos y programas que se tenían, los riesgos presentados para cada nodo están en la región de tolerables con revisión y tolerables sin revisión, por lo que este punto no se desarrolla

## VI. Sistemas de Seguridad y Medidas para administrar los escenarios de riesgo

### Descripción de los equipos, medidas y dispositivos de seguridad

La reducción de riesgos comienza con el diseño de la estación de descompresión. Como mínimo, deberán observarse estrictamente todos los códigos, las reglamentaciones y las leyes mexicanas. Durante el proceso del diseño se toman en cuenta varios factores, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Especificaciones para la tubería, tales como la de Resistencia a la Cedencia (SMYS), capacidad de conducción y la de Máxima Presión de Operación (MAOP), inclinación, espesor de las paredes, resistencia a la fractura, recubrimiento, soldabilidad, fatiga y vida útil
- Sobrepresión y control de la velocidad del gas
- Especificaciones de los reguladores
- Espaciamiento entre válvulas
- Procedimientos e inspecciones de calidad
- Especificaciones de sistemas de seguridad
- Medios de calentamiento

Como dispositivos de seguridad que se deben contar, se encuentra al menos con extintores PQS y de CO<sub>2</sub>, así como detectores de gas natural fijos, cono de viento, señalización (a la entrada y a un costado de la estación) y apartarrayos (sistema de tierras), la ubicación es propuesta como se ve en la siguiente imagen:

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

*Figura 29 Dispositivos de seguridad en la estación*

Es importante mencionar lo establecido por la normatividad nacional y la **NOM-010-ASEA-2016**, por lo que la estación deberá apearse a lo siguiente:

### Componentes

- Las mangueras deben contar con un dispositivo de ruptura que se separa cuando la manguera es jalada accidentalmente con una fuerza que excede el valor especificado a efecto de suspender el flujo de gas natural y proteger contra daños a la estación.
- Para el seccionamiento o corte de flujo de gas natural en un sistema, se deben utilizar válvulas para gas natural de cierre rápido, que soporten la presión de diseño.
- Se deben usar válvulas para gas natural del tipo cierre rápido de un cuarto de vuelta donde se tenga una línea de desvío o puenteo que soporten la presión de diseño, de igual forma deben localizarse en lugares de fácil e inmediato acceso que permitan su operación en casos de emergencia.
- Cuando se instalen manómetros, éstos deben ir precedidos de una válvula de bloqueo.
- Las bridas y accesorios bridados que se instalen deben satisfacer los requisitos mínimos de temperatura y presión de diseño de la estación de descompresión.
- Contar con los componentes, dispositivos y accesorios necesarios para controlar la fuga de gas que pueda presentarse en caso de que la manguera se reviente por la presión o se rompa.
- Contar con un sistema de calentamiento con el fin de evitar el congelamiento de líneas y daño a instrumentos.
- Mantener venteos y paros de emergencias ante cualquier emergencia de acuerdo a condiciones de operación o ruptura.

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

**Protección Contra Corrosión**

- Los tubos de acero negros, conexiones, accesorios y componentes de la instalación; se deben proteger contra la corrosión con recubrimientos adecuados al medio. Dicho recubrimiento debe cumplir mínimo con los siguientes requisitos:
  - a) Adherencia con las superficies metálicas y entre las capas intermedias;
  - b) Resistencia al agrietamiento;
  - c) Resistencia mecánica para soportar daños propios de su aplicación, y
  - d) Resistividad eléctrica alta.

**Recomendaciones Técnico-Operativas**

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 quiere decir que no existe riesgo alguno; sí existen, por lo que siempre se tendrán al alcance de todas las personas involucradas en la operación de la unidad de descompresión, así como las medidas preventivas para su rápido control, por si llegase a ocurrir algún evento inesperado.

Las recomendaciones técnico-operativas que se detallan a continuación buscar minimizar o prevenir algún riesgo asociado con el manejo de la estación de descompresión de gas natural durante todas las etapas del proyecto.

La principal recomendación es mantener estandarizados todos los procedimientos que nos ayuden a mantener una calidad en todos los proyectos, iniciando en el diseño del proyecto, considerando todas las medidas de seguridad recomendadas por normas nacionales e internacionales y las establecidas por el promovente como parte de sus propios procedimientos, bases de diseño, y buenas prácticas.

Estas recomendaciones aplicarán para todos los nodos por lo ya comentado sobre que la estación de descompresión podría ser considerado como un solo nodo, y la única diferencia de nodo a nodo es el cambio de presión.

*Tabla 31 Recomendaciones Técnico-Operativas*

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
<b>Etapa de Construcción</b>				
1	Establecer un procedimiento de control de calidad de los equipos a instalar por el responsable de la obra, en él se deberá incluir el número de lote, composición química, propiedades mecánicas, espesores, etc.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
2	Diseñar y aplicar un procedimiento de soldadura y uno similar para la calificación de los soldadores, de acuerdo a las características de la tubería, accesorios y	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
	a los estándares nacionales e internacionales vigentes.		de autorizaciones federales y locales.	
3	Aplicar pinturas o alguna protección mecánica para tuberías y equipos que lo requieran.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
4	Supervisar el proceso de losas e instalación de estación de descompresión se haga de la manera adecuada, contemplando los espacios necesarios para maniobras.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
5	El personal debe ser dotado de equipo de protección personal tales como cascos, zapatos de seguridad, lentes de seguridad, arneses y guantes.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
6	Mantener un botiquín en obra para accidentes menores y se asegurará la vacunación antitetánica del personal.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
7	Supervisar por medio de una unidad verificadora y documentar las pruebas que se realicen a la estación de descompresión en campo en todas sus fases.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
8	Se recomienda que la estación de descompresión y los equipos a ocupar para su instalación, sean utilizando materiales incombustibles, con el fin de evitar el riesgo de incendio.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
9	Se integrará una cuadrilla de limpieza en el entorno del área del proyecto para mantenerlo limpio.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas de autorizaciones federales y locales.	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería
10	Supervisar la correcta implementación del sistema de detección de fugas (equipos, procedimientos, etc), de tal manera que se	2. Evaluación de Riesgos	Durante la etapa de instalación y construcción, la fecha dependerá de las fechas	Encargado de obra y Gerente de Ingeniería

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
	minimice el tiempo de respuesta para evitar daño.	2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	de autorizaciones federales y locales.	
<b>Etapas de Operación y Mantenimiento</b>				
11	Contar con un Plan de Atención a Emergencias que se implemente durante la ejecución de los trabajos.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
12	No exceder las condiciones de diseño, principalmente la presión en cada etapa de la estación de descompresión (3,625 psig a la entrada, 200 psig después de primera etapa de regulación y 58 psig después de la segunda etapa de regulación) establecida para evitar fracturas en las líneas que conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a las instalaciones.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
13	Elaborar un Manual de Operación y mantenimiento el cual debe estar en un lugar de acceso inmediato, donde se describa el funcionamiento de la estación de descompresión, así como sus componentes (números de serie, marca y modelo, hoja técnica) y se deberá actualizar en caso de algún cambio de equipo, de condiciones o de filosofía operacional. El manual debe contener la puesta en marcha, operación y paro. Los riesgos identificados se deberán de mencionar en algún apartado. De igual forma se debe garantizar su cumplimiento.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
14	Realizar una bitácora de accidentes y/o fugas, en caso de que se presenten en la estación, para aplicar posteriormente un programa específico que ataque o evite eventos y consecuencias no deseadas.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
15	Mantener un monitoreo continuo, inspección y limpieza de la unidad de descompresión y sus componentes. Realizar una supervisión a mayor detalle de los equipos críticos (reguladores y medidores), verificando su correcta operación y condiciones.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.		Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
16	Verificar la temperatura de los intercambiadores de calor y del medio de calentamiento con el fin de evitar congelamiento en las líneas.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
17	Realizar capacitaciones continuas al personal para la operación de la estación de acuerdo a procedimientos establecidos, asimismo que el operador pueda actuar ante una emergencia en la estación, con el fin de minimizar al mínimo los riesgos o impactos que se puedan presentar.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
18	Mantener en buen estado los señalamientos, fáciles de leer y visualizar, en caso de que resulte dañado alguno se deberá reemplazarse a la brevedad posible.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
19	Presentar un plan de contingencias ambientales que pueda implementarse durante la ejecución de los trabajos.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
20	No se permite fumar, tener flamas abiertas o cualquier otra fuente de ignición. Se deben usar linternas que sean a prueba de explosión;	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
21	En caso de requerirse corte, éste se debe hacer con equipo mecánico, se debe asegurar que no exista una mezcla explosiva en el área de trabajo utilizando el equipo de detección adecuado;	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
22	Las válvulas de seccionamiento o de alivio de presión deben estar verificadas asegurando un funcionamiento óptimo, observando que sus puntos de ajuste de apertura o cierre sean los establecidos por diseño, que no se tenga un impedimento en su accionar, que no sufran de debilitamiento, y que se encuentre su reporte de fallas o mantenimientos realizados en una bitácora.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
23	Se debe verificar que las conexiones con las unidades de suministro no se encuentran en condiciones de fuga (daño por corte, raspaduras, o anormales en su flexibilidad).	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
24	Antes de proceder a soldar o cortar la tubería se debe cerrar todas las válvulas de suministro, purgar la línea y ventilar el área de trabajo	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
25	En caso de que alguno de los equipos, o conexiones requiera ser reemplazada se deberá verificar especificación del elemento que reemplazará, la cual deberá cumplir con marca, modelo o similar establecido.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
26	Se deberá tener un manual de seguridad, donde se tengan las medidas que los fabricantes dan por cada equipo o infraestructura, las medidas de prevención determinadas a partir de los riesgos identificados; deberá estar ligado al plan de atención a emergencias y ser congruente con el PPA, y los tiempos adecuados para la capacitación y recalificación de la misma impartida a trabajadores, así como los calendarios para pláticas a población, trabajadores y simulacros realizados.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Al inicio de operación y acorde a las fechas programadas de mantenimiento.	Gerente de Operaciones y Gerente de Ingeniería
<b>Seguridad</b>				
27	Actualización de los planos de la estación y sus componentes	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene
28	Evidencias de la capacitación de los trabajadores para la operación y mantenimiento de la Estación de Descompresión de gas natural, así como para la atención a emergencias.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene
29	Programa de mantenimiento preventivo al sistema, con base a recomendaciones de fabricante, filosofía operacional y normatividad.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene
30	Procedimientos para la detección oportuna de fugas apoyándose en los detectores y módulo de control.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene
<b>Comunicación y Social</b>				
31	Será necesario establecer cursos intensivos de capacitación, entrenamiento de personal y elaboración de simulacros.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
32	Generar las alianzas necesarias con las autoridades locales de atención a emergencias, con las empresas vecinas y localidades cercanas.	2. Evaluación de Riesgos	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones

## ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Fecha para su Implementación	Responsable
		2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.		
33	Cumplir cabalmente con un <b>Programa de Prevención de Accidentes (PPA)</b> , en el que se considere Educación Pública, Capacitación Interna y Externa, Simulacros, comunicación con autoridades, etc. Los riesgos en general pueden reducirse aún más mejorando continuamente el mantenimiento, inspección y <b>auditorías de seguridad y ambiental tanto internas y externas</b> , lo que es recomendable incluir en los procedimientos normales de la empresa.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
34	Los riesgos de fugas por algún agente externo, se podrían reducir y hasta eliminar si se concientiza a la gente que transite cerca de las instalaciones, sobre los peligros que implica 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 de acuerdo al Plan de Emergencia.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	
35	Informar a la comunidad, a las autoridades municipales, estatales y federales sobre los horarios de operación y los riesgos del sistema, así como la coordinación de acciones de emergencia ante un siniestro.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
36	Implantar 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.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
37	Contar con un número de atención a emergencias, en un tarjetón protegido por la humedad, el cual deberá colocarse en lugares estratégicos y que se difunda perfectamente bien entre las autoridades locales y estatales.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones
38	Realizar un Programa para la Prevención de Accidentes, de acuerdo con las guías de la ASEA y SEMARNAT.	2. Evaluación de Riesgos 2.2 Identificar las oportunidades para reducir riesgos.	Durante la etapa de vida de la estación de descompresión	Gerente de Seguridad e Higiene y/o Gerencia de Relaciones

“Estación de descompresión de gas natural para suministro de dicho combustible al usuario Visionaire Lighting, S.A. de C.V., en el municipio de Ensenada, Estado de Baja California”

El Regulado debe obtener de forma anual, un Dictamen de Operación y Mantenimiento por una Unidad de Verificación, en el que conste el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana para esta etapa.

El Dictamen al que se refiere el párrafo anterior, debe ser entregado a la Agencia, en los primeros tres meses de cada año, una vez cumplido el primer año de operaciones

## VII. Conclusiones y Recomendaciones

- En la ejecución del proyecto se utilizarán equipos modernos y se contará con las medidas necesarias para aminorar los riesgos que implica su operación.
- Se observa que el diseño actual considera la aplicación de la normatividad y prácticas recomendadas apropiadas como corresponde a este tipo de instalaciones industriales y sus riesgos asociados.
- Para el caso del diseño de detalle y la construcción se ha previsto el cumplimiento de la normatividad y especificaciones más estrictas, mismas que son las requeridas por la industria de hidrocarburos a nivel internacional y que se le ha dado relevancia a la seguridad y a las previsiones ambientales enfocadas al cuidado de la salud y seguridad de los trabajadores y de la comunidad, así como el cuidado del ambiente.
- De acuerdo con la información técnica del proyecto, se puede observar que se han cubierto adecuadamente los aspectos de la seguridad a través de la integridad mecánica de los equipos y sistemas y que las instalaciones contarán con los medios adecuados para el cuidado del ambiente.
- Se advierten también las previsiones apropiadas para evitar y controlar las posibles alteraciones a las condiciones normales de operación que pudieran originar riesgos por fuga de Gas Natural.
- Se realizó una metodología de la siguiente forma:
  - Análisis preliminar de riesgos a través de metodologías cualitativas y estadísticas
  - Análisis de riesgo: identificación, jerarquización y evaluación
  - Se determinaron las regiones de los riesgos y se procedió a determinar su viabilidad del proyecto y vulnerabilidad hacia los factores que lo rodean.
- Con el fin de verificar la frecuencia de los riesgos se tomaron las salvaguardas y programas que se tendrán en la estación de descompresión.
- Se realizaron recomendaciones para cada etapa del proyecto.
- Acorde con los resultados del estudio es factible mencionar que el área verificada con la revisión de las políticas, sistemas, características del diseño y compromisos de seguridad involucrados, el nivel de riesgo de la instalación es tolerable y sus consecuencias no afectarían a la población aledaña ni a sus bienes alrededor de la instalación.

Lo anterior se puede resumir en que **el proyecto tiene un nivel de riesgo tolerable y el control y atención de estos se verá centralizado dentro de los límites del área destinada a esta obra.**